

# Programm

Moderation: Christine Gubser, sanu future learning ag

- 09.00 Eintreffen der Teilnehmenden
- 09.30 Einstimmung | Urs Steiger, steiger texte konzepte beratung  
Offizielle Begrüssung durch die Gastgeber  
Vom Uferschutz zur Uferrevitalisierung | Christoph Iseli, Landschaftswerk Biel-Seeland  
Seeufer als Kernelemente der Ökologischen Infrastruktur - die Perspektive von Natur- und Landschaftsschutz sowie der Artenförderung | Andreas Knutti, BAFU  
Seeufer und Revitalisierung - neue Chancen und Aufgaben des Gewässerschutzes | Susanne Haertel-Borer BAFU  
Beispiele von Planungen und Projekten zu Seeufern  
- Aufwertung Luganersee | Alberto Conelli, Oikos 2000  
- Aufwertung Murtensee | Estelle Lecomte, Service des eaux, sols et assainissement VD
- 12.00 Mittagessen
- 13.30 Beispiele von Planungen und Projekten zu Seeufern  
- Zugersee | Urs Kempf, Tiefbauamt des Kantons Zug  
- Neuenburgersee, Grande Cariçaie | Michel Baudraz, Association de la Grande Cariçaie  
- Walliser Baggerseen | Daniel Dévanthery, Service des routes et des cours d'eau VS  
HyMoBioStrategie - interdisziplinäres Projekt für intakte Seeufer | Dr. Hilmar Hofmann, Universität Konstanz  
Einfluss von natürlichen und anthropogenen Faktoren auf littorale Fischbestände in mitteleuropäischen Seen | Dr. Timothy Alexander, eawag  
Seeufer aus dem Blickwinkel der Archäologie | Marianne Ramstein, Archäologischer Dienst Bern  
Ökomorphologie Seeufer - eine Methode zur Erfassung und Bewertung | Klemens Niederberger, Aquaplus / Peter Reichert, eawag und Urs Helg, BAFU  
Ermittlung des potentiell natürlichen Uferraums | Markus Haberthür, Ambio
- 17.00 Schlusswort und Ende der Tagung

Die Tagung ist zweisprachig deutsch-französisch. Die Referierenden sprechen in ihrer Sprache.

# Programme

Animation : Christine Gubser, sanu future learning sa

09.00 Accueil des participants

09.30 Introduction à la journée | Urs Steiger, steiger texte konzepte beratung

Mots de salutations des institutions hôtes

De la conservation à la revitalisation des rives | Christoph Iseli, action paysage Bienne-Seeland

Les rives lacustres comme élément clé de l'infrastructure écologique - vue de la protection de la nature et du paysage ainsi que de la conservation des espèces | Andreas Knutti, OFEV

Les rives lacustres et la revitalisation - nouvelles chances et tâches pour la protection des eaux | Susanne Haertel-Borer OFEV

Exemples de planifications et projets au sujet des rives lacustres

- Lac de Lugano | Alberto Conelli, Oikos 2000

- Lac de Morat | Estelle Lecomte, Service des eaux, sols et assainissement VD

12.00 Repas de midi

13.30 Exemples de planifications et projets au sujet des rives lacustres

- Lac de Zoug | Urs Kempf, Tiefbauamt des Kantons Zug

- Lac de Neuchâtel, Grande Cariçaie | Michel Baudraz, Association de la Grande Cariçaie

- Lacs d'anciennes gravières du Valais | Daniel Dévanthery, Service des routes et des cours d'eau VS

HyMoBioStrategie - projet interdisciplinaire pour des rives lacustres intactes | Dr. Hilmar Hofmann, Universität Konstanz

Influence des facteurs naturels et anthropogènes sur les stocks de poissons littoraux dans les lacs de l'Europe centrale | Dr. Timothy Alexander, eawag

Les rives lacustres au point de vue de l'archéologie | Marianne Ramstein, Service archéologique Berne

Ecomorphologie des rives lacustres - méthode de saisie et évaluation | Klemens Niederberger, Aquaplus / Peter Reichert, eawag et Urs Helg, OFEV

Identification de l'espace naturel potentiel des rives | Markus Haberthür, Ambio

17.00 Clôture de la journée

La journée est bilingue français - allemand. Les intervenants parleront dans leur langue.

# Vom Uferschutz zur Uferrevitalisierung



Christoph Iseli

Der Begriff ‚Seeuferschutz‘ wurde in den 20er und 30er-Jahren des letzten Jahrhunderts geprägt. Der Aufkommende Naturschutzgedanke einerseits und die beginnende Besiedlung der Seeufer durch Erholungsnutzung andererseits führten an manchen Seen zur Gründung von Uferschutzvereinen. Diese setzten sich dafür ein die wertvollsten Uferabschnitte vor Aufschüttung, Uferverbauung und Überbauung zu bewahren. Es ging also zunächst in erster Linie um den Schutz der natürlichen Seeufer vor Zerstörung.

Die zunehmende Nutzungsintensivierung in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts stellte die Schutzorganisationen vor neue Herausforderungen. Visionen von einer internationalen Schifffahrt zwischen Rhein und Rhone, steigende Anforderungen an die Regulierung der Seespiegelschwankungen und der zunehmende Nutzungsdruck sowohl landseits wie seeseits der Uferlinie bedeuteten neue Gefahren für die natürlichen Seeufer. Es galt nun auch, die negativen Wirkungen dieser Entwicklung abzuwehren, was im zunehmend komplexer werdenden Wirkungsgefüge immer anspruchsvoller wurde.

Der Gewässerschutz in der Schweiz ist eine Erfolgsgeschichte: Die steigende Belastung der Seen durch Nährstoffeintrag aus Haushalt und Landwirtschaft führte zur Eutrophierung der Seen und zu maximalen Konzentrationen in den 70er Jahren. Kläranlagen, das Phosphatverbot für Waschmittel und Massnahmen in der Landwirtschaft verringerten den Schadstoffeintrag und führten zu einer Trendumkehr. Die Seen sind heute überall auf dem Weg nicht nur zur Besserung, sondern grossenteils auch zur Genesung. Die Folgen dieser Eutrophierung wirken aber noch lange nach. Durch die Veränderung in der Zusammensetzung der Unterwasservegetation änderten sich die physikalischen Eigenschaften der Ufer. Die Folge war ein Rückgang der Schilfbestände und eine verstärkte Erosion der Flachufer. Erst allmählich stellen sich die ursprünglichen Verhältnisse wieder ein.

In den 80er-Jahren wurde ‚Ökologie‘ zu einem gesellschaftlich relevanten Thema, das sich schliesslich auch in verschiedenen Gesetzgebungen niederschlug. Unter diesen Prämissen wurde das europaweit beobachtete ‚Schilfsterben‘ an den Seeufern Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen und bot schliesslich Anlass zur Realisierung erster Schilf- und Uferschutzmassnahmen. Diese Massnahmen hatten den Charakter von Naturversuchen und zeigten oft nur mässigen Erfolg. Es entwickelte sich deshalb bald eine Diskussion um Grundsätze und Methoden eines naturnahen Wasserbaus, wobei deutlich wurde, dass für den Rückbau alter Bausünden und eine angepasste bauliche Entwicklung der Seeufer wesentliche Grundlagenkenntnisse fehlten. Wie müssen die Bau-massnahmen bemessen werden, um sowohl den technischen wie auch den ökologischen Anforderungen zu genügen? Oder: Ist z.B. der Ersatz einer Ufermauer durch eine Kiesvorschüttung per se eine ökologische Aufwertung? Die neue Gesetzgebung geht nun noch einen wesentlichen Schritt weiter. Sie verlangt eine zielorientierte Planung und eine leitbildgestützte Umsetzung von ökologischen Uferaufwertungen. Damit steigt einerseits der Bedarf, die bestehenden Lücken an Grundlagenkenntnissen zu schliessen. Andererseits bedingt dies – wie bei den Fließgewässern bereits erprobt – ein systematisches Vorgehen bei der Planung von Seeuferaufwertungen: Auf der Grundlage der Beschreibungen von Ist- und Referenzzustand werden über eine Defizitanalyse die ökologischen Ziele definiert und erst aus diesen Vorgehenskonzepten abgeleitet, Massnahmen festgelegt und umgesetzt und schliesslich in einer Wirkungskontrolle überprüft. Genau dieses Vorgehen bedeutet einen Quantensprung, der zwischen Uferschutz und Uferaufwertung liegt.

# Seeufer als Kernelemente der Ökologischen Infrastruktur - Die Perspektive von Natur- und Landschaftsschutz sowie der Artenförderung

Andreas Knutti, Bundesamt für Umwelt, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften

## Einleitung

Das Gewässernetz kann als Rückgrat der Ökologischen Infrastruktur der Schweiz verstanden werden. Die Seen und besonders ihre Uferbereiche haben dabei eine bedeutende Funktion. Der Aufbau einer Ökologischen Infrastruktur ist eine zentrale Aufgabe der Biodiversitätspolitik, die in der Strategie Biodiversität Schweiz festgehalten ist. Die Ökologische Infrastruktur ist ein nationales Netzwerk aus natürlichen und naturnahen Lebensräumen und Strukturen. Falls Seeufer eine gewisse Naturnähe aufweisen, sind sie wie andere Übergänge (Ökotone) zwischen Wasser und Land besonders vielfältig an unterschiedlichen Habitaten: Die Abfolge (Zonation) geht von urwaldähnlichen Hartholzauenwäldern über Schilfgürtel bis zur Unterwasserwelt der Armelechteralgen-Rasen in 10 Metern Wassertiefe. Als Lebensräume für spezialisierte Arten ebenso wie für die Vernetzung haben die Seeufer eine enorme Bedeutung. Besonders bedeutende ökologische Schnittstellen sind die Deltas. Wichtig ist eine integrale Sichtweise, welche dieses Spektrum von Lebensraumtypen als Ganzes erfasst und aufwertet.

Aus gesellschaftlicher Perspektive sind Seeufer wichtige und markante Landschaftselemente und äusserst attraktive Erholungs- und Wohnorte. Dies schlägt sich beispielsweise in höheren Mietpreisen nieder. Mit dem Druck, der sich auf die Ufer in den vergangenen Jahrzehnten erhöht hat, steigen auch die raumplanerischen Herausforderungen. Ein grosser Teil der Seeufer ist verbaut durch Siedlungen oder Ferienhäuser, andere Ufer sind landseitig bis fast zum Ufer landwirtschaftlich genutzt. Viele Seen und ihre Ufer sind zudem durch Absenkungen, grosse Korrekturenwerke und Abflussregulation grundlegend verändert worden. Es gibt kaum mehr grössere unregulierte Seen.

## Schutzinstrumente des Bundes (Inventare und wichtige Gesetzesartikel)

Nach Schutzaktivitäten auf lokaler und regionaler Ebene hat auch der Bund Teile der Seeufer durch verschiedene Instrumente unter Schutz gestellt. Neben den Landschaftsschutzgebieten wurden vor allem Biotop-, aber auch Artenschutzinventare entwickelt und umgesetzt.

Landschaftsschutzgebiete: Ein Drittel der BLN-Gebiete (Bundesinventar der Landschaften und Naturmonumente von nationaler Bedeutung, total 7810 km<sup>2</sup>) hat bezüglich Lage und Zielsetzung einen mehr oder weniger starken Bezug zu Seen.

Bei den Moorlandschaften (Total 874 km<sup>2</sup>) haben zwei Fünftel einen Seebezug, d.h. sie liegen an Seen, respektive enthalten Seen grösser als 0.5 ha. Der Moorschutz und damit der Moorlandschaftsschutz leiten sich direkt aus der Verfassung ab (Rothenthurm-Artikel) und weisen verglichen mit den BLN einen viel verbindlicheren Schutz auf. Neue Bauten und Anlagen sind hier sehr stark eingeschränkt.

Biotop von nationaler Bedeutung: Flachmoore (192 km<sup>2</sup>, ein Siebtel mit Seebezug, d.h. an Seen mit mehr als 0.5ha), Auengebiete (226 km<sup>2</sup>, ein Viertel mit Seebezug) und Amphibienlaichgebiete (117 km<sup>2</sup>, ein Viertel mit Seebezug) haben eine starke Schutzwirkung. Eine Beeinträchtigung ist nur bei einem überwiegenen Interesse von nationaler Bedeutung zulässig. Flachmoore beziehen sich auf das Offenland, während Auen neben Offenland auch Uferwälder umfassen. Bei den Seeuferauen hat rund die Hälfte einen hohen Revitalisierungsbedarf. Rund zwei Drittel der Deltas im Aueninventar weisen einen hohen Revitalisierungsbedarf auf. Die Kantone sind beauftragt, für die Erhaltung und Aufwertung der Biotop von nationaler Bedeutung zu sorgen. Bei den Flachmooren, aber auch bei den Auen ist die Ausscheidung von ökologisch ausreichenden Pufferzonen gestützt auf die Inventarverordnung Pflicht.

## Tagung Standortbestimmung - Aufwertung Seeufer, 7. Juni 2016, Luzern Journée Valorisation des rives lacustres - Etat des lieux, 7 juin 2016, Lucerne

Wasser- und Zugvogelreservate (WZVV): Dieses Inventar beruht auf dem Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (JSG). Mehr als zwei Drittel der WZVV-Gebiete haben einen Seebezug. Als Artenförderinstrument hat das WZVV in erster Linie zum Ziel, die angesprochenen Vogelarten vor Störungen zu schützen (Schutzzone). Entsprechend ist die Besucherlenkung (inkl. Markierung der Schutzgebiete) und Regulation weiterer Nutzungen sowie die Information der Nutzerinnen und Nutzer ein wichtiges Element.

Bundesgesetz über die Fischerei (BGF): Der Schutz bezieht sich auf die Erhaltung der Populationen von Fischen und Fischnährtieren. Zentral ist die Regelung der fischereilichen Nutzung mit Schonmass und Schonzeiten zur Erhaltung der Populationen. Allfällige Eingriffe in die Gewässer werden mit einer fischereirechtlichen Bewilligung gesteuert. Im Rahmen des Instruments „Fisch-Populationen von nationaler Bedeutung“ (z.B. bei der Äsche) können insbesondere Mündungsbereiche einen erhöhten Schutz geniessen.

Allgemeiner Biotopschutz und Schutz der Ufervegetation nach Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG): Zwei Elemente haben neben den Inventaren eine direkte Wirkung auf den Uferschutz. Einerseits die Eingriffsregelung (Art. 18 1bis und 1ter NHG), welche dazu verpflichtet, Uferbereiche zu schützen, zu schonen, wiederherzustellen oder zumindest einen vollwertigen Ersatz zu leisten. Andererseits der strenge Schutz der Ufervegetation (Art. 21 und 22 NHG), welche Eingriffe nur gemäss Wasserbau- und Gewässerschutzgesetzgebung zulässt. Wichtig ist die Koordination der Schutzbestimmungen mit der Ausscheidung des Gewässerraums nach Gewässerschutzgesetz GSchG: Der Gewässerraum soll in der Regel Biotopschutzflächen mit Ufervegetation und ihre Pufferzonen umfassen.

### **Unterhalt und frühe Aufwertungen in den Schutzgebieten**

Die kommende Ära der Revitalisierungen an Seen kann auf einem reichen Fundament von Aktivitäten, Erfahrungen und pionierhaften Projekten aufbauen.

Erosionsschutz: Aufgrund der grossen Eingriffe in den Wasserhaushalt der Seen und durch direkte menschliche Einflüsse (Wellenschlag, Baggerungen) mussten Ufer vor Erosion geschützt werden, um die bestehenden Werte nicht zu verlieren (vgl. Vortrag von Chr. Iseli).

Pflege: Ein bedeutender Teil der landseitigen Ufervegetation (Riedflächen) wird traditionellerweise als Streuwiese genutzt. Dies erhöht die Biodiversität. Die grössten solchen Riedflächen der Schweiz liegen in der Grande Caricaie am Neuenburgersee. Bei der Planung von Revitalisierungen ist, soweit sie notwendig ist, die Pflege als integraler Bestandteil zu berücksichtigen.

Frühe Revitalisierungen: Reussdelta, Bolle di Magadino beispielsweise sind wichtige Erfahrungen, auf denen heute aufgebaut werden kann.

Artenförderung: Ein wichtiges Instrument zur Priorisierung der Massnahmen ist die Liste der national prioritären Arten. Die häufigsten Massnahmen sind die Schaffung von Amphibienlaichgewässern, Nistplätzen für Vogelarten, spezifische Massnahmen zur Erhaltung von Pflanzen und die Schaffung von Strukturen zur Fortpflanzung für Fische. Im Weiteren bietet die künstliche Aufzucht von Fischarten die Möglichkeit, Lebensraum-Defizite für einzelne Entwicklungsstadien kurzfristig zu überbrücken.

Schlussfolgerungen:

- Seeufer integral von Hartholzauwe bis unter Wasser (Littoral) betrachten
- Seeufer als zentrale Vernetzungselemente verstehen und aufwerten
- Schutzgebiete: Biotope und WZVV haben grosse Bedeutung als Kerngebiete der Biodiversität
- Landschaftsschutzgebiete sichern das Natur- und Kulturerbe an Seeufern
- Seeauen und Deltas mit ihrer komplexen Struktur sind besonders relevant
- Hydrologie: Seespiegelschwankungen ermöglichen Dynamik in einem relativ statischen Lebensraum

# Seeufer und Revitalisierung – neue Chancen und Aufgaben des Gewässerschutzes

Susanne Haertel-Borer, Gregor Thomas, Bundesamt für Umwelt, Sektion Revitalisierung und Gewässerbewirtschaftung

Die Revision der Gewässerschutzgesetzgebung im Jahr 2011 stellt einen Meilenstein im Schweizer Gewässerschutz dar. Es wurden verschiedene Elemente der Renaturierung aufgenommen:

- die Pflicht zur Ausscheidung des Gewässerraums, welcher für die natürlichen Funktionen und den Hochwasserschutz erforderlich sind
- die Pflicht zu strategischer Planung und Umsetzung von Revitalisierungen
- die Reduktion der negativen Auswirkungen der Wasserkraftnutzung in den Bereichen Schwall/Sunk, Geschiebehaushalt und Fischgängigkeit

Die Bestimmungen gelten sowohl für Fließgewässer als auch für Seen, wobei für Seeufer insbesondere die Revitalisierung und der Gewässerraum von Bedeutung sind und Massnahmen in den Bereichen Geschiebe und Fischgängigkeit die Mündungsbereiche betreffen.

Im Vergleich mit den Fließgewässern zeitlich um einige Jahre versetzt gilt es nun für die Kantone bis Ende 2022 die Aufwertung der Seeufer auf ihrem Kantonsgebiet strategisch zu planen und über die nächsten Jahrzehnte Seeufer aufzuwerten. Dabei kann auf bereits gemachten Erfahrungen mit Seeuferaufwertungen aufgebaut werden. Für die Revitalisierungsplanung erarbeitet das BAFU gegenwärtig mit einer breit abgestützten Begleitgruppe eine Vollzugshilfe, die sich an der entsprechenden Vollzugshilfe für Fließgewässer orientiert, die Seeufer aber differenziert nach Flachwasserzone, Uferlinie und landseitiger Uferzone betrachtet. Ziel der Planung ist es, jene Seeuferabschnitte zu identifizieren, bei denen Revitalisierungsmassnahmen einem hohen Nutzen für Natur und Landschaft im Verhältnis zum voraussichtlichen Aufwand erzielen. Gemäss Gewässerschutzverordnung GSchV ist die Ökomorphologie der Seeufer wesentliche Planungsgrundlage. Für einige der grösseren Voralpensee wurden bereits Daten nach verschiedenen Methoden erhoben, die zeigen, dass weite Teile der Ufer von z.B. Bodensee, Vierwaldstättersee und Genfersee naturfern sind. Im Rahmen des „Konzeptes für die Untersuchung und Beurteilung der Seen in der Schweiz“ (Schlosser et al. 2013) wurde eine standardisierte Methode zur Erhebung und Beurteilung der Ökomorphologie der Seeufer erarbeitet, welche kurz vor der Publikation als BAFU Vollzugshilfe steht. Die Methode wird im Vortrag von Niederberger et al. vorgestellt. Parallel zur Planung können und sollen bereits Uferrevitalisierungsprojekte umgesetzt werden, welche – ebenso wie die Planung - durch den Bund finanziell im Rahmen der Programmvereinbarung im Umweltbereich „Revitalisierung“ (<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01795/index.html?lang=de>) unterstützt werden. Auch entlang von Seen sind die Kantone bis 2018 zur Gewässerraumausscheidung verpflichtet. Der Gewässerraum beträgt gemäss GSchV 15m gemessen ab Uferlinie. Er muss erhöht werden, soweit dies zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes, für Revitalisierungen oder aus überwiegenden Interessen von Natur- und Landschaftsschutz erforderlich ist. Dabei kann das Verfahren zur Ermittlung des potentiell natürlichen Uferbereichs stehender Gewässer, welches in der Präsentation von Habert-Hür et al. vorgestellt wird, Hilfestellung bieten.

Nicht unerwähnt darf auch Art. 39 des Gewässerschutzgesetzes GSchG bleiben, welcher seit längerem das Einbringen fester Stoffe im Uferbereich von Seen reglementiert.

Insgesamt bietet die Gewässerschutzgesetzgebung damit ein gutes Instrumentarium und schafft finanzielle Anreize, um die Seeufer wieder zu natürlicheren Lebensräumen, mit standorttypischen Lebensgemeinschaften und naturnahen Landschaftselementen zu entwickeln.

# Étude sur le potentiel de revitalisation des rives du lac Ceresio (Lac de Lugano)

Alberto Conelli, Oikos 2000

Selon les relevés réalisés par la Commission internationale pour la protection des eaux italo-suissees (CIPAIS, 2012), le lac de Lugano présente des déficits écomorphologiques élevés : environ 65% de ses rives sont artificielles où fortement modifiées. Sur la base de ces données, ladite Commission a promu la réalisation, entre 2013 et 2015, de cette étude concernant le potentiel de revitalisation des rives lacustres du lac Ceresio (CIPAIS, 2016). Ce travail a permis tout d'abord d'acquérir des données territoriales dispersées et physiquement séparées à cause de la frontière italo-suisse, ainsi que de les implémenter dans une plateforme SIG avec deux systèmes de coordonnées (WGS84 / CH1903 ; 64 km de rives sont sur territoire suisse et 35 km en Italie). Les données concernant la flore et la faune (macrophytes, invertébrés aquatiques, poissons, etc.) ont permis d'identifier les sites de référence, ainsi que de définir les milieux-cible et les espèces-cible.

Ensuite, une méthode d'évaluation SIG a été mise au point pour identifier les rives qui présentent un potentiel de revitalisation élevé. Cette méthode, qui est basée sur l'analyse des déficits écomorphologiques, s'inspire directement de la procédure développée par l'OFEV pour la planification stratégique de la revitalisation des cours d'eau (Göggel 2012). Néanmoins, des modifications importantes ont été introduites pour tenir compte des singularités de ce lac (pentes sous-lacustres naturellement élevées, occupation très dense de la bande riveraine par des installations, données SIG inégales entre Suisse et Italie).

Cette méthode a permis de jeter les bases pour la définition du potentiel de revitalisation des rives du lac de Lugano. Les résultats SIG devront être validés cas par cas lors des prochaines étapes. Parmi les tronçons à potentiel élevé, 7 secteurs ont été choisis et approfondis dans le cadre de cette étude pour tester la plateforme SIG et proposer des mesures concrètes d'intervention. Les thèmes de la revitalisation des embouchures et de la détente ont aussi été traités.

# Revalorisation des rives lacustres – Lac de Morat

Estelle Lecomte, Service des eaux, sols et assainissement VD

La rive vaudoise du lac de Morat, présente un fort potentiel de renaturation tant par sa situation en zone forestière, son classement en zone OROEM, que par la présence de l'embouchure de la Broye. A terme, ce secteur se développera en un delta terrestre et lacustre de grande valeur alluviale et naturelle. Pour ce faire deux projets de renaturation ont vu le jour.

La revitalisation de 900 mètres de la rive Sud-Ouest et la renaturation de l'embouchure de la Broye.

Le premier s'est réalisé en deux étapes afin d'observer l'évolution de la revitalisation. Ce projet, dont la mise en œuvre s'est avérée simple et peu coûteuse a consisté au démantèlement de reliques d'anciens murs de soutènement en les remplaçant par une rive sinueuse où alterne cordons de végétation, enrochements naturels, plage de sable et roselière. Ces travaux ont permis de nettement améliorer l'interface terre-lac. Ainsi la nature reprend ses droits et des érosions acceptables sont observées.

La renaturation de l'embouchure de la Broye est un projet d'envergure que le canton de Vaud pilote en collaboration avec la commune de Vully-les-lacs, depuis 2009.

Il s'agit de recréer un delta dynamique disparu depuis la correction de l'embouchure de la Broye lors de la deuxième correction des eaux du Jura.

L'objectif environnemental est de créer une diversification des milieux pour que l'embouchure de la Broye redevenue plus attractive pour de nombreux oiseaux migrateurs et pour les espèces végétales et animales inféodées aux zones humides.

La rive Sud-Ouest du lac de Morat est très fréquentée par les touristes en période estivale. C'est la raison pour laquelle, le projet de renaturation de l'embouchure de la Broye comporte un volet relatif à la gestion cohérente du public dans ce futur hot spot pour la biodiversité.

Les études étant terminées et le permis de construire en cours d'obtention, les travaux pourront par conséquent débuter durant l'hiver 2017.



# Schilf- und Kliffkantenschutz am Zugersee

Urs Kempf, Tiefbauamt des Kantons Zug

Das Nord- und Westufer des Zugersees ist geprägt durch ausgedehnte Riedgebiete mit grossen Schilfflächen auf Seebodenlehm und Seekreide. Im Verlaufe der letzten Jahrzehnte gingen die Wasserschilfflächen markant um mehrere Meter zurück oder verschwanden stellenweise gänzlich. Ursachen dafür waren ursprünglich primär die grosse Nährstoffbelastung und das damit ausgelöste Algenwachstum, heute der Frassdruck durch Graugänse. Deren Bestand nahm innert 20 Jahren von Null auf über 100 Tiere zu.

Die Schilfpflanze bildet ein dichtes Wurzelwerk, die sogenannten Rhizome, über welches sie sich auch vermehrt und ausbreitet. Dieses befestigt den tonigen Grund analog einer Bewehrung. Stirbt die Pflanze, verliert die Verwurzelung ihre Stabilität und der Seegrund beginnt zu erodieren. Da Schilf nur bis in maximale Wassertiefen von ca. 80 cm gedeiht, verkleinert sich sein potenzieller Lebensraum stetig. Dies ist ein irreversibler Prozess, da keine Akkumulation durch Sedimenteintrag/-ablagerung stattfindet.

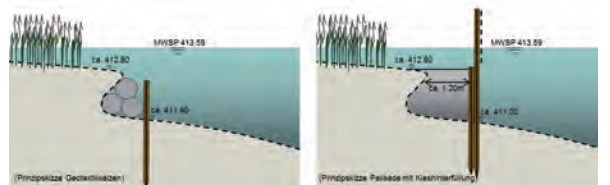
Am Zugersee besteht zusätzlich das Phänomen der sogenannten Kliff- oder Abbruchkante. Wenige Meter vor der ursprünglichen Schilffront, in einer Wassertiefe bei Mittelwasser von rund 1 m, fällt der Seegrund teilweise senkrecht um 1 bis 1.5 m ab. Die „Deckschicht“ wird unterspült, bricht schollenartig ab und rutscht in tiefere Lagen. In dieser „Deckschicht“ befinden sich viele prähistorische Siedlungsreste, die dadurch ebenfalls zerstört werden.

Seit bald 20 Jahren setzen wir folgende Massnahmen um:

- Die Schilfbestände werden seeseitig mit einem Drahtgeflechzzaun vor den Graugänsen geschützt. Hat sich das Schilf erholt, wird der Zaun um einige Meter Richtung See verschoben. Querschläge verhindern das Einfliegen der grossen Tiere.
- Die Erosion der Kliffkante wird durch eine davor erstellte „Wand“ verhindert. Der Zwischenraum wird mit Kies aus dem Delta der Lorze gefüllt. Verschiedene Wandsysteme wurden dabei getestet:
  - Mit Kies gefüllte Geotextilwalzen wurden aufeinandergelegt und durch Holzpfähle gehalten.
  - Einfache oder doppelte Holzpalisaden mit und ohne Geotextil.
- Flachwasserschüttungen: Erosionsschutz und Uferstabilisierungen ergänzt mit Schilfpflanzungen.
- Bau einer künstlichen Kiesinsel als Ersatz für verloren gegangene Kiesufer und Deltahabitate.

Die 2016 angelaufenen grossen Schutzmassnahmen werden alle mit Holzpalisaden und Geotextil-Vlies (zur Verhinderung des Ausschwemmens von Feinmaterial) ausgeführt. Gleichzeitig werden auch Schilfmatten und Röhrriechtwalzen eingelegt.

Siehe dazu auch das Mitteilungsblatt Nr. 1 vom April 2012 des Vereins für Ingenieurbioogie (ISSN 1422-0008)



# Protection des rives lacustres de la Grande Cariçaie

Michel Baudraz, Association de la Grande Cariçaie

Les zones marécageuses de la rive sud du lac de Neuchâtel forment le plus vaste écosystème riverain de Suisse. Leur valeur naturelle, reconnue à l'échelle nationale et internationale, a conduit à leur inscription dans plusieurs inventaires fédéraux de sites naturels d'importance nationale au cours des années 1980. Sept réserves naturelles couvrant environ 2'250 hectares composés de hauts fonds lacustres, de marais et de forêts alluviales, ont été délimitées et instituées en 2011 et 2002. Cette rive est soumise à l'action des courants lacustres, générés par les vents, qui arrachent et transportent les sables molassiques, modifiant sans cesse la forme du rivage. Certains secteurs subissent des reculs de rive atteignant 2 mètres par année. Alertés par ce phénomène, les organes en charge de la gestion des marais ont mandaté, en 1987, le Laboratoire de Recherches Hydrauliques, Hydrologiques et Glaciologiques (VAW) de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich (ETH) pour étudier ce phénomène. L'analyse devait permettre de prévoir l'évolution future de la Grande Cariçaie et de définir les mesures à prendre pour en assurer la conservation.

Le rapport final de cette étude concluait à la nécessité de combattre l'érosion (HUBER A. et al. 1993). Il suggérait de commencer cette lutte par un tronçon pilote à réaliser dans un secteur d'érosion active, sur le territoire communal de Cheseaux-Noréaz (VD). Un tel projet devait permettre d'apprécier l'efficacité spécifique de différents types d'ouvrages. En réponse aux conclusions du VAW, une Entreprise de correction fluviale (ECF-RSLN) a été instituée en avril 1995 par décision du Conseil d'Etat du canton de Vaud. Sa commission exécutive, composée de représentants de la fonction publique et d'entreprises privées, avait pour mission de diriger la planification et l'exécution des travaux de lutte contre l'érosion sur le tronçon pilote de Cheseaux-Noréaz. Les travaux comprenaient la mise en place d'ouvrages de protection différenciés par leurs dimensions, leurs matériaux et leurs positions sur la beine. Ils débutèrent en novembre 1997 et s'achevèrent en mai 2003. Le coût du projet, y compris les mesures d'accompagnement (études, suivis), s'est finalement élevé à environ 7'560'000.– pour 3 km de rive protégés.

Des suivis scientifiques, devant permettre d'évaluer l'efficacité des ouvrages, ont été mis en place dès 1996. Ils étudiaient l'évolution de la mécanique des ouvrages, de la bathymétrie de la beine, de la ligne de rive, de la sédimentologie et de la biologie (avifaune, macrofaune benthique, faune piscicole, végétation). Quelques conclusions peuvent aujourd'hui être formulées. L'établissement d'une zone d'eaux plus calmes à l'arrière des ouvrages est confirmé par l'accumulation de sédiments fins et de matière organique ainsi que par la colonisation des fonds lacustres par les macrophytes. Un ralentissement localisé du recul de la rive est également constaté. Bien qu'il soit difficile de pouvoir décrire les effets spécifiques de chaque ouvrage, certains d'entre eux semblent toutefois inadaptés pour le lac de Neuchâtel, comme les palissades à claire-voie, dont les fascines de saule ont été rapidement détruites par les courants lacustres. Les ouvrages en enrochements, les plus chers mais les plus stables, ont permis un piégeage localisé des sédiments, alors que les récifs artificiels en béton n'ont montré que peu d'effet.

# Réaménagement des lacs d'anciennes gravières de plaine du Rhône

Daniel Dévanthery, Service des routes et des cours d'eau Canton du Valais

## Situation

Le Rhône a charrié et déposé au fil des siècles jusqu'à plusieurs centaines de mètres d'alluvions dans la plaine valaisanne. A certains emplacements particulièrement propices, dont le nom rappelle parfois l'ancienne morphologie du Rhône (îles, sable, etc.), ces alluvions ont été exploitées par des gravières pour l'approvisionnement local en matériaux de construction. L'extraction des matériaux a eu pour corolaire de mettre à nu les nappes phréatiques et de faire naître une petite vingtaine de lacs, aujourd'hui considérés comme eaux de surface. Cette pratique en vigueur dans les années 1960 à 1990 est actuellement interdite par la LEaux et une remise en état s'impose (plaine = secteur Au de protection des eaux souterraines).

## Problématique et enjeux

Vu la disparition de la plupart des zones humides de plaine depuis 1850, les lacs de gravière ont un rôle écologique important pour restaurer la biodiversité menacée. De plus, leurs eaux rafraîchissantes au grand air sont très appréciées des baigneurs et le contexte alentours en pelouses ombragées se prête bien aux activités de loisir et délassément. Mais ces plans d'eau ne sont en l'état pas des milieux aussi diversifiés que des lacs d'origine naturelle notamment car leurs rives sont très abruptes et les profondeurs d'eau peu variées. Par ailleurs, le creusement dans les aquifères à des profondeurs allant jusqu'à 40m a supprimé les couches protectrices et modifié la circulation initiale de l'eau dans les nappes stratifiées. Afin de combler ces déficits multiples et d'améliorer la qualité des rives comme le demande la LEaux de 1991-2011, le remblayage partiel des plans d'eau avec des matériaux de qualité est la première étape de tout projet (propreté, granulométrie, stratification, couche protectrice). A cela s'ajoute bien entendu une réflexion globale au niveau de l'aménagement du territoire et des usages à orienter pour gérer la cohabitation entre milieux naturels et activités humaines. Dans ce sens, le projet de 3e correction du Rhône représente une opportunité temporelle et technique unique d'améliorer la valeur des lacs de nappe avec des garanties sur la qualité des matériaux et la mise en œuvre. Les objectifs légaux et sociétaux sont d'améliorer : la protection des eaux souterraines, l'écomorphologie des rives et fond lacustres, l'attractivité paysagère des plans d'eau, la sécurité des baigneurs et les autres activités socio-économiques présentes.

## Projets planifiés et/ou en cours de réalisation :

### 1) Ancienne gravière de Pramont – Aménagements nature (zone de protection)

La Commune de Sierre, par le Bureau pilote Drosera SA, a projeté la remise en état du site d'extraction par le biais d'un projet régional de compensation. Un plan d'aménagement détaillé (PAD) avec étude d'impact ont été élaborés pour légitimer les démarches spatiales et environnementales. Le projet est notamment en synergie avec le Réseau écologique cantonal (REC) et le projet de 3e correction du Rhône (R3). Une bathymétrie permet d'effectuer le suivi du remblayage (32'000m<sup>3</sup> au total, dont 10'000m<sup>3</sup> max/an). La préservation des espèces du site (dont écrevisses), le contrôle qualité des matériaux et le suivi de la nappe sont des exigences impératives à cette réalisation.

## Tagung Standortbestimmung - Aufwertung Seeufer, 7. Juni 2016, Luzern Journée Valorisation des rives lacustres - Etat des lieux, 7 juin 2016, Lucerne

### **2) Lacs de Chauderet et Sablière - Aménagements nature, paysage et détente**

La Commune de Collombey-Muraz, par les bureaux Drosera SA, Transportplan SA, FX-Marquis Sàrl, Priod-Dayer Sàrl, a projeté la mise en conformité et valorisation globale du site ainsi que le développement du centre équestre. Une modification du plan de zone (PAZ) fut nécessaire, puis l'élaboration d'un plan d'aménagement détaillé (PAD) avec étude d'impact sur l'environnement, et finalement certains éléments nécessiteront des autorisations de construire. Le projet est notamment coordonné et en synergie avec le REC et R3. Les défis du projet sont liés au remblayage (matériaux, stratification et stabilisation sous-lacustre, contrôle qualité), à la conciliation spatiale des intérêts et usages (profondeur des eaux et pêche, extension du manège, etc.), y.c. négociation avec les associations de protection de la nature.

### **3) Potentiel en cours d'étude : gestion des matériaux R3 et renaturation des lacs de nappe**

La 3e correction du Rhône génèrera d'importants excédents de matériaux compte tenu de l'élargissement et de l'approfondissement du fleuve. Diverses pistes sont investiguées tout d'abord pour réduire ces excédents (mise en œuvre échelonnée qui compte sur l'érosion par le fleuve en phase de chantier), ensuite pour leur stockage définitif sans diminuer les capacités des décharges existantes. Parmi ces pistes figurent la valorisation (vente sur le marché), la construction de digues intégrées (talus extérieur aménagé pour permettre une agriculture de production) et le réaménagement des anciens lacs de gravière. Le potentiel de stockage et de revitalisation de ces plans d'eau est très élevé, leur profondeur est parfois proche de 40 m et les surfaces de rives où peuvent se développer des milieux naturels très importantes.

Une petite vingtaine de lacs sont évalués à l'heure actuelle. Des démarches sont entreprises avec les collectivités concernées pour définir tout d'abord les vocations futures de ces plans d'eau, parfois sous forme d'un PAD, de même que des démarches techniques pour réunir les connaissances scientifiques nécessaires soit pour le projet d'aménagement soit pour les évaluations des impacts des projets d'aménagement. Certes, les contraintes quant à la qualité des matériaux en termes de granulométrie et physico-chimiques pour garantir l'écoulement et la qualité des eaux souterraines sont élevées. La faisabilité technique et financière doit encore être analysée. Le projet R3, de par sa taille et son organisation, offre les conditions-cadres pour garantir la maîtrise tant de la qualité que de la mise en place des matériaux.

#### **Auteurs :**

Romaine Perraudin Kalbermatter, hydrobiologiste de formation (Diplôme de biologie de l'Université de Genève en 1984). Ayant pratiqué pendant une 20aine d'années en indépendante dans le cadre de la protection et l'aménagement des cours d'eau. Depuis 2002, biologiste à la 3e correction du Rhône pour le Canton du Valais.

Dr Flavio Zanini, Biologiste - Master EPFL en Ingénierie et Management de l'Environnement, directeur du bureau Dosera Ecologie Appliquée SA et correspondant du KARCH pour le Valais romand. Actif dans le domaine de la planification territoriale, l'expertise nature-paysage, la revitalisation des cours d'eau et l'aménagement de biotope.

Daniel Devanthery, Ingénieur EPFZ en génie rural, durant 6 ans à l'OFEV pour l'assainissement des impacts de l'hydroélectricité sur les eaux. Depuis 2009 au SRTCE pour la protection contre les crues en Valais central, chargé des planifications cantonales de renaturation des eaux et du suivi des revitalisations pour l'ensemble du canton. Accompagnateur en montagne diplômé (Ecole de St Jean), avec brevet fédéral, organise des randonnées thématiques.



## Strandgut. Alles gut.

# Interdisziplinäres Projekt für intakte Seeufer

Hilmar Hofmann, Limnologisches Institut Universität Konstanz

### Zusammenfassung:

In den vergangenen Jahrzehnten konnte in zahlreichen Voralpenseen eine zunehmende Erosion der Sedimente der Flachwasserzone beobachtet werden. Im Bodensee sind durch diesen Prozess archäologische Unterwasserdenkmäler, die zum UNESCO-Welterbe zählen, bedroht.

Die Erosion der Sedimente ist vermutlich auf hydromorphologisch wirksame Eingriffe des Menschen zurückzuführen. Seen in Deutschland werden in unterschiedlicher und vielfältiger Weise genutzt. Hafenanlagen und Uferverbauungen sind die offensichtlichsten Eingriffe des Menschen in die Uferzone von Seen. Aber auch der Wassersport und die Schifffahrt beeinflussen Wellen, Strömungen und damit den Feststoffhaushalt (Erosion/Akkumulation), die Unterwasserfauna und die Unterwasservegetation.

Bislang sind die Auswirkungen der durch den Menschen verursachten – anthropogenen – Veränderungen in der Uferzone von Seen nicht hinreichend verstanden. Dies betrifft im Speziellen die komplexen Prozesszusammenhänge und deren Wechselwirkungen.

Das BMBF-ReWaM Verbundprojekt: HyMoBioStrategie basiert auf einem interdisziplinären Ansatz, der Wissenschaftler aus unterschiedlichen Fachrichtungen mit den Nutzern und Anwendern aus den verschiedenen Bundesländern, Bodenseegemeinden und Wasserbehörden vernetzt, um gemeinsam Wege zu intakten Seeufern zu erarbeiten.

Schwerpunkt des Verbundprojekts HyMoBioStrategie ist es, Lösungsvorschläge und Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Ufergestaltung unter Berücksichtigung der vorhandenen Nutzungsansprüche und Nachhaltigkeitskonflikte zu entwickeln.

HyMoBioStrategie wird im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme „Regionales Wasserressourcen-Management für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland (ReWaM)“ gefördert, die zum Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM) als Teil von „Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ (FONA) gehört. An dem interdisziplinären Verbundprojekt sind neben den beiden Arbeitsgruppen Umweltphysik und Aquatische Ökologie der Universität Konstanz weitere Partner beteiligt: Das Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg, das Fraunhofer Institut für Biomedizinische Technik, die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg und das Analyse- und Planungsbüro Lana Plan GbR sowie assoziierte Partner wie das Regierungspräsidium Tübingen, die Bodenseegemeinden Kressbronn und Hagnau, die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee, das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg, das Bayerische Landesamt für Umwelt, das Bayerische Landesamt für Denkmalpflege, die Arbeitsgruppe Bodenseeufer, der Landesfischereiverband Baden-Württemberg und der Kanton Thurgau.

# Einfluss von natürlichen und anthropogenen Faktoren auf littorale Fischbestände in mitteleuropäischen Seen

Timothy Alexander, eawag

Seen sind komplizierte Ökosysteme mit vielen untereinander verbundenen Lebensräumen. Fische sind durch ihre Mobilität ein wichtiges Bindungsglied zwischen littoralen, benthischen und pelagischen Lebensräumen. Die küstennahen Zonen sind speziell wichtig für Fische und die Vielfalt und Anzahl Fische sind oft grösser in diesen Habitaten als in anderen Abschnitten des Sees. Die meisten Fische, inklusive diesen, die wir typischerweise im offenen Wasser oder in der Tiefe finden, benötigen die oberflächlichen und ufernahen Gebiete zumindest für eine gewisse Zeitspanne pro Jahr. Viele Fischarten heften ihre Eier an ufernahe Felsstrukturen oder Pflanzen. Jungfische benötigen diese Zonen in den Sommermonaten um im warmem, hochproduktiven Wasser ihr Wachstum zu beschleunigen. Die hohe strukturelle Komplexität der Littoralzonen kann vor grossen Raubfischen Schutz bieten. Makroinvertebraten die in hoher Vielfalt in diesen Zonen leben sind eine gute Nahrungsquelle.

Die Fischbestände von grossen, tiefen Seen um die Alpen haben grossen ökologischen, kommerziellen Wert und einen grossen Erholungswert. Trotz schon lange bestehender Erforschung der Fischbestände dieser Seen, hat es noch nie eine systematische Erhebung mittels standardisierter Sammelmethode über alle grossen Seen gegeben. "Projet Lac" bemühte sich dies mit dem Ziel durchzuführen, die noch vorhandenen Fischarten zu beschreiben, die ökologischen Bedingungen zu beurteilen und die Einflüsse zu verstehen, die die diversen Umweltfaktoren auf die Fischbestände ausüben. Fischbestände im gesamten See wurden mittels Kiemennetzen sowie Elektrofischerei und Hydroakustik in mehr als 25 grossen Seen in Westfrankreich, der Schweiz, Süddeutschland, Österreich sowie Norditalien untersucht.

Als Teil der Project Lac Erhebungsmethode wurden Littoralhabitate mit GIS durch visuelle Inspektion und über Satelliten und Luftaufnahmen kartografiert. Abschnitte der Uferlinie wurden basierend auf Partikelgrösse in unterschiedliche lithische Habitattypen (z.B. Feinsediment, Sand, Kies, Geröll, Blöcke and Fels), biogene Habitattypen (z.B. Makrophyten, Schilf, Seerosen, Geäst /Totholz) und lotische Habitattypen (Zufluss, Ausfluss) eingeteilt. Uferabschnitte wurden zudem als naturnah oder durch menschlichen Einfluss stark modifiziert gekennzeichnet. Diese Habitatkarten bilden die Basis für zukünftige Erhebungen der Fischbestände in Littoralhabitaten.

Dieser Vortrag wird den Plan und die vorläufigen Resultate der Analysen präsentieren, um die Beziehung zwischen den Fischbeständen und den Charakteristika der Littoralhabitate basierend auf den Project Lac Daten zu untersuchen. Wir werden den Fokus auf den Einfluss natürlicher und anthropogener Faktoren legen, welche mit Änderungen der Fischbestände einhergehen. Charakteristika, die wir beurteilen, sind Anzahl der Fische und Biomasse der Fischbestände, Zusammensetzung der Fischbestände sowie Artenvielfalt. Dabei werden wir uns speziell auch auf wichtige Fischarten für Angler und für die kommerzielle Fischerei, sowie Indikatoren für die Gesundheit des Ökosystems konzentrieren. Dies möchten wir in Beziehung setzen zu den zuvor erwähnten Littoralhabitattypen, verbautem oder naturnahem Zustand des Habitats, struktureller Komplexität, Gefälle im Wasser und an Land, Art der Uferlandschaft, Präsenz einer puffernden terrestrischen Vegetation, Distanz zu Flussmündungen und Vorkommen anderer Fischarten.

Wir hoffen, dass die Resultate unserer Erhebungen zu sinnvoller Restoration der Seeuferhabitate beitragen kann und dadurch die Fischbestände im ganzen See positiv beeinflusst.

# Seeufer aus dem Blickwinkel der Archäologie

Marianne Ramstein, Archäologischer Dienst des Kantons Bern

Seit dem mittleren 19. Jahrhundert bilden die Pfahlbauten einen Fokus der archäologischen Forschung in der Schweiz. Die Reste von Siedlungen aus der Stein- und Bronzezeit am Seeufer erlauben einen überraschend detaillierten Einblick in die Besiedlungsgeschichte unserer Region in der Zeit von 4000 bis 800 vor Christus. Im dauerfeuchten Milieu der Seeufer konnten sich organische Materialien wie Holz, Knochen und Geweih, aber auch pflanzliche Fasern, die zu Textilien verarbeitet sind, erhalten. Daneben erlauben konservierte Samen und Früchte einen Einblick in die Ernährungsgewohnheiten der damaligen Menschen. Die im Seegrund erhaltenen Pfähle lassen die Rekonstruktion von Häusern und ganzen Siedlungsplänen zu.

Wegen ihrer überragenden Bedeutung als Zeugen vergangener Epochen wurden 111 Pfahlbaufundstellen in sechs Ländern im Jahr 2011 unter den Schutz der UNESCO gestellt. Sie bilden heute einen Teil des Welterbes und die beteiligten Länder sind in der Pflicht, dieses unersetzliche Kulturgut vor der Zerstörung zu schützen. Diese Aufgabe ist nicht immer einfach. Die Seeufer stehen heute im Zentrum verschiedenster Interessen, sei es als bevorzugte Wohnlage, Naherholungs- oder Naturschutzgebiet. Das unsichtbare Kulturerbe in der Flachwasserzone und im Uferbereich ist deshalb vielerorts von der unmittelbaren Zerstörung bedroht.

Bedeutende Einflussfaktoren sind dabei Seegrund- und Ufererosion durch Wellengang, sei er nun durch den Wind oder die Schifffahrt verursacht. Natürlich sind die Fundstellen auch durch Bauprojekte bedroht, zum Beispiel durch Ausbaggerungen für Häfen, aber auch feste Uferverbauungen oder die Entfernung derselben. Weitere Schäden entstehen etwa durch ankernde Schiffe, gründelnde Schwäne oder höhlengrabende Krebse.

Der Schutz dieser Fundstellen stellt die zuständigen Behörden vor echte Herausforderungen. Inzwischen sind verschiedene Lösungsansätze bekannt und getestet worden, darunter etwa die Überdeckung von Seegrundfundstellen mit Geotextil und einer Kiesschüttung oder die Uferaufschüttung bis über die seeseitigen Grenzen einer Fundstelle hinaus. Allerdings gibt es kein Patentrezept, das sich für jede Fundstelle anwenden lässt.

Um nachhaltige und an die jeweiligen lokalen Besonderheiten angepasste Lösungen zum Schutz der Seeuferfundstellen zu finden, ist eine enge und kreativ-konstruktive Zusammenarbeit zwischen den zuständigen Fachstellen für die Archäologie und den Naturschutz sowie den betroffenen Ufernutzern unerlässlich.

# Ökomorphologie Seeufer – eine Methode zur Erfassung und Bewertung

Klemens Niederberger, Aquaplus | Peter Reichert, eawag | Urs Helg, Bundesamt für Umwelt

Seit 1993 werden Methoden zur einheitlichen Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer der Schweiz erarbeitet (Modulstufenkonzept, MSK). Für die stehenden Gewässer fehlen solche abgestimmten Vorgaben bisher noch weitgehend. Mit der Änderung des Gewässerschutzgesetzes vom 1.1.2011 bestehen die Verpflichtungen zur Ausscheidung des Gewässerraums und zur Planung und Durchführung von Gewässerrevitalisierungen. Revitalisierungen haben unter Berücksichtigung des Nutzens für die Natur und die Landschaft sowie der wirtschaftlichen Auswirkungen zu erfolgen. Sie müssen strategisch geplant werden, wofür Grundlagen, insbesondere zum ökomorphologischen Zustand benötigt werden. Eine Methode zur morphologischen Erhebung des Uferbereichs an stehenden Gewässern erhält dadurch eine hohe Priorität.

Im Jahr 2013 wurde durch das BAFU ein Auftrag an externe Büros erteilt, eine solche Methode zu entwickeln. Im Rahmen einer Vorstudie sollte zuerst eine Übersicht über die im In- und Ausland bestehenden Ansätze und Vorgehensweisen zur Beurteilung der Uferbereiche von stehenden Gewässern gewonnen werden. Darin enthalten war auch eine Zusammenstellung und Evaluation der verschiedenen Untersuchungsparameter mit Aussagekraft, dem zeitlichen und logistischen Aufwand für deren Erfassung. Die Aufarbeitung und Analyse der unterschiedlichen Methoden hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für die schweizerischen Verhältnisse resultierte in einem Grobvorschlag für ein mögliches Set an Attributen und das in Frage kommende Erhebungsverfahren. Dabei zeigte sich, dass eine GIS-gestützte Interpretation von Luftbildern die Anforderungen für eine differenzierte, flächendeckende Beurteilung der ökomorphologischen Verhältnisse an Seeufern in höchstem Masse erfüllen dürfte.

Im Rahmen der anschliessenden Hauptstudie erfolgte die eigentliche Methodenentwicklung begleitet und ergänzt mit differenzierten Plausibilisierungs- und Testphasen. Auf der Basis der Vorüberlegungen wurden die Betrachtungsräume, die relevanten Attribute und ihre Ausprägungen mit der jeweiligen Zuweisung des Beeinträchtigungsgrades in fünf Stufen definiert. Zur Erfassung der Merkmale werden hochaufgelöste Orthofotos und Schrägluftbilder sowie eine definierte (digitalisierte) Uferlinie benötigt. Ausgehend von dieser Uferlinie können die verschiedenen Kompartimente bezeichnet werden: Flachwasserzone bis ca. 4 m Tiefe bzw. Rand der Halde / Uferlinie / Uferzone bestehend aus dem Uferstreifen von 15 m Breite und dem Hinterland mit einer Ausdehnung von weiteren 35 m. Jedes dieser Kompartimente wird mit mehreren Attributen lückenlos «beschrieben». Insgesamt liegen 12 Bewertungsattribute mit einer Vielzahl von distinkten Ausprägungen vor. Weitere Attribute beschreiben das Gewässer selbst oder beinhalten Zusatzinformationen. In der Erfassung wird die tatsächliche Ausdehnung berücksichtigt, es findet auf dieser Stufe keine «Durchschnittsbildung» für Uferabschnitte von definierter Länge und auch keine Umwandlung des Zustandes in eine Bewertung (unter Verlust der Hintergrundinformation) statt. Damit wird eine



## Tagung Standortbestimmung - Aufwertung Seeufer, 7. Juni 2016, Luzern Journée Valorisation des rives lacustres - Etat des lieux, 7 juin 2016, Lucerne

wichtige Vorgabe des Konzeptes für die Untersuchung und Beurteilung von Seen in der Schweiz (BAFU 2013) erfüllt und ein verbreiteter Mangel bei bestehenden Methoden vermieden.

Die Auswertung basiert auf einem Verfahren von hierarchisch organisierten Zielebenen, ausgehend von der Erfassung der Attribute auf der untersten Stufe und sukzessiver Aggregation der verschiedenen Betrachtungsräume bis hin zum Oberziel einer «naturnahen Ökomorphologie des Seeufers». Für jeden Uferabschnitt, sei es in Real-Ausdehnung oder aggregiert auf feste Einheiten von definierter Länge kann der Zielerreichungsgrad (für alle vorliegenden Zielebenen (bis hin zur Gesamtbewertung) auf der Uferlinie rund um das Gewässer dargestellt werden. Die Methodenentwicklung erfolgte in enger Zusammenarbeit in Form eines partizipativen Prozesses mit einer Begleitgruppe, bestehend aus Vertretern des Bundes, der Kantone und verschiedenen Organisationen.

In einem Handbuch sind alle Informationen über den Hintergrund und Bedeutung der Methode, die Attribute und Verfahrensschritte, die benötigten Grundlagen, das Bewertungsverfahren in Form einer Zielhierarchie sowie Beispiele für die Erfassung schwieriger Uferverhältnisse enthalten.

Das Handbuch soll demnächst publiziert werden.

Auftraggeber und Projektleitung: BAFU (S. Haertel-Borer)

Beauftragte Büros: Klemens Niederberger, AquaPlus (Zug); Peter Rey, HYDRA (Konstanz); Petra Teiber (ISF Langenargen).

Unterstützung GIS-Umsetzung durch das BAFU (U. Helg); Unterstützung in der Entwicklung des Bewertungsmoduls auf der Basis von Zielhierarchien durch die EAWAG (P. Reichert); Unterstützung Erstellung Methodenhandbuch durch das BAFU (S. Haertel-Borer) und E. Binderheim (Sponsolim).

# Ermittlung des potentiell natürlichen Ufer- raums

Markus Haberthür, Ambio

Mit Änderung der Gewässerschutzgesetzgebung im Jahre 2011 sind die Kantone verpflichtet, den Raumbedarf der oberirdischen Gewässer festzulegen (Artikel 36a GSchG). Bei stehenden Gewässern muss gemäss Artikel 41b Abs. 1 GSchV die Breite des Gewässerraums, gemessen ab der Uferlinie, mindestens 15 m betragen. Er muss erhöht werden, soweit dies zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes, des für eine Revitalisierung notwendigen Raums, aus überwiegenden Interessen des Natur- und Landschaftsschutzes (z.B. Schutz der Ufervegetation) oder für die Gewässernutzung erforderlich ist (Art. 41b Abs. 2 GSchV). Bisher existieren jedoch wenige fachliche Grundlagen, auf die bei der Festlegung eines erhöhten Gewässerraums bei stehenden Gewässern zurückgegriffen werden kann.

Ziel dieser Studie war daher, die Faktoren des natürlichen Uferbildungsprozesses zu bestimmen und eine allgemein gültige Formel abzuleiten, aus welcher der potenziell natürliche Uferraum (PNU) bestimmt werden kann. Dieser kann als eine Grundlage zur Ausscheidung des Gewässerraums nach Artikel 41b, Absatz 2 herangezogen werden.

Als Ergebnis einer Literaturrecherche wurden die Uferneigung, die Pegeldynamik, die Wasserleitfähigkeit des Bodens sowie die Tiefe des Wurzelraumes der Feuchte zeigenden Vegetation als Schlüsselfaktoren der Uferbildung identifiziert.

Für die Studie wurden schweizweit 68 Uferabschnitte mit natürlichen oder naturnahen Uferzonen an 55 Gewässern ausgewählt, welche bezüglich Grösse, biogeografische Region, Geländeneigung und Wasserspiegelschwankungen eine grosse Variationsbreite aufweisen. An diesen Gewässern wurde in verschiedenen Schritten die Ausdehnung der natürlichen Ufervegetation kartiert. Datengrundlage hierfür bildeten Ortho-Luftbilder der Swisstopo. Ergänzend wurden vorhandene Vegetationskarten und Grundwasserkarten beigezogen. Die erhobenen Daten verifiziert man stichprobenmässig und bei Unsicherheiten in der Luftbildinterpretation im Feld anhand von Zeigerpflanzen und Bodenparametern. Für die Auswertung der flächig erhobenen Uferzonen wurden anschliessend mittels GIS in regelmässigen Abständen orthogonal zur Uferlinie Transsekten gelegt. Anhand des digitalen Höhenmodells DTM-AV konnte die Länge wie auch die durchschnittliche Neigung des Ufers bestimmt werden. Nach einer weiteren Plausibilitätsprüfung der Daten wurden 2'699 Transsektdatensätze von 53 Gewässern für die Auswertung verwendet.

Der Median der Transsektlänge liegt bei 26 m (25%-Quartil 8 m, 75%-Quartil 104 m) und der Median der Höhendifferenz zwischen gewässer- und landseitigem Ufer bei 1.64 m (25%-Quartil 1.09 m, 75%-Quartil 2.29 m). Nach Prüfung der Werteverteilung der Transsektdatensätze wurden alle Datensätze mit Höhendifferenzen  $\leq 1.0$  m ausgeschlossen, da sie innerhalb der Ungenauigkeit des Höhenmodells  $\pm 0.5$  m liegen. Die weiteren Auswertungen erfolgten anhand verbleibender 2'115 Transsekten. Die an 21 Gewässern langjährig überwachten Pegelstände,

## Tagung Standortbestimmung - Aufwertung Seeufer, 7. Juni 2016, Luzern Journée Valorisation des rives lacustres - Etat des lieux, 7 juin 2016, Lucerne

weisen maximale Wasserpegelschwankungen (PHHW-PNNW) zwischen 1.13 m und 4.24 m und einen Median von 1.84 m auf. Die jährlich wiederkehrenden Pegeldifferenzen  $P1 - P_m$  liegen zwischen 0.35 m und 2.07 m, bei einem Median von 0.67 m.

Die erhobenen Parameter Seegrösse, Transsektlänge, Höhendifferenz der Transsektenden, Vegetationsdecke (Feld, Wald) und Wasserspiegelschwankung wurden auf bestehende Zusammenhänge untersucht. Keine Korrelation besteht zwischen Seegrösse und Uferbreite sowie Höhendifferenz und der Uferbreite. Hingegen besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Ufersteigung und Uferbreite. Daraus konnte geschlossen werden, dass ein oder mehrere Faktoren, deren Wirkung in der Höhe eng begrenzt ist (z.B. Pegelschwankung, Tiefe des Wurzelraums), bei der natürlichen Uferbildung eine Rolle spielen. Es zeigte sich, dass die landseitigen Transsektenden bei Waldvegetation rund 0.4 m höher liegen als bei Wiesenvegetation. Zwischen drei gewässerspezifisch untersuchten Parametern der Pegelschwankung und der mittleren Höhendifferenz der Transsekten besteht kein signifikanter Zusammenhang. Allerdings schneiden alle drei Regressionsgeraden die Ordinatenachse bei einer mittleren Transsektthöhe von rund 1.5 m.

Aus diesen Erkenntnissen wurde ein generelles Wirkungsmodell zur Bestimmung des potentiell natürlichen Uferraums abgeleitet, das einen mathematischen Zusammenhang zwischen Ufersteigung und Uferbreite sowie einer spezifischen Wirkungshöhe  $\Delta h$  des Seewasserpegels beschreibt. Die Wirkungshöhe wird einerseits durch den Teil des Uferbereichs bestimmt, der vom Pegelschwankungsbereich  $\Delta P$  überstrichen wird und andererseits durch den anschliessenden Uferbereich, dessen Wurzelraum vom landseitig korrespondierenden Grundwasserspiegel noch hydrologisch beeinflusst wird. Die Prüfung des Modells und die Eichung der Wirkungshöhe erfolgte an 15 Gewässern, von denen gesicherte Pegeldaten zur Verfügung standen.

Die Studie liefert als Endprodukt eine Formel, mit welcher bei bekanntem  $\Delta h$  und den Wiesen- und Waldflächen die potenziell natürliche Uferbreite im digitalen Höhenmodell bestimmt werden kann. Ein genereller Vorgehensvorschlag bei Gewässern mit erweitertem Gewässerraum sowie die einzelnen Arbeitsschritte bei einer Anwendung der Formel mittels GIS werden am Schluss ausführlich beschrieben. Zwei Anwendungstudien, eine gesamtschweizerische und eine für den Kanton Bern haben gezeigt, dass schweizweit 31% und im Kanton Bern 45% des so ermittelten PNU innerhalb von Gebieten liegen in denen Bauten und Düngung ausgeschlossen sind.