

Ökologisches Konzept

Klemens Niederberger
Teil 5

Zusammenfassung

Das ökologische Konzept zeigt auf, wie die gewählten Massnahmen begründet bzw. hergeleitet werden und in welchem lokalen oder übergeordneten Kontext sie stehen. Dazu werden zwei Vorgehensweisen zur Planung einer Uferrevitalisierung vorgestellt:

Im **«PRAKTIK-Modus»** wird eine häufig anzutreffende Projektsituation beschrieben, in der die ökologischen Ziele pauschal aus der Behebung oder Entschärfung des vorhandenen Haupt-Defizites – meist fehlende Wasserwechselzone durch harten Uferverbau – abgeleitet und mit einem «Standard-Set» von wenigen und oft die einzig möglichen Massnahmen umgesetzt werden.

Im **«EXPERT-Modus»** erfolgt eine detaillierte Analyse der Defizite und eine vertiefte Herleitung der Revitalisierungsziele und –möglichkeiten. Darin enthalten ist eine Orientierung entweder am Referenzzustand, welcher für den betrachteten Standort anhand historischer Quellen recherchiert wird, oder an einem übergeordneten seespezifischen Leitbild [gewässerbezogenes Konzept der ökologischen Funktionsfähigkeit der Uferzone, s. Teil 3 in diesem Heft].

Keywords:

Ökologische Zustandserhebung, Referenzzustand, ökologische Zieldefinition

Flachufer gehören zu den reichhaltigsten Elementen unserer Landschaft. Als schmale und langgestreckte Übergangsbiosphären vermitteln sie zwischen den landseitigen Lebensräumen und dem offenen See. Die landseitige Uferzone weist wertvolle und selten gewordene Lebensräume auf wie Feuchtgebiete, Riedwiesen und Röhrichte. Die seeseitige Flachwasserzone ist jener Bereich des Sees, in welchem die intensivsten biologischen, physikalischen und chemischen Abläufe stattfinden. Beispielsweise finden hier Fische Laichräume, Aufwuchsgebiet und Jagdrevier. Für Kleintiere wie Schnecken und Muscheln bildet sie eine geeignete Lebensgrundlage. Das Schilfröhricht bietet den Wasservögeln Rückzugsmöglichkeiten und Schutz zur Aufzucht der Jungen. Aus: Arbeitshilfe «Seeufer aufwerten» [Iseli 2012]

Concept écologique

Résumé

Le concept de mesures écologiques montre comment les mesures sélectionnées sont justifiées ou dérivées et dans quel contexte local ou supérieur elles se situent. À cette fin, deux approches de planification de la revitalisation des rives sont présentées :

Dans le « **mode PRATIQUE** », une situation de projet fréquemment rencontrée est décrite de manière globale dans laquelle les objectifs écologiques sont généralement dérivés de l'élimination ou de l'atténuation du déficit principal existant - généralement l'absence de zone d'échange d'eau en raison de l'aménagement des berges en dur - et sont mis en œuvre avec un « ensemble standard » d'un petit nombre et souvent les seules mesures possibles.

Dans le « **mode EXPERT** », une analyse détaillée des déficits et une dérivation approfondie des objectifs et des possibilités de revitalisation sont effectuées. Cela comprend une orientation soit vers l'état de référence, recherché pour l'emplacement considéré à l'aide de sources historiques, soit vers un modèle supérieur spécifique au lac.

Mots-clés :

Evaluation de l'état écologique, condition de référence, définition de l'objectif écologique

Les rives plates sont parmi les éléments les plus riches de notre paysage. En tant qu'habitats de transition étroits et allongés, ils servent de médiateur entre les habitats terrestres et le lac. La zone riveraine terrestre contient des habitats précieux et rares tels que des zones humides, des prairies marécageuses et des roselières. La berge lacustre au bord du lac est la zone lacustre où se déroulent les processus biologiques, physiques et chimiques les plus intenses. Les poissons, par exemple, y trouvent des frayères, des zones d'alevinage et des terrains de chasse. Pour les petits animaux tels que les escargots et les moules, il constitue une base de vie appropriée. Les roselières offrent aux oiseaux aquatiques des possibilités de retraite et une protection pour élever leurs petits. Source : Guide de travail « Valoriser les rives lacustres » [Iseli 2012].

Concetto ecologico

Riassunto

Il concetto ecologico illustra come giustificare o derivare le misure selezionate e in quale contesto si trovano, a livello locale o più ampio. A tal fine vengono presentate due procedure per la pianificazione della rivitalizzazione delle rive: nella modalità «**PRAKTIK**» viene descritta una situazione di progetto frequentemente riscontrata dove gli obiettivi ecologici sono generalmente derivati dall'eliminazione o dalla

mitigazione del deficit principale esistente. Quest'ultimo è di solito rappresentato dalla mancanza di una fascia spondale a causa delle opere di protezione dall'erosione. Le misure, poche e spesso le uniche possibili, vengono implementate con un set standard.

Nella modalità «**EXPERT**» viene effettuata un'indagine dettagliata dei deficit e un'analisi approfondita degli obiettivi e delle possibilità di rivitalizzazione. Per fare ciò si fa riferimento sia allo stato di riferimento, che viene definito per l'area in esame utilizzando fonti storiche, sia ad un modello specifico del lago su ampia scala.

Parole chiave:

Valutazione dello stato ecologico, stato di riferimento, definizione degli obiettivi ecologici

Le zone litorali delle rive lacustri sono tra gli elementi più ricchi del nostro paesaggio. In quanto habitat di transizione stretti e allungati, essi mediano tra gli habitat terrestri e il lago aperto. La zona ripariale contiene habitat preziosi e rari come le zone umide, i prati umidi e i canneti. La zona di acque poco profonde del lago è la zona del lago dove avvengono i processi biologici, fisici e chimici più intensivi. I pesci, per esempio, trovano qui zone di riproduzione, aree idonee agli avannotti e zone di caccia. Per i piccoli animali come le lumache e le cozze, costituisce una zona adeguata per la vita. I canneti offrono agli uccelli acquatici la possibilità di ritirarsi e protezione per l'allevamento dei loro piccoli. Tradotto dall'aiuto al lavoro «Seeufer aufwerten» («Migliorare le rive lacustri», Iseli 2012).

1. «PRAKTIK»-Modus

Das Motto für den «PRAKTIK»-Modus lautet: Schnellverfahren / «quick and dirty» / «best practice» / in vielen Fällen sehr realitätsnah bzw. für einen Grossteil der Ufersituationen zutreffend / man macht das Meiste richtig / günstiges Verhältnis zwischen planerischem Aufwand und ökologischem Ertrag / unkompliziertes Bewilligungsverfahren¹.

Die für den «PRAKTIK»-Modus prädestinierten Uferabschnitte umfassen in der Regel weniger als 50 m Uferlänge und weisen landseitig meist (deutlich) weniger als den gesetzlichen minimalen Gewässerraum von 15 m als Interventionsfläche auf. Oft sind die landseitigen Flächen in Privatbesitz und / oder es sind Infrastrukturelemente («Anlagen und Bauten»), welche nahe oder bis an den Gewässerrand reichen².

¹ i.d.R. fällt ein Revitalisierungsprojekt im «PRAKTIK»-Modus auch nicht unter die UVP-Pflicht. Eine solche wäre z.B. gegeben bei einem Schüttvolumen von > 10'000 m³. In Abstimmung mit der Vollzugshilfe «Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte» [Belser et al. in Anhörung 2020] entspricht der «PRAKTIK»-Modus dem Vorgehen bei kleineren Aufwertungsverfahren, wo die SIA-Phasen 1 und 2 (Situationsanalyse und Zieldefinition) ausgelassen und direkt mit der Massnahmenplanung (Vor-, Bau-, Auflageprojekt) begonnen wird.

² Der PRAKTIK»-Modus ist auch dann «das Mittel zur Wahl», wenn eine übergeordnete, gewässer-spezifische Revitalisierungsplanung und Festlegung prioritärer Uferabschnitte (nach) fehlt, aber trotzdem Umsetzungsbedarf besteht (z.B. in Bewilligungsverfahren für Bauprojekte oder Neukonzessionierungen mit Pflicht zu Uferaufwertungen in der Realisierung des ausgewiesenen Ersatzbedarfes) und dem betreffenden Perimeter nicht ein ökologisches Gesamtkonzept «überwältigt» werden kann.

Für einen überwiegenden Teil dieser Standorte zeigt sich folgendes Bild:

- Aufschüttung in der Flachwasserzone («Landanlage / Konzessionsland»)³ und/oder
- Hartverbau an der Uferlinie (Ufermauer, Blockwurf) mit vorgelagerten Grobfraktionen des Seegrundes auf mehreren Metern Breite

In all diesen Fällen liegt das ökologische Defizit vor allem im mehr oder weniger vollständigen Verlust der Wasserwechselzone (Übergangsbereich Wasser–Land) sowie einer anteilmässig substanziellen Verkürzung der Flachwasserzone. Davon betroffen sind spezifisch an den Lebensraum schwankender Wasserstände (Eulitoral) angepasste Organismen, welche auf periodisch überflutete und wieder trockenfallende Flächen angewiesen sind oder genau dort ihre Nische haben und gegenüber anderen Arten im Vorteil sind. Eine gegenüber den natürlichen Gegebenheiten verkürzte Flachwasserzone engt das mögliche Artenspektrum ein, da der lokale Gradient des sukzessiven Abbaus der Wellenkräfte ab einem bestimmten Punkt abrupt abgebrochen wird. Hinzu kommt eine durch Wellenrückschlag stark mechanisch gestörte Zone unmittelbar an der Uferverbauung. Als «pauschale» ökologische Zielsetzung steht im «PRAKTIK»-Modus die Abflachung des Seeufers und die Verbreiterung der Wasserwechselzone im Vordergrund. Es wird damit auf das grösste Defizit fokussiert, die Naturnähe des betreffenden Abschnittes generell verbessert und implizit mit der Reaktivierung bzw. Revitalisierung eines raren Lebensraumes auch die entsprechende Artengemeinschaft (etliche davon auf der Roten Liste) gefördert⁴ sowie der Grad der ökologischen Funktionsfähigkeit erhöht.

1.1 Szenarien

Für eine mögliche Revitalisierung des Seeufers ergeben sich für die oben beschriebene «Standard»-Situation drei Szenarien zur Ausbildung bzw. Wiederherstellung einer Wasserwechselzone:

1. **«PRIO TERRA»** – Landseits – ab bestehender Uferlinie – ist genügend Raum vorhanden (≥ 10 m):
Die gesamte Aufwertung findet landseits statt. Durch den Abbruch der Uferbefestigung und landseitigem Terrainabtrag wird im Prinzip die Seefläche vergrössert auf Kosten von ufernahen terrestrischen Lebensräumen, welche i.d.R. einen markant tieferen ökologischen Wert aufweisen als die vorgesehene neue aquatische bzw. amphibische Zone. Seeseits der aktuellen Uferlinie (Uferverbau) finden keine Veränderungen bzw. keine Überschüttungen und damit Zerstörung bestehender Werte statt.⁵ Das Niveau des am Fuss der Ufermauer anstehenden Seegrundes wird übernommen und mit einem ökologisch optimierten Neigungswinkel fortgesetzt (max. 1:10 oder flacher). Vorgabe: Für die Wasserwechselzone ist der grösstmögliche Raum am Standort auszunutzen (Priorisierung Flächengewinn), der Übergang ab Beginn der terrestrischen Vegetation zur bestehenden Terrainhöhe kann dagegen steil ausgebildet werden (Neigung mind. 2:3).⁶ Gegebenenfalls ist in einem Streifen seeseits der Uferlinie das standortfremde Substrat durch geeignetes Wandkies-Material zu ersetzen, ebenso landseits auf der Abtragsfläche.⁷ Siehe Abb. 1 – Szenario 1.
2. **«INTERMEDIA»** – Landseits ist nur wenig Raum vorhanden (5–10 m)
Die Aufwertung erfolgt nach dem Prinzip «halb Land – halb See», wobei als grobe Regel die bestehende Uferlinie als Drehpunkt betrachtet und das Ufer landseits abgeflacht und seeseits aufgeschüttet wird. Der Übergang ab Beginn der terrestrischen Vegetation zur Terrainhöhe ist wie in Variante A steil auszubilden (Neigung mind. 2:3). Vorgehen: Breite der Aufwertung festlegen, landseits ab Niveau der terrestrischen Vegetation, seeseits bis zum Beginn der dichteren Unterwasservegetation. Sofern diese Breite keine Neigung von 1:10 oder flacher zulässt, ist seeseitig unterhalb der Niedrigwas-

³ Aufschüttungen zur Gewinnung von Land für den Bau von Strassen und Bahn, für Wohnungs- und Industriebauten, für Gärten und Anlagen aber auch für Bootshäfen. Mit solchen Aufschüttungen wurden die wertvollen, vom schwankenden Seespiegel beeinflussten Lebensräume der Uferzone zerstört. Sie sind meistens kombiniert mit dem Bau von Ufermauern, um das durch die Aufschüttung entstandene Steilufer vor dem Wellenschlag und der Erosion zu schützen. Während an Flachufern die Wellenenergie durch die Brandung vermindert wird, treffen die Wellen an einer Ufermauer mit deutlich höherer Wucht auf und werden zudem reflektiert. Die rückschlagenden Wellen führen zu empfindlichen Störungen der ufernahen Bereiche und der wertvollen Lebensräume in der Flachwasserzone.

⁴ Die Etablierung gewisser lebensraumtypischen Arten ist als längerfristiges Ziel zu betrachten. Bei Fehlen entsprechender Ressourcen in der weiteren Umgebung kann ein Erfolg auch ausbleiben. Eine mögliche Massnahme wäre eine gezielte Wiederansiedlung von bestimmten Arten (siehe betreffender Abschnitt unter «Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung»).

⁵ Kein Konflikt mit NHG Art. 21, keine allfälligen Probleme mit Untergrundstabilität (Rutschungen), ggf. sind nicht standortgerechte Grobkomponenten am Seegrund aus dem früheren Uferverbau zu entfernen.

⁶ Da ein Grossteil der Gewässer reguliert wird, sind heute die jährlichen Pegelschwankungen deutlich kleiner als im natürlichen Zustand. Die Neigung des neuen, landseitigen Seegrundes soll daher so ausgebildet sein, dass auch unter regulierten Verhältnissen die Flächenveränderungen bei ansteigendem oder sinkendem Seespiegel möglichst gross ausfallen.

⁷ Oft liegt seeseits der Uferbefestigung kein gewachsener Seegrund vor, sondern ein Streifen grobkörniges Schüttmaterial. Dieser Streifen weist i.d.R. kaum Vegetation auf. Das standortfremde Substrat ist zu entfernen und mit geeignetem Sediment zu ersetzen (Wandkies mit Schichtmächtigkeit von 0.3–0.5 m). Auch landseits auf der Abtragsfläche kann ein Materialersatz nötig sein.

PRIO TERRA

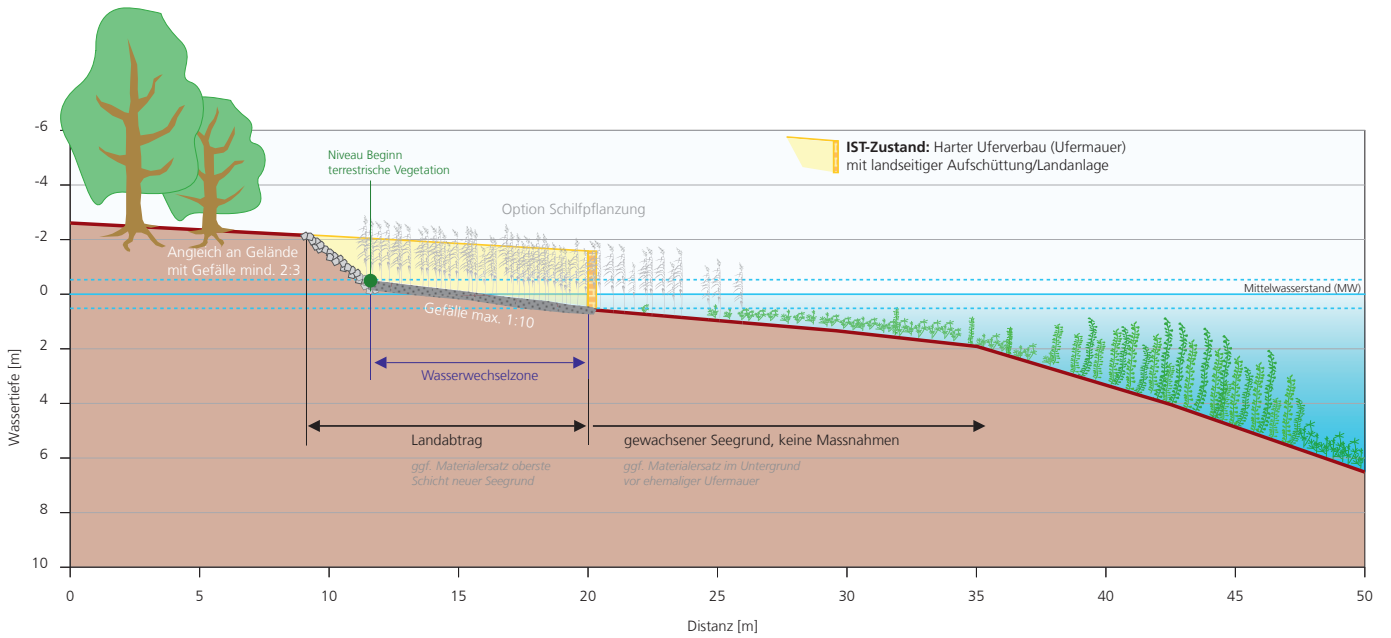


Abb. 1: Beispielprofil eines Seeufers vor und nach Revitalisierung im Szenario «PRIO TERRA», also mit Landabtrag zur Ausbildung einer Wasserwechselzone bis auf Niveau Beginn der terrestrischen Vegetation. Grafik: AquaPlus [M. Sturzenegger] | Fig. 1: Exemple de profil d'une rive lacustre avant et après revitalisation dans le scénario « PRIO TERRA », c'est-à-dire avec enlèvement de terre pour former une zone de marnage jusqu'au niveau du début de la végétation terrestre. Graphique : AquaPlus [M. Sturzenegger]

INTERMEDIA

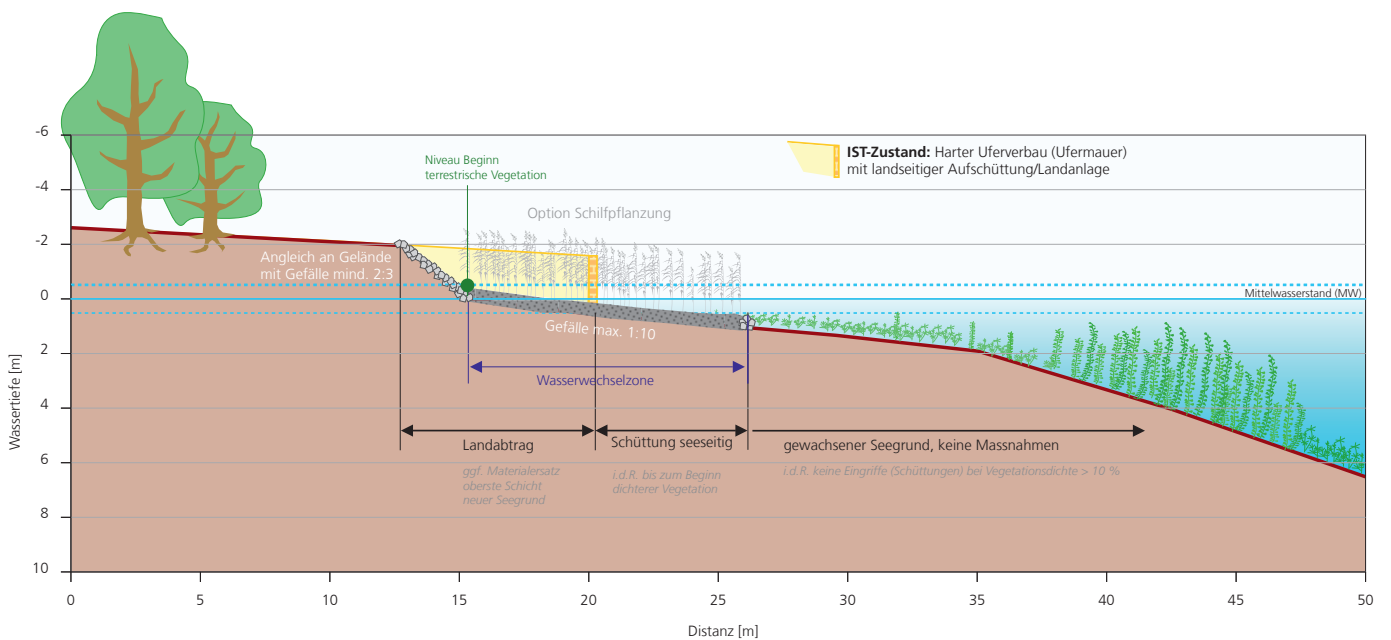


Abb. 2: Beispielprofil eines Seeufers vor und nach Revitalisierung im Szenario «INTERMEDIA», also mit Landabtrag und Schüttung ab bestehender Uferlinie zur Ausbildung einer Wasserwechselzone bis auf Niveau Beginn der terrestrischen Vegetation. Grafik: AquaPlus [M. Sturzenegger] | Fig. 2: Exemple de profil d'une rive lacustre avant et après revitalisation dans le scénario « INTERMEDIA », c'est-à-dire avec enlèvement et remblai à partir de la ligne de rive existante pour former une zone de marnage jusqu'au niveau du début de la végétation terrestre. Graphique : AquaPlus [M. Sturzenegger]



Abb. 3: Beispielansicht einer Seeuferaufwertung unter den «typischen» Rahmenbedingungen zur Anwendung des «PRAKTIK»-Modus [u.a. kleiner Uferabschnitt, Privatgrundstück, Interventionsraum landseitig beschränkt, keine übergeordnete Planung, Umsetzung lokaler Ersatzbedarf], Szenario «INTERMEDIA», Landabtrag und Schüttung zur Ausbildung einer Wasserwechselzone ca. 1:10, mit seeseitigem «Steindamm», bis zum Aufkommen dichter Unterwasservegetation, zusätzlich partielle (Wieder-)Ansiedlung von Schilf als Trittsteinbiotop. Der Beginn der terrestrischen Vegetation liegt am Fuss der landseitigen Steinböschung [Steilstufe bis Terrainhöhe]. Von Juni bis August steht die Kiesfläche unter Wasser. Der Mittelwasserstand liegt etwa in der Mitte der Kiesfläche. Zeitpunkt der Aufnahme ca. 10 cm unter MW. Foto: AquaPlus, 4.10.2016, 3 Jahre nach der Schilfpflanzung | Fig. 3: Vue d'exemple d'une revitalisation de rives lacustres dans les conditions cadres « typiques » pour l'application du mode « PRATIQUE » [comprenant une petite section de rive, une propriété privée, une zone d'intervention limitée côté terre, pas de planification de niveau supérieur, mise en œuvre des exigences locales de remplacement], scénario « INTERMEDIA », enlèvement de terre et remblai pour la formation d'une zone de marnage d'environ 1:10, avec un « barrage de pierres » côté lac, jusqu'à l'émergence d'une végétation sous-marine dense, avec une (ré)implantation partielle supplémentaire de roseaux comme biotope-relais. Le début de la végétation terrestre se trouve au pied du remblai de pierre côté terre [marche raide jusqu'au niveau du terrain]. De juin à août, les bancs de gravier sont sous l'eau. Le niveau moyen de l'eau se situe approximativement au milieu des bancs de gravier. Moment de la saisie environ 10 cm en-dessous du niveau moyen de l'eau. Photo : AquaPlus, 4.10.2016, 3 ans après la plantation des roseaux

serlinie eine Böschung aus größerem Material auszubilden («Damm» aus mehrheitlich faust- bis kopfgrossen Steinen) bis das gewünschte Minimalgefälle erreicht ist. Siehe Abb. 2 und 3 – Szenario 2.

3. «PRIO LAGO» – Landseits ist kein Raum vorhanden [0 m]

Ohne die Möglichkeit einer landseitigen Abflachung ergibt sich als Mittel der Wahl nur noch die Vorschüttung. Hier verbleibt als Zielsetzung die Entschärfung der harten Uferverbauung. Wie bei Variante 2 ist der Übergang ab Beginn der terrestrischen Vegetation steil auszubilden (z.B. Neigung mind. 2:3), der Rest bis zur Interventionsgrenze mit dichter Unterwasservegetation dagegen so flach wie möglich. Je nach Uferdistanz dieser Interventionsgrenze kann die ökologisch erwünschte Grenzneigung der Schüttung von 1:10 ebenfalls mit einer Böschung unterhalb der Niedrigwasserlinie erreicht werden. Siehe Abb. 4 – Szenario 3.

Grundsätzlich gilt für alle Varianten: Je flacher ein Seeufer gestaltet wird, desto breiter und wertvoller ist es. Landseitig soll der verfügbare Raum möglichst vollständig für die Wasserwechselzone genutzt werden, seeseitig wird der Handlungsspielraum «grosso modo» durch den Beginn der dichteren Unterwasservegetation (Bewuchsstufe > 10 %) festgelegt. Sofern landseitig mit Geländeabtrag genügend Raum für eine Grenzneigung von 1:10 oder flacher besteht, ist auf seeseitige Massnahmen (Schüttungen) zu verzichten.

PRIO LAGO

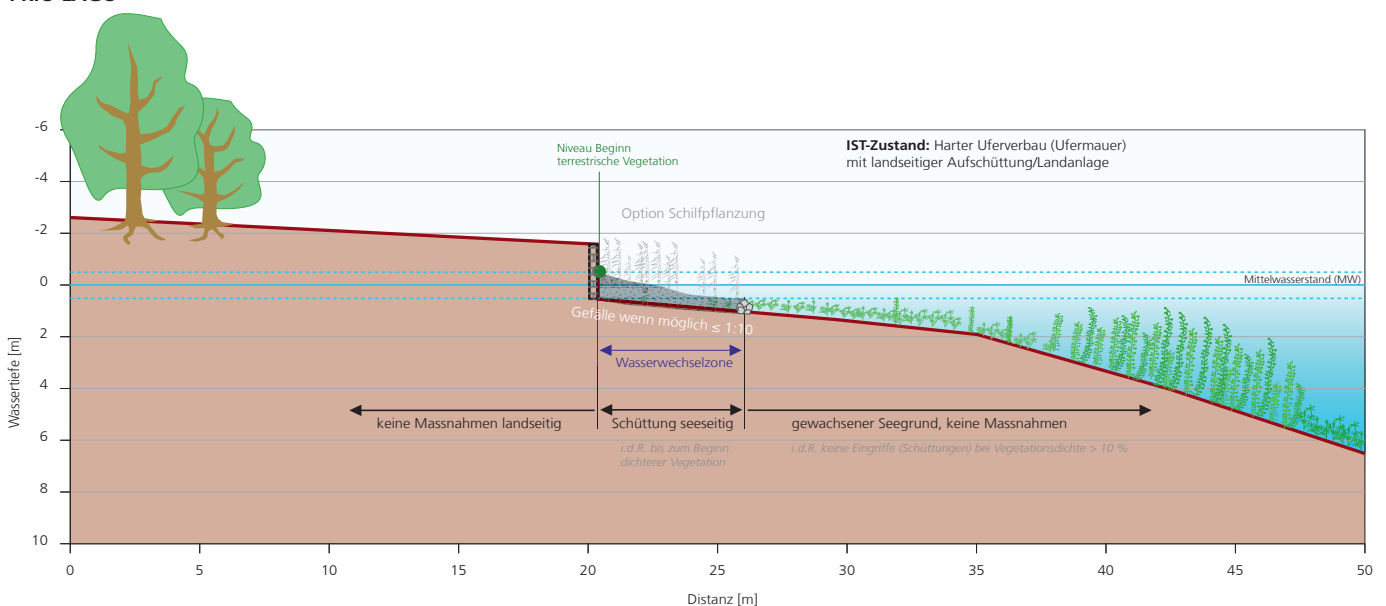


Abb. 4: Beispielprofil eines Seeufers vor und nach Revitalisierung im Szenario «PRIO LAGO», also ohne Möglichkeit eines Landabtrages, nur mit Vorschüttung und Ausbildung einer Wasserwechselzone bis auf Niveau Beginn der terrestrischen Vegetation. Grafik: AquaPlus [M. Sturzenegger] | Fig. 4: Exemple de profil d'une rive lacustre avant et après revitalisation dans le scénario « PRIO LAGO », c'est-à-dire sans possibilité de prélèvement de terre, uniquement avec remblayage préliminaire et formation d'une zone de marnage jusqu'au niveau du début de la végétation terrestre. Graphique : AquaPlus [M. Sturzenegger]

1.2 Voraussetzungen für eine ökologisch erfolgreiche Umsetzung

Risiken mindern

Bei Uferabschnitten mit weniger als 30 m breiter Flachwasserzone [bis 3 m Wassertiefe] bzw. relativ steilem Abfall des Seegrundes besteht das Risiko, dass bei Auflasten durch Schüttungen Abbrüche und Rutschungen ausgelöst werden. Bei Schüttungen muss immer ein genügender Abstand zur Haldenkante eingehalten werden. Auf solchen Abschnitten sind vorgängig geotechnische Abklärungen erforderlich.

Zur Sicherung der Schüttung vor Abrutschen oder zur Erreichung einer Grenzneigung der Schüttung von 1:10 [siehe Szenario 2 und 3] empfiehlt sich bei Vorschüttungen je nach Steilheit des Untergrundes das Anlegen eines grobkörnigen Böschungsfusses unterhalb der Niedrigwasserlinie [«Steindamm»]. Die Beschaffenheit der faust- bis kopfgrossen Steine ist Ansichtssache: Gebrochenes Material weist einen stärkeren inneren Halt auf und ist dadurch beständiger und stabiler. Gerundetes Material wäre standortgerechter [es gelangen kaum kantige Steine natürlicherweise in den See]. Dieser Aspekt wird in erster Linie als ästhetisch und nicht als ökologisch relevant betrachtet. Vor allem Anwohner [«Einheimische»] sind oft skeptisch, wenn Verbauungen entfernt werden und quasi «einfach Kies» am Ufer vorliegt. Wer schützt dann vor Hochwasser und Stürmen? Zum einen sind die Hartverbauungen entlang ganzer Uferabschnitte meist überdimensioniert, was anhand der heute vorliegenden Erkenntnisse über die Wellenverhältnisse am Standort erläutert werden kann [«es wäre sowieso gar keine so starke Verbauung nötig gewesen»], zum anderen können/sollen die im Rahmen der Revitalisierung am Ufer abgebrochenen Steine und Blöcke zurückversetzt als versteckte Sicherung in die Böschung eingebaut werden. Sie sind dann unsichtbar und bilden keine ökologische Barriere mehr, mindern aber Bedenken vor einem ungeschützten Ufer [«... falls der nächste Jahrhundertsturm den neuen Untergrund wider Erwarten abtragen würde, hätte man zur Sicherheit eine rückwärtige Interventionsgrenze»].

Vorgängige Wasserpflanzenenerhebung (inkl. Grossmuscheln)

Aufgrund der Kartierung der Wasserpflanzen kann der Interventionsspielraum für eine Vorschüttung festgelegt werden [NHG Art. 21]. In der Regel liegt die Schüttgrenze am Beginn der dichteren Vegetation [$> 10\%$ Bewuchsdichte]. Unter der Voraussetzung, eine Verbesserung der Flachwasserzone zu erreichen, wären Schüttungen auch in dichtere Wasserpflanzenbestände möglich [NHG Art. 22, GSchG Art.39]. Es muss jedoch vorher eine Charakterisierung, Bewertung und Einordnung der vorliegenden Vegetation erfolgen, sowohl im potenziellen Schüttbereich, als auch in der näheren Umgebung. Für die Bewilligungsfähigkeit der Schüttungen ist der klare Nachweis eines Mehrwertes zu erbringen. Geschützte oder gefährdete Pflanzen- oder Grossmuschelarten [gem. Rote Liste-Einstufung] sind vorgängig umzusiedeln, sofern dies möglich ist. Bei gewissen Arten, z.B. *Littorella uniflora* [Strandling] besteht die Gefahr, dass eine Umsiedlung bzw. eine Zwischenhälterung und Wiederansiedlung auf dem neuen Substrat nicht gelingt. In diesem Fall ist der vorhandene Bestand prioritär zu schützen [keine Schüttungen, ggf. Suspendierung des Aufwertungsprojektes].

Beschaffenheit des Untergrundes / Wellenkräfte am Standort

Das neue Substrat – sei es nach Landabtrag oder bei einer Schüttung – ist in der Beschaffenheit den lokalen Wellenkräften entsprechend anzupassen [siehe Teil 4 in diesem Heft]. Vorgabe: So fein wie möglich, so grob wie nötig. In der Regel eignet sich Wandkies mit mindestens 20–30% Feinanteilen [Korngrösse < 2 mm]. Die Stabilität des Substrates ergibt sich durch die Anteile der gröberen Fraktionen, welche anhand der Analyse der Wellendynamik festgelegt werden. Bei einem reinen Landabtrag [Szenario1: ist ggf. ein Materialersatz zwischen 30–50 cm Tiefe mit Wandkies nötig, und das von früheren Schüttungen verbliebene Grobsubstrat seeseits der Uferverbauung soll entfernt werden. Mit dem Feinanteil im Untergrund bleibt das Aufkommen von aquatischen und amphibischen Pflanzen gewährleistet [geeigneter Wurzelgrund], die gröberen Kornfraktionen bilden mit der Zeit eine Deckschicht [Feinmaterial wird ausgewaschen] und stabilisieren das Substrat [siehe Teil 7 in diesem Heft].

⁸ Die Wasserwechselzone sollte grob zwischen folgenden Pegelständen ausgebildet werden: Obere Grenze: Mittlerer Hochwasserstand = Pegel, welcher gemäss langjähriger Dauerkurve einmal im Jahr erreicht wird [P1]. Untere Grenze: Mittlerer Niedrigwasserstand = Pegel, welcher gemäss langjähriger Dauerkurve an allen Tagen des Jahres erreicht wird [P365]. Wird die landseitige Ausdehnung als jener Raum betrachtet, wo nach Auswirkungen des Gewässers auf die Vegetation feststellbar sind, so liess sich diese mit der Formel des potenziell natürlichen Gewässerraumes berechnen [s. Haberthür et al. 2015]. Für die obere Grenze behilft man sich aufgrund des meist beschränkten Raumes und der Anforderung an eine maximale Neigung von 1:10 mit dem Niveau des Aufkommens von terrestrischer Vegetation. Dazu steht folgender PRAXIS-Tipp zur Verfügung [gem. Ch. Iseli, Landschaftswerk Biel-Seeland]: Der Bereich der Wasserwechselzone liegt zwischen dem gewachsenen Seegrund [unten] und dem Beginn der terrestrischen Vegetation [oben], welche grob geschätzt ca. 0.2–0.7 m über dem Mittelwasserstand liegt. Der zutreffende Wert muss für jeden See oder sogar Uferabschnitt approximativ ermittelt werden [Anschauung exemplarische Stellen vor Ort]. Zurzeit kann keine allgemein gültige «Faustregel» angegeben werden, vermutlich dürfte auch die Wellenexposition eine Rolle spielen. Für folgende Seen sind Erfahrungswerte vorhanden: Vierwaldstättersee: ca. 0.3 m über MW-Stand / Sarnersee: ca. 0.6 m / Bielersee: ca. 0.4 m.

Neigung und «Schnittpunkte»

Der Landabtrag bzw. die Abflachung mit Vorschüttung soll nach Möglichkeit eine Neigung von $< 1:10$ aufweisen und zum überwiegenden Teil im Schwankungsbereich des Seespiegels liegen. An jedem Gewässer lässt sich eine Höhe feststellen, bei welcher die terrestrische Vegetation (u.a. Weiden, Seggen) beginnt. Diese Marke sollte für jeden See zumindest empirisch festgelegt werden, bei einem nicht verbauten Uferabschnitt ist dieses Niveau gut ablesbar. Der Seegrund ist möglichst flach bis zu diesem Niveau zu führen (Priorisierung aquatischer Lebensraum), der Übergang zur ¥ bestehenden Terrainhöhe kann dann mit einer relativ steilen Böschung (2:3 oder steiler) überwunden werden. Für ein optimales Muster von überfluteten und trocken fallenden Bereichen soll der Mittelwasserstand etwa in der Mitte der Abflachung zu liegen kommen (bzw. die Abflachung ist so zu gestalten, dass dieses Kriterium erfüllt wird).⁹

Ansiedlung bestimmter Arten

Grundsätzlich kann mit der Ausbildung einer Wasserwechselzone das entsprechende Lebensraumpotenzial als gegeben betrachtet werden. Es stellen sich dann mit der Zeit die spezifischen Organismen von selber ein. Da der Eintrag solcher Arten aber bei fehlendem «Reservoir» in der näheren Umgebung unter Umständen sehr lange dauert, kann die gezielte Wiederansiedlung von bestimmten Arten durchaus Teil einer Uferaufwertung oder -revitalisierung sein. Z.B. können Arten eingebracht werden, welche von den kantonalen Fachstellen als Zielarten oder prioritäre Arten bezeichnet werden. Diese stellen in der Regel auch Charakterarten des betreffenden Lebensraumes dar. In der Regel handelt es sich um Vertreter der Röhrichtgesellschaft, wie z.B. Schilf [*Phragmites australis*] oder auch Teichbinse [*Schoenoplectus lacustris*]. Es ist aber auch das Ansetzen von typischen Arten des Strandrasens bzw. Strandlingsgesellschaften denkbar (z.B. *Litorella uniflora* – Strandling). Über die Wiederansiedlung von Schilf siehe Teil 7 in diesem Heft. Für einen Bestand mit Lebensraumpotenzial – z.B. für den Teichrohrsänger – ist eine Fläche von minimal 20 x 20 m erforderlich. In der Breite (ab Uferlinie Richtung See) kann die Distanz bis ca. 0.8 m Wassertiefe bezüglich des sommerlichen Mittelwasserstands einbezogen werden. Bei kleinerer Dimensionierung erfüllt ein Schilfbestand noch die Funktion als «Trittstein» [Vernetzung von Schwerpunkt-Zonen über kleinere Zwischen-Stationen]. Sofern in der Wasserwechselzone Pflan-

zenbestände etabliert werden sollen, sind die Wellenkräfte am Standort genauer zu betrachten, unter Umständen ist seeseits vorgelagert die Schüttung eines Riffs zur Wellendämpfung erforderlich.

Weiteres aus dem «ökologischen Werkzeugkasten»

Im «PRAKTIK»-Modus steht die Regenerierung der Wasserwechselzone als meist grösstes Defizit an Naturnähe im Zentrum. Landseits wird der maximal mögliche Spielraum für aquatische und amphibische Lebensräume genutzt. Selbstverständlich sollen fallweise aber weitere Aufwertungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden, sofern sie bei kleinem Planungsaufwand und ohne grossen Unterhaltsbedarf Sinn machen und so lange sie nicht zu Lasten der priorisierten Lebensraumtypen gehen. Eine Ansiedlung von ufertypischen Pflanzen (bis zum Niveau des Beginns der terrestrischen Vegetation) wurde bereits oben angesprochen, weitere Strukturelemente wie Raubbäume sind denkbar oder auch Massnahmen zur besseren Längs- und Quervernetzung. Grundsätzlich ist jede «Verbesserung» willkommen, auch wenn sie sich vielleicht nicht in voller Wirkung ausprägen kann. Es ist aber trotz «aller guter Absicht» darauf zu achten, dass die Projektfläche nicht den Anschein von ökologischer «Hyperaktivität» oder «Disneylandisierung» erweckt.

Naturnähe ist «anziehend»

Aufgewertete Uferabschnitte weisen i.d.R. eine erhöhte Publikumsattraktivität auf. Die neu geschaffenen ufernahen Bereiche ziehen die Leute ans Wasser. Es finden insbesondere im Sommerhalbjahr vielerlei Aktivitäten mit entsprechendem Nutzungsdruck statt (Trittschäden landseits und im Wasser bis ca. 1.5 m Wassertiefe, Feuerstellen, Littering etc.). Flächen zur Ansiedlung spezifischer Arten müssen in der Aufwuchsphase (mehrere Jahre) oder sogar permanent eingezäunt werden, wenn die Zugänglichkeit nicht unterbunden werden kann.

Bei öffentlich gut erreichbaren und nicht oder nur mit grossem Aufwand abzugrenzenden Flächen sind die ökologischen Ansprüche zu relativieren. Es ist anzuerkennen, dass zwar eine ökologische Verbesserung gegenüber dem Ist-Zustand erreicht, nicht aber eine «Naturschutz»-Fläche geschaffen werden kann. Das ökologische «Plus» wird einerseits über die «Menge» erreicht (viele Flächen mit mittlerem ökologischem Wert sind auch von Bedeutung) sowie – notgedrungen – auch über den Einbezug der anthropogenen Aktivitäten als Element zur Dynamisierung des Lebensraumes.

⁹ Es könnte auch umgekehrt festgestellt werden, dass überall dort, wo nicht nur eine «einfache» Uferabflachung und Verbreiterung der Wasserwechselzone gem. «PRAKTIK»-Modus erfolgen kann (oder soll), «automatisch» der «EXPERT»-Modus mit übergeordneten bzw. vertieften ökologischen Betrachtungen und Zielsetzungen zur Anwendung kommt. Es kommt hinzu, dass gemäss Programmvereinbarungen im Umweltbereich (BAFU 2018a) die Planung von Revitalisierungsprojekten (finanziell) unterstützt wird, sofern sie übergeordnet auf strategischer Ebene erfolgt. Die Ausführung und Wirkungskontrolle von Revitalisierungsmassnahmen wird nur abgegolten, wenn sie im Rahmen der zugehörigen strategischen Revitalisierungsplanung erfolgen.

Erfolgskontrolle und Unterhalt

Auch im «PRAKTIK»-Modus sollen der zukünftige Unterhalt und die Wirkungskontrolle bereits in der Projektierungsphase behandelt werden (siehe Teil 8 in diesem Heft).

2 «EXPERT»-Modus

Im «PRAKTIK»-Modus wurden die ökologischen Ziele inhaltlich und quantitativ nicht näher definiert, sondern mit der Behebung oder Entschärfung eines offensichtlichen Defizits infolge Uferverbauung oder Verkürzung der Flachwasserzone durch Landanlage ein ökologischer Mehrwert per se angenommen. In Anbetracht eines oft begrenzten räumlichen Spielraums und einer relativ kleinen Palette von möglichen Aufwertungsmaßnahmen erfolgte eine Gewichtung zugunsten des **Handlungsprimates**.

Im «EXPERT»-Modus liegt der Fokus auf dem **Planungsprimat** mit entsprechend umfassenderen Überlegungen zu den ökologischen Projektzielen und Handlungsschwerpunkten. Darin einbezogen sind auch übergeordnete seespezifische Kriterien. Dazu erfolgt beispielsweise eine Analyse, welche Defizite für das betrachtete Gewässer besonders relevant sind, bzw. welche Aspekte der ökologischen Funktionsfähigkeit des Seeufers am stärksten in Mitleidenschaft gezogen wurden. Solcherart entwickelte Zielsetzungen können eine prioritäre Rolle spielen und in der Umsetzung beispielsweise der Orientierung am Referenzzustand übergeordnet sein. Eine Revitalisierungsplanung im «EXPERT»-Modus empfiehlt sich beispielsweise unter folgenden Gegebenheiten:⁹



Abb. 5: Übersicht über das systematische Vorgehen bei einer Seeuferrenaturierung [aus Belser et al. in Anhörung 2020, IGKB 2009, abgeändert] | Fig. 5 : Aperçu de l'approche systématique de la renaturation des rives lacustres [extrait de Belser et al., en procédure d'audition 2020, IGKB 2009, modifié]

¹⁰ Erst bei Flächen von mindestens 20 m Breite und mindestens 20 m Länge [uferparallel] kann bei der Ansiedlung [oder Wieder-Ansiedlung] eines emersen Bestandes an Uferpflanzen (i.d.R. Röhricht / Schilf) von einem substantziellen Wert als «Lebensraum» gesprochen werden.

¹¹ vgl. Anmerkungen in Fussnote 13

¹² Schüttungen mit Zerstörung der vorhandenen Vegetation sind als Ausnahme gem. NHG, Art. 22, unter anderem nur erlaubt, wenn damit eine Flachwasserzone verbessert werden kann [GSchG, Art. 39]. Ein solcher Nachweis muss sehr sorgfältig vorgenommen werden und bedingt eine detaillierte vorgängige Erhebung der Vegetationsverhältnisse am Projektstandort und in der näheren (wenn möglich auch der weiteren) Umgebung.

¹³ Es kann ergänzt werden, dass vor Revitalisierungsmaßnahmen in und am Ufer (inkl. vorgelagerter Flachwasserzone) generell vorgängige Erhebungen zumindest der Vegetationsverhältnisse (als Leit-Biozönose und Leitstrukturen) erforderlich sind, je nachdem auch gezielte Abklärungen nach dem Vorkommen bestimmter Arten oder Artgruppen (z.B. des Zoobenthos, u.a. Muscheln, Schnecken). Bei Erhebungen nach Methode MESAV+ [AquaPlus 2014] sind neben allen vegetationsspezifischen Parametern standardmässig auch die Untergrundbeschaffenheit, Algen, Grossmuscheln, Neophyten und Neozoen sowie weitere auffällige Elemente enthalten.

- bei grösseren zusammenhängenden Uferabschnitten (i.d.R. > 50 m) und / oder breitem Handlungsspielraum landseits (> 10 m oder sogar grösser als der gesetzlich minimale Gewässerraum von 15 m) und / oder ausgedehnter Flachwasserzone¹⁰. Solche Bereiche sollten sich auch durch die Priorisierung im Rahmen der Strategischen Revitalisierungsplanung auf der Basis der ökomorphologischen Bewertung der Seeufer ergeben (als «Produkt» aus dem vorhandenen Defizit an Naturnähe, dem Aufwand zur Entfernung von Bauten und Anlagen und dem Einbezug bzw. der Gewichtung der ökologischen und landschaftlichen Bedeutung)
- bei der Wiederherstellung ganzer Wirkungsräume, z.B. eines Deltagebietes oder einer durch Kiesabbau degenerierten Flachwasserzone
- bei der Reaktivierung grundsätzlicher Prozesse der ökologischen Funktionsfähigkeit des Seeufers, z.B. der naturnahen Strömungsverhältnisse mit Sedimentdynamik (u.a. Verlandungen initiieren durch Riffe/Wellenbrecher)
- bei der Schaffung oder Wiederherstellung bestimmter Ufertypen mit ihrer charakteristischen Land-Wasser-Übergangszone, z.B. Flachufer mit Röhricht/Ried, mittelsteiles Ufer mit Ufergehölzen/Wald (inkl. ins Wasser gefallene Bäume am Uferstrand)
- bei sogenannten «fischfreundlichen Revitalisierungen», u.a. spezifische Berücksichtigung der Substratheterogenität und damit der Habitatvielfalt bei aquatischen und semiaquatischen Lebensräumen (siehe z.B. LUBW 2008 und IGKB 2009).
- bei gezielten Wiederansiedlungen von Arten, Gesellschaften oder Lebensräumen (ggf. mit wellendämpfenden Massnahmen wie Unterwasserriff aufgrund veränderter Hydrodynamik bei verkürzter Flachwasserzone durch Landanlagen)
- beim grossflächigen Neuaufbau verloren gegangener ufernaher Flachwasserzone als Folge von Landanlagen mit Seeschüttungen ausserhalb der tatsächlichen oder

theoretischen Bewuchsgrenze der Unterwasservegetation.¹¹

Im Folgenden wird die ökologische Planung im «EXPERT»-Modus charakterisiert. Grundlage dieser Planung ist das Vorgehen gemäss Abb. 1 Teil 6 dieses Heftes. In Anlehnung an das Vollzughilfemodul «Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte» (Belser et al. in Anhörung 2020) wird dabei ein Vorgehen in mehreren Arbeitsschritten empfohlen. Abb. 5 gibt eine Übersicht über diese Arbeitsschritte, ergänzt mit dem Fragenkatalog, wie er zur Erläuterung des Ablaufschemas im «Renaturierungsleitfaden Bodensee-ufer» (IGKB 2009) aufgeführt ist.

2.1 Zustandsanalyse

Der Startpunkt des Planungsprozesses ist eine umfassende Analyse des Ist-Zustands. Neben der Ergebnisse der ökomorphologischen Zustandsanalyse nach der BAFU-Methode (Niederberger et al. 2016) sind dies auch Erhebungen des Zustandes bezüglich der ufermorphologischen Prozesse, der Lebensräume, von Flora und Fauna, der ökologischen Vernetzung, etc. (für detaillierte Ausführungen zu den verschiedenen «Ökosystembausteinen» siehe IGKB 2009).

Für die Detailspekte zu den verschiedenen Arbeitsschritten des Planungs- und Umsetzungsprozesses wird auf Teil 6 in diesem Heft sowie auf die Praxishilfe von Belser et al. (in Anhörung 2020) verwiesen. Obwohl letztere für Fließgewässer konzipiert, lassen sich die Ausführungen als allgemeine Grundsätze auch weitgehend auf Seeufer-Revitalisierungen übertragen.

Es gelten von Fall zu Fall auch die im «PRAKTIK»-Modus beschriebenen Voraussetzungen für eine ökologisch erfolgreiche Umsetzung von geplanten Massnahmen. Zu beachten sind insbesondere die gesetzlichen Restriktionen betreffend bestehender Ufervegetation (dazu gehören auch die submersen Wasserpflanzen), nach welchen vorhandene Werte einem hohen Schutz-Status unterliegen

¹⁴ Auch bei einer Revitalisierung des Seeufers – mit dem «erklärten Willen» zur ökologischen Verbesserung der bestehenden Verhältnisse – gelten NHG Art. 18 Abs. 1 und 1bis, wonach die Lebensräume gefährdeter Arten zu erhalten und zu schützen sind. Lassen sich Eingriffe nicht vermeiden, gelten die Vorgaben nach NHG Art. 18 Abs. 1^{ter}, wonach bei einer Beeinträchtigung schutzwürdiger Lebensräume durch technische Eingriffe der Verursacher für besondere Massnahmen zu deren bestmöglichem Schutz, für Wiederherstellung oder ansonsten für angemessenen Ersatz zu sorgen hat. Bei gewissen Arten, u.a. *Littorella uniflora* [Strandling, gem. Rote Liste-Einstufung stark gefährdet] ist eine Umsiedlung oder Zwischenhalterung sehr risikoreich und eine erfolgreiche Wiederansiedlung am Standort kaum umsetzbar. Ein Revitalisierungsprojekt mit vorgesehener Überschüttung des Seegrundes könnte damit zum Auslöschen des Bestandes führen, selbst wenn dadurch eine flächenmässige Verbesserung der Wasserwechselzone erzielt würde.

¹⁵ Gerade in Naturschutzkreisen bestehen gegenüber Seeschüttungen diverse Vorbehalte. Fällt aber in grösserem Masse terrestrisch unverschmutzter Aushub (z.B. aus Tunnelprojekten) an, kann mit dem Einbringen solchen Materials eine wirklich substanzielle Wiederherstellung verloren gegangener Flachwasserzone erreicht werden. Oft schreckt der Begriff «Inselerschüttungen» ab. Es besteht aber keine Notwendigkeit, dass solche Schüttungen zu Inseln werden, also über den sommerlichen Wasserstand hinausreichen. Solche Kuppen verbuschen schnell und es etabliert sich hier kein Ziellebensraum. Die neu geschaffenen Flachwasserzonen zwischen 1 und 20 m Wassertiefe (als maximale untere Bewuchsgrenze der Vegetation in Schweizer Seen) sind sehr wertvolle Flächen, sie bilden Ersatz für die durch Landanlagen verkürzten Flachwasserzonen und wirken als Wellenbrecher, was die hydraulischen Verhältnisse zwischen Ufer und Schüttung wieder dem Referenzzustand näher bringt. Bezüglich der ökologischen Bilanzierung von Seeschüttungen wird empfohlen, die bei 20 m liegende theoretische Bewuchsgrenze zu berücksichtigen. Eine solche Schüttung geht insbesondere auf Kosten des Tiefenwasser-Benthos. Eine Regenerierung zerstörter Flachwasserzonen ist jedoch höher zu gewichten. Mit einer Seeschüttung können verschiedene ökologische Funktionen der Flachwasserzone geschaffen werden, u.U. sogar eine Wasserwechselzone [Bereiche, welche beim sommerlichen Hochwasserstand überflutet sind, im Winter aber über Wasser liegen]. Eine laterale Vernetzung Wasser-Land – wie sie als Zielsetzung bei Aufwertungen an einem bestehenden Ufer eine Rolle spielt – ist hingegen nicht möglich.

In der ökologischen Bilanzierung dürfte ggf. noch Spielraum bestehen, allenfalls eine «tatsächliche» Insel als «Badeinsel» mit Erholungsfunktion für die Bevölkerung schaffen zu können.

und Beeinträchtigungen oder gar eine Zerstörung nur zulässig sind, wenn durch die geplanten Massnahmen ein substantieller ökologischer Mehrwert entsteht (siehe u.a. Art. 18, 21, 22 NHG; Art. 39 GschG).¹²

Zur Festlegung der seeseitigen Interventionsgrenzen sowie generell zur Beurteilung des vorhandenen Naturpotenzials bzw. einer allfälligen Gefährdung vorhandener Arten, Gesellschaften oder Lebensräume sind vorgängige Abklärungen bzw. Untersuchungen im Projektperimeter unabdingbar, insbesondere der Unterwasservegetation und Grossmuscheln.¹³

Bei einer Gefährdung von Rote Liste-Arten ohne ausreichende Ressourcen zur Wiederbesiedlung in der näheren Umgebung sind Schutz- bzw. Rettungsszenarien (z.B. Umsiedlung, Zwischenhälterung etc.) oder Projektalternativen zu entwerfen, ggf. bis hin zu einem Verzicht bestimmter Massnahmen.¹⁴

2.2 Referenzzustand und Leitbild

In einem nächsten Schritt erfolgt die Orientierung an einem früheren Naturzustand und die Beschreibung des Referenzzustands (s. Definition im Teil 6). Da frühere Zustände meist nicht oder nur rudimentär, fachlich selektiv, oft ohne eigentliche Daten oder nur ab einem bestimmten Zeitpunkt dokumentiert sind, behilft man sich mit einem angenommenen und plausiblen Referenzzustand, z.B. aus einem Zusammenschluss von Daten aus verschiedenen Objekten aus dem gleichen geografischen Raum. Anhand von alten Karten oder frühen Luftbildern lassen sich zumindest über die strukturellen Gegebenheiten (bzw. eben der Zielstrukturen) manchmal recht gute und anschauliche Grundlagen herleiten.

Manche Entwicklungen an unseren Gewässern sind irreversibel und der Referenzzustand zum Vornherein entweder räumlich oder funktional nicht wiederherstellbar. Dazu gehören beispielsweise nutzungsbedingte Restriktionen durch Bauten, Verkehrswege etc., welche am betreffenden Standort die nötige Flächengrösse für bestimmte ökologische Zielsetzungen nicht mehr zulassen. Eine Umsetzung im «verkleinerten Massstab» ist unter diesen Bedingungen im besseren Fall «gut gemeint» aber vermutlich wenig wirksam. Im schlechteren Fall werden unnötig Ressour-

Erst wenn konkrete Ziele definiert sind, lassen sich Strategien für deren Erreichung entwickeln

Im gesetzlichen Auftrag gemäss Art. 4 GSchG wird Revitalisierung definiert als «Wiederherstellung der natürlichen Funktionen eines verbauten, korrigierten, überdeckten oder eingedolten, oberirdischen Gewässers mit baulichen Massnahmen».

Da die Fundamentalziele von Revitalisierungen funktionierende Ökosystemprozesse und eine hohe Ökosystem-Resilienz sowie eine standorttypische Biodiversität umfassen, müssen zur Zielerreichung die baulichen Massnahmen durch Prozesssanierungen und indirekte Massnahmen in den Bereichen Wasserqualität, Hydrodynamik, Sedimentdynamik, etc. ergänzt werden.

Ein Hauptziel von Revitalisierungsbemühungen ist es, durch Reaktivierung natürlicher ökologischer Prozesse und durch die direkte und indirekte Förderung standorttypischer Habitate die Grundvoraussetzung für die Wiederansiedlung einer natürlichen Flora und Fauna zu schaffen. Diese Massnahmen schliessen auch eine verbesserte Vernetzung mit benachbarten Ökosystemen mit ein, u.a. um die Wiederansiedlung «verlorener» Arten zu ermöglichen oder zu unterstützen sowie die Fähigkeit zur Selbstregenerierung zu fördern. Mit der Revitalisierung soll das ökologische Erholungspotenzial des Gewässers möglichst ausgeschöpft und sowohl hinsichtlich Morphologie als auch des Artenspektrums ein naturnaher Zustand entwickelt werden.

Vorrangige Ziele sind die Erreichung

- *intakter Ökosystemprozesse und*
- *einer standortgerechten Biodiversität*

Aus: Baumgartner et al. 2013 (bearbeitet und auf stehende Gewässer adaptiert).

cen gebunden, die anderweitig besser einsetzbar wären. Weitere Restriktionen ergeben sich durch übergeordnete Veränderungen wie in der Vergangenheit die Verkürzung der Flachwasserzonen durch Landanlagen oder die Eutrophierung (mit Peak in den 1980er-Jahren) sowie aktuell die Klimaerwärmung oder die «Heimsuchung» durch eine Vielzahl von Neobiota, wodurch gewisse Revitalisierungsbemühungen

¹² Bei einer Seeufer-Revitalisierung ist die Exposition des Ufers und das jeweilige Wellenregime zu berücksichtigen (siehe Teil 4 in diesem Heft). Anhand dieser Gegebenheiten wird z.B. bei Schüttungen oder Materialersatz die Zusammensetzung (Korngrößenverteilung) des künftigen Seegrundes festgelegt, damit sich die gewünschte Stabilität ergibt. Wie verschiedene Untersuchungen gezeigt haben, spielen aber auch die Schiffswellen eine wichtige Rolle. Dabei ist die (signifikante) Wellenhöhe kein ausreichender Indikator für den relevanten Eintrag an hydraulischer Energie am Ufer. Die Ufertopografie ist ein weiterer Faktor. Mit ihr in Zusammenhang stehende Veränderungen der Wellen durch Sohlreibung und Brechung sowie die sich daraus selbstverstärkenden Effekte (Versteilung des Ufers, Vergrößerung des Substrates) tragen wesentlich zum schiffswelleninduzierten Stress auf die Ufervegetation bei. Aus: Schröder et al. 2018.

¹⁷ In der strategischen Revitalisierungsplanung erfolgt auf Stufe Festlegung der prioritären Uferabschnitte durch die zuständigen kantonalen Fachstellen eine grobe Zuweisung zu verschiedenen Massnahmentypen. In BAFU 2018b wird dazu folgende Auswahl angeboten: Rückverlegung bzw. Beseitigung von Uferverbauung / Flachuferschüttung / Landseitige Terrainanpassung / Wiederherstellung der Flachwasserzone [z.B. Auffüllen von Baggerlöchern] / Schüttung von Inseln / Strukturierung des Ufers / Schaffung von Feuchtgebieten oder Tümpel in der Uferzone von Uferabschnitten, an denen auf absehbare Zeit keine weitergehende Revitalisierung möglich ist, falls die Zielarten national prioritär sind / Schaffung von Feuchtgebieten und Tümpel in der Uferzone im Gewässerraum zur Förderung national prioritärer Arten. Dazu werden Massnahmen zur Uferstrukturierung erwähnt, welche nicht für sich alleine aber in Kombination mit obigen Massnahmen subventionsberechtigt sind: Schilfpflanzungen bzw. Schilfschutzmassnahmen / Entfernung von Anlagen aus Flachwasserzone und Uferstreifen.

- entweder generell verunmöglicht werden (z.B. bei nicht wiederherstellbaren Verlusten wie das Aussterben von endemischen Felchen-Arten, siehe u.a. Forschungsgruppen EAWAG und Uni Bern, 2018)
- oder zu einem bestimmten Zeitpunkt unrealistisch sind (z.B. aufgrund schlechter Wasserqualität, zu hoher Nährstoffgehalte etc.)
- oder nur mit Zusatzmassnahmen erfolgreich umgesetzt werden können (z.B. mit einem vorgelagerten Wellenschutz in Form eines Unterwasserriffs, da die Flachwasserzone aufgrund der Landanlagen zum Abbau der Wellenenergie unwiderruflich zu kurz ist)
- oder nur mit künstlich angelegten Strukturen erfolgversprechend sind (z.B. Behebung spezifischer Defizite wie Fischunterstände am Ufer oder Laichhabitats durch Totholz, Raubäume, Äste u.dgl.)
- oder nur mit «radikalen» Vorgehensweisen wirklich ein substanzielles Ausmass erreichen (z.B. mit Seeschüttungen ausserhalb der Vegetationszone zur Schaffung neuer Flachwasserzonen)¹⁵
- oder nur mit Anpassung der Zieldefinitionen antizipierend auf künftige Entwicklungen einen Sinn ergeben (z.B. Berücksichtigung eines vermehrten Aufkommens wärmeliebender Arten, u.a. *Najas marina* oder gewisser Neophyten und Neozoen, welche ein grosses Potenzial zur Verdrängung einheimischer Arten wie z.B. durch den Höckerflohkrebs *Dikerogammarus villosus* oder zur Veränderung der strukturellen Gegebenheiten wie z.B. die Veränderung der Seegrundeigenschaften durch die Körbchenmuschel *Corbicula fluminea*).

Weiter sind Veränderungen im historischen Kontext zu berücksichtigen, wie Seeabsenkungen (u.a. Zugersee, Sem-pachersee, Jurarandseen) oder Umleitungen von Flüssen in Seen zur Pufferung von Hochwasserspitzen (u.a. Bielersee, Walensee, Sarnersee), wodurch für das betreffende Gewässer der Referenzzustand u.U. nur noch bedingt eine sinnvolle Planungsrundlage sein kann. Das Gleiche gilt für ein reguliertes Pegelregime, wie dies in den meisten grösseren Schweizer Seen der Fall ist. Nicht zu vergessen sind verschiedenste Formen von Nutzungen, u.a. die Veränderung des Wellenregimes durch den Schiffsverkehr.¹⁶

Aufgrund verschiedener Restriktionen dürfte es in vielen Fällen kaum mehr möglich sein, die gewünschten Ziel-«Bil-

Revitalisierungen, ökologische Ersatz- und Aufwertungsmassnahmen

Die Kantone haben gem. Art. 38a GSchG die gesetzliche Verpflichtung, Gewässer zu revitalisieren. Im Rahmen der strategischen Revitalisierungsplanung werden auf der Basis der ökomorphologischen Erhebungen der Seeufer jene Uferabschnitte ausgewiesen, welche see-spezifisch das beste Verhältnis zwischen Aufwand und ökologischem Gewinn aufweisen. Im Anschluss an die Priorisierung erfolgt bereits auf Stufe der strategischen Planung eine grobe Zuweisung von bestimmten Massnahmentypen (siehe Kap. 2.4 gem. BAFU 2018b). In der Umsetzung gemäss dem «EXPERT»-Modus werden die definitiven und verbindlichen Planungsvorgaben entwickelt.

Aus verschiedenen baulichen Vorhaben – von privater oder auch öffentlicher Seite – an und im Gewässer sowie auch bei Neukonzessionierungen von bestehenden Anlagen entsteht gleichzeitig ein grösserer Bedarf an ökologischem Ersatz mit Verpflichtung für Uferaufwertungen. Es wäre wünschenswert, wenn sich auch diese projektspezifischen, punktuellen Revitalisierungs- und Aufwertungsvorhaben einer übergeordneten (seeweiten) Planung orientieren könnten, um in der Bilanz für das Gewässer den grösstmöglichen ökologischen Nutzen zu erreichen. Da die Aufwertungsvorhaben, sobald auch seeseitig der Uferlinie Massnahmen in Betracht kommen, so oder so in die Bewilligungshoheit des betreffenden Anrainerkantons fallen und sich die Festlegung von geeigneten Aufwertungsabschnitten für Dritte erfahrungsgemäss sehr schwierig gestaltet, wäre anzuregen, dass bei grösseren Gewässern die Aufwertungsvorhaben unter koordinierter Planung und Leitung einer durch den Kanton mitgetragenen und beaufsichtigten Körperschaft (z.B. «Revitalisierungs-Stiftung») erfolgen und sich die «Ersatzschuldner» an den Aufwertungsvorhaben angemessen beteiligen.

Mit einer Zusammenführung der Revitalisierungsbemühungen aus gesetzlicher Verpflichtung gem. Art. 38a GSchG durch den Kanton und dem laufend anfallenden und in gleiche Richtung zielenden Ersatzbedarf aus privater und öffentlicher Hand könnte dem Anliegen einer Maximierung des ökologischen Gewinns für das ganze Gewässer nachhaltig Rechnung getragen werden.

¹⁵ Sind gewisse Arten in einem Gewässer ausgestorben (z.B. aufgrund einer früheren starken Eutrophierung), so stellt sich eine Wiederbesiedlung nicht automatisch ein, sobald geeignete Bedingungen wieder vorliegen (z.B. durch eine Reduktion der Nährstoffgehalte auf die gesetzliche Vorgabe bzw. den für das Gewässer festgelegten Zielwert oder durch die Neuanlage von strukturellen Gegebenheiten). In solchen Fällen ist ein aktiver «Besatz» aus anderen Gewässern erforderlich. Dabei ist zu beachten, dass bei einer solchen Aktion nicht gleichzeitig unerwünschte Organismen (Neobiota) verschleppt werden. Bei der seeweiten Festlegung prioritärer Arten sind auch submerse Spezies ohne direkte Bezug zu Uferaufwertungen zu berücksichtigen, z.B. durch Eutrophierung verdrängte/ausgestorbene Arten, welche erst ab einer bestimmten Tiefe wachsen.

¹⁶ Es sollte unter Umständen auch in einem regionalen oder sogar landesweiten Kontext gedacht werden. Analog dem Konzept der «Smaragd»-Gebiete (europäisches Schutzgebietsnetzwerk) könnten gewissen Gewässern eine besondere Verantwortung in der Erhaltung oder Wiederansiedlung gefährdeter Arten zugeschrieben werden, da zum Beispiel in den Ursprungsgewässern aus räumlichen Restriktionen die nötigen Revitalisierungsprozesse gar nicht mehr verwirklicht werden können oder diese Gewässer hinsichtlich ihrer Wasserqualität nicht oder noch nicht in einem für diese Arten erforderlichen Zustand sind.

der» am Original-Standort wiederherzustellen. In einem weiteren Schritt der Planung muss deshalb ein übergeordnetes Leitbild erarbeitet werden, in welchem zwar die aus dem Referenzzustand abgeleitete Ziele enthalten sind, diese aber im Ausmass und bezüglich der geeigneten Räume und Standorte gewässerspezifisch festgelegt bzw. evaluiert (und planerisch möglichst frühzeitig «reserviert») werden.

2.3 Zieldefinition

Charakteristisch für den «EXPERT»-Modus mit Konzentration auf das Planungsprimat ist die Herleitung der ökologischen Ziele aus der Differenz zwischen dem beschriebenen Referenzzustand und der Zustandsanalyse (Defizitanalyse). Dabei sind Überlegungen (Recherchen, Abklärungen, Konzepte) zu folgenden Ziel-«Bildern» anzustellen:

- Zielhabitate
- Zielstrukturen
- Zielgesellschaften/Zielarten
- Zielfunktionen/Zielprozesse

Darauf basierend ist eine naturschutzfachliche Auseinandersetzung hinsichtlich Gewichtungen, Einschätzung von Zielerreichungspotenzialen und Priorisierungen erforderlich. So stellt sich beispielsweise die Frage, welcher Grad von Wiederherstellung (Aufwertung, Revitalisierung) realistisch unter den gegebenen (und kaum veränderbaren) Restriktionen – z.B. Regulierung des Pegelregimes oder unumkehrbare Verkürzungen der Flachwasserzonen durch Landanlagen – erreicht werden kann (siehe dazu auch Abb. 1 Teil 6), und wie es um die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) des Systems steht oder ob lediglich eine «Linderung» (Mitigation) möglich ist. Es sind Alternativen möglicher Umsetzungswege (organisatorisch, inhaltlich, prozessual) zu entwickeln und abzuwägen, und stets ist auch der Blick auf ein vertretbares Verhältnis zwischen planerischem Aufwand und dem möglichen ökologischen Ertrag zu richten.

2.4 Massnahmenplanung

In der Massnahmenplanung werden die gemäss der strategischen Planung zu revitalisierenden Abschnitte nach ihrer Eignung hinsichtlich Erfüllung des übergeordneten Leitbildes geprüft resp. geeignete bzw. erforderliche Massnahmen für die bereits im Leitbild konkretisierten und örtlich festgelegten Ziele definiert.¹⁷

Grundsätzliche Anregung: Im Vorfeld der strategischen Revitalisierungsplanung wäre durch eine Gruppe von Fachleuten für jedes Gewässer ein objektbezogenes, übergeordnetes Konzept der ökologischen Funktionsfähigkeit zu erarbeiten. Darin sollten die generellen Defizite, die Zielsetzungen und der bezüglich Realisierbarkeit am betreffenden See anzustrebende Rehabilitationsgrad für Zielhabitate, Zielstrukturen und Zielarten¹⁸ festgelegt werden.

Weiter wären eine grobe Lokalisierung der thematischen Schwerpunkte und die dazu geeigneten Massnahmentypen festzulegen. Die konkreten Revitalisierungsprojekte, welche sich aus der Analyse der ökomorphologischen Verhältnisse (Priorisierung gem. Vollzugshilfe Strategische Revitalisierungsplanung für stehende Gewässer, BAFU 2018b), der ökologischen Zustandsanalyse sowie aus der Anwendung der «Rahmenbedingungen» gemäss Auflistung der speziellen Gegebenheiten für den «EXPERT»-Modus ergeben, könnten dann auf diesem Konzept aufbauen.¹⁹

Zwingender Bestandteil einer fachgerechten Massnahmenplanung ist die frühzeitige Festlegung von Erfolgskriterien der ökologischen Zielsetzungen und daraus abgeleitet ein entsprechendes Konzept der Erfolgskontrolle (i.d.R. durch ein spezifisches Monitoring), siehe dazu auch Teil 8 in diesem Heft. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Berücksichtigung, dass revitalisierte Uferbereiche erfahrungsgemäss rasch als Naherholungsräume attraktiv werden und ggf. Lenkungsmassnahmen erforderlich sind – oder zum Vornherein gewisse Revitalisierungsziele relativiert werden müssen, wenn absehbar ein gewisser Nutzungsdruck nicht zu vermeiden ist resp. parallel zu den Revitalisierungsmassnahmen andernorts Aufwertungsmassnahmen zugunsten der Erholungsnutzung umgesetzt werden.

Literatur

AquaPlus, 2014: Wasserpflanzenenerhebungen – Methodik zur Erfassung der Wasserpflanzen und Seegrundverhältnisse. AQUA & GAS 7/8 2014: 66–77.

BAFU (Hrsg.) 2018a: Handbuch Programmvereinbarungen im Umweltbereich 2020 – 2024. Mitteilung des BAFU als Vollzugsbehörde an Gesuchsteller. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1817: 294 S.

BAFU (Hrsg.) 2018b: Revitalisierung Seeufer – Strategische Planung. Ein Modul der Vollzugshilfe zur Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1834: 44 S.

Baumgartner S., Peter A., Reichert P., Robinson Ch., Siegenthaler-Le Drian C., Thomas G. 2013: Priorisierung von Flussrevitalisierungsprojekten – Ökologische Aspekte der Priorisierung und Revitalisierungspotenzial. Synthesenbericht. Eawag, 62 S.

Belser A., Dönni W., Dunand I., Govoni M., Haertel-Borer S., Könitzer C., Scapozza C., Thommen M., Weber S. (in Anhörung 2020): Ökologische Anforderungen an Wasserbauprojekte gemäss Art. 4 Wasserbaugesetz (WBG) bzw. Art. 37 Gewässerschutzgesetz (GSchG). Ein Modul der

Vollzugshilfe Renaturierung der Gewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Bratrich, Ch., 2004: Planung, Bewertung und Entscheidungsprozesse im Fliessgewässer Management: Kennzeichen erfolgreicher Revitalisierungsprojekte, Diss. ETH Zürich, 292 S., zusätzlich Anhang.

Forschungsgruppen Eawag / Uni Bern, 2018: Neue Berner Oberländer Fischart entdeckt. In Eawag News 13.9.2018 mit Bezug auf Originalartikel: Doenz, C. J.; Bittner, D.; Vonlanthen, P.; Wagner, C. E.; Seehausen, O., 2018: Rapid buildup of sympatric species diversity in Alpine whitefish. *Ecology and Evolution*, 8[18].

Haberthür, M., Gmünder, M., Müller, V. 2015: Verfahren zur Ermittlung des potenziell natürlichen Uferraums stehender Gewässer. Ambio GmbH und Magma AG im Auftrag des Bundesamts für Umwelt, Bern

IGKB (Hrsg.), Rey P., Teiber, P. & M. Huber 2009: Renaturierungsleitfaden Bodenseeufer, Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee, IGKB, Bregenz, 93 S.

Iseli, Ch. 2012: Verbaute Seeufer aufwerten. Wegleitung – Raum und Wirtschaft mit weiteren Dienststellen des Kantons Luzern [rawi.lu.ch – Downloads]. 8 S.

LUBW (Hrsg.) 2008: FIREBO – Fischfreundliche Renaturierung am Bodensee. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/86146>

Niederberger, K., Rey P., Reichert, P., Schlosser, J., Helg U., Haertel-Borer, S., Binderheim, E., 2016: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Seen. Modul: Ökomorphologie Seeufer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1632.

Pfandler M. et al. 2011: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Hydrologie – Abflussregime Stufe F (flächendeckend). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1107:113 S.

Schroeder U., Fuchs, E. Heuner M., Schmidt-Wygasch C., Terwei A. 2018: 1. Zwischenbericht «Makrophytenmonitoring»: Einfluss des schifferzeugten Wellenschlages auf emerse Makrophyten der Tideelbe am Beispiel dreier exponierter Standorte – Ist-Zustand 2015. Bundesanstalt für Gewässerkunde BFG, Koblenz 60 S., zusätzlich Anhang.

Kontaktadresse

Klemens Niederberger
Dipl. phil II Uni Zürich (Biologie)
AquaPlus AG
Gotthardstrasse 30, CH-6300 Zug
klemens.niederberger@aquaplus.ch



Klemens Niederberger