

Bätzimatt am Zürcher Obersee – Rettung einer Insel vor der Wellenerosion

Andreas Huber, Markus Jud

1 Vorgeschichte

Der heutige Linthkanal ist die Verbindung des Walensees mit dem Obersee, wo er südlich von Schmerikon einmündet. Links des Kanalendes und dem Buechberg befindet sich eingerahmt zwischen ein paar Inseln und dem Kanaldamm ein mehrere Hektaren grosser Baggersee. Das unter Naturschutz stehende Gebiet von nationaler Bedeutung heisst Bätzimatt.

In den vergangenen zwei Jahrhunderten hat sich in dieser Gegend einiges verändert. Im Zuge der Linthkorrektion ist aus dem wilden Gebirgsfluss aus dem Glarnerland ein geschiebefreier und gestreckter Wasserlauf mit klarem Abfluss geworden. Die Verwirklichung des eigentlichen Linthwerkes unter Hans Konrad Escher nahm ihren Anfang 1807. Die Linth wurde bereits 1811 über den neu erstellten Escherkanal in den Walensee übergeleitet. Sie hatte der Bevölkerung bis dahin häufig Wassernöte beschert. Die Erstellung des Linthkanals zwischen Walensee und Obersee dauerte länger (Abb.1). Das unterste Teilstück von Grynau bis zum Zürichsee wurde erst 1866 begonnen und 1910 fertiggestellt. Die natürlichen Mündungsarme im Deltagebiet wurden im Kanal zusammengefasst. Das linksseitige Deltagebiet der Bätzimatt verlandete mit feinen Sedimenten. Die noch bestehenden, ehemaligen Mün-



Abbildung 2: Blick nach Süden auf das Gebiet der Bätzimatt. Rechts aussen der Obersee, daneben die gerettete Westinsel, Baggersee auf der linken Bildseite, im Hintergrund der Fuss des Buechberges, vorne die Nordinsel, welche den Baggersee vom Linthkanal trennt

dungsinseln des Flusses sind Zeugen dieser Zeit.

Auf die Wasser- und Geschiebeführung der Linth hatten diese Eingriffe nachhaltige Auswirkungen. Nach 1811 erhielt die Linth keinen Geschiebenachschub mehr, und das Abflussregime war ausgeglichener dank dem Rückhalt des Walensees. Vor der Korrektion lag dessen höchster Spiegel gemäss J.G. Tulla auf Kote 426,62, nachher anlässlich des 100-Jahr-Ereignisses von 1999 auf

Kote 422,16. Mit der Absenkung der höchsten Walenseespiegel um etwa 4,5 m verringerte sich das Gefälle im 17 km langen Linthkanal zwischen den beiden Seen von 1,15% auf ca. 0,89%. Schon vor der Korrektion war die Linth nicht imstande gewesen, großes Geschiebe bis in den Obersee zu befördern. Sie lagerte Geröll und Steine bereits zwischen Niederurnen und Ziegelbrücke ab und erhöhte so die Lage ihres Bettes stetig. Bis zum Obersee wurde das noch transportierte Korn zunehmend feiner. Im Bereich der Linthmündung bei Schmerikon ist der Untergrund feinsandig. Vom Ende des 19. Jahrhunderts bis in die 20er-Jahre des letzten Jahrhunderts hat das Unternehmen KIBAG aus diesen Ablagerungen Blausand gewonnen, und entstanden ist der grosse Baggersee, der die Landschaft bereichert und von den Bootsfahrern gerne besucht wird. Der Baggersee wird durch drei Inseln gegen den Obersee und den Linthkanal abgegrenzt (Abb. 2 und 3). Die Inseln liegen auf dem feinen Untergrund und sind des-



Abbildung 1: Stich Linthebene 1811, Zustand vor und nach der Linthkorrektion. Das letzte Teilstück des Linthkanals von Grynau bis zum Obersee wurde erst nach 1866 kanalisiert. Zu beachten ist das Delta mit der verzweigten Einmündung in den Obersee (aus Wikipedia)

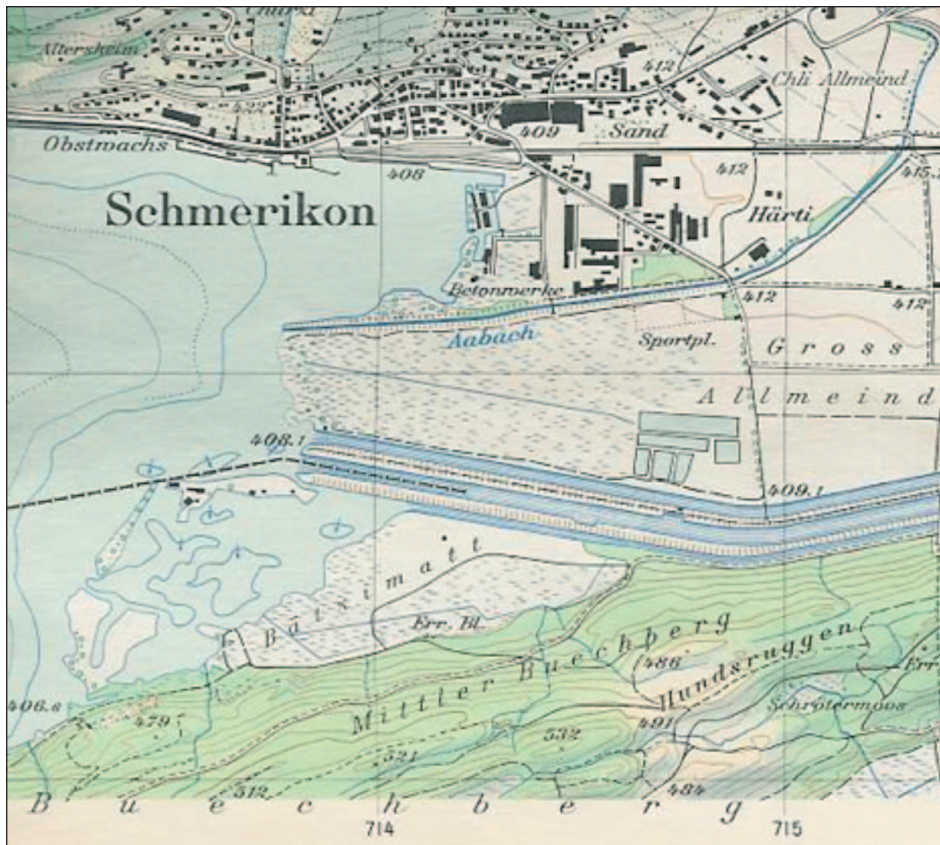


Abbildung 3: Das Mündungsgebiet des Linthkanals mit den Inseln, dem Baggersee und dem Riedland Bätzimatt. Parallel zum Linthkanal verlaufen der linke und der rechte Seitengraben

halb erosionsgefährdet. Die mittlere dieser Inseln ist besonders gegenüber den Wellen des Westwindes exponiert. Seit dem 22. April 1420 ist die Bätzimatt im Besitz der Ortsgemeinde Schmerikon, liegt aber auf dem Hoheitsgebiet der politischen Gemeinde Tuggen im Kanton Schwyz. Die Bätzimatt mit den Inseln ist in der Liste der Landschaften von nationaler Bedeutung und somit im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler aufgeführt. Die Inseln sind zudem ein Erholungsgebiet, wo die Ortsgemeinde kleine Grundstücke verpachtet. Nachdem die kanalisierte Linth keine Sedimente mehr dem Zürichsee zuführte, setzte die Erosion der feinsandigen Flachufer ein. Die Uferlinien bildeten sich allmählich zurück, ein Prozess, der auch an andern Seen mit kanalisiertem Zuflüssen zu beobachten ist. Ähnliche Beispiele finden sich etwa bei der Reussmündung in den Vierwaldstättersee, bei der Rhonemündung in den Genfersee und beim Rheindelta am Bodensee. Die rund 100 Jahre alten Inseln in der Bätzimatt erfüllen eine wichtige Funk-

tion als Wellen- und Sichtschutz. Die längliche Westinsel schützt die hintere Bätzimatt vor der Erosion und hilft mit, den Landverlust einzudämmen. Diese Insel ist aber selbst durch den Wellenschlag, insbesondere jenen der Stürme, und durch die Seeregulierung gefährdet. Vor allem das Westufer erlitt Unterspülungen und einen beträchtlichen Landabtrag. Das Hochwasser 1999, mit einem Seespiegelanstieg von mehr als einem Meter im Vergleich zum Mittelwasserstand, verschärfte die Situation zusätzlich. Die Pächter wurden des kritischen Zustandes der Insel gewahr

und versuchten vorerst den Abtrag mittels mehr oder weniger wirksamen Verbauungen zu stoppen. Die Wellen drohten die bereits sehr schmal gewordene Insel in der Mitte zu durchbrechen.

2 Uferschutzmassnahmen bei der Westinsel

2.1 Grundsätzliche Überlegungen und Projektvorbereitung

In Anbetracht der schwindenden Insel beauftragte der Verwaltungsrat der Ortsgemeinde Schmerikon im Juni 2000 ein Ingenieurbüro mit der Ausarbeitung wirksamer Uferschutzmassnahmen. Zielsetzung ist ein nachhaltiger Schutz der Westinsel. Es sollen stabile Flachufer mit dichtem Bewuchs von Schilf und Wasserpflanzen geschaffen werden. Harte Verbauungen, welche die Wellen reflektieren und damit denn Schilfgürtel schwächen, sollen nur dort, wo sie unbedingt nötig sind, erstellt werden. Die ehemalige Uferlinie soll soweit als möglich wiederhergestellt werden. Das Ufer am oberen Ende des Zürichsees wurde durch die Sedimente des vorstossenden Linthdeltas gebildet, es ist flach, und der Grund ist feinsandig. Der Sedimentnachschub der Linth wurde vor nahezu 200 Jahren infolge der Einleitung des Flusses in den Walensee unterbunden. Die Wellen des Windes aus Richtung Westen/Nordwesten (225° bis 325°), dessen Streichlänge vom Rapperswiler Seedamm her 11 Kilometer beträgt, und der für die Wellenbildung massgebend ist, leisten seither stetige Erosionsarbeit und befördern den Sand durch die welleninduzierten Strömungen in grössere Seetiefen. Aus der

Windstärke nach Beaufort		10	9	8	7
Windgeschwindigkeit	[m/s]	24,5 – 28,5	20,8 – 24,4	17,2 – 20,7	13,9 – 17,1
	[km/h]	89 – 102	75 – 88	62 – 74	50 – 61
Beobachtungsperiode	2004	1	1	3	10
	2005	1	2	2	4
	2006	1	2	1	15
	2007	0	4	12	12
	2008	0	2	8	16

Tabelle 1: Anzahl Tage der Periode, an welchen die Windstärken gemessen wurden (Sekundenböen)

Windstatistik vergangener Jahre gehen für die Station Schmerikon Hafen von MeteoSchweiz folgende Zahlen der gemessenen Windböen hervor (Tabelle 1). Länger andauernde höhere Windgeschwindigkeiten dürften etwa die Hälfte der Spitzenwerte erreichen. Wird beispielsweise ein Wind der Geschwindigkeit $v = 10 \text{ m/s}$ und 2 Stunden Dauer angenommen, so können sich Wellen der Höhe $H = 0,8 \text{ m}$ entwickeln. Bei heftigen Stürmen sind Wellen von mehr als $1,0 \text{ m}$ Höhe möglich. Diesen Wellen halten örtliche Uferbefestigungen nicht stand, sie werden unterspült und zerfallen. Die Uferlinie weicht immer mehr zurück.

Die Lösung des Problems bietet sich an durch die Vorschüttung aus einer Sand-Kies-Mischung mit gröberen Komponenten. Ähnlich dem morphologischen Geschehen im Bett eines Fließgewässers bildet sich auch an einem sandig-kiesigen Seeufer eine pflasterartige Deckschicht aus den gröberen Körnern. Sie schützt den feineren Untergrund vor einem weiteren Abtrag. Die Sandkörner aus der Oberfläche werden dabei von den Wellenströmungen ins Tiefwasser verfrachtet. Zurück bleibt eine stabile gepflästerte Uferböschung. Es stellt sich hierbei die Frage nach den zu wählenden Korngrößen. Wohl gibt es Theorien dazu, doch ist es schwierig, die Eingabedaten exakt zu bestimmen, weil z.B. repräsentative Wellenmessungen fehlen und die örtlichen Verhältnisse nicht so einfach idealisiert werden können.

Einfacher ist es die Natur zu beobachten und ihre Gesetzmässigkeiten zu übernehmen. Grundsätzlich gilt: Je steiler die Uferböschung, je gröbere Steine sind erforderlich zur Befestigung. Es ging also darum, passendes Material, nämlich Flusskies mit genügend grossem Maximalkorn, in ausreichender Menge zu finden. Was lag näher, als dem gleichen Fluss weiter oben gröberes Material zu entnehmen, nämlich im Kieswerk Gäsi bei der Mündung des Escherkanals in den Walensee. Ein Augenschein ergab, dass sich dieses Flussgeschlebe vorzüglich eignet. Der gesamte Korngrößenbereich bis ca. 15 cm ist vorhanden, das Material ist sauber gewaschen. Gewinnung und

Abtransport stellen keine besonderen Probleme. Das von der Glarner Linth hertransportierte Geschlebe enthält einen beachtlichen Anteil an Schwemholz. Grössere Stücke wurden herausgelesen, die kleineren sind für die vorgesehene Verwendung ohne Nachteil.

2.2 Schüttungen und Erosionsschutz

Ziel der Bauarbeiten war einerseits die Rückgewinnung eines Teils des verlorenen Territoriums und andererseits die Gestaltung einer stabilen, biologisch wertvollen und wellendynamisch wirksamen Flachwasserzone auf der Westseite.

Zunächst stellte sich die Frage nach einem standortgerechten und stabilen Uferprofil für die gefährdete Westseite der Insel. Das Flachwasser sollte so seicht sein, dass sich darin Schilf ansiedeln und ausbreiten kann. Die geringe Wassertiefe verstärkt zudem die refraktionsbedingte Bremswirkung auf die anlaufenden Wellen. Mit der Absicht, die Wellen vor dem Eintritt ins Flachwasser ein erstes Mal zum Brechen zu bringen, wurde ein Riff eingeplant, welches das gesamte Flachwasser gegen den offenen Obersee abgrenzt (Abb. 4 und 11). Die Wassertiefe über dem Riff bei mittlerem Seestand soll ca. $0,4 \text{ m}$ betragen.

Folgende Überlegungen führten zur vorliegenden Bemessung des Riffs: Das aus der Wellentheorie bekannte Brechkriterium sagt aus, dass eine Welle im seichten Wasser bricht, wenn die relative Wellenhöhe, definiert als das Verhältnis

Wellenhöhe H zu Wassertiefe h , einen Grenzwert überschreitet. Es gilt:

$$\frac{H}{h} \geq 0,78$$

Für $h = 0,4 \text{ m}$ brechen demnach Wellen ab der Höhe $H = 0,31 \text{ m}$. Geht man von einer durchschnittlichen Wellensteilheit von

$$\frac{H}{L} = 0,05 = 5 \%$$

aus, so ergibt sich eine zugehörige Wellenlänge von $L = 6,2 \text{ m}$, welche einem angeregten Wellengang entspricht. Längere Sturmwellen brechen auf jeden Fall bevor sie die Uferlinie erreichen. Wellenströmungen sind bis in eine Tiefe unter dem Wasserspiegel noch spürbar, die der halben Wellenlänge $L/2$ entspricht. Im gezeigten Beispiel sind also Strömungen bis in eine Tiefe von $3,1 \text{ m}$ spürbar. Diese Zahl belegt auch, dass im Flachwasser mit wellenbedingten Turbulenzen zu rechnen ist, denen ein feinsandiger Grund nicht zu widerstehen vermag.

Ein weiterer Projektierungsschritt betraf die Festlegung des Schüttkörpers und dessen Schüttvolumen. Vor der Schüttung wies die Insel eine Oberfläche von $5'639 \text{ m}^2$ auf, nach der Schüttung $6'687 \text{ m}^2$. Demnach konnte vom See eine Landfläche von $1'048 \text{ m}^2$ oder rund 10 Aren zurückgewonnen werden. Diese schmale Fläche ist 110 m lang und etwa 10 m breit. Die Berechnungen ergaben einen Inhalt des Schüttkörpers von $5'000 \text{ m}^3$. Die Schüttungen samt Riff auf der Inselwestseite sind in der Situation Abb. 5 dargestellt.

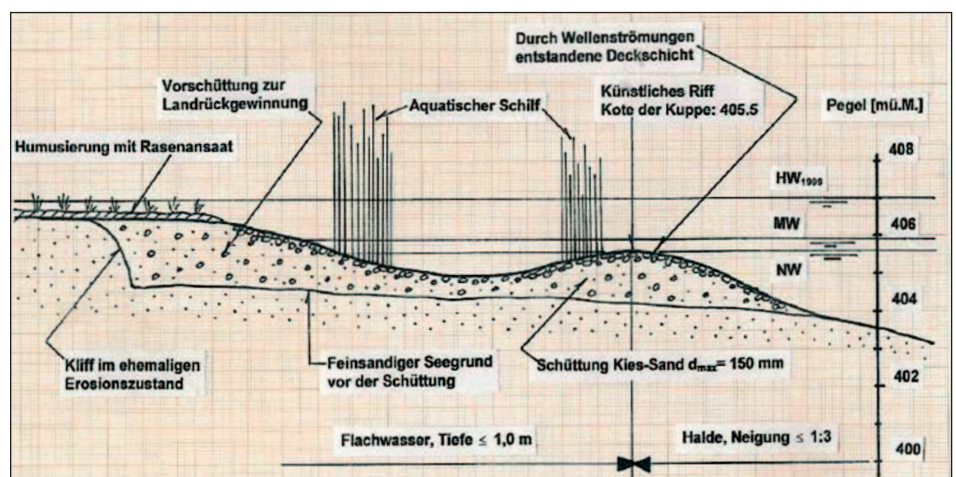


Abbildung 4: Normalprofil durch die Schüttung am Westufer

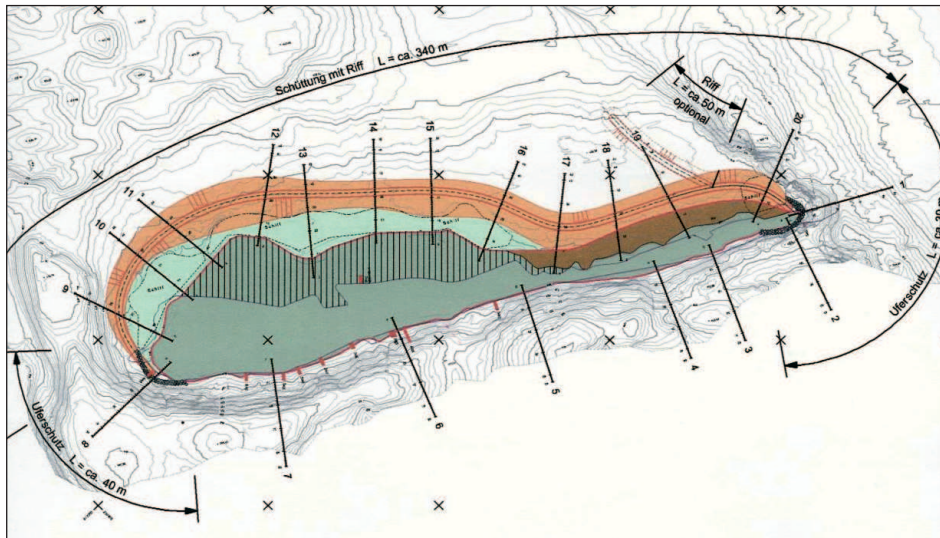


Abbildung 5: Situation der Westinsel. Dunkelgrün: noch vorhandenes Inselgebiet; dunkelgrün-schwarz schraffiert: Landschilf; hellgrün, Flachwasserschilf; dunkelbraun: Terrainvorschüttung; hellbraun: Flachwasseraufschüttung umgrenzt vom Riff. Links und rechts der Insel führen vertiefte Fahrrinnen durch, so dass eine Steiluferbefestigung aus Pfahlreihen und Blocksteinen notwendig ist (mit schwarzer Signatur dargestellt)



Abbildung 6: Verteilung des Schüttmaterials auf der Westseite der Insel (Februar 2004)



Abbildung 7: Fertiggestellte Vorschüttung auf der Westseite der Insel. Rechts, oberhalb der Uferböschung wurde das zurückgewonnene Inselgebiet auf Wunsch der Bauherrschaft humusiert (März 2004)

Vor den eigentlichen Bauarbeiten wurde das zum Teil nicht standortgerechte Gehölz auf der Insel teilweise gerodet. Die im nassen Boden stark treibenden Bäume und Sträucher behindern mit ihrem Schattenwurf das Wachstum des Schilfes.

Das Sand-Kies-Gemisch aus dem Gäsli wurde mit Lastwagen zur Umschlagstelle westlich von Schmerikon transportiert und von dort mit einem Nauen zur Insel gebracht. Auf der Ostseite der Insel wurde das Schüttgut mittels Baggern entladen und in einem Depot zwischengelagert. Schliesslich wurde es mit Maschinen ins Flachwasser eingebracht und gemäss den vorgegebenen Profilen verteilt (Abb. 6).

Ein Teil des Schüttmaterials wurde zur Landrückgewinnung verwendet. Die so gewonnene zusätzliche Inseloberfläche erhielt eine Humusschicht von 10 cm Stärke. Sie soll als Liegewiese genutzt werden können (Abb. 7). Ein beachtlicher Teil der Schüttung entfällt auf das künstliche Riff (Abb. 8).

Am Flachufer wurde grundsätzlich auf harte Verbauungen verzichtet. An den Schmalseiten der Insel, wo der Grund stark in gebaggerte Fahrrinnen abfällt, ist ein Verzicht nicht möglich. Der Inselrand wurde mit Weisstannenpfählen eingefasst (Abb. 8). Über dem Mittelwasser wurden Sandsteinblöcke aus dem nahen Steinbruch Buechberg aufgeschichtet (Abb. 9).

Der Raum zwischen Pfählen und gewachsenem Boden wurde mit Kies aufgefüllt und als notwendige Filter Geotextilien eingelegt. Das steile, in den Baggersee abfallende Ostufer von etwa 60 m Länge wurde nicht angeschüttet, sondern mit ingenieurbioologischen Massnahmen befestigt. Verwendet wurde ein Flechtwerk (Abb. 10).

3 Beobachtungsphase und Bewährung

Nach der Fertigstellung der Bauarbeiten im Februar 2004 wurde die Insel der Natur und den Pächtern übergeben. Dennoch interessiert die weitere Entwicklung der Pflanzenwelt und der Ufermorphologie, weshalb im Sinne eines Monitorings von den Projektverantwortlichen am Ende der Jahre 2004, 2005,



Abbildung 8: Links: Herstellung des Riffs mit Hilfe des Schrittbaggers. Rechts im Hintergrund: Einrammen der Weisstannenpfähle auf der nördlichen Schmalseite der Insel (Februar 2004)



Abbildung 9: Uferbefestigung auf der südlichen Schmalseite der Insel mit Sandsteinblöcken aus dem Steinbruch Buechberg. Im Gegensatz zum ursprünglichen Feinkies hält die Nachfüllung aus Grobkies den aufpeitschenden Sturmwellen stand (Dezember 2006)



Abbildung 10: Flechtwerk auf der Ostseite der Insel, welche steil in den Baggersee abfällt (März 2004)

2006 und 2008 ein Augenschein genommen wurde. Im Jahr 2006 wurden zudem die ursprünglich festgelegten Querprofile (Abb. 5) auf Veränderungen überprüft. Den Erwartungen gemäss haben die Wellenströmungen die Feinanteile aus der Oberfläche der Schüttung seewärts verfrachtet. Unterhalb der Wasserlinie schützt nun eine Abpflasterung aus Rundkies den Schüttkörper vor der weiteren Wellenerosion. 2008 betrug die Wasserüberdeckung des Riffs 45 bis 50 cm.

Ähnliche Erfahrungen wurden bei der Befestigung der südlichen Schmalseite der Insel durch die Sandsteinblöcke gewonnen. Die aufprallenden Sturmwellen erreichten das hinterschüttete Sand-Kies-Material (Abb. 9) und spülten es weg. Gröberes Kies als Ersatz bewährte sich hingegen.

Nachträgliche Ausbesserungen wurden am oberen Rand der Strandböschung beim Übergang zur Liegewiese notwendig. Die heftigen Sturmwellen erreichten diese Böschungskante und bildeten einen kliffartigen Erosionssaum (Abb. 12). Um den unerwünschten Materialabtrag zu stoppen, wurde die Böschung im gefährdeten Bereich mit gröberem Geröll belegt (Abb. 13). Die sich ausbreitende Vegetation wird die Steine mit der Zeit überdecken.

Die vorliegenden 4-jährigen Erfahrungen zeigen, dass die Westseite der Insel durch die gewählten Massnahmen stabilisiert werden konnte. Das geschüttete Riff dämpft die anlaufenden Wellen in einem wesentlichen Masse. Der Weiterbestand der Insel ist nun gesichert.



Abbildung 11: Das geschüttete Riff kurz nach der Fertigstellung. Es wurde seither durch die Wellen auf das gewünschte Niveau abgeflacht und ist vom Ufer her kaum mehr sichtbar (März 2004)



Abbildung 12: Der obere Teil der neuen Böschung wurde durch die Sturmwellen abgetragen, und es bildete sich ein kliffartiger Erosionssaum (21. Dezember 2006)



Abbildung 13: Der Erosionssaum bis zur Böschungskante wurde mit Geröll belegt. Der Übergang zur Liegewiese ist nicht mehr gefährdet (Aufnahme 22. Dezember 2008)

Adresse der Autoren

Markus Jud
dipl. Bauing. FH
c/o P. Meier & Partner AG
Bauingenieurbüro
Tellstrasse 1
8853 Lachen

Andreas Huber
Dr. sc. techn. dipl. Bauing. ETHZ
beratender Ingenieur
Im Baumgarten 12
8606 Greifensee

Weitere am Projekt Beteiligte

Bauunternehmung:
Johann Müller Schmerikon (JMS)
8716 Schmerikon
Biologische Begleitung:
AquaPlus, 6300 Zug
Vermessung Terra Vermessungs AG,
8006 Zürich

Literatur

SPEICH DANIEL (2006): Linth-Kanal, Die Korrigierte Landschaft – 200 Jahre Geschichte, Verlag Baeschlin, Glarus.

AMSTUTZ PIA, KÄMMLIN BRIGITTE (1988): Landschaftswandel in der Linthebene, Interkantonales Technikum Rapperswil, Abteilung Grünplanung, Gas-terländer Druck & Verlag, Kaltbrunn.

Ortsgemeinde Schmerikon (2003): Ausserordentliche Bürgerversammlung vom 6. November 2003, Gutachten und Antrag, Uferschutzmassnahmen Westinsel Bätzimatt im Betrag von 920'000 Franken.

SISSEGER BERTHOLD, TEIBER PETRA (2001): Erfolgsmodell für Renaturierungen am Bodenseeufer, Ingenieurbiologie 3/01.