Vermessung des Bielersees : spannende Blicke unter Wasser

Autor(en): **Iseli, Christoph / De Cesare, Giovanni**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **111 (2019)**

Heft 1

PDF erstellt am: **05.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-946159

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Vermessung des Bielersees – spannende Blicke unter Wasser

Christoph Iseli, Giovanni de Cesare

Zusammenfassung

Das Projekt einer genauen Vermessung des Bielersees ist abgeschlossen. Erstmals wurde für den Seegrund ein neues, detailliertes Geländemodell erstellt und daraus eine Tiefenkarte geschaffen. Das Resultat liefert Antworten auf verschiedene Fragen, welche die sieben beteiligten Auftraggeber aus unterschiedlichsten Fachrichtungen in einem gemeinsamen Projekt formulierten. So liefert die Tiefenkarte zum Beispiel wichtige Aufschlüsse über Hangrutschungen und dadurch verursachte Wassertrübungen oder Informationen zum Sedimenteintrag durch die Aare und zu den anschliessenden, strömungsbedingten Sedimentverlagerungen. Sie liefert je nach Fragestellung verschiedene Erklärungen und erlaubt ganz generell einen interessanten Blick auf die morphologischen Phänomene und Prozesse am Boden des Sees.

1. Ausgangslage

Von den meisten Seen der Schweiz fehlt eine genaue topografische Vermessung des Seegrundes und der Flachwasserzonen. Die bestehenden bathymetrischen Grundlagen basieren auf mehrere Jahrzehnte alten Erhebungen, welche zudem relativ ungenau sind. Seitdem der naturnahe Wasserbau an Seeufern in verschiedenen Fachkreisen als Thema diskutiert wird, wurde verschiedentlich darauf aufmerksam gemacht, dass ohne eine bathymetrische Vermessung die nötige Grundlage fehlt, um die langfristigen morphologischen Prozesse verstehen zu können. Und es fehlt auch eine wichtige Grundlage, um angepasste Strategien und Massnahmen zum Schutz vor Erosion oder zur ökologischen Aufwertung der Ufer entwickeln zu können. Neben wasserbaulichen und ökologischen bestehen zudem noch weitere Interessen an einer solchen Grundlage (z. B. Trinkwasserversorgung, Archäologie, Hydrologie, Forschung).

Mit den heutigen Technologien ist es möglich, eine Seegrundvermessung in höchster Genauigkeit mit vertretbarem Aufwand durchzuführen. Seit 2007 wurden mit Unterstützung von swisstopo, dem Bundesamt für Umwelt, dem VBS, verschiedenen Kantonen und dem

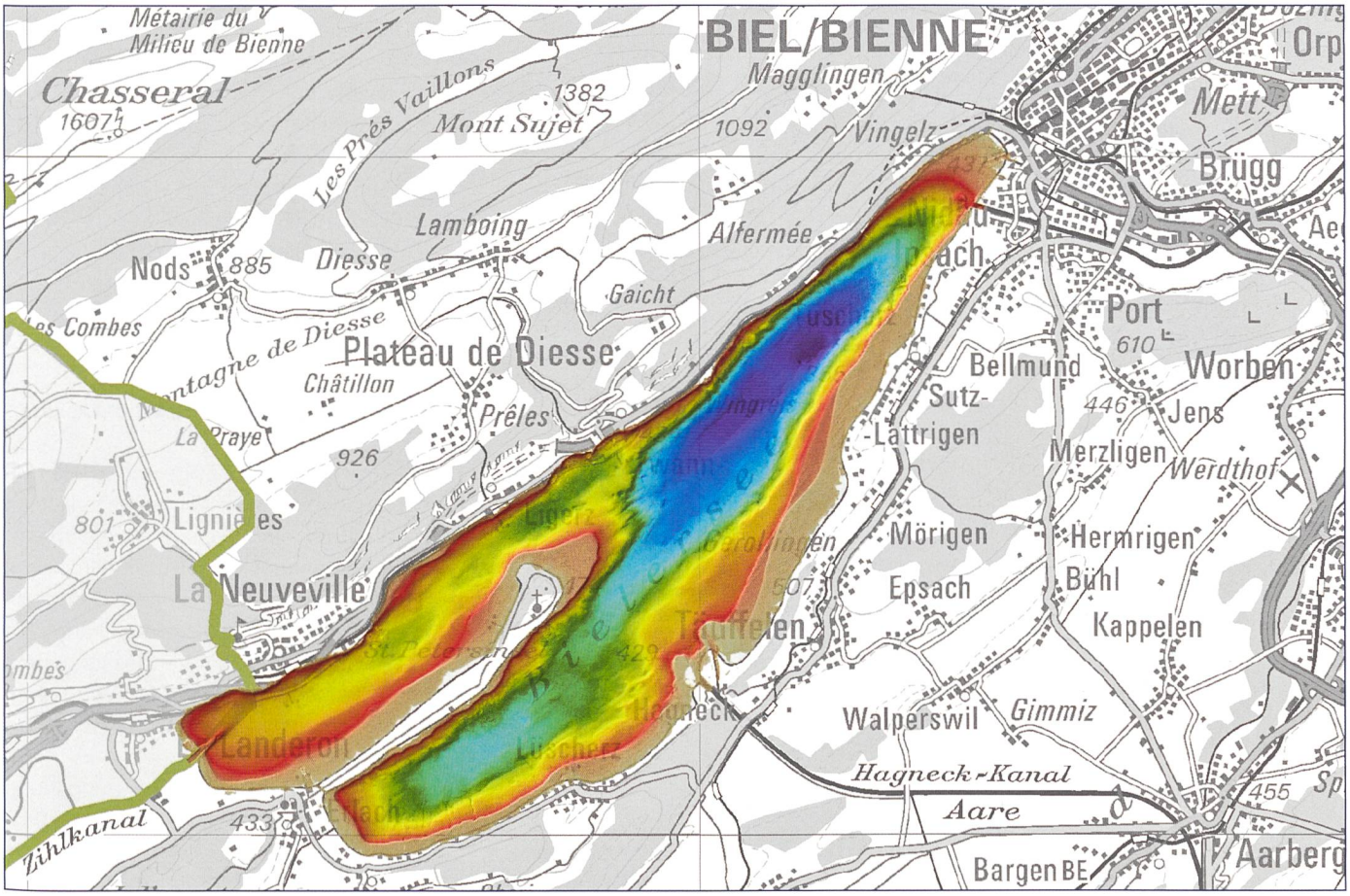

Bild 1. Bathymetrische Karte des Bielersees. Die Farbtöne stellen die verschiedenen Tiefen dar.

Schweizerischen Nationalfonds auf mehreren Seen in der Schweiz Messkampagnen durchgeführt, in welchen moderne, hochauflösende bathymetrische Methoden angewandt wurden. Diese Messungen wurden durch die Eawag und die Universität Bern durchgeführt. Die Daten sind auf dem Geoportal des Bundes einsehbar.

Für die hochauflösende Vermessung kommen zwei unterschiedliche Techniken zur Anwendung. Für den tiefen Bereich des Sees ein auf ein Boot montiertes Fächerecholot und für die Flachwasserzone Lasermessungen aus der Luft von einem Kleinflugzeug aus. Die beiden resultierenden Datensätze müssen schliesslich ausgewertet und miteinander verrechnet werden, um eine genaue und zeitgemässe Aufnahme des gesamten Sees zu erhalten. Gemäss Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991 sind Bund und Kantone verpflichtet, die Öffentlichkeit über den Gewässerzustand und den Gewässerschutz zu informieren. Da dies umfassende Kenntnisse über die Gewässer und die hydrologischen wie auch ökologischen Zusammenhänge erfordert, sind die Aufgaben von Bund und Kantonen zur Grundlagenbeschaffung im GSchG aufgeführt (2. Kapitel, Grundlagenbeschaffung).

Mit der bathymetrischen Vermessung des Bielersees wurde eine Grundlage für aktuelle und zukünftige Erhebungen und Fragestellungen geschaffen. Die Daten können beispielsweise im Hinblick auf Naturgefahren interpretiert werden. Im Weiteren können z. B. Revitalisierungsmassnahmen besser geplant werden. Zudem dienen die Daten der Schifffahrt oder der Archäologie. Wird die Aufnahme einige Jahre später wiederholt, können Veränderungen des Seebodens dokumentiert und quantifiziert werden, beispielsweise in Deltabereichen, wo Sedimente abgelagert werden, oder in Uferbereichen, die durch Erosion geprägt sind.

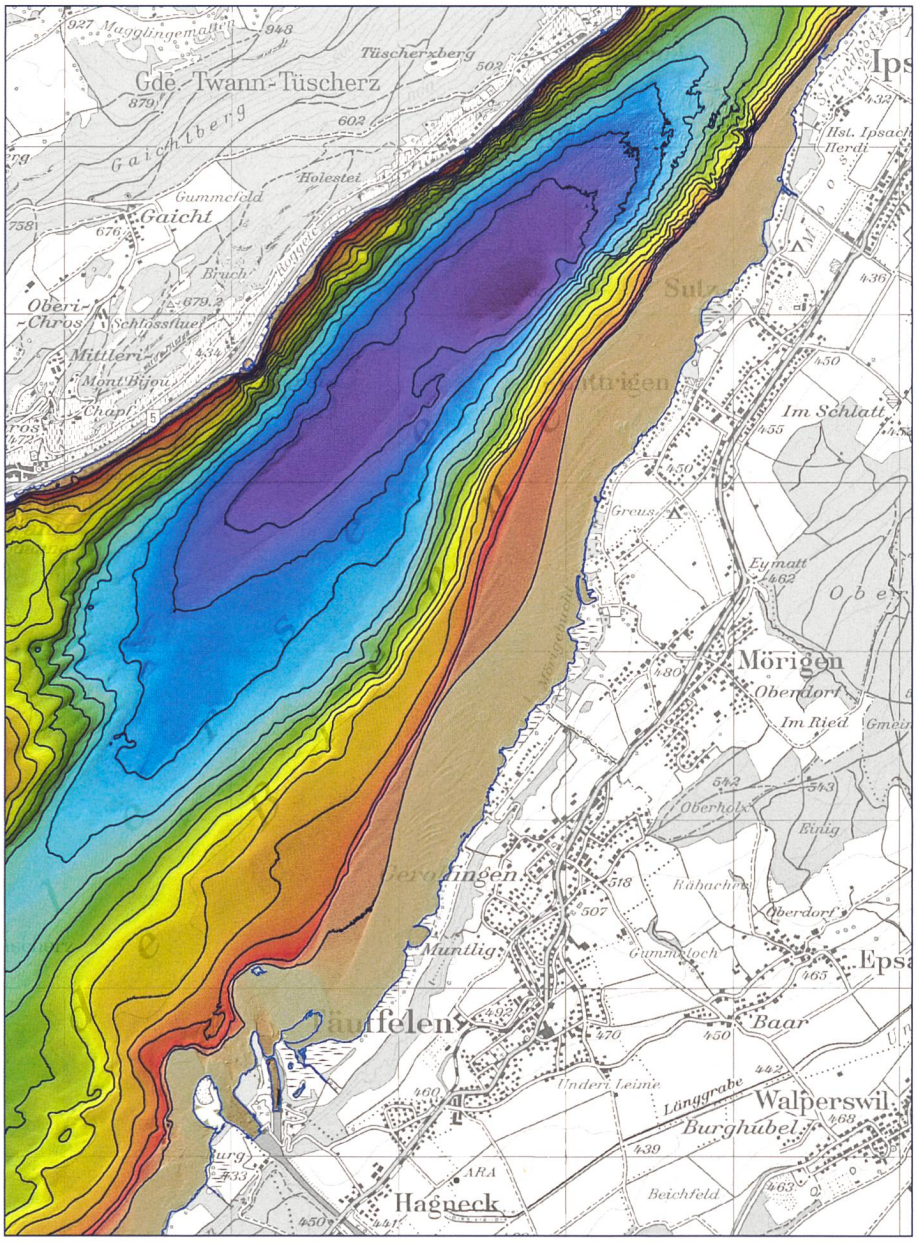

Bild 2. In der Flachwasserzone (grau und hellrosa) zwischen dem Aaredelta Hagneck und Ipsach interessiert die Dynamik des uferparallelen Transports der Feinsedimente aus dem Zufluss der Aare.

Initiiert wurde das Projekt durch den Energie Service Biel, ESB. Der regionale Wasserversorger suchte neue Erkenntnisse über Seebodenrutschungen, insbesondere zwischen dem Aare-Hagneck-Kanal und dem Nidau-Büren-Kanal, welche Trübungen verursachen, die für die Seewasseraufbereitung relevant sein können. Hinzu kam, dass das Seewasserwerk erneuert werden muss, und es deshalb galt, einen möglichst idealen Standort für die neue Seewasserfassung zu finden. Der ESB beschloss deshalb, die Tiefwasserzone im Seebecken zwischen der St- Peters-Insel und Biel zu vermessen.

Das Landschaftswerk Biel-Seeland wurde auf dieses Vorhaben aufmerksam und kontaktierte weitere an einer bathymetrischen Vermessung interessierte Partner mit dem Ziel, ein Projekt für den gesamten See zu lancieren. Ende 2014 waren die Partner hinter dem gemeinsamen Projekt versammelt und die Finanzierung durch folgende Institutionen gesichert:

- Bundesamt für Umwelt, BAFU
- Bundesamt für Landestopografie, swisstopo
- Renaturierungsfonds des Kantons Bern, RenF
- Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, AWA
- Archäologischer Dienst des Kantons Bern, ADB
- Energie Service Biel, ESB
- Verein für Ingenieurbiologie, VIB

2. Fragestellungen

2.1 Aus Sicht des Wasserbaus und der Ökologie

Solange eine zuverlässige und wiederholbare bathymetrische Aufnahme fehlt, sind auch durch aktuelle, z. B. projektbezogene Aufnahmen kaum Rückschlüsse auf die morphologischen Prozesse möglich, und so lange bleiben diese unbekannt. Mit einer bathymetrischen Vermessung steht eine Zustandsaufnahme zur Verfügung, welche zukünftige Vergleichsmessungen ermöglicht.

Kenntnisse über Verlandungs- und Erosionsprozesse (Wo finden welche Prozesse statt? Wie schnell laufen sie ab? Wie verändern sie sich im Laufe der Zeit?) sind eine Voraussetzung dafür, zielgerichtete

Schutzstrategien und optimierte Massnahmen zu entwickeln. Gerade im Hinblick auf die durch das Gewässerschutzgesetz (GSchG) und die strategische Planung geförderte Revitalisierung von Seeufern sind diese Kenntnisse von grundlegender Bedeutung, dienen doch Geländemodelle als Grundlage für die Projektierung und für die numerische Modellierung von Uferschutz- oder Revitalisierungsmassnahmen.

Kenntnisse der Morphologie (Form und Tiefenlage der Haldenkante, Form und Richtung der Dünung in der Flachwasserzone, Vorkommen von Kliffen usw.), kombiniert mit einem verbesserten Prozessverständnis, ermöglichen es aber auch, bereits aufgrund des morphologischen Zustands Aussagen über die morphologische Dynamik machen zu können. So kann z. B. die Tiefenlage der Haldenkante unter Berücksichtigung der Beschaffenheit des Untergrundes eine zuverlässige Grundlage bilden, auf welcher eine einfache Abschätzung des Wellenklimas resp. der Wellenbelastung am jeweiligen Uferabschnitt möglich ist.

2.2 Aus Sicht der Archäologie

Von den im Bielersee vorkommenden archäologischen Fundstellen sind seit 2011 fünf als UNESCO-Welterbe-Stätten eingestuft. Die Welterbekonvention verpflichtet die Vertragsstaaten zum Schutz und zum Erhalt der Stätten. Im Managementplan der Eidgenossenschaft ist hierzu unter anderem ein Monitoring der schweizerischen Unesco-Fundstellen vorgesehen. Die bathymetrische Aufnahme des Bielersees mit hoher Genauigkeit liefert für diese Aufgabe eine wichtige Grundlage.

2.3 Aus Sicht der Trinkwasserversorgung

Aus Sicht des Energie Service Biel, ESB, sind Erkenntnisse über Rutschungen, insbesondere zwischen dem Aare-Hagneck-Kanal und dem Nidau-Büren-Kanal von Interesse. Ende 2009/Anfang 2010 führten Trübungen des Wassers zur Abschaltung der Trinkwasserentnahme aus dem Bielersee. Im Hinblick auf die Erneuerung des Seewasserwerks mussten die Gründe für die Trübung untersucht und der ideale Standort der Seewasserfassung evaluiert werden, um einen ähnlichen Vorfall zu vermeiden. Die Bathymetrie ergab Aufschlüsse zu den unterseeischen Hangrutschungen, welche die Trübung verursacht hatten. In Kombination mit einer weiteren Studie der eawag, welche die Strömungsverhältnisse untersuchte, konnte der ideale Standort evaluiert werden.

3. Projektziele und -organisation

3.1 Projektziele

- Mit dem Projekt sollte eine Grundlage zur Bearbeitung einer Vielzahl von Fragestellungen verschiedener Akteure im Zusammenhang mit dem Bielersee geschaffen werden.
- Durch den Einsatz von neuen Technologien zur Datenerfassung sollte das Wissen über die Bathymetrie des Bielersees und die im See ablaufenden Prozesse erhöht werden.

3.2 Projektorganisation

Das Projekt gliederte sich in zwei Teilprojekte. Die Unterteilung in die beiden Teilprojekte erfolgte in Abhängigkeit der Wassertiefe und der daraus resultierenden Methode zur Datenerfassung. Je nach Teilprojekt waren unterschiedliche Projektpartner beteiligt, für welche unterschiedliche Fragestellungen im Vordergrund standen. Das Teilprojekt Tiefenwasserbereich wurde durch *Alfred Johny Wüest* (eawag) und *Flavio Anselmetti* (Universität Bern) koordiniert. Die Gesamtkoordination der beiden Teilprojekte sowie die die Koordination des Teilprojekts Flachwasserbereich wurde vom Landschaftswerk Biel-Seeland übernommen. Das Landschaftswerk setzt sich seit Längerem aktiv für den Schutz der Bielerseeufer und den naturnahen Wasserbau ein und beteiligt sich in diesem Zusammenhang an angewandten Forschungsprojekten.

4. Methode

Grundlage für das Geländemodell und die Karte waren zwei Datensätze aus je einer Echolot- und einer LIDAR-Vermessung, bei der mit Laserstrahlen gearbeitet wird. Die beiden Datensätze wurden anschliessend miteinander kombiniert, und aus den bereinigten Rohdaten wurde ein 1×1-m-Raster erstellt, aus dem schliesslich der Geodatensatz BATHYBIE generiert werden konnte. Die Darstellung dieses Datensatzes ist unter der Bezeichnung «Tiefenkarte Bielersee» auf dem Geoportal des Kantons Bern aufgeschaltet (www.geo.apps.be.ch > Karten > Tiefenkarte Bielersee).

Die Echolotaufnahmen wurden von Mitarbeitenden des Instituts für Geologie der Universität Bern im März 2015 mit einem Fächerecholot durchgeführt. Die LIDAR-Daten für die Flachwasserzone wurden von der Firma Airborne HydroMapping AHM GmbH, Innsbruck, erhoben und ausgewertet. Der Vermessungsflug fand am 6. Januar 2016 statt. Details zu beiden Erhebungen finden sich im technischen Bericht, der ebenfalls auf dem Geoportal des Kantons Bern abrufbar ist (www.geo.apps.be.ch > Geodaten > Geoprodukte > Bathymetrie Bielersee).

Das Zusammenführen der beiden Datensätze erledigte die AHM GmbH mit Unterstützung durch die Universität Bern und swisstopo. Die Projektleitung lag bei Prof. Dr. *Flavio Anselmetti*, Universität Bern. Die administrative Projektleitung und die Koordination der Projektpartner über-

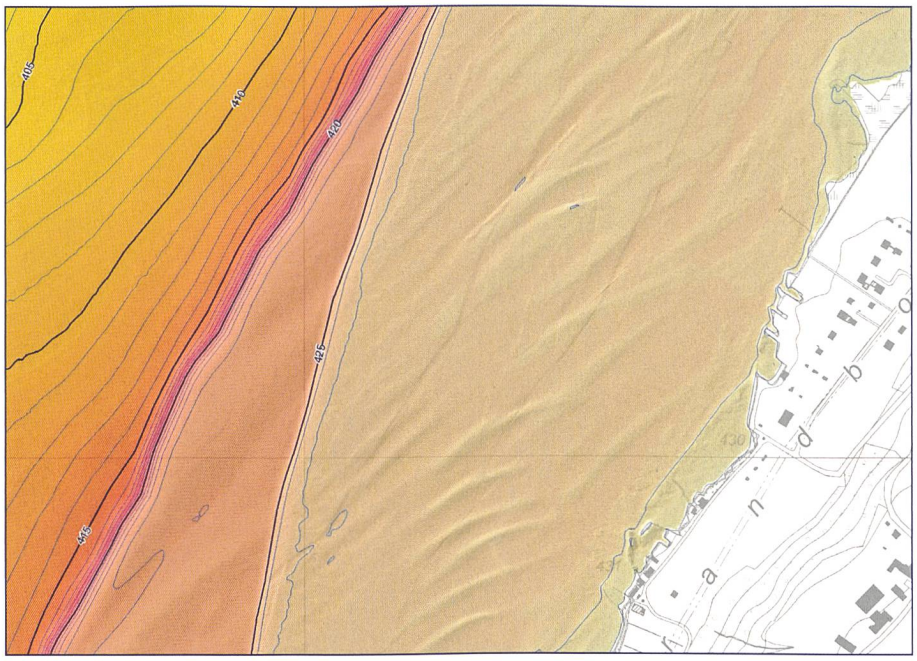

Bild 3. Im Ausschnitt der Flachwasserzone bei Gerolfingen ist die Haldenkante auf der Höhenlinie von ca. 424 m ü. M. gut sichtbar. Weiter landwärts befindet sich ein Kliff von rund 2 m Höhe. Gut sichtbar sind auch die Dünen, welche auf eine aktive wellen- und strömungsbedingte Sedimentdynamik hinweisen.

nahm das Landschaftswerk Biel-Seeland unter dem Patronat des Vereins für Ingenieurbiologie.

5. Resultate

Die Resultate der Vermessung überraschen mit einer enormen Detailfülle und geben interessante Einblicke in die mit dem Seegrund verbundenen Prozesse. So liefern die Daten aus der Flachwasserzone wertvolle Informationen über die morphologische Dynamik durch Sedimentumlagerungen und dienen der Beurteilung von wasserbaulichen Massnahmen und der Planung von Revitalisierungsvorhaben. Auch für die Archäologie und die Schifffahrt sind die neuen Daten wertvoll. So wurden sie bereits zur Modellierung für die Evaluation möglicher Erosionsschutzmassnahmen der UNESCO-Welterbe-Stätte «Sutz Rütte» genutzt. Weiter dienten sie zur Abschätzung der Sedimentverlagerungen in der Flachwasserzone in Täuffelen und zur Konzeption vor Revitalisierungsmassnahmen im Uferbereich von Gals. Auch die Daten aus der Tiefwasserzone dokumentieren bisher unbekannte Strukturen und Prozesse und ermöglichen neue Erkenntnisse für den Gewässerschutz.

Bekannt ist, dass die Flachwasserzone vom Aaredelta Hagneck bis nach Ipsach *(Bild 2)* durch die Erosionskraft der Wellen geformt wurde. Gegen die Seemitte wird die Flachwasserzone durch die Haldenkante begrenzt. Sie markiert den Übergang vom flachen zum steil abfallenden Seegrund, der unterhalb der Reichweite der Wellenerosion liegt. Die Haldenkante verläuft also entlang der Kote der tiefsten möglichen Einwirkung der Wellenbewegung. Die Tiefenlage der Kante ist demnach abhängig von der Beschaffenheit des Untergrundes und der Wellenexposition.

Unter der Annahme, der Untergrund am ganzen Südufer des Bielersees sei ähnlich beschaffen, müsste die Tiefenlage der Haldenkante deshalb in Relation zum Wellenklima am jeweiligen Standort stehen. Eine einfache Überprüfung dieser Hypothese mit Daten aus dem Wellenatlas des Bielersees (www.swisslakes.net) ergibt, dass die Wassertiefe bei der Haldenkante tatsächlich ungefähr der halben Länge der signifikanten Welle eines häufigen Windereignisses am jeweiligen Standort entspricht. Sie beträgt an den südwestlichen Enden des Sees in Gals rund 3.5 m und in Erlach 4.5 m. Gegen Nordosten nimmt sie mit zunehmender Wellenexposition der Hauptwindrichtung zu und beträgt in Gerolfingen 5.5 m und in Sutz 6 m.

Interessant in diesem Zusammenhang ist nun die auf der neuen Tiefenkarte erkennbare Kliffkante, die sich in einem weit geschwungenen doppelten S auf der Flachwasserzone zwischen Hagneck und Ipsach abzeichnet (vgl. *Bilder 2* und *3*). Die Böschungsoberkante des Kliffs liegt auf rund 427 m ü. M., was einer Wassertiefe von etwa 2.5 m entspricht. Sie liegt damit wesentlich höher als die Haldenkante. Es kann deshalb vermutet werden, dass hier die morphologische Anpassung – sprich die Erosion – der Flachwasserzone infolge der Seespiegelsenkung von rund 2.5 m durch die erste Juragewässerkorrektion Ende des 19. Jahrhunderts noch nicht abgeschlossen ist. Gleichzeitig liegt der Schluss nahe, dass es sich beim Sedimentkörper zwischen Kliffkante und Seeufer zumindest oberflächlich um «junges» Material aus dem Zufluss der Aare handelt, welches als Sedimentstrom vom Aaredelta uferparallel in Richtung Ipsach wandert und die Feststoffbilanz der gesamten Flachwasserzone positiv beeinflusst sowie den Anpassungsprozess verlangsamt.

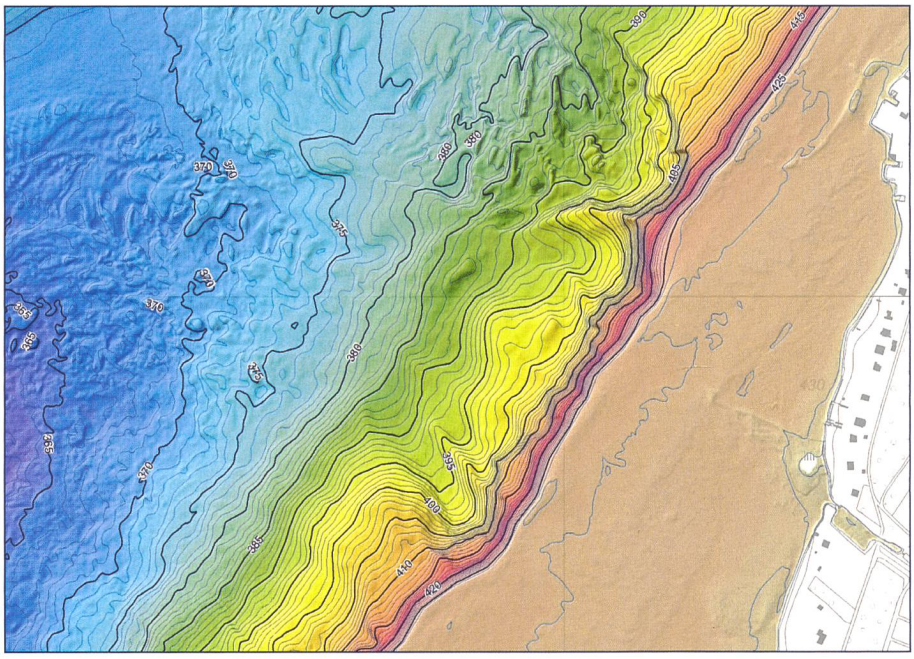

Bild 4. Gegen Ipsach wird die Flachwasserzone allmählich schmaler. Das uferparallel transportierte Sediment wird gegen die Seemitte abgelenkt und lagert sich an der Halde in einem unstabilen Schüttkegel an. Periodisch ereignen sich Hangrutsche – der letzte 2010, ausgelöst wahrscheinlich durch einen Erdstoss (Nathalie Dubois, Eawag).

5.1 Periodische Hangrutsche unter Wasser

Diese Vermutung wird auch durch ein von *Bild 4* dokumentiertes Phänomen gestützt. Durch die allmähliche Verengung der Flachwasserzone gegen Ipsach im Nordosten wird das Sediment über die Haldenkante hinaus gegen das Tiefenwasser geleitet, wo es sich an der Halde ablagert. Aufgrund der labilen Schichtung ereignen sich dort periodisch Hangrutsche, welche auf der bathymetrischen Karte gut erkennbar sind. Zusammenfassend kann gesagt werden: Ohne Nachschub von Sedimenten aus dem Aaredelta wäre die Erosion der Flachwasserzone zwischen Hagneck und Ipsach heute viel weiter fortgeschritten.

Aus dieser These ergeben sich verschiedene Fragen zur Nachhaltigkeit des Sedimentnachschubs respektive zu den möglichen Auswirkungen von baulichen Eingriffen auf den Sedimenthaushalt. So hat sich zum Beispiel durch die Verlegung der Turbinen des Kraftwerks Hagneck vom alten Kraftwerkskanal in den Hauptkanal das Abflussregime geändert. Der Deltabereich vor dem alten Unterwasserkanal wird künftig nur noch geringfügig mit Sedimenten alimentiert. Ob dies längerfristig Auswirkungen auf die Feststoffbilanz der Flachwasserzone nördlich des Deltas hat, werden erst künftige Vergleichsmessungen zeigen. Negative Folgen können aber nicht ausgeschlossen werden.

Auch ein weiteres Beispiel deutet darauf hin, dass Beeinträchtigungen des Sedimenttransports längerfristig negative Folgen haben können. Vor gut zwanzig Jahren wurde beim Bau des Hafens in Ipsach eine neue Mole gebaut, welche bis direkt an die Haldenkante reicht. Damit wurde der uferparallele Sedimenttransport vollends unterbrochen. Die bathymetrische Karte 2016 zeigt, dass die Flachwasserzone im Strömungslee nordöstlich des Hafens auf einer Länge von 200 m rund

einen Meter tiefer liegt als südwestlich des Hafens. Dies deutet auf eine fortschreitende Erosion hin, welche wahrscheinlich durch den Bau des Hafens ausgelöst wurde.

Der Sedimenttransport kann aber auch positiv beeinflusst werden, wie ein Beispiel in Gals zeigt. Dort wurden im Rahmen eines Revitalisierungsprojekts mehrere Wellenbrecher erstellt, welche eine Ablagerung der Sedimente zwischen den Wellenbrechern und dem Seeufer bewirkten. Dadurch wurde eine Verlandungsdynamik initiiert, welche zur Entwicklung einer neuen Röhrichtzone führte. Gerade im Hinblick auf die durch die Revision des Gewässerschutzgesetzes geförderten Revitalisierungen werden Massnahmen, welche eine «positive» morphologische Dynamik bewirken, von grosser Bedeutung. Entsprechend wichtig sind Kenntnisse über Zustand und Entwicklung der Bathymetrie.

Mehrere Hangrutsche sind auch am Nordufer des Bielersees zu beobachten. Wie der Rutsch bei St-Joux in La Neuveville sind die meisten dieser Vorfälle wahrscheinlich durch Bauarbeiten – meist Seeaufschüttungen – ausgelöst worden, zum Beispiel bei der ARA in Twann, beim Hafen Wingreis oder entlang der A5/SBB-Doppelspur vor Tüscherz und Alfermée.

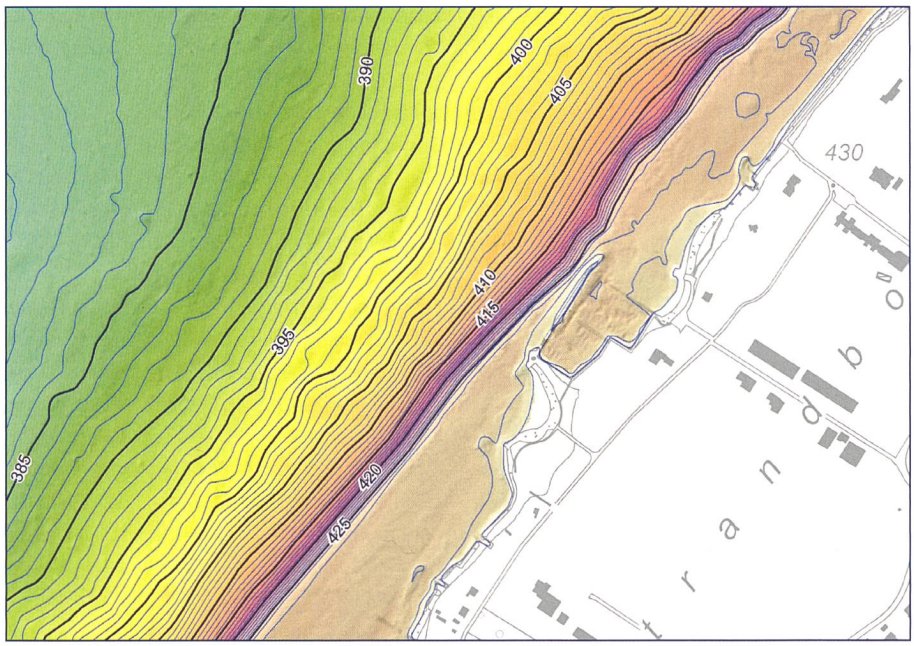

Bild 5. Die Hafenmole in Ipsach lenkt den uferparallelen Sedimenttransport über die Haldenkante gegen das Tiefenwasser. Dadurch entsteht nordöstlich des Hafens ein Feststoffdefizit, welches längerfristig zu einer Absenkung des Seegrundes führt, sichtbar an der Höhenlinie 427 m ü. M., welche sich gegen das Ufer verschiebt.

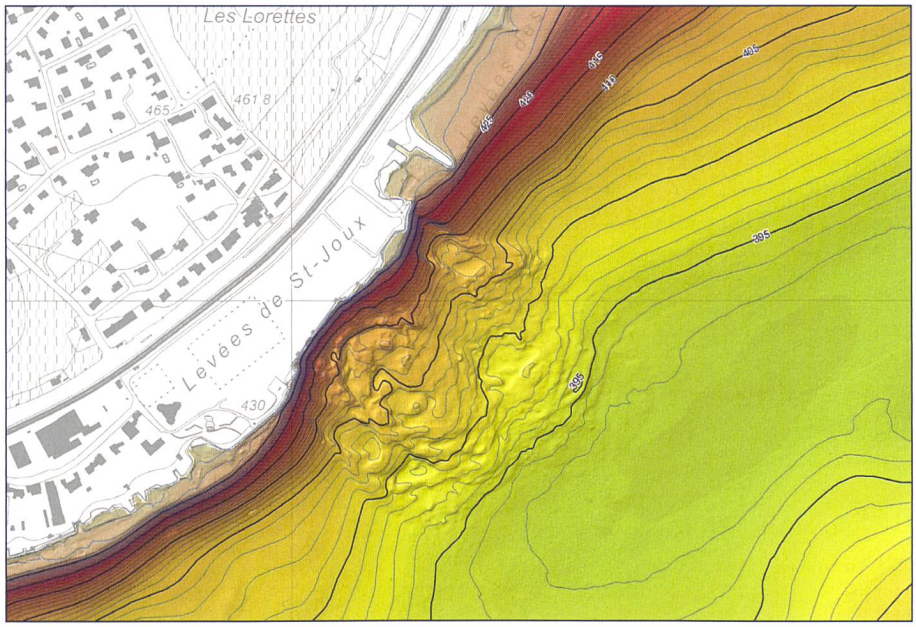

Bild 6. Hangrutsche können auch durch Baumassnahmen ausgelöst werden, wie dieser in La Neuveville wahrscheinlich durch die Aufschüttung des Ufers bis an die Haldenkante.

6. Fazit

Mit der neuen bathymetrischen Karte des Bielersees lassen sich bereits heute wertvolle Erkenntnisse über die morphologischen Prozesse gewinnen. Zudem bildet sie eine wichtige Grundlage für die Planung und die numerische Modellierung von wasserbaulichen Massnahmen und Revitalisierungsprojekten. Interessant werden zukünftige Vergleichsmessungen sein, mit welchen die morphologischen Veränderungen auch quantitativ erfasst werden können.

Quellen

- Alle Bilder: Bathymetrie Bielersee © Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern
- Die Karte ist im Geoportal des Kantons Bern unter www.geo.apps.be.ch > Karten > Tiefenkarte Bielersee abrufbar.
- Technischer Bericht und Download der Karte unter www.geo.apps.be.ch > Geodaten > Geoprodukte > Bathymetrie Bielersee
- Die LIDAR-Daten sind beim Amt für Wasser und Abfall, AWA, des Kantons Bern auf dem Server gespeichert. Auf Anfrage können diese Daten und der entsprechende Viewer beim Gewässer- und Bodenschutzlabor des AWA persönlich bezogen werden. Auf Grund der sehr grossen Datenmenge stehen diese Daten nicht als Download zur Verfügung.
- Im Wellenatlas (www.swisslakes.net) können für jeden beliebigen Standort die Wellenhöhen für die verschiedenen Windrichtungen und Windereignisse (Wiederkehrperioden zwei, 20 und 50 Jahre) abgerufen werden. Nach einer kürzlich erfolgten Überarbeitung sind neu auch die Wellenperioden und Wellenlängen abrufbar.
- Weitere Tiefenkarten von Schweizer Seen sind auf dem Geoportal von swisstopo einsehbar: https://map.geo.admin.ch/

Literatur

Amini, A., Dhont, B., Heller, P. (2017): Wave atlas for Swiss lakes: modeling design waves in mountainous lakes, Journal of Applied Water Engineering and Research, Volume 5, 2017 – Issue 2, 103–113, doi: 0.1080/23249676.2016.1171733

De Cesare, G. (2014): Les rives lacustres et le génie biologique, Ingenieurbiologie/Génie biologique, Heft 4/2014, 5–12.

Fabbri, S.C., Herwegh, M., Horstmeyer, H., Hilbe, M., Hübscher, C., Merz, K., Schlunegger, F., Schmelzbach, C., Weiss, B., Anselmetti, F.S. (2017): Combining amphibious geomorphology with subsurface geophysical and geological

data: A neotectonic study at the front of the Alps (Bernese Alps, Switzerland), Quaternary International 451, 101–113.

Hewes, S. C. (2018): Conception d'un chenal de navigation lacustre en eaux peu profondes, EPFL MSc Environmental Engineering diploma work.

Hewes, S. C. (2018): Analysis of Current and Sediment Transport Patterns in Lake Biel Before and After the Modernization of the Hagneck Hydroelectric Power Plant, EPFL Section Sciences et Ingénierie de l'Environnement (SIE) & Section Génie Civil (SGC).

Hilbe, M., Anselmetti, F.S., Eilertsen, R.S., Hansen, L., Wildi, W. (2011): Subaqueous morphology of Lake Lucerne (Central Switzerland): Implications for mass movements and glacial history, Swiss Journal of Geosciences 104, 425–443.

Iseli, Ch. (2014): Grundlagen für einen umfassenden Uferschutz an Seen, Ingenieurbiologie/Génie biologique, Heft 4/2014, 32–37.

Iseli, Ch., Schleiss, A. (2006): Erosionsprozesse und Uferstabilität an Seeufern – Resultate und Umfeld des Forschungsprojekts EROSEE. In: Schleiss, A. (Hsg.), (2006): Bases de dimensionnement des mesures de protection des rives lacustres/Bemessungsgrundlagen für Massnahmen zum Schutz von Flachufern an Seen. Communication LCH, EPFL 27:89–98.

LCH (2017): Protection d'un site préhistorique lacustre à Sutz-Lattrigen, Analyse de variantes de protection contre les vagues et les courants par modélisation numérique, rapport technique, Laboratoire de constructions hydrauliques EPFL (non-publié).

Nicolás Corti, Meneses, N., Baier, S., Geist, J., Schneider, T. (2017): Evaluation of Green-LiDAR Data for Mapping Extent, Density and Height of Aquatic Reed Beds at Lake Chiemsee, Bavaria – Germany, Remote Sensing 2017, 9(12), 1308; doi:10.3390/rs9121308

Råman Vinnå, C. L. M. (2017): Global and local anthropogenic effects on hydrodynamics of lakes: applications to Lake Biel drinking water management, EPFL PhD thesis N° 7976, doi: 10.5075/epfl-thesis-7976.

Råman Vinnå, C. L. M., Bouffard, D., Dubois, N., Hilbe, M., Käser, R., Wüest, A. (2017): Seewasserentnahme im Bielersee – Gibt es eine ideale Position? Aqua & Gas, 9, 14–20.

Ramstein, M., Fischer, J. (2015): Sutz-Lattrigen, Rütte: Ein Geländemodell für den Erosionsschutz, Archäologie Bern.

Schiefer, A., Iseli, Ch., Amini, A., De Cesare, G. (2016): Untersuchung von Renaturierungskonzepten am Seeufer Gals, Bielersee, Ingenieurbiologie/Génie biologique, Tagungsband, Heft 2/2016.

Steinbacher, F., Pfennigbauer, M., Aufleger, M., Ullrich, A. (2012): High resolution airborne shallow water mapping, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXIX-B1, 2012, 55–60, XXII ISPRS Congress, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia

Strasser, M., Hilbe, M., Anselmetti, F. S. (2012): Mapping basin-wide subaquatic slope failure susceptibility as a tool to assess regional seismic and tsunami hazards, Marine Geophysical Research, Volume 32, Issue 1–2, 331–347, doi: 0.1007/s11001-010-9100-2.

Strupler, M., Anselmetti, F. S., Hilbe, M., Strasser, M. (2018): Quantitative characterization of subaqueous landslides in Lake Zurich (Switzerland) based on a high-resolution bathymetric dataset, Geological Society, London, Special Publications, 477, doi: 10.1144/SP477.7

Wessels, M., Anselmetti, F., Artuso, R., Baran, R. Daut, G., Gaide, S., Geiger, A., Groenefeld, J.D., Hilbe, M., Möst, K., Klauser, B., Niemann, S., Roschlaub, R., Steinbacher, F., Wintersteller, P., Zahn, E. (2015): Bathymetry of Lake Constance – a high-resolution survey in a large, deep lake, ZFV – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 4, 203–210.

Anschrift der Verfasser
Christoph Iseli
Landschaftswerk Biel-Seeland
Mattenstrasse 133, CH-2501 Biel/Bienne
ch.iseli@landschaftswerk.ch
Giovanni de Cesare
EPRL-ENAC-LCH, Station 18
CH-1015 Lausanne
giovanni.decesare@epfl.ch

Ihr Partner
für Energiedienstleistungen

- Energiehandel und Portfoliomanagement
- Ökostromprodukte und Zertifikatehandel
- Planung, Projektierung, Realisierung von Wasserkraftwerken
- Betriebs- und Geschäftsführung Wasserkraftwerke

ewa.ch

EWA
URNER POWER