

## Neue Bemessungsgrundlagen für naturnahen Wasserbau an Seen

*Christoph Iseli und Anton Schleiss*

**Im Unterschied zum Wasserbau an Fließgewässern fand an den Seeufern bisher noch kaum ein Umdenken auf angepasste und naturnahe Methoden statt. Intakte Naturufer an Seen sind aber selten geworden und der Nutzungsdruck steigt beidseits der Wasserlinie. Unter diesen Voraussetzungen werden ein integrales Seeufermanagement und ein an die natürlichen Verhältnisse angepasster Wasserbau immer wichtiger. Das Forschungsprojekt EROSEE liefert Bemessungsgrundlagen.**

Im zwanzigsten Jahrhundert sind die Seeufer durch den Menschen intensiv umgestaltet worden. Der Nutzungsdruck auf die Ufer ist sowohl landseits wie auch seeseits stark gestiegen. In den letzten Jahrzehnten kam ein wachsendes Interesse an öffentlichen Uferflächen und –promenaden dazu.

So wie der gesellschaftliche Stellenwert der Seeufer wird auch der ökologische weiter zunehmen. Denn einerseits sind die natürlichen Ufer mit ihren Auengebieten ökologisch außerordentlich wertvoll, weshalb sie 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 Gewässerschutz darstellt.

Die Gesamtlänge der Flachufer an den größeren und mittleren Seen in der Schweiz beträgt ungefähr 400 km. Der bauliche Unterhalt an bestehenden Uferverbauungen, Neugestaltungen von Uferbereichen sowie ökologische Aufwertungsmaßnahmen an Seeufern verursachen einen entsprechend hohen Aufwand. Bei der wasserbaulichen Umsetzung der Ziele im Spannungsfeld von öffentlicher Nutzung und ökologischer Aufwertung besteht aber noch ein großes Optimierungspotenzial.

Der Verein Bielerseeschutz wurde als Reaktion auf die zunehmende Bautätigkeit an den Seeufern ge-

gründet mit dem Ziel, die Landschaft am Bielersee zu erhalten und vor schädigenden Eingriffen zu bewahren [www.landschaftswerk.ch](http://www.landschaftswerk.ch). Dieses Ziel suchte er z. B. zu erreichen, indem er die Seegemeinden bei der Umsetzung des bernisch kantonalen See- und Flussufergesetzes und der Realisierung der Ufergestaltungs- und Renaturierungsprojekte unterstützte durch fachliche Beratung, durch die Übernahme von Projektträgerschaften, durch Finanzhilfen, aber auch durch eigene ausführende Tätigkeiten.



Abb. 1: Renaturiertes Seeufer am Bielersee (Ipsach)

### Das Forschungsprojekt EROSEE

Mit zunehmender Erfahrung im naturnahen Wasserbau wurden jedoch auch die bestehenden Wissenslücken deutlich. So wurde klar, dass weder die hydro-morphologischen Prozesse an den Seeufern noch die nötigen Bemessungsgrundlagen für den Bau von naturnahen Uferschutzmassnahmen genügend bekannt waren. Der Verein Bielerseeschutz initiierte deshalb das Forschungsprojekt EROSEE, welches die dringendsten Fragen beantworten sollte.

## Resultate des Projektes EROSEE

Mit Hilfe von In-situ-Versuchen am Bielersee, physikalischen Modellversuchen im Wellenbecken und numerischer Modellierung wurden Bemessungsgrundlagen für naturnahe Uferschutzmassnahmen erarbeitet. Ein genereller Überblick über die Resultate gibt Tabelle 1. Auf der Plattform [www.erosee.org](http://www.erosee.org) sind sämtliche Projektberichte sowie die Publikationen aus der Projektphase zugänglich. Die für die Praxis relevanten Resultate und Empfehlungen wurden anlässlich einer Fachtagung am 18.5.2006 einem breiteren Publikum vorgestellt. Die Beiträge im Tagungsband (SCHLEISS 2006) fassen 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, 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.



Abb. 2: Bau einer Lahnung zum Schutz von Schilfbeständen (Mörigen)

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 Bühnen zur Anwendung. Für Lahnungen, Pfahl-

reihen 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 x 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. 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 Prévéranges 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?

## Umsetzung und Ausblick

Für Fließgewässer wurden bereits umfangreiche naturwissenschaftliche und wasserbauliche Grundlagen erarbeitet. Die Praxis kann sich auf ein breites Fun-

dament von Richtlinien und Wegleitungen abstützen. Für den Wasserbau an Seeufern dagegen existiert kaum ein Gerüst, welches eine gesamtheitliche Betrachtung in der Praxis gewährleisten würde. Das Projekt EROSEE stellt zwar erste Bemessungsgrundlagen zur Verfügung. Die ökomorphologische Bewertung der Seeufer, die Herleitung des Handlungsbe-

darfs und die Festlegung des Raumbedarfs, die Abstimmung mit der Raumplanung, die Evaluation der Schutzkonzepte und die Umsetzung in wasserbauliche Projekte sollten jetzt aber noch weiter aufgearbeitet und z.B. in einer Wegleitung zusammengefasst werden.

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

Tabelle 1: Überblick über die anwendbaren Resultate des Forschungsprojekts EROSEE, dargestellt anhand eines allgemeinen Vorgehens zur Erarbeitung eines Wasserbauprojektes an Seeufern

Die Zuständigkeiten bei den Seeufern sind in der Schweiz sehr dezentral geregelt. Für alle Behörden und Fachleute, welche in den Bereichen Seeufer-schutz und Seeufermanagement tätig sind, bleibt das Thema ein Randthema und eher sekundäres Tätigkeitsgebiet. Ein Kompetenzzentrum Seeufer lässt sich in der Schweiz deshalb nur in Form eines Netzwerks aufbauen. Denkbar ist eine informelle 'Institutionalisierung', z.B. als Arbeitsgruppe unter dem Patronat einer national tätigen Organisation. Dies könnte mithelfen, die nachhaltige Seeuferentwicklung als selbständiges Thema zu stärken und den interdiszip-

linären Austausch zwischen wasserbaulichen, ökologischen und gesellschaftlichen Fragen rund um die Seeufer zu fördern.

SCHLEISS, A. Hrsg. (2006): Bemessungsgrundlagen für Massnahmen zum Schutz von Flachufern an Seen. Communication du Laboratoire de Constructions Hydrauliques LCH 27, Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne.