



Kurzbericht Bathymetriedaten Zürichsee (2014)

Autoren des Berichts: Michael Strupler, Michael Strasser

Erstellungsdatum: 12.11.2014

Basisinformationen zur Datenaufnahme

- Die Bathymetrie-Rohdaten wurden zwischen dem 18.02.2014 und dem 27.03.2014 mit einem *Kongsberg EM2040* Fächerecholot (300 kHz) und der Software *Kongsberg SIS* aufgenommen. Das Fächerlot arbeitet mit einem variablen Öffnungswinkel von maximal 150°, der aber für die tieferen Bereiche reduziert wurde. Pro Schallpuls werden bis zu 400 Tiefenpunkte registriert, die Pulsrate beträgt – abhängig von der Wassertiefe – zwischen 25Hz in seichten Bereichen und 2.5Hz im tiefsten Teil des Zürichsees.
- Insgesamt wurden 963 Survey-Linien (meistens uferparallel) mit seitlichen Abständen von ~100-180 m im tiefen Bereich (~100-136m Wassertiefe) bzw. seitlichen Abständen von <50m in seichteren Bereichen aufgenommen, wovon 953 Survey-Linien für die Berechnung des bathymetrischen Datensatzes verwendet wurden.
- Grundsätzlich wurden die Flachwasserzonen (< 5m Wassertiefe) nicht vermessen. In wenigen Einzelfällen (z.B. Absperrungen Badeanstalten, Häfen, geankerte Schiffe, aus Sicherheitsgründen) konnte nicht bis zu einer exakten Mindesttiefe von 5m vermessen werden, sondern es wurde die bestmögliche Mindesttiefe gemessen.
- Für die Positionierung wurde ein GNSS-Empfänger vom Typ *Leica GX1230+ GNSS* verwendet. Die Positionsdaten wurden in Echtzeit mit *swiposGIS/GEO*-Korrekturdaten (Datenstrom VRS-LV95-LHN95) welche während der Aufnahme über ein Mobilfunknetz abgerufen wurden, korrigiert.
- Die Orientierung des Messboots (Parameter „Roll“, „Pitch“ und „Heave“) wurden während der Datenaufnahme durch ein direkt an den Schwingern des Echolots angebrachtes inertiales Navigationssystem *Kongsberg Seatex MRU5+* korrigiert. Der Kurs des Boots wurde durch einen GPS-Kompass *Trimble SPS361* bestimmt.
- Da bei der Aufnahme der bathymetrischen Daten die Seebodentiefe durch die Laufzeitmessung der ausgesendeten Signale bestimmt wurde, hat die Schallgeschwindigkeit im Wasser einen entscheidenden Einfluss auf die Messresultate. Daher wurden mehrmals täglich Schallprofile in der Wassersäule gemessen und in die Aufnahmesoftware geladen. Mit Hilfe der aktualisierten Schallprofilen werden vom Aufnahmesystem in Echtzeit „vorprozessierte“ Lösungen, d.h. Tiefenpunkte in einem lokalen, bootsbezogenen Koordinatensystem, berechnet, die zusammen mit den Rohdaten (Winkel, Zweiweglaufzeiten) aufgezeichnet werden.

Prozessierung (in CARIS HIPS and SIPS 8.1):

- Die gesamte Prozessierung der Bathymetriedaten wurde mit der Software CARIS HIPS/SIPS 8.1 ausgeführt.
- Die Seespiegelschwankungen während der Messperiode wurde anhand der Daten der hydrologischen Messstation Zürichhorn des BAFU-Basismessnetzes (Station LH 2209) berücksichtigt. Während der Prozessierung wurde als temporäres Referenzniveau für Tiefenangaben der mittlere Wasserstand über die Messperiode an dieser Station verwendet, welcher 405.793 m (LN02), entsprechend 405.679 m in LHN95, beträgt. Für den erzeugten Rasterdatensatz wurde dieser Wert (405.679 m LHN95) zu den Tiefenwerten addiert, es wird also angenommen, dass die Höhe Seeoberfläche in Ruhe im System LHN95 näherungsweise konstant ist.
- Durch vereinzelte Ausfälle der GPS-Korrekturdaten (aufgrund kurzfristiger Unterbrüche der Mobilfunkverbindung) entstanden fehlerhafte Positionsdatenpunkte, welche in CARIS mittels Interpolation korrigiert wurden.
- Für vier Survey-Linien (alle an Steilhängen) wurde die Schallgeschwindigkeitskorrektur mit alternativen Geschwindigkeitsprofilen neu berechnet. Für alle anderen Linien wurde keine Neuberechnung der Schallgeschwindigkeitskorrektur durchgeführt, sondern es wurden die während der Aufnahme vorprozessierten Lösungen verwendet.
- Die erhaltene, georeferenzierte Punktwolke wurde manuell gesäubert („Subset Editor“ in Caris). Aus der gesäuberten Punktwolke wurde ein Raster mit einer Zellengrösse von 1m berechnet. Beim verwendeten Algorithmus „swath angle“ werden die Tiefenwerte anhand ihres Winkels („grazing angle“) gewichtet, wobei weit aussen im Fächer liegende Punkte ein geringeres Gewicht erhalten als Punkte im Nadir; ebenfalls wird der tatsächlich beschallte Bereich („beam footprint“) berücksichtigt, so dass einzelne Tiefenwerte in mehr als eine Rasterzelle einfließen können (max. 3x3 Zellen).
- Die wenigen, sehr kleinen Löcher im Datensatz (einzelne leere Zellen des Rasters) wurden durch eine lokale Interpolation (maximal 4x4 Zellen) gefüllt. Einzelne etwas grössere Lücken wurden belassen.

Kurze Beschreibung der Daten und Datenqualität:

- Der bathymetrische Datensatz wird im ESRI ASCII Format geliefert und liegt im Koordinatensystem LV95 vor.
- Die Zellenwerte des Rasters sind Höhenangaben des Seebodens, vertikales Referenzsystem ist LHN95.
- Allfällige sensible Daten wie Schiffswracks und Trinkwasserfassungen wurden nicht maskiert.
- Abbildung 2 zeigt eine Karte mit den Unsicherheiten berechnet in Caris (Uncertainty map). Generell sind die Unsicherheiten in den tieferen Bereichen grösser als in den Flachwasserbereichen. Im Nadir (direkt unter dem Aufnahmegerät) sind die Unsicherheiten ebenfalls kleiner als bei einem grösseren Off-Nadirwinkel. Die vertikale räumliche Auflösung der Bathymetrie liegt im Bereich von 1-2 dm in den seichten Zonen und beträgt weniger 6 dm an der tiefsten Stelle.
- Abbildung 3 zeigt eine Karte mit den Standardabweichungen der Tiefenpunkte in den Rasterzellen. In Bereichen mit geringer Hangneigung sind ist die Standardabweichung

typischerweise geringer als die Unsicherheit und beträgt zwischen < 0.1 dm in seichten Zonen und 3 dm im tiefen Becken. Insbesondere vor der Halbinsel Au gibt es im Wassertiefenbereich zwischen 20 und 50 m sehr steile Zonen, welche auf der Standardabweichungskarte (Abbildung 3) für hohe Werte verantwortlich sind.

- Die Schallprofile, welche für die Aufnahmen an den steilen Hängen vor Meilen und der Halbinsel Au verwendet wurden, sind nicht offenbar nicht optimal (Versatz von ca. 3-5 dm an den Überlappungsstellen nebeneinander liegender Linien). Daher wurde an besagten Stellen die Schallprofile mit den zeitlich nächsten Schallprofilen ergänzt, was allerdings kaum zu einer Verbesserung der Datenqualität führte.
- Das schwach erkennbare Muster von parallelen Streifen (vorallem im flachen, südlichen Teil des Sees) ist vermutlich ebenfalls auf eine nicht optimale Schallgeschwindigkeitskorrektur zurückzuführen und konnte nicht ganz bereinigt werden.
- Vereinzelt sind im Datensatz auch Seegrunddaten mit einer Tiefe < 5 m vorhanden (z.B. Bereich Wollishofen).

Übersicht bathymetrischer Datensatz Zürichsee 2014:

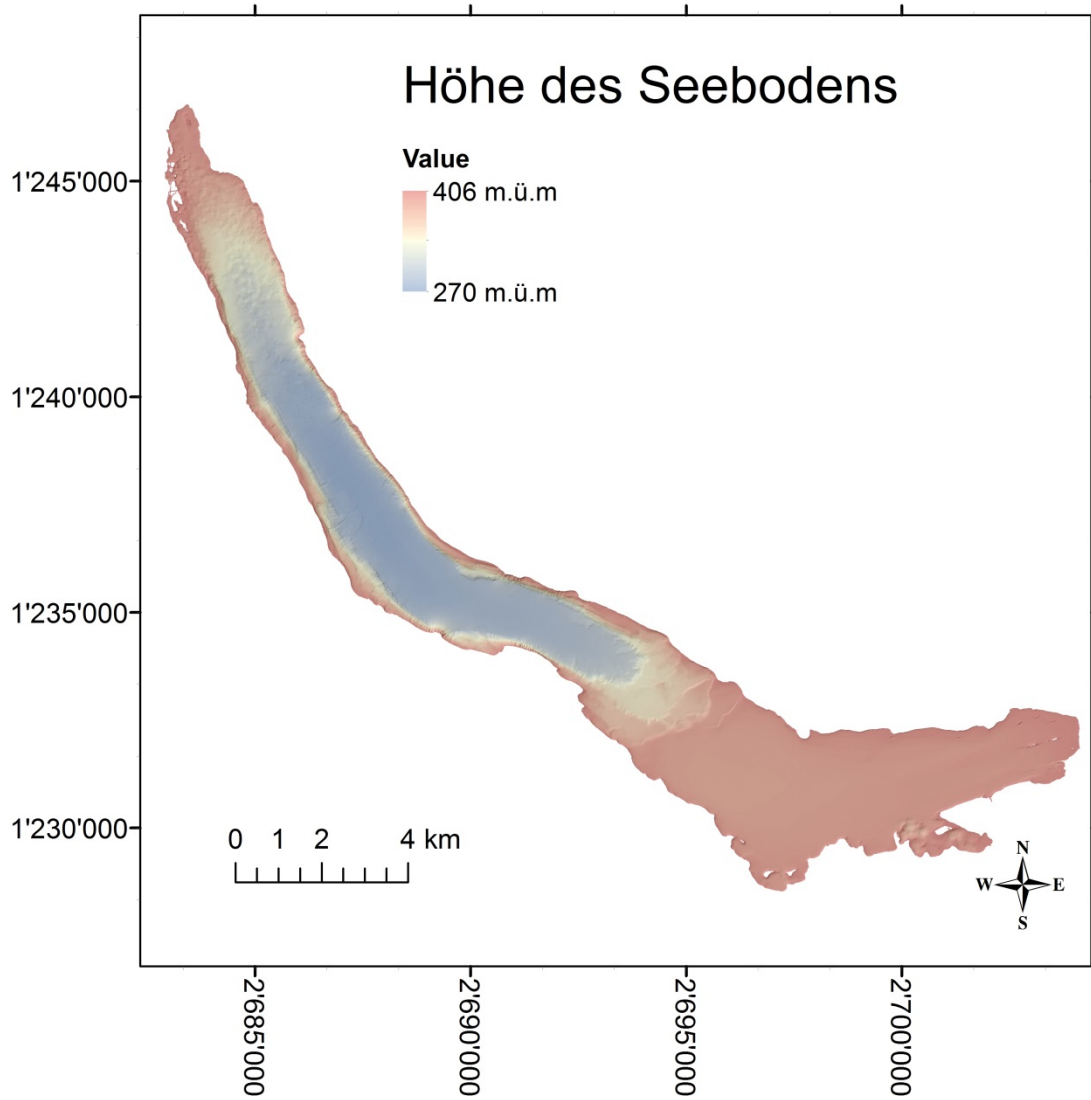


Abbildung 1: Übersicht bathymetrischer Datensatz Zürichsee

Karte Unsicherheiten:

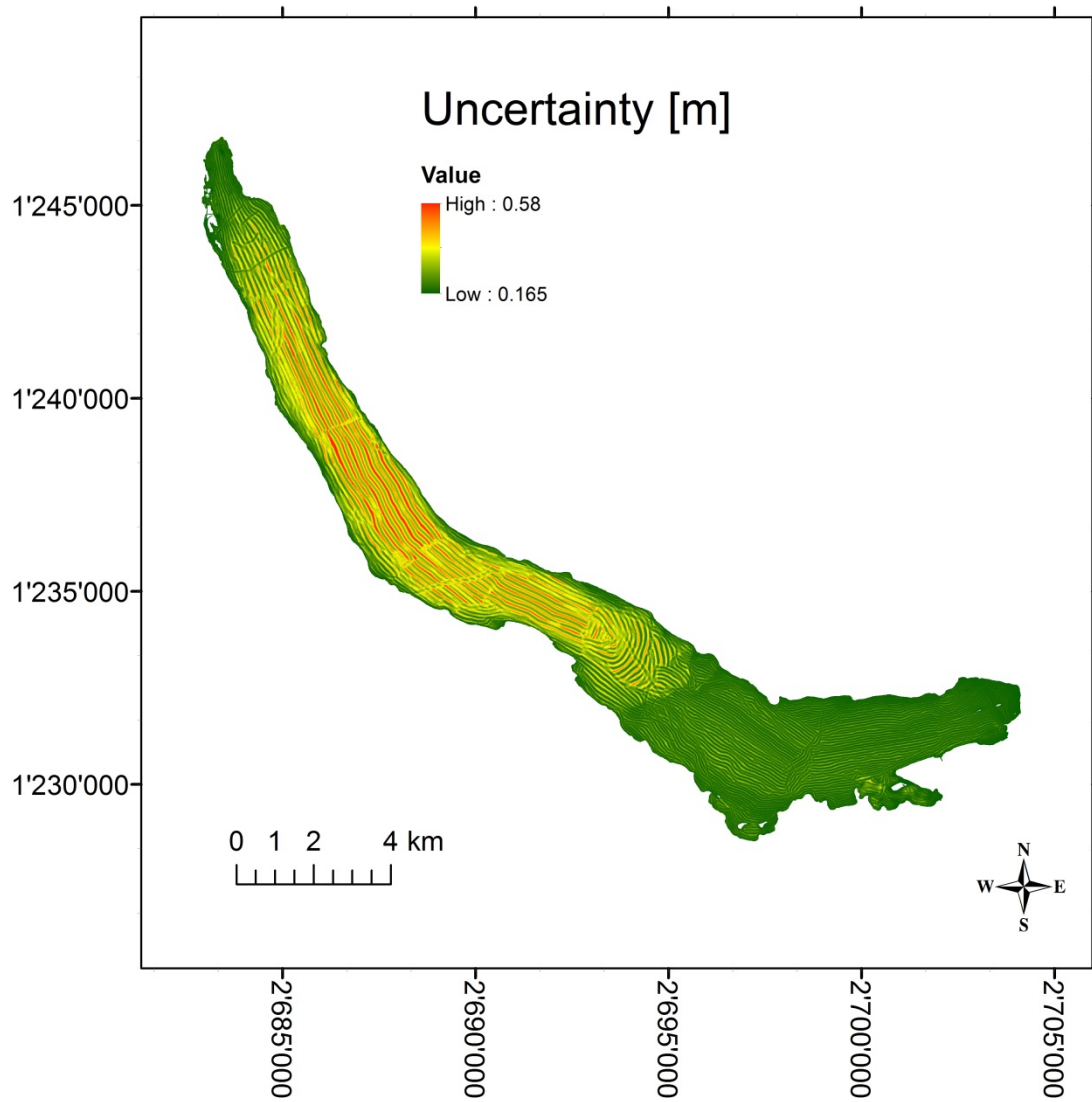


Abbildung 2: In Caris berechnete Unsicherheit der einzelnen Zellen

Karte Standardabweichungen:

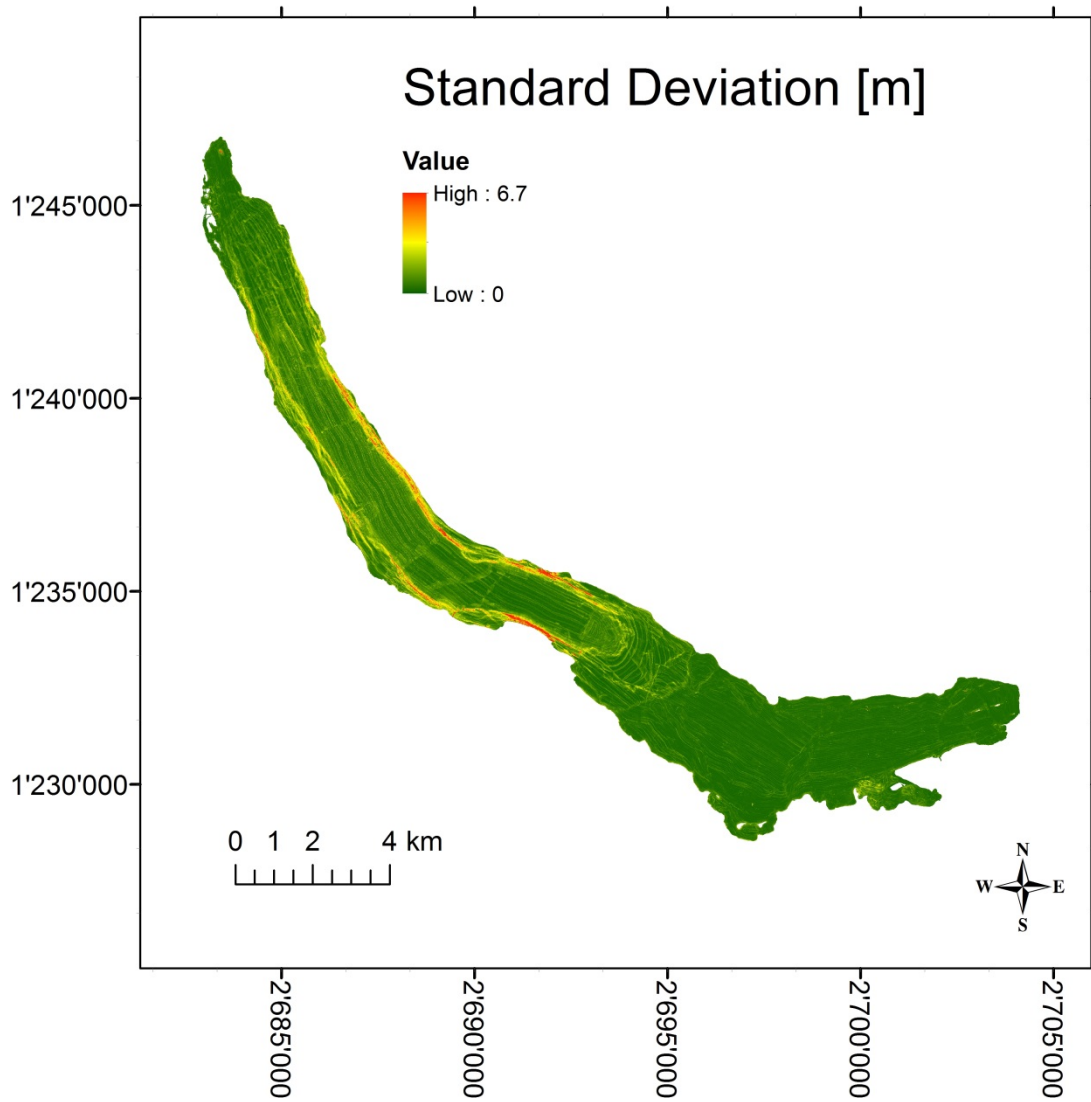


Abbildung 3: Standardabweichungen der Tiefenwerte in den Rasterzellen

Zürich, 12.11.2014

M. Strupler

M. Müller