Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 98 (2006)

Heft: 4

Artikel: Erosionsprozesse und Uferstabilität an Seeufern : Resultate und Umfeld des Forschungsprojekts EROSEE. 1. Teil

Autor: Iseli, Christoph / Schleiss, Anton

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939363

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Erosionsprozesse und Uferstabilität an Seeufern – Resultate und Umfeld des Forschungsprojekts EROSEE

(1. Teil)

■ *Christoph Iseli, Anton Schleiss*

Zusammenfassung

Seeufer sind aus ökologischer Sicht wertvolle und multifunktionale Übergangsbiotope zwischen See und Land, aus sozioökonomischer Sicht bevorzugte Nutzungszonen und zwar sowohl an Land als auch auf dem Wasser. Aus wasserbautechnischer Sicht dagegen handelte es sich bis vor kurzem um die Wasserlinie, die das Land vom See trennt. Das Forschungsprojekt Erosee zielte darauf ab, diese wasserbautechnische Sicht zu erweitern und die hydraulischen und ökomorphologischen Prozesse der ganzen Seeuferzone mit einzubeziehen. Intakte Naturufer sind selten geworden und der Nutzungsdruck steigt beidseits der Wasserlinie. Unter diesen Voraussetzungen wird ein an die natürlichen Verhältnisse angepasster Wasserbau immer wichtiger. Im Rahmen des Projektes Erosee wurden Bemessungsgrundlagen für naturnahe Schutzbauten an Flachufern erarbeitet.

Résumé

D'un point de vue écologique, les rives lacustres sont des biotopes précieux et multi-fonctionnels qui repésentent des milieux de transition entre les lacs et les terrains voisins. D'un point de vue socio-économique, elles sont des zones de détente favorisées et cela non seulement sur les rives mais aussi sur l'eau. D'un point de vue technique, les rives lacustres ont été considérées souvent comme une simple ligne qui sépare l'eau du terrain. Le projet de recherche Erosee a eu comme objectif d'élargir cette vue restreinte et de l'étendre sur toute la zone riveraine en tenant compte également des processus hydrauliques et éco-morphologiques. Des rives naturelles et intactes sont devenues rares et leur utilisation comme zones de détente ne cesse d'augmenter. Sous ces contraintes, un génie aquatique adapté aux conditions naturelles devient de plus en plus important. Dans le cadre du projet de recherche Erosee, des bases de dimensionnement ont été développées pour des mesures appropriées de protection des rives de faible pente.

1. Schilfrückgang an europäischen Seen

Der quantitative Gewässerschutz war eine der ersten umfassenden Aufgaben im Umweltschutz, welche erfolgreich gelöst worden ist. Das Ziel bestand hauptsächlich in der Reduktion der Nährstoffbelastung des Seewassers. In den achtziger Jahren rückten auch die strukturelle Belastung der Seeufer und ganz allgemein die anthropogen bedingten Änderungen der Ökosysteme in den Vordergrund. Es fand eine allgemeine Sensibilisierung für weitere Umweltthemen statt.

Eines dieser Themen war der zumindest europaweit zu beobachtende Rückgang der aquatischen Röhrichte an Seeufern. Das Wirkungsgefüge, welches für die komplexen Prozesse dieser Entwicklung verantwortlich war, ist bis heute nicht restlos geklärt. Als direkte Folge des hohen Wissenstandes in der Limnologie wurde die Eutrophierung der Seen lange Zeit als hautpverantwortlicher Faktor für den Schilfrückgang betrachtet. Erst allmählich setzte sich die Erkenntnis durch, dass nicht nur chemisch-physiologische sondern neben anderen auch physikalisch-hydromorphologische Prozesse am Phänomen «Schilfrückgang» massgeblich beteiligt waren. Dadurch entstand ein interdisziplinärer Zusammenhang zwischen Biologie und Wasserbau.

2. Wandel des gesellschaftlichen Stellenwerts der Seeufer

Im zwanzigsten Jahrhundert sind überall in dicht besiedelten Regionen die Seeufer durch den Menschen besiedelt und umgestaltet worden. Der Nutzungsdruck auf die Ufer ist sowohl durch Siedlungsbau landseits wie auch seeseits durch den Bau von Infrastrukturanlagen für die Schifffahrt stark gestiegen (vgl. Gurtner 2003). In den letzten Jahrzehnten kam zudem ein markant steigendes Interesse an öffentlichen Uferflächen und -promenaden als weiterer Faktor dazu.

Im Kanton Bern äusserte sich dieser Wertewandel anfangs der achtziger Jahre in der erfolgreichen Volksabstimmung über das See- und Flussufergesetz, mit welchem die Seeufer vor weiterer Überbauung geschützt, der öffentliche Zugang zu den Seeufern mit Freiflächen und durchgehenden Uferwegen gefördert sowie die naturnahen Ufer erhalten und wenn möglich wieder hergestellt werden sollten. Seit der Inkraftsetzung dieses Gesetzes sind am Bielersee unzählige Ufergestaltungs- und Renaturierungsprojekte realisiert worden.

Die schweizerische Landesausstellung 2002 fand in der Dreiseenregion von Bieler-, Neuenburger- und Murtensee statt. Die Inszenierung dieses Ereignisses an verschiedenen Orten am, auf und mit dem Wasser war der Kern des Ausstellungskonzepts. Als Nachwirkung der Expo.02 spielen heute die Seen eine wichtigere Rolle im regionalen Standortmarketing.

Auch die jüngsten Bestrebungen, die prähistorischen Siedlungsreste der sog. Pfahlbauten auf die Unesco-Liste des Weltkulturerbes aufzunehmen, ist ein weiteres Indiz für den wachsenden gesellschaftlichen Stellenwert der Seeufer.

3. Wasserbau an Seeufern als unbekannte Disziplin

Wasserbau an Seeufern war bis vor kurzem mit dem Bau von Mauern oder Blocksatz

Bild 1. Renaturiertes Ufer am Bielersee (Erlenwäldli Ipsach).

Bild 2. Aufwertung einer Badebucht durch Kies/Sand-Vorschüttung, kombiniert mit dem Schutz prähistorischer Kulturschichten durch Blocksatz (Strandplatz Sutz).

gleichzusetzen. Er diente fast ausschliesslich der Gewinnung von Land und zu dessen Schutz vor Erosion. Im Unterschied zum Wasserbau an Fliessgewässern fand an den Seeufern bisher noch kaum ein Umdenken auf angepasstere und naturnähere Wasserbaumethoden statt, ja wurde Wasserbau überhaupt noch kaum methodisch aufgearbeitet. Eine Ausnahme bildet eine Publikation der Baudirektion des Kantons Bern von 1989 (Ingenieurgemeinschaft Iseli und Bächtold AG).

Gründe für diese Situation sind einerseits die Tatsache, dass es sich beim Wasserbau an Seeufern nicht um den Schutz vor Naturgefahren im Sinne des Risikomanagements handelt, womit das öffentliche Interesse an den Seeufern weniger offensichtlich ist. Andererseits ist die Zuständigkeit für die Seeufer auf verschiedenste Stellen aufgeteilt, was einen einheitlichen Zugriff auf die Seeufer stark erschwert: Im Kanton Bern sind für die Wasserfläche die Ämter Gewässerschutz, Natur, Wasserwirtschaft und Verkehr sowie die Polizei zuständig, für die landseitigen Uferflächen sind im Rahmen der Zonenplanung die Grundeigentümer zuständig, ebenso für den Wasserbau an der Uferlinie, über welchen das Tiefbauamt zudem die Oberaufsicht als Bewilligungsbehörde ausübt.

Die Ufer des Bielersees, welche durch die Seespiegelsenkung Ende des 19. Jahrhunderts entstanden sind, wurden vorwiegend in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts teilweise in aufwändiger Arbeit mit Blockwerk verbaut. Später sind nur noch einzelne Uferanpassungen wie z.B. in der Bieler Seebucht oder in La Neuveville (St. Joux) oder der Bau von Hafenanlagen, z.B. in Mörigen, Täuffelen und Erlach, realisiert worden. Alle diese Projekte bestanden aus Aufschüttungen von Seefläche und einer harten Verbauung der Uferlinie durch Blockwurf. Heute sind rund 40% der Flachufer am Bielersee mit harten Massnahmen befestigt.

4. Der Verein Bielerseeschutz (VBS) als Katalysator für den naturnahen Seeuferschutz in der Schweiz

Der Verein Bielerseeschutz wurde 1933 als Reaktion auf die zunehmende Bautätigkeit an den Seeufern und in den Rebbergen gegründet mit dem Ziel, die Landschaft am Bielersee zu erhalten und vor schädigenden Eingriffen zu bewahren. Dieses Ziel suchte er zu erreichen, indem er die Seegemeinden in diesen Bestrebungen unterstützte und eigene Projekte durchführte.

Er engagierte sich jeweils in denjenigen Bereichen, in welchen die Ziele noch nicht mit öffentlichrechtlichen Bestimmungen durchzusetzen waren. So zum Beispiel bei der Ausarbeitung von Schutzzonenplänen und Überbauungsordnungen in den dreissiger Jahren (lange vor dem Erlass des Raumplanungsgesetzes) oder durch den Bau von Uferwegen und den Kauf von Uferparzellen zur öffentlichen Nutzung (lange vor dem Erlass des See- und Flussufergesetzes). Das Schilf- und Uferschutzkonzept Bielersee (Iseli und Imhof 1987) diente den Gemeinden als Grundlage für die Erarbeitung der Uferschutzpläne in den neunziger Jahren, und mit dem Aufbau des «Landschaftswerks Bielersee», eines sozialen Betriebes, welcher die Landschaftspflege in den Seegemeinden ausführt, schaffte er neue Synergien zwischen sozialen und ökologischen Aufgaben.

Nachdem die Uferschutzpläne gemäss See- und Flussufergesetz erarbeitet waren, begleitete der VBS die Gemeinden bei der Realisierung der Ufergestaltungs- und Renaturierungsprojekte durch fachliche Beratung und Koordination, durch die Übernahme von Projektträgerschaften, durch Finanzhilfen aber auch durch eigene ausführende Tätigkeiten des Landschaftswerks. Dadurch wurde der VBS zum regionalen Kompetenzzentrum für den naturnahen Wasserbau an Seeufern.

Unter diesen günstigen Voraussetzungen – die wachsende Sensibilität für die gesellschaftlichen und ökologischen Aspekte der Seeufer, das kantonale See- und Flussufergesetz sowie die eingeübte Rolle des VBS als regionaler Koordinator – konnte der Bielersee bezüglich des was-

Bild 3. Bau einer Lahnung zum Schutz von Schilfbeständen (Mörigen).

Bild 4. Rückbau eines Blockwurfs (Strandbad Erlach).

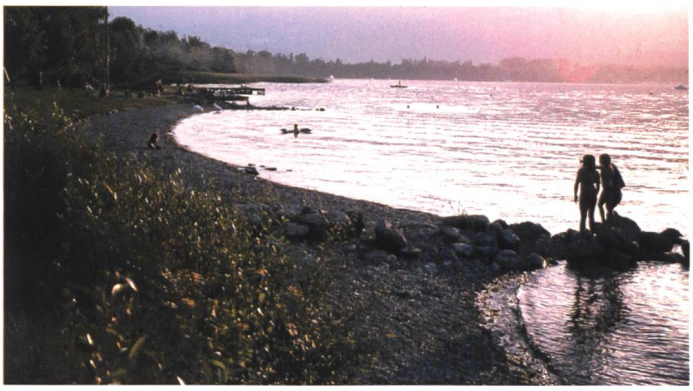


Bild 5. Neu gestalteter Seestrand (Strandbad Erlach).

serbaulichen Umgangs mit seinen Ufern zum Modell werden.

Eine Zusammenstellung der in den Uferschutzplänen und Realisierungsprogrammen der Seegemeinden vorgesehenen Massnahmen ergibt nämlich, dass am Südufer des Bielersees auf einer gesamten Länge von rund 8 km Massnahmen zum Schutz, Wiederherstellung oder Umgestaltung von naturnahen Flachufern geplant waren. Davon wurden seit Beginn der Realisierungen 1987 bis heute ca. 3,7 km oder 45% umgesetzt.

Neben diesen baulichen Investitionen sind auch der ingenieurbiologische Uferunterhalt und die Organisation der Pflege der naturnahen Ufer durch das Landschaftswerk (vgl. Lauper 2005) oder das Einsatz-Dispositiv für Schwemmholzereignisse zu erwähnen, welche zur Verbesserung der ökologischen Qualität der Bielerseeufer beitragen.

5. Fehlende Bemessungsgrundlagen als Motivation für das Forschungsprojekt Erosee

Bei dieser intensiven wasserbaulichen Tätigkeit am Bielersee wurden jedoch bald auch die bestehenden Wissenslücken ersichtlich. Bereits 1993 bei der Formulierung von möglichen Strategien für die Renaturierung von Seeufern (vgl. Iseli 1993) wurde klar, dass weder die hydromorphologischen Prozesse an den Seeufern noch die nötigen Bemessungsgrundlagen für den Bau von technischen Uferschutzmassnahmen genügend bekannt waren. 1995 organisierte der Verein Bielerseeschutz deshalb ein Hearing mit den betroffenen kantonalen Amtsstellen und verschiedenen Experten, an welchem das grosse, vorhandene Wissensdefizit bestätigt wurde. Die Zusammenfassung der Diskussion wurde in einem Thesenpapier in Form eines Fragenkatalogs publiziert (Iseli 1995 und 1996), welches die Grundlage bildete für weitere Vorbereitungsarbeiten für die Initiierung eines Forschungsprojektes.

Unter der Leitung des Vereins Bielerseeschutz wurden in der darauf folgenden Zeit die Fragen aus der Praxis gebündelt, die Kontakte zu Forschungsinstituten hergestellt, die Finanzmittel der Auftraggeberschaft organisiert und das Beitragsgesuch an die Kommission für Technologie und Innovation KTI erarbeitet. Dieses wurde im September 2001 eingereicht.

6. Partner des Projektes Erosee und deren Aufgaben

Das Forschungsprojekt Erosee basierte auf der engen Zusammenarbeit der beteiligten Finanzierungspartner (Tiefbauamt des Kantons Bern, Bundesamt für Umwelt BAFU (vormals BWG), Verein Bielerseeschutz VBS, Stiftung Landschaftsschutz Schweiz, Verein für Ingenieurbiologie), den beauftragten Forschungsinstitutionen (Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH) der ETH Lausanne und Berner Fachhochschule) sowie der beiden externen Experten.

Der VBS als Initiant des Projektes übernahm die Koordination und die administrative Programmleitung, während das LCH die wissenschaftliche Leitung innehatte.

Die Aufgabenteilung zwischen den einzelnen Projektpartnern zeigt die folgende Übersicht:

Aufgaben des Vereins Bielerseeschutz VBS

- Bündelung der Fragen aus der Praxis, Vermittlung zwischen Praxis und Forschung
- Beschaffung von Beiträgen der Auftraggeber, Mitfinanzierung
- Mithilfe beim Bau der Versuchsobjekte (je nach Objekt verschiedene Leistungen wie z.B. Beratung, Projektierung, Finanzierung oder Ausführung)
- Auswahl der Versuchsstandorte und -objekte
- Administrative Programmleitung, Leitung und Protokollierung der Sitzungen
- Kontakte zu anderen Seen
- Vorbereitung von Umsetzungsstrategien (Workshop, Wegleitung, Netzwerk)

Aufgaben der Berner Fachhochschule

- In-situ-Messungen an den Versuchsstandorten (Wind, Wellen, Bathymetrie, Untergrund)
- Entwicklung geeigneter Messtechniken
- Entwicklung von Methoden zur Datenauswertung
- Auswertung der Daten
- Bereitstellen der Grundlagen für die physikalische und numerische Modellierung
- Aufbau der Informationsplattform www.erosee.ch
- Formulierung von Anwendungshinweisen

Aufgaben des Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH-EPFL)

- Physikalische Modellierung (Wellenbecken)
- Numerische Modellierungen (Evaluation und Anpassung geeigneter Software)
- Kalibrierung der Modelle und Verifizierung anhand der Daten aus In-situ-Messungen
- Evaluation der massgebenden hydraulischen Prozesse und der Wirkfaktoren von Schutzbauten
- Ableitung von Übertragungsfunktionen (z.B. zwischen Winddaten und Wellenklima)
- Aufbereiten von Bemessungsgrundlagen
- Methodenentwürfe für eine ökomorphologische Uferbewertung und für die Evaluation von wasserbaulichen Massnahmen

7. Resultate des Projektes Erosee

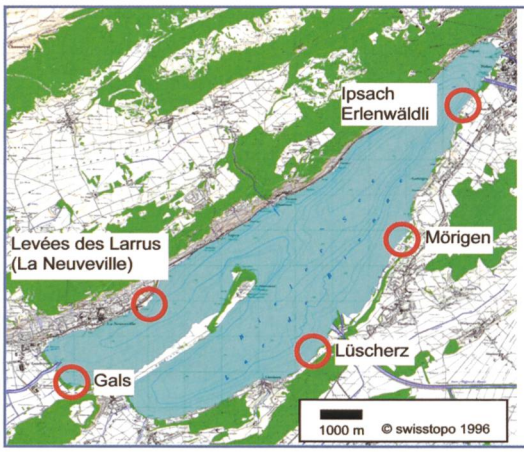
Ein genereller Überblick über die Resultate gibt *Tabelle 1*. Auf der Plattform «www.erosee.ch» sind sämtliche Projektberichte sowie die Publikationen aus der Projektphase zugänglich. Die für die Praxis re-

levanten Resultate und Empfehlungen wurden anlässlich einer Fachtagung einem breiteren Publikum vorgestellt. Ein Tagungsband (Schleiss 2006) mit Beiträgen der am Projekt beteiligten Personen fasst die Erkenntnisse zusammen.

Basierend auf Feldmessungen, hydraulischen Modellversuchen sowie numerischen Modellierungen wurden wissenschaftlich belegte Bemessungsgrundlagen für naturnahe, nachhaltige Massnahmen zum Schutz von Seeufern vor Erosion erarbeitet. Die massgeblichen Einflussfaktoren wie Bathymetrie (Seebodentopographie), Sedimenteigenschaften, Wind- und Wellenklima wurden in Feldmessungen an fünf verschiedenen Versuchsstandorten am Bielersee ermittelt. Diese Messungen hatten zum Ziel, die Wechselwirkungen zwischen Schutzmassnahmen und Wellen zu quantifizieren, um anschliessend die numerischen und physikalischen Modellierungen eichen zu können.

Am Beispiel des Bautyps Lahnung wurde das Verhalten naturnaher Uferschutzmassnahmen unter realen Bedingungen untersucht. Lahnungen bestehen aus Holzpfahlreihen und Faschinen aus Weidenzweigen. Zur Bestimmung der Wellendämpfung wurden die Wellenhöhen vor und hinter der Lahnung gemessen. Der Transmissionskoeffizient KT beschreibt das Verhältnis der Wellenhöhe der transmittierten Wellen zu jenen der ankommenden Wellen und ist damit ein Mass für das Dämpfungsvermögen der Lahnung. Die wellendämpfende Wirkung hängt vor allem von der Porosität der Faschine ab. Die Porosität wird durch die Packungsdichte und Zusammensetzung der Weidenzweige bestimmt und ist somit eine Funktion des Alters und des Materialzustandes. Wellenmessungen im Bereich von Lahnungen wurden während eines Zeitraumes von insgesamt zwei Jahren an Faschinen unterschiedlichen Alters durchgeführt, so dass die Wirksamkeit von Faschinen praktisch für deren gesamte Lebensdauer in-situ untersucht werden konnte. Es zeigte sich, dass die Wirksamkeit einer Lahnung des untersuchten Bautyps bereits nach zwei Jahren deutlich abnimmt.

Der Verein Bielerseeschutz hat seit 1985 innovative Schutzmassnahmen entwickelt und an verschiedenen Standorten realisiert, um natürliche Uferabschnitte zu schützen und künstliche zu renaturieren. Dabei kommen am Bielersee vor allem Kiesvorschüttungen, Lahnungen, Pfahlreihen (Palisaden), Wellenbrecher und Buhnen zur Anwendung. Für Lahnungen,



Ipsach Erlenwäldi
Wellenbrecher, Kiesschüttung

Mörigen
Lahnungen

Lüscherz
Palisade, Buhnen, Kiesschüttung, Lahnung

Gals
Wellenbrecher, Buhnen, Kiesschüttung

Levées des Larrus
natürliches Kiesufer, keine Schutzmassnahmen realisiert

Bild 6. Versuchsstandorte am Bielersee mit bestehenden Seeuferschutzmassnahmen.

Pfahlreihen und Kiesvorschüttungen wurde mit numerischen und physikalischen Modellen der Einfluss der Wellen und der Schutzmassnahmen auf den Prozess der Ufererosion untersucht, um allgemein anwendbare Bemessungsgrundlagen erarbeiten zu können.

Die physikalische Modellierung erfolgte in einem 10 × 6 m grossen Wellenbecken des LCH-EPFL. Die Lahnungen und Pfahlreihen wurden in Kunststoff auf der naturgetreu nachgebildeten Seetopographie des Bielersees im Massstab von etwa 1:15 angebracht. Die Resultate dieser hydraulischen Modellversuche wurden zur Eichung des numerischen Modells verwendet. Dieses basiert auf dem 2-dimensionalen Berechnungsprogramm MIKE 21.

Allgemeines Vorgehen bei der Evaluation und Umsetzung eines Wasserbauprojektes an Seeufern	**Anwendbare Resultate des Projekts EROSEE**
1. Seespezifische Grundlagen	
Geologische und topografische Grundlagen	
Sedimenthaushalt	
Wasserstandsschwankungen	
Wind- /Wellenklima	Übertragung der Windstatistik in Wellenstatistik Numerische Modellierung Wellenatlas Bielersee
Raumplanerische Rahmenbedingungen	
Ökologische Rahmenbedingungen	Ökomorphologische Uferbewertung (Entwurf einer Methode)
2. Projektierungsgrundlagen	
Analyse des Projektgebiets	
Ökomorphologischer Zustand	Ökomorphologische Zustandserhebung (Methode)
Bisherige und geplante Nutzung	
Analyse der Defizite	
Auswahl der Handlungsstrategie	
Festlegen der Schutzziele (inkl. Periodizität)	
Schutzkonzept	
3. Hydraulische und wasserbautechnische Rahmenbedingungen	
Wind-, Wellenverhältnisse	IDF-Diagramme (Intensität, Dauer, Frequenz) Berechnungsmethode
Bemessungswelle (Richtung, Höhe, Periode)	
Bathymetrie / Topografie	konkrete Beispiele an Versuchsstandorten
Sediment / Korngrössenverteilung	konkrete Beispiele an Versuchsstandorten
Strömungsverhältnisse	
4. Schutzkonzept	
Wahl der Schutzmassnahmen	Übersicht über verschiedene Konzepte Beschreibung von einzelnen Bautypen
Wasserbauliches Design (räumliche Anordnung der Bautypen)	
Optimierung	Numerische Modellierung
5. Bemessung der Bautypen	
Dimensionierung der einzelnen Bautypen	Bemessungsgrundlagen für konkrete Beispiele
6. Realisierung	
Bauausführung	Beschreibung von Ausführungstechniken
7. Controlling	
Wirkungskontrolle	Bathymetrische Vermessung, Geländemodell
Stabilitätskontrolle	
Unterhalt	Unterhaltshinweise

Tabelle 1. Überblick über die anwendbaren Resultate des Forschungsprojekts Erosee, dargestellt entlang eines allgemeinen Vorgehens zur Erarbeitung eines Wasserbauprojektes an Seeufern.

Eine zusätzliche Eichung und Überprüfung des Modells erfolgte mit den Resultaten der In-situ-Messungen (Wellen, Bathymetrie), welche von der Berner Fachhochschule durchgeführt wurden. Die Resultate der numerischen Modellierungen erlaubten allgemein gültige Bemessungsregeln aufzustellen, welche die Funktionsfähigkeit der Uferschutzmassnahmen kurz-, mittel- und langfristig garantieren können.

Als abschliessende Überprüfung wurde das numerische Modell für den stark erodierten und gut dokumentierten Uferabschnitt in Prévérenges am Genfersee eingesetzt. Dieses Fallbeispiel erlaubte es wertvolle Erfahrungen mit dem Programm zu sammeln und seine numerischen Möglichkeiten bei der Nachbildung von Wellen und Sedimenttransport im Uferbereich sowie von Ufererosionen zu überprüfen.

Die Resultate des Forschungsprojektes schliesslich erlauben es dem auf dem Gebiete des Seeuferschutzes praktisch tätigen Ingenieur folgende Fragen zu beantworten:

- Wie wird das für ein Seeuferschutzprojekt massgebende Windregime bestimmt und wie wird die massgebende Wellenhöhe bestimmt?
- Welche naturnahen Schutzmassnahmen sind am besten geeignet?
- Wie werden Schutzmassnahmen wie Kiesvorschüttung, Wellenbrecher, Lahnungen und Pfahlreihen bemessen?
- Welches ist ihre optimale Anordnung?
- Wie müssen die Schutzmassnahmen unterhalten werden?
- Wie kann der ökologisch-morphologische Zustand eines Seeufers beurteilt werden?

8. Schlussfolgerungen und Ausblick

Der gesellschaftliche Stellenwert der Seeufer wird weiter zunehmen. Anzeichen dafür sind z.B. der steigende Wert von Uferliegenschaften und die grosse Zahl von Projekten zur Gestaltung von öffentlichen Zonen.

Der ökologische Stellenwert wird voraussichtlich ebenfalls steigen. Denn einerseits sind die natürlichen Ufer mit ihren von Grundwasser und Hochwasser beeinflussten Auengebieten ökologisch ausserordentlich wertvoll und in ihrer Ausdehnung gleichzeitig äusserst begrenzt, weshalb diese schon heute zu den gesetzlich am besten geschützten Biotopen gehören. Andererseits ist die Flachwasserzone oder das Litoral die biologisch aktivste Zone der Seen, weshalb die Erhaltung und Aufwertung ihrer Qualität einen wichtigen Beitrag zum qualitativen Gewässerschutz darstellt.

Die Gesamtlänge der Flachufer an den grösseren und mittleren Seen in der Schweiz beträgt rund 400 km. Sowohl der bauliche Unterhalt an bestehenden Uferverbauungen, wie auch Sanierungen, Neugestaltungen und ökologische Aufwertungsmassnahmen an Seeufern verursachen Kosten in einer Höhe, welche es rechtfertigt, weiter an der Optimierung von wasserbaulichen Eingriffen zu arbeiten. Umgekehrt sind der Schutz und die Aufwertung der naturnahen Auengebiete und Flachwasserzonen eine komplexe und anspruchsvolle Aufgabe, für deren Lösung noch viele offene Fragen bearbeitet werden müssen.

All diese Feststellungen weisen darauf hin, dass die Seeufer in Zukunft noch vermehrt als Einheit betrachtet werden sollten. Beispiele für Bestrebungen, welche in diese Richtung zielen sind das Aktionsprogramm Bodensee 2004 bis 2009 oder das Projekt Vision Zürichsee 2050. Gerade auch der Bielersee würde sich aufgrund der detaillierten und flächendeckenden Uferschutzplanungen und der darin verankerten Realisierungsprogramme bestens als Modell eignen, um eine Methode für ein nachhaltiges Uferentwicklungsprogramm auszuarbeiten und konkret an einem Beispiel anzuwenden. Noch fehlt es also nicht an Forschungsaufgaben oder an Themen für Diplomarbeiten.

Im Spannungsfeld von (öffentlicher) Nutzung und ökologischer Aufwertung der Seeufer sowie der wasserbaulichen Umsetzung besteht ein grosses Optimierungspotenzial. Erosee war ein erfolgreicher Versuch, die anstehenden Forschungsangaben systematisch anzugehen und hat konkret anwendbare Resultate geliefert. Es hat aber auch aufgezeigt, dass ein Optimierungspotenzial weiterhin besteht und nur mit der Weiterführung von angewandter und praxisorientierter Forschung ausgeschöpft werden kann.

Verdankung

Das Forschungsprojekt Erosee wurde von der Kommission für Technologie und Innovation (KTI-CTI) unterstützt (Nr. 5760.1). Weitere finanzielle Partner des Projektes waren: Tiefbauamt des Kantons Bern, Bundesamt für Wasser und Geologie (BAFU), Verein Bielerseeschutz VBS, Stiftung Landschaftsschutz Schweiz, Verein für Ingenieurbiologie.

Bibliographie

Gurtner, Y. (2003): Les rives des lacs: entre milieu naturel et aménagements anthropiques. Etat des lieux des rives du lac de Bienne. Travail de diplôme. Institut de Géographie, Université de Lausanne.

Ingenieurgemeinschaft Iseli & Bächtold AG (1989): Naturnahe Flachufer an Seen, Massnahmen zu ihrer Erhaltung und Wiederherstellung. Baudirektion des Kantons Bern, Arbeitsunterlage SFG.

Iseli, Ch. (1993): Ufererosion und Schilfrückgang am Bielersee, Möglichkeiten und Strategien der Uferrenaturierung. In: Ostendorp, W., Krumscheid-Plankert, P. (Hsg): Seeuferzerstörung und Seeuferrenaturierung in Mitteleuropa. Limnologie Aktuell (Stuttgart) 5:103–112.

Iseli, Ch. (1995): Erhaltung und Wiederherstellung naturnaher Ufer am Bielersee: Wie weiter? Aktuelle Probleme aus der Sicht des Wasserbaus. In: Zehn Jahre Schilf- und Uferschutzmassnahmen am Bielersee. Schriftenreihe Verein Bielerseeschutz 4:50–57.

Iseli, Ch. (1996): Maintien et rétablissement des rives naturelles du lac de Bienne: que faire? Problèmes actuels vus sur le plan de la construction hydraulique. In: Ramseyer, D., Roulière-Lambert, M.J. (Ed.) (1996): Archéologie et érosion. Mesures de protection pour la sauvegarde des sites lacustres et palustres. Acte de la rencontre internationale de Martigny (29.–30.9.1994). Centre Jurassien du Patrimoine, Lons-le-Saunier.

Iseli, Ch., Imhof, T. (1987): Bielersee 1987, Schilfschutz, Erhaltung und Förderung der Naturufer. Schriftenr. Ver. Bielerseeschutz 2.

Lauper, G. (2005): Plan de gestion des rives du lac de Bienne. Travail de diplôme. Ecole d'Ingénieurs de Lullier, Gestion de la Nature.

Schleiss, A. (Ed.) (2006): Bases de dimensionnement des mesures de protection des rives lacustres/Bemessungsgrundlagen für Massnahmen zum Schutz von Flachufern an Seen. Communication Laboratoire de Constructions Hydrauliques LCH 27, Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne

Anschrift der Verfasser

Christoph Iseli

Iseli & Bösiger – Wald, Landschaft, Wasserbau

Aarbergstrasse 91, CH-2502 Biel/Bienne

+41 32 328 11 44

christoph.iseli@iseli-boesiger.ch

Prof. Dr. *Anton Schleiss*

Laboratoire de Constructions Hydrauliques (LCH)

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), CH-1015 Lausanne, Suisse

+41 21 693 23 85, http://lchwww.epfl.ch

anton.schleiss@epfl.ch