

5 Dynamik und Biodiversität in Auen

Auen mit einer grossen Vielfalt an Lebensräumen sind ökologisch widerstandsfähiger als solche mit geringer Lebensraumvielfalt. In Auen wird die Lebensraum- und Artenvielfalt hauptsächlich durch den Gewässerraum, die Abfluss- und Sedimentdynamik sowie die Lebensraumvernetzung bestimmt. Mit spezifischen Massnahmen zur Förderung von auentypischen Arten kann die Artenvielfalt erhöht werden. Das vorliegende Merkblatt erläutert die wichtigsten Einflussfaktoren, führt Beispiele auf und gibt einen Einblick in die aktuelle Forschung zu Auen.

S. Fink, M. Döring, M. J. Franca, E. Martín Sanz, O. Nadyeina, Ch. Robinson, A. Schleiss, Ch. Scheidegger

In Auen entsteht dank wiederholtem Einfluss von kleineren sowie mittleren und grossen Hochwassern und anschliessenden Niedrigwassern ein dynamisches Habitatmosaik¹ (vgl. Merkblatt 1). Sowohl unterschiedliche Sedimentzusammensetzungen als auch verschiedene Strömungs- und Temperatureinflüsse führen zu unterschiedlichen Kleinsthabitaten (Abb. 1). Die räumliche Lage der einzelnen Habitate (z. B. Weichholz- und Hartholzaunenwald, Tümpel, Kiesbänke, etc.) wandelt sich lau-

¹ Der Begriff «dynamisches Habitatmosaik» und weitere Begriffe sind im Glossar definiert. Online: www.rivermanagement.ch > Produkte und Publikationen.

Abbildung 1

Schematische Darstellung einer Aue (links). Aue bei Rhäzüns (GR) im Februar 2015 (rechts). Offene Kiesflächen und Kiesbänke mit Pioniervegetation sowie Weichholzaunen bilden gemeinsam mit Flussstellen unterschiedlicher Strömungsdynamiken einen dynamischen Lebensraumverbund.



fend. Nach extremen Ereignissen wie hundertjährigen Hochwassern verändert sich sogar die Anordnung von einzelnen Lebensräumen stark (vgl. Kap. Grosse Sedimentumlagerungen). Eine natürliche Auenlandschaft ist deshalb ein dynamischer Lebensraumverbund, der ökologisch sehr widerstandsfähig (resilient) ist und eine hohe strukturelle Vielfalt aufweist. Auentypische Charakter- und Zielarten sind an die Abfluss- und Sedimentdynamik angepasst (vgl. Merkblatt 1). Gemessen wird die hohe Biodiversität natürlicher Auen über das Vorkommen von Arten wie auch über die Vielfalt der ökologischen Prozesse (vgl. Merkblatt 2).

Die Lebensraum- und Artenvielfalt in Auen wird massgebend vom Gewässerraum beeinflusst, also von der Fläche, die dem Gewässer zur Verfügung steht. Eine erhöhte Abfluss- und Sedimentdynamik, eine Vernetzung von Lebensräumen sowie spezifische Artenförderung können die Biodiversität im Auenperimeter fördern. Diese ökologischen Einflussfaktoren hängen mit der Grösse des Gewässerraums zusammen und beeinflussen sich gegenseitig. Abbildung 2 zeigt schematisch, wie die einzelnen Einflussfaktoren dazu beitragen, das Potenzial der Biodiversität in Auen auszuschöpfen (vgl. Naiman et al. 2005). In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Einflussfaktoren erläutert.

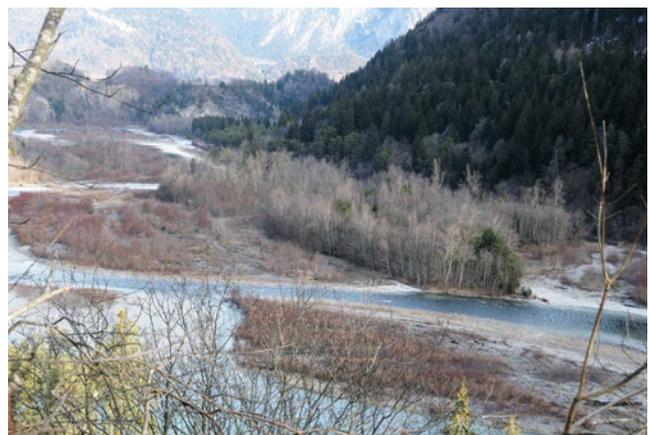
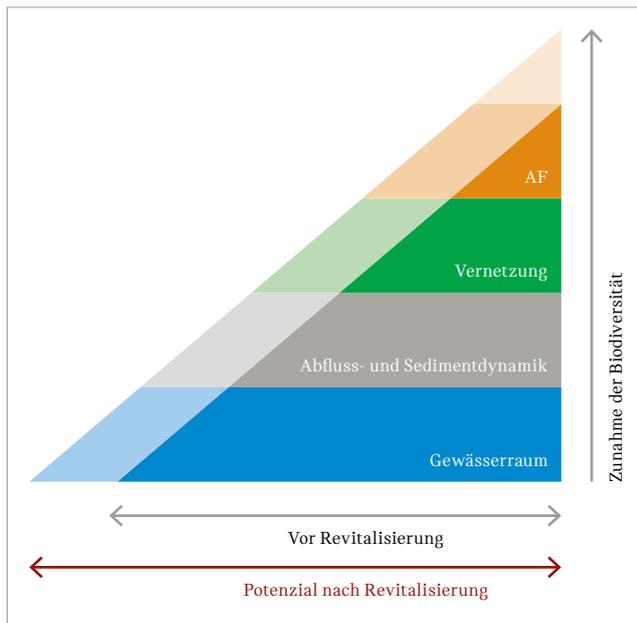


Abbildung 2

Pyramide zu den ökologischen Einflussfaktoren auf die Biodiversität in Auen. Die Pfeile zeigen den Spielraum der einzelnen Einflussfaktoren und ihre Wirkung nach einer Gewässerrevitalisierung. AF: spezifische Artenförderung.



Quelle: WSL

Gewässerraum

Die Fläche von Auenlandschaften in der Schweiz ist seit 1900 stark zurückgegangen (Lachat et al. 2010). Auen-schutz und Revitalisierungen haben das anspruchsvolle Ziel, auf einem Minimum an Lebensraumfläche ein Optimum an Biodiversität zu erreichen. Die minimale Grösse eines Lebensraumtyps erschliesst sich aus dem ökologischen Raumbedarf (vgl. Tab.2 in Scheidegger et al. 2012). Mit der Fläche, die dem Gewässer durch eine Revitalisierung zukommt, werden auch die Ökosystemleistungen der Auen gefördert, z.B. Hochwasserschutz, Nährstoffrückhalt, Filterfunktion und Kohlenstoffspeicher. So wurde etwa an der Thur bei Niederneunforn (TG) eine Aufweitung vorgenommen und Steinbuhnen anstelle von Dämmen eingesetzt. Die Variabilität der Fliessgeschwindigkeit wurde erhöht und der Hochwasserschutz deutlich verbessert. Gleichzeitig entstanden neue ökologisch wertvolle Lebensräume wie Kiesinseln.

Historische Karten und Luftbilder zeigen auf, wo Auen natürlicherweise vorgekommen sind, welchen Raum das Fliessgewässer früher eingenommen hat und welche Habitate vorhanden gewesen sind (Abb. 3). In natürlichen Auensystemen ändert sich die räumliche Lage der Habitate ständig; dabei entsteht ein dynamisches Habitatmosaik. Die relativen Habitatanteile jedoch variieren über längere Zeiträume nur geringfügig («shifting habitat mosaic», vgl. Stanford et al. 2005). In durch den Menschen beeinträchtigten Auenlandschaften hingegen können sich die Flächen der verschiedenen Auenhabitate sowie ihre relativen Anteile deutlich ändern, insbesondere bei auentypischen und von der hydromorphologischen Dynamik abhängigen Habitaten wie Kiesbänken mit Pioniervegetation oder Inseln (Döring et al. 2013).

Das Beispiel der Sandey Aue (BE) zeigt, wie die Errichtung eines Stausees im Jahr 1950 sowie der Bau von Hochwasserschutzdämmen die Sediment- und Abflussdynamik des Flusses (Urbachwasser) sowie die Auenhabitate veränderten (Abb. 4). Der Gewässerraum wurde durch die Bauten stark eingeschränkt, so dass im Vergleich zum naturnahen Zustand im Jahr 1940 heute nur noch 70 % der natürlichen Abflussmenge in der Aue besteht. Als Folge davon änderten sich die relativen Anteile der Habitate: Die Häufigkeit von auentypischen Habitaten und solchen, die von der hydromorphologischen Dynamik abhängig sind, war im Jahr 2007 um bis zu 78 % niedriger als im Jahr 1940, der Anteil an Grasland hingegen nahm um 28 % zu.

Abfluss- und Sedimentdynamik

Abfluss- und Sedimentdynamik beeinflussen das dynamische Habitatmosaik und die strukturelle Vielfalt von aquatischen, amphibischen und terrestrischen Lebensräumen der Auen. Ihr Ausmass variiert erheblich und hängt vom Hochwassergeschehen ab. Drei Hochwassertypen werden unterschieden: 1. Sedimentumlagerungen aufgrund von saisonalen, jährlich wiederkehrenden Hochwassern mit geringem Geschiebetrieb. 2. Mittlere Hochwasser mit erheblichen Sedimentumlagerungen (10- bis 50-jährliche Hochwasser). 3. Grosse Hochwasser mit ausserordentlichen Sedimentumlagerungen (100-jährliche und seltener). Die drei Hochwassertypen wirken sich – abhängig

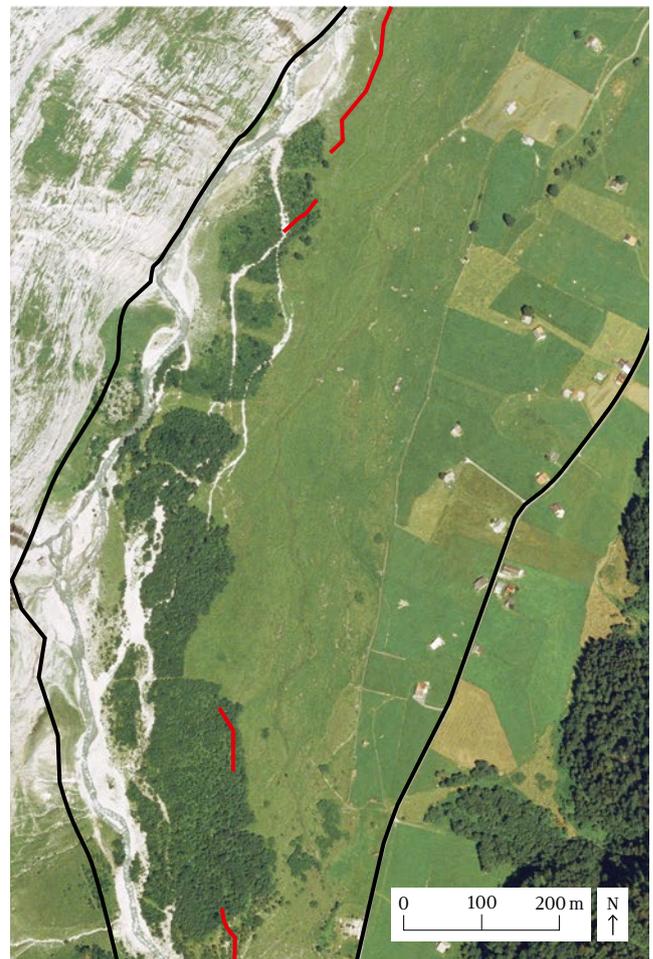
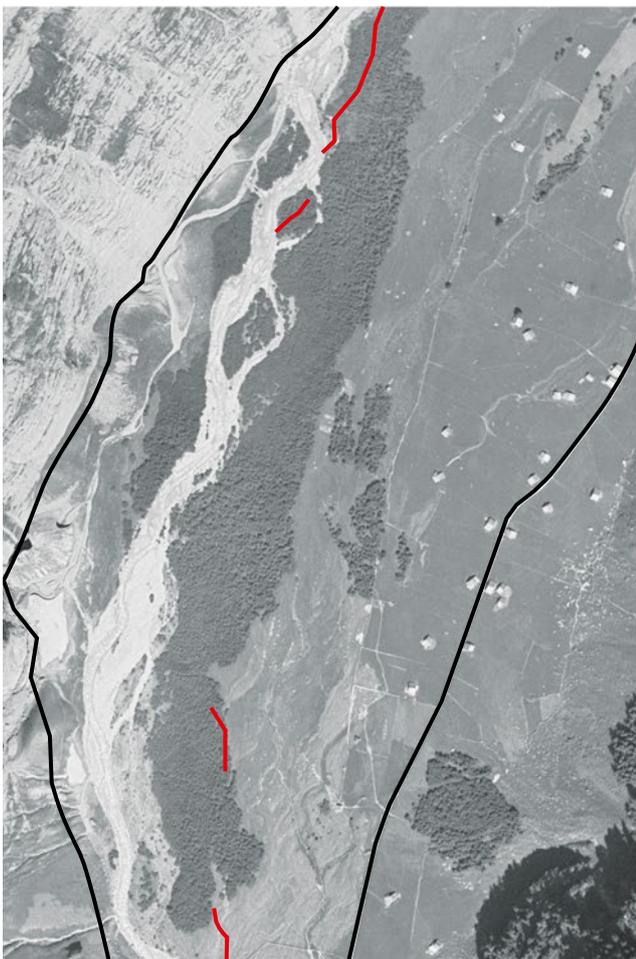
von der Höhenstufe – auf unterschiedliche Lebensräume aus, weil nicht alle auentypischen Lebensräume auf allen Höhenstufen vorkommen. Kiesbänke bilden sich auf jeder Höhenstufe und sind von allen drei Hochwassertypen betroffen. Weichholzaunenwald ist in der alpinen Stufe nicht vorhanden und wird vor allem von Hochwassern mit höheren Wiederkehrzeiten überspült. Die Vorkommen von Hartholzaunenwald sind auf die montane und kolline Stufe beschränkt und werden nur von Hochwassern mit hohen Wiederkehrzeiten überschwemmt, nicht jedoch von saisonalen und jährlichen Hochwassern. Die Auswirkung innerhalb des Lebensraumes hängt von der Höhe, der Frequenz, der Dauer und dem Zeitpunkt der Sedimentumlagerung im Jahresverlauf ab.

Kleine und mittlere Sedimentumlagerungen

Saisonale und jährliche Hochwasser und die damit verbundenen Sedimentumlagerungen beeinflussen vor allem aquatische, amphibische und gewässernahe terrestrische Bereiche einer Aue. Durch Hochwasser kleinerer und mittlerer Intensität werden vorwiegend kleinere Korngrößen und geringe Mengen an Geschiebe im Gerinne und in Gerinnenähe verschoben. Diese kleineren Umlagerungen sind für das dynamische Habitatmosaik wie auch für die Anpassungen der Lebenszyklen der Auenarten von Bedeutung, da beispielsweise Feinsedimente und hohe Anteile an Humus die Keimfähigkeit der kiesbankbewohnenden Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) behindern. In regelmässig überfluteten Auen ist

Abbildung 3

Vergleich eines historischen Bildes (links) aus dem Jahr 1940 und eines Luftbildes aus dem Jahr 2007 (rechts) der Sandey Aue. Der Bau eines Stausees flussaufwärts sowie von Hochwasserschutzdämmen (rot) veränderte die Aue stark. Der Auenperimeter wurde als die gesamte Fläche innerhalb der schwarzen Linien definiert.



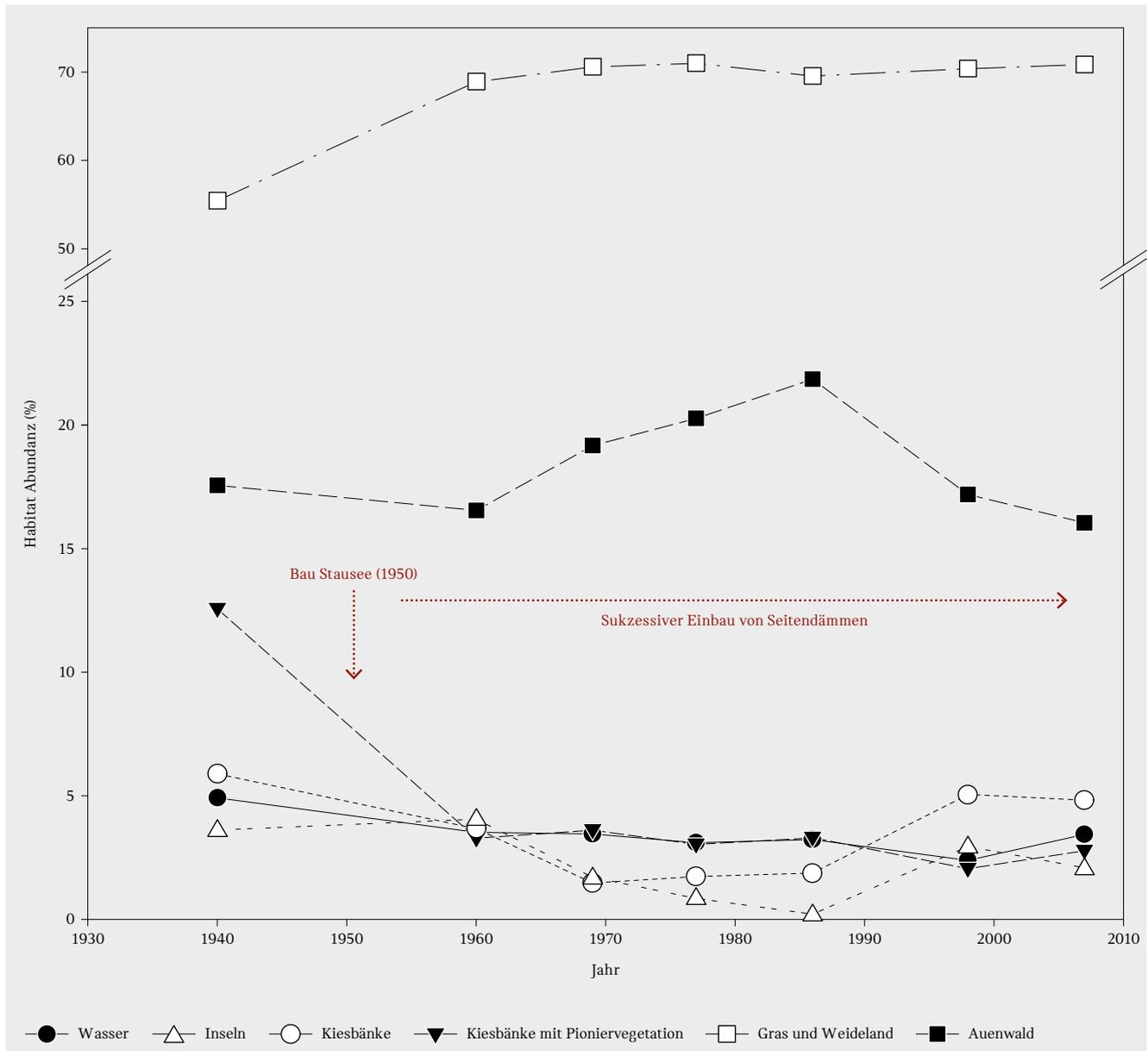
Quelle: Döring et al. 2013. Fotos: Swisstopo

die Gefahr der Kolmation geringer (vgl. Merkblatt 3). Durch wiederkehrende Übersättungen wird neuer Lebensraum für Habitatspezialisten geschaffen, beispielsweise für den Narbenkäfer (*Blethisa multipunctata*, siehe in Rust-Dubié et al. 2006). Bleibt die Sedimentdynamik aus, nimmt die Dominanz von störungsempfindlichen Arten (Generalisten) gegenüber störungsresistenten (Spezialisten) zu. So nimmt in alpinen Auen beispielsweise die Abundanz der spezialisierten Deutschen Tamariske ab,

während Flohkrebse der Gattung *Gammarus* zunehmen. Auch in tieferen Lagen besetzen invasive Neobioten (gebietsfremde invasive Arten) bei fehlender Sedimentdynamik weniger dynamische Habitatspezialisten, z. B. die Kanadische Goldrute (*Solidago canadensis*), die Spätblühende Goldrute (*Solidago gigantea*) oder der Goldfisch (*Carassius auratus auratus*; BUWAL 2002).

Abbildung 4

Die relative Häufigkeit einzelner Habitatflächen zwischen 1940 und 2007 in der Sandey Aue.



Quelle: Döring et al. 2013

Grosse Sedimentumlagerungen

100-jährliche oder seltenere Hochwasser und die damit verbundenen grossen Geschiebeumlagerungen sind wegen des grossen Schadenpotentials oft nicht erwünscht und werden mit Verbauungen eingedämmt. Schäden, die durch grosse Wasser- und Geschiebemengen bei Hochwassern entstehen, können mit einem ausreichend grossen Gewässerraum verringert werden. So fangen z. B. Neben- oder Altarme Geschiebe und Wasser auf und entlasten den Hauptfluss. Im Auenperimeter können grosse Umlagerungen v. a. im Mittellauf eines Fließgewässers Habitate umgestalten und neue Lebensräume schaffen, falls genügend Raum für Sedimentumlagerungen vorhanden ist. Zudem werden bei solchen Ereignissen alle Korngrößen neu verteilt, so dass ein dynamisches Habitatmosaik entsteht.

Einfluss von Revitalisierungen auf die Dynamik

Nach der Aufweitung an den Thurauen bei Niederneunforn (TG) haben sich neue Auenhabitate gebildet. Diese Habitate sind aufgrund der Abflussvariation einer ständigen Dynamik ausgesetzt. Die Aufweitung ermöglichte so eine grössere Habitatvielfalt als die kanalisiertes Strecken. Diese Aufweitung wurde mit kanalisiertes Strecken oberhalb und unterhalb der Aufweitung verglichen (Martín Sanz 2017). In der Aufweitung war die zeitliche und räumliche Variabilität der Sedimentrespiration (d. h. die Verarbeitung von organischem Material in der Flusssohle; vgl. Merkblatt 1) sowie der Dichte an Algen und Makroinvertebraten höher, dies aufgrund der grösseren Abfluss- und Geschiebedynamik. Der Vergleich zeigte weiter, dass die Sedimentrespiration und die Artenzahl der Makroinvertebraten wesentlich durch die Abflussdynamik sowie durch die Flussmorphologie beeinflusst sind. Der Algenaufwuchs und die Dichte der Makroinvertebraten hingegen werden hauptsächlich durch die Abflussdynamik gesteuert und weniger durch die Flussmorphologie (Martín Sanz 2017).

Vernetzung

Die Vernetzung von Lebensräumen hält den Genfluss zwischen Populationen von Charakter- und Zielarten aufrecht. Damit steigt die Überlebenswahrscheinlichkeit von Arten mit Metapopulationsstrukturen, auch wenn ihre

Lebensräume selten und/oder klein sind. Bei guter Vernetzung ist die Resilienz von Auen grösser, auch nach extremen Geschiebeumlagerungen. Bei Revitalisierungen führt eine gute biologische Vernetzung zu einer stärkeren Zunahme der Biodiversität, auch bei kleiner Fläche (Abb. 5).

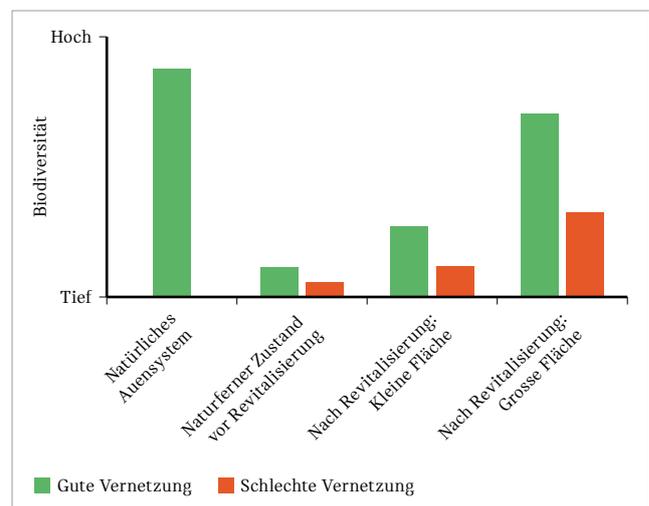
Wichtig ist, dass die Vernetzung auf allen drei Achsen – vertikal, lateral und longitudinal – stattfindet (Stevenson und Sabater 2011). Die drei Typen der Vernetzung werden in den folgenden Abschnitten kurz erläutert.

Vertikale Vernetzung

Eine vertikale Vernetzung zwischen Flussbett und Sohlenbereich (vgl. Merkblatt 1) beeinflusst Ökosystem und Biodiversität weit in den Auenperimeter hinein, z. B. durch den Nährstoffkreislauf, das Temperaturmuster und das Algenwachstum. Sie hängt vor allem von der Sedimentdurchlässigkeit ab. Bei Auenrevitalisierungen lässt sich die vertikale Vernetzung beispielsweise durch eine Flussaufweitung fördern oder durch den Einsatz von Makrorauheiten an den Ufern wie Steinblöcken oder Bühnenfeldern. So wird der Eintrag von Feinsedimenten verlangsamt und Kolmation verhindert (vgl. Merkblatt 3).

Abbildung 5

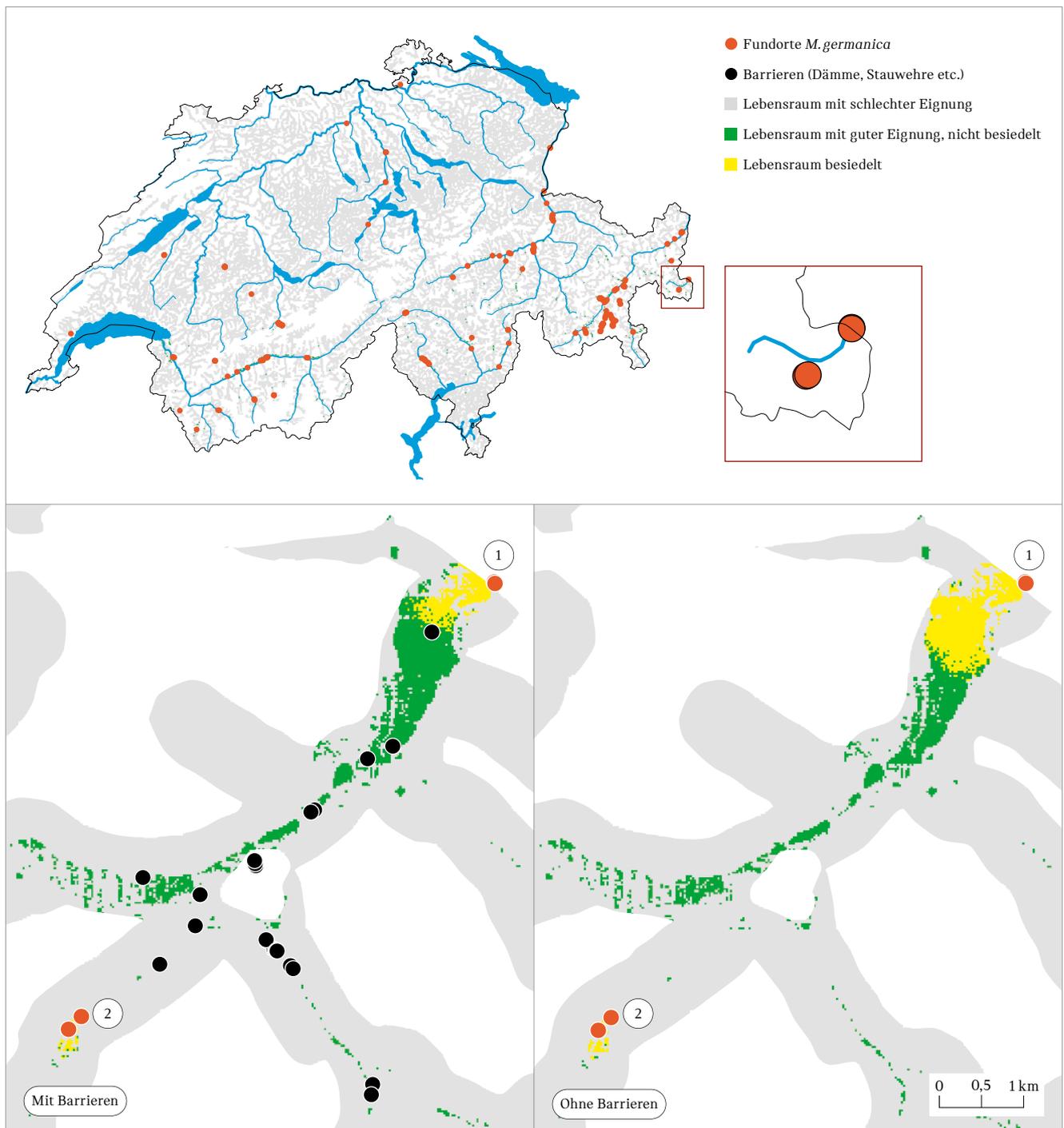
Schematische Darstellung der Veränderung der Biodiversität in Abhängigkeit der biologischen Vernetzung. Gute biologische Vernetzung ist der Schlüssel zu einer starken Biodiversitätszunahme nach einer Revitalisierung, auch bei kleiner Fläche.



Quelle: WSL

Abbildung 6

Oben: Nachweise der Deutschen Tamariske in der Schweiz (Quelle: Info Flora). Unten: Modellierung der Wahrscheinlichkeit eines Vorkommens der Deutschen Tamariske entlang des Flusses Rom bei Münster (GR). Ausgehend von den Fundorten der Art wird die Verbreitung (gelb) in geeignete Habitate (grün) simuliert (50 Jahre in die Zukunft). Vom Standort 1 aus kann sich die Deutsche Tamariske ohne Barrieren (rechte Bildhälfte) frei ausbreiten, mit Barrieren (linke Bildhälfte) ist ihre Verbreitung hingegen verzögert. Das Modell zeigt zudem, dass die Ausbreitung von einem zweiten Standort (2) aus nicht durch Barrieren unterbrochen wird, sondern durch ungeeignetes Habitat (grau).



Laterale Vernetzung

Eine laterale Vernetzung zwischen Fließgewässer und Uferbereich ist wichtig, weil sie die Ablagerung von Feinsedimenten und Nährstoffen in Auen sowie die Verbreitung von Samen und Organismen fördert (Stevenson und Sabater 2011). Bei einer Überflutung der Auen werden aquatische Organismen wie Zuckmücken oder Käfer auf Schotterbänke gespült. Dort überdauern sie aktiv als Larve – sofern der Feuchtigkeitsgehalt hoch genug ist – oder in verschiedenen Ruhestadien (z. B. Kokons, Zysten, Dauereier). Bei einer guten lateralen Vernetzung tragen diese Organismen bei einer späteren Überflutung der Schotterbänke (z. B. nach grösseren Störungen) zur Wiederbesiedlung des Gewässers bei. Ist die laterale Vernetzung jedoch stark eingeschränkt, etwa in Restwasserstrecken, sinkt die Anzahl dieser Individuen auf den Schotterbänken deutlich (Martín Sanz 2017). Eine gute laterale Vernetzung ermöglicht ausserdem, dass sich aquatische und amphibische Arten bei Hochwasser und grossen Geschiebeumlagerungen in geschützte Habitate zurückziehen. Bei Revitalisierungen kann die Seitenerosion induziert (vgl. Merkblatt 7), Altarme aufgewertet oder Tümpel ausgehoben werden.

Longitudinale Vernetzung

Eine longitudinale Vernetzung zwischen Auensystemen in verschiedenen Flussabschnitten entlang des Hauptflusses erhöht die Widerstandsfähigkeit der Auen nach einer Störung, und zwar über weite Distanzen. Auch werden Populationen am Oberlauf mit solchen flussabwärts vernetzt. Die Ausbreitungsmöglichkeiten auentypischer Pflanzen und Tieren sind für die Besiedlung von revitalisierten Auen entscheidend und hängen meist von der longitudinalen Vernetzung ab. Diese trägt z. B. zum Samentransport bei und zur vegetativen Verbreitung von Pflanzen oder zur Einwanderung von aquatischen Organismen (Naiman et al. 2005). Erreicht werden kann sie durch eine verbesserte Geschiebedurchgängigkeit oder eine Geschiebesanierung (vgl. Merkblatt 3 und 6). Neue Studien zeigen, dass Geschiebeschüttungen die Vernetzung fördern, und zwar über eine lange Distanz flussabwärts (vgl. Merkblatt 7). Auch Seitenflüsse tragen Sedimente ein und erhöhen dadurch die Vernetzung. Vertikale Hindernisse wie Geschiebesammler und Wildbachsperrn schränken die longitudinale Vernetzung und das Sedimentkontinuum in der Regel ein. Es sei denn, sie werden

betrieblich und/oder baulich geschiebedurchgängig gestaltet (vgl. Merkblatt 4). Mithilfe von künstlichen Hochwassern und beispielsweise mit Sedimentumleitstollen (vgl. Merkblatt 6) werden diese Barrieren überwunden und die Sedimentdynamik verbessert.

Für auenbewohnende Organismen gehört die longitudinale Vernetzung von Lebensräumen zum wichtigsten Faktor für das langfristige Überleben ihrer Populationen. So auch bei der kiesbankbewohnenden Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*), die in vielen Landesteilen der Schweiz gefährdet und im Jura sogar ausgestorben ist (Info Flora 2016). Modelle mit topographischen, geologischen und klimatischen Parametern zeigen Regionen mit potentiellen Vorkommen der Deutschen Tamariske (Abb. 6, Fink et al. 2017). Unter Berücksichtigung der Ausbreitungsdistanzen und der vorhandenen Barrieren zeigen Artverbreitungsmodelle auf, wo sich die Deutsche Tamariske in Zukunft trotz Barrieren etablieren könnte. Auf diese Weise ist es möglich, allfällige Standorte für Auenrevitalisierungen mit der Zielart Deutsche Tamariske zu planen. Zudem können Standorte von Auen von nationaler Bedeutung sowie Smaragd-Gebiete flussabwärts oder -aufwärts von aktuellen Zielartvorkommen mit in die Planung einbezogen werden.

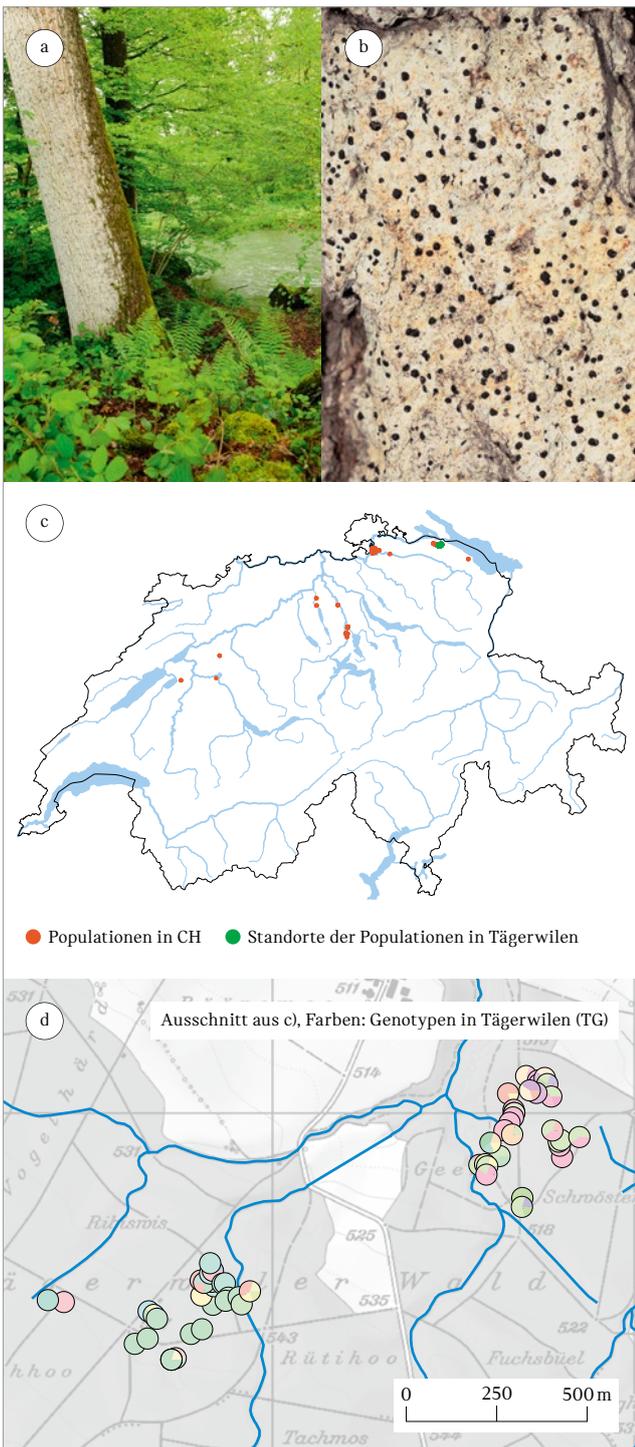
Spezifische Artenförderung

Wird die Gewässer- und Sedimentdynamik in Auen durch Geschiebesanierungen oder Revitalisierungen erhöht, sind dabei die Ansprüche auentypischer (Charakterarten) und bedrohter Arten zu beachten. Je nach Auentyp und Höhenstufe sind andere Zielarten, und damit andere Anforderungen an die Sedimentzusammensetzung und -dynamik sowie an die Abflussdynamik, wichtig (Tab. 1).

Der Hartholzauenwald, ein selten gewordener artenreicher Lebensraum, ist ein Hotspot für Zielarten. Die Eichenstabflechte (*Bactrospora dryina*) beispielsweise wächst auf alten, in der Regel über hundertjährigen Eichen. Die Verbreitung über weite Distanzen ist bei dieser Art sehr selten, so dass die Besiedlung neuer Lebensräume mit einer starken zeitlichen Verzögerung erfolgt. Die Bestände der Eichenstabflechte weisen eine hohe genetische Vielfalt auf, sowohl innerhalb eines Standorts

Abbildung 7

Die Eichenstabflechte ist eine national prioritäre Art von Hartholzauenwäldern. a) Eiche als Lebensraum der Eichenstabflechten in einem periodisch überfluteten Hartholzauenwald. b) Die Eichenstabflechte und c) ihre Populationen in der Schweiz. d) Zusammensetzung des Genpools von Eichenstabflechten bei Tägerwilen (TG).



Quelle: Nadyeina et al. 2017

als auch auf jedem einzelnen Baum (Abb. 7, Nadyeina et al. 2017). Die Erhaltung bestehender Hartholzauen sowie deren Vernetzung mit revitalisierten Lebensräumen kann die Besiedelung durch die Eichenstabflechte unterstützen. Zu den Arten, die in einem Hartholzauenwald gefördert werden können, zählen Eichenvorkommen und lichte Waldstrukturen.

Fazit

Voraussetzung für Auen mit einer hoher Arten- und Lebensraumvielfalt ist ein ausreichend grosser Gewässerraum. Eine naturnahe Abfluss- und Sedimentdynamik ist ein wichtiger Einflussfaktor und erhöht die Lebensraumvielfalt. Für seltene und gefährdete Zielarten der Auen sollten spezifische Massnahmen zur Förderung der Arten getroffen werden. Die Auswahl der Zielarten hängt vom Auenhabitat und der Höhenstufe ab, und diese wiederum bestimmen die Anforderungen an die Sedimentzusammensetzung und -dynamik sowie an die Abflussdynamik. Saisonale und jährlich wiederkehrende Hochwasser und Sedimentumlagerungen tragen zum Erhalt der typischen Flora und Fauna von Auen bei und beeinflussen aquatische, amphibische und terrestrische Lebensräume. Mittlere bis sehr seltene und grosse Sedimentumlagerungen durch Hochwasser mit 20- bis 1000-jährlichen Wiederkehrperioden schaffen neue Lebensräume und fördern die Ausbreitung von Zielarten über weite Distanzen. Die Vernetzung fördert die Resilienz von Auen, auch nach grossen Umlagerungen von Geschiebe, und ist ein wichtiger Faktor für das Überleben auentypischer (Ziel)arten.

Literatur

Die ausführliche Literaturliste zu diesem Merkblatt befindet sich auf der Programmwebsite www.rivermanagement.ch > **Produkte und Publikationen**

Tabelle 1

Beispiele von Zielarten für Revitalisierungen in Auen und ihre Ansprüche an die Zusammensetzung des Sediments. Alle Arten sind auf der Liste der National Prioritären Arten (BAFU 2011) vermerkt und werden in Delarze et al. (2015) als Charakterarten der Auenhabitats aufgeführt.

* Priorität: Verantwortung der Schweiz für Arterhaltung: 4: sehr hohe Verantwortung, 3: hohe Verantwortung, 2: mittlere Verantwortung, 1: geringe Verantwortung (BAFU 2011).

	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Prio.*	Lebensraum Lebensraumeinheiten nach Delarze und Gonseth (2015) mit Nr.	Anforderungen an Sediment
Alpine Stufe (> 1700 m.ü.M.)					
	Stereocaulon-Arten, z. B. Kies-Korallenflechte	<i>Stereocaulon ssp.</i> , z. B. <i>S. glareosum</i>	2	Gebirgs- und Gletscheralluvionen Alluvion mit krautiger Pioniervegetation <i>Epilobion fleischeri</i> (3.2.1.1)	Erdbewohnende Flechte zwischen Schotter entlang von Gebirgsflüssen
	Viersporiger Kalyptratintling	<i>Coprinus martinii</i>	1	Sandige Schwemmufer von Gebirgs- und Gletscherbächen Schwemmufervegetation alpiner Wildbäche <i>Caricion bicolori-atrofuscae</i> (2.2.5)	Humus- und torfhaltiger Boden
Montane Stufe (< 1700 m.ü.M.)					
	Bach-Quellkraut	<i>Montia fontana</i>	3	Kalkarme Quellfluren Kalkarme Quellflur <i>Cardamino-Montion</i> (1.3.3)	Feuchte Böden mit Sedimentgemisch (Grobkies, Geröll, Sand)
	Pyrenäen-Löffelkraut	<i>Cochlearia pyrenaica</i>	3	Kalkreiche Quellfluren Kalkreiche Quellflur <i>Cratoneurion</i> (1.3.2)	Feuchte Böden mit Sedimentgemisch (Grobkies, Geröll, Sand)
	Erlen-Scheidenstreifling	<i>Amanita friabilis</i>	2	Ufer entlang Ober- und Mittelläufen von Flüssen Grauerlen-Auenwald <i>Alnion incanae</i> (6.1.3)	Kiesige bis tonige Schwemmböden
	Flussuferläufer	<i>Actitis hypoleucos</i>	1	Kiesbänke und Schwemmfluren der Flüsse Auen-Weidengebüsch <i>Salicion elaeagni</i> (5.3.6)	Locker bewachsene Kiesbänke als Brutplätze
	Grüngestreifter Grundkäfer	<i>Omophron limbatum</i>	3	Kiesbänke und Schwemmfluren von Wildbächen und Flüssen, stark von deren Wasserdynamik abhängig Alluvion mit krautiger Pioniervegetation <i>Epilobion fleischeri</i> (3.2.1.1)	Verstecken sich tagsüber in Sandröhren zwischen den Kiesbänken
Kolline Stufe (< 900 m.ü.M.)					
	Hakiger Wasserstern	<i>Callitriche hamulata</i>	4	Mittel- oder Unterlauf, tiefe und weite Flüsse Brachsmen- und Barbenregion (Epipotamon) <i>Ranunculion fluitantis</i> (1.2.1) Äschenregion (Hyporhitron) <i>Fontinalidion antipyreticae</i> (1.2.2)	Pflanzen verhaken sich in Fluss, Feinsedimente sind nötig
	Kleine Teichrose	<i>Nuphar pumila</i>	1	Altarme, an Uferbänken von langsam fließenden Gewässern Schwimmblattgesellschaft <i>Nymphaeion</i> (1.1.4)	Grund mit Torfschlick; Wasserstand darf nicht stark schwanken

	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Prio.*	Lebensraum	Anforderungen an Sediment
				Lebensraumeinheiten nach Delarze und Gonseth (2015) mit Nr.	
	Riesen-Ampfer	<i>Rumex hydrolapathum</i>	3	Lebensraum entlang der Uferlinie bzw. dem Verlandungsbereich; in häufig überschwemmtem Bereich Flussufer- und Landröhricht <i>Phalaridion (2.1.2.2)</i>	Kiesige, sandige Böden
	Spätblühende Knotenblume	<i>Leucojum aestivum</i>	2	Ufer entlang Mittel- und Unterläufen von Flüssen Weichholz-Auenwald <i>Salicion albae 6.1.2</i>	Feinkörnige Sandbänke und -ufer mit bis zu drei Monaten Überflutung
	Spitzblättriges Laichkraut	<i>Potamogeton acutifolius</i>	2	Altarme Laichkrautgesellschaft <i>Potamion (1.1.2)</i>	Empfindlich auf Gewässerverschmutzung und hohen Feinsedimenteintrag
	Straussfarn	<i>Matteuccia struthiopteris</i>	4	Periodisch (nicht jährlich) überflutete Uferregionen von Fließgewässern Hartholz-Auenwald <i>Fraxinion 6.1.4</i>	Böden mit Feinsedimenten
	Taubenkropf	<i>Cucubalus baccifer</i>	4	Entlang von Fließgewässern, wo Ufergehölz weggeschwemmt wurde; in Randzonen vom Auenwald mit Flusssdynamik und gelegentlichen mechanischen Umwälzungen Feuchtwarmer Krautsaum (Tieflagen) <i>Convolvulion (5.1.3)</i>	Lehmige Schwemmböden
	Wasserkresse	<i>Rorippa amphibia</i>	4	Periodisch trockenfallende (bei mittlerem Sommer-Wasserstand) Uferregionen von Fließgewässern Flussufer- und Landröhricht <i>Phalaridion (2.1.2.2)</i>	Untergrund des Gewässers reich an Nährstoffen und Feinsedimenten
	Ausgebreitetes Kleinblasenmützenmoos	<i>Physcomitrium patens</i>	4	Im Sommer trockenengefallene Ufer von Fließgewässern Einjährige Schlammflur (Zwergbinsenflur) <i>Nanocyperion (2.5.1)</i>	Schlammige Lehmböden
	Stereocaulon- Arten, bspw. Gletscherbach-Korallenflechte	<i>Stereocaulon ssp.</i> bspw. <i>Stereocaulon rivulorum</i>	4	Flussalluvionen in tiefen Lagen Alluvion mit krautiger Pioniervegetation <i>Epilobion fleischeri (3.2.1.1)</i>	Schotterbänke/Kiesbänke entlang von Flüssen
	Gelbe Keiljungfer	<i>Gomphus similimus</i>	2	Mittel- oder Unterlauf, tiefe und weite Flüsse Brachsmen- und Barbenregion (Epipotamon) <i>Ranunculion fluitantis (1.2.1)</i>	Feinsedimente nötig für Schutz und Nahrung; bei zu grosser Eutrophierung verschwindet die Art
	Zweifleck	<i>Epitheca bimaculata</i>	1	Stillwasserbereiche und Uferbereiche Stillwasser-Röhricht <i>Phragmition (2.1.2.1)</i>	2- bis 3-jährige Larvenentwicklung, wechselweise zwischen Feinsediment und Tauchblattvegetation
	Groppe	<i>Cottus gobio</i>	4	Forellenbäche und grössere Flüsse, Bodenbewohner Untere Forellenregion (Metarhitron) <i>Scapanion undulatae (1.2.3)</i>	Lebensraumverlust durch Kolmation, Wanderung durch Querbauwerke behindert

Icons (nach Delarze und Gonseth 2015)

Gefässpflanzen		Libellen	
Moose		Käfer	
Flechten		Fische	
Grosspilze		Vögel	

Impressum

Herausgeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU)

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

Beteiligte Forschungsinstitutionen: Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs; Laboratoires de Constructions Hydrauliques (LCH), EPFL; Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich; Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)

Projektleitung: Anna Belser (Projektkoordination), BAFU; Christoph Scheidegger, WSL; Christine Weber, Eawag; David Vetsch, VAW-ETH Zürich; Mario J. Franca, LCH-EPFL

Fachliche Begleitung: BAFU: Hugo Aschwanden, Rémy Estoppey, Andreas Knutti, Stephan Lussi, Manuel Nitsche, Olivier Overney, Carlo Scapoza, Diego Tonolla, Hans Peter Willi. Kantone: Josef Hartmann (GR), Norbert Kräuchi (AG), Christian Marti (ZH), Vinzenz Maurer (BE), Sandro Ritler (LU), Thomas Stucki (AG). Forschungsinstitutionen: Bernhard Wehrli (Eawag), Anton Schleiss (LCH-EPFL), Robert Boes (VAW-ETHZ), Christoph Hegg (WSL). Weitere: Raimund Hipp (KBNL), Roger Pfammatter (SWV), Luca Vetterli (Pro Natura)

Redaktion: Manuela Di Giulio, Natur Umwelt Wissen GmbH

Lektorat: Regina Gerber

Zitierung: Fink, S., Döring, M., Franca, M. J., Martín Sanz, E., Nadyeina, O., Robinson, Ch., Schleiss, A., Scheidegger, Ch., 2017: Dynamik und Biodiversität in Auen. In: Geschiebe- und Habitatsdynamik. Merkblatt-Sammlung Wasserbau und Ökologie. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Merkblatt 5.

Gestaltung und Illustrationen: Anamorph, Marcel Schneeberger

Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download:

BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern

www.bundespublikationen.admin.ch

Art.-Nr.: 810.300.136d www.bafu.admin.ch/uw-1708-d

© BAFU 2017