



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



# Projekt Tiefenschärfe – luft- und wassergestützte Vermessung des Bodensees

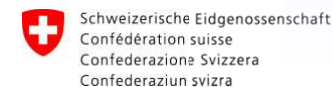
Interreg IV Projekt: Tiefenschärfe – hochauflösende Vermessung Bodensee

Vortrag Deutscher Hydrographentag, Lindau, 13.06.2018

*Martin Wessels, Institut für Seenforschung, Langenargen*

*Nils Brückner, Paul Wintersteller, Uni Bremen*

*Pushpa Dissanayake, Hilmar Hofmann, Uni Konstanz*



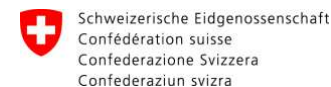
# Inhalt



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- Institut für Seenforschung
- Bodensee-Tiefenvermessung
  - Alte Vermessungen
  - Durchführung und Auswertung
  - Wracks und sensible Daten
  - Hydrodynamik und Morphodynamik in der Flachwasserzone
  - Seebodenstrukturen und Massenbewegungen
  - Wassersäulendaten und Methan-Emissionen
  - Datenlücken und Repräsentativität der Bodensee-Vermessung

Lindau,  
14.06.2018



# Das Institut für Seenforschung



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- 1919 Anstalt für Bodenseeforschung der Stadt Konstanz
- 1920 Verein für Seenforschung und Seenbewirtschaftung mit Institut in Langenargen
- 1925 Institutsneubau
- 1936 Aufnahme des Instituts in die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft
- 1960 Verstaatlichung des Instituts
- 1970 Zusammenlegung der Institute in Konstanz und Langenargen
- 1975 Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
- 2000 Neues Institutsgebäude
- 2004 Forschungsschiff „Kormoran“
- 2006 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Baden Württemberg
- 2017 Landesanstalt für Umwelt, Baden Württemberg



Lindau,  
14.06.2018



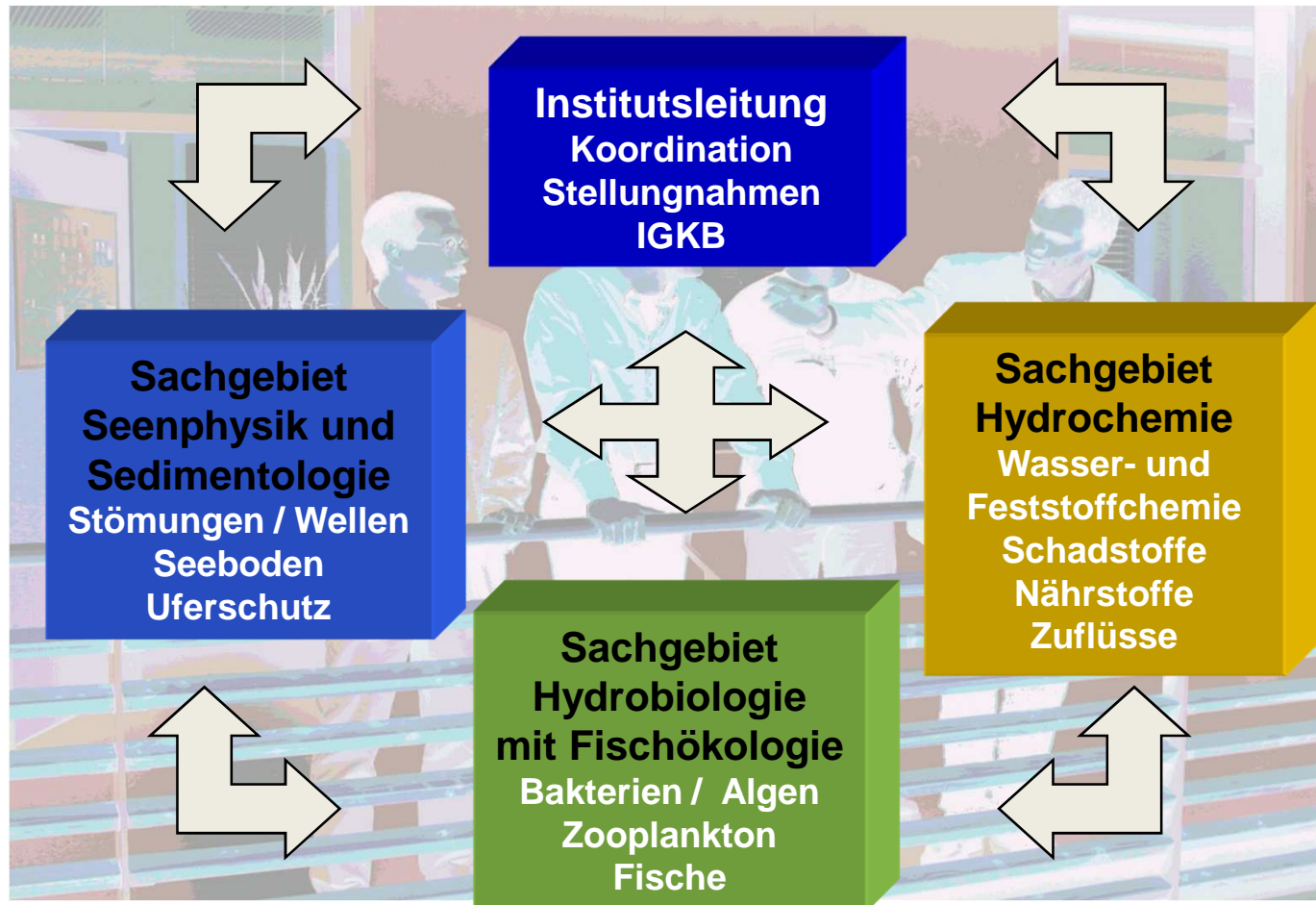
EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung

Quelle: LUBW

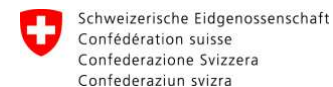
# Das Institut für Seenforschung



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Lindau,  
14.06.2018

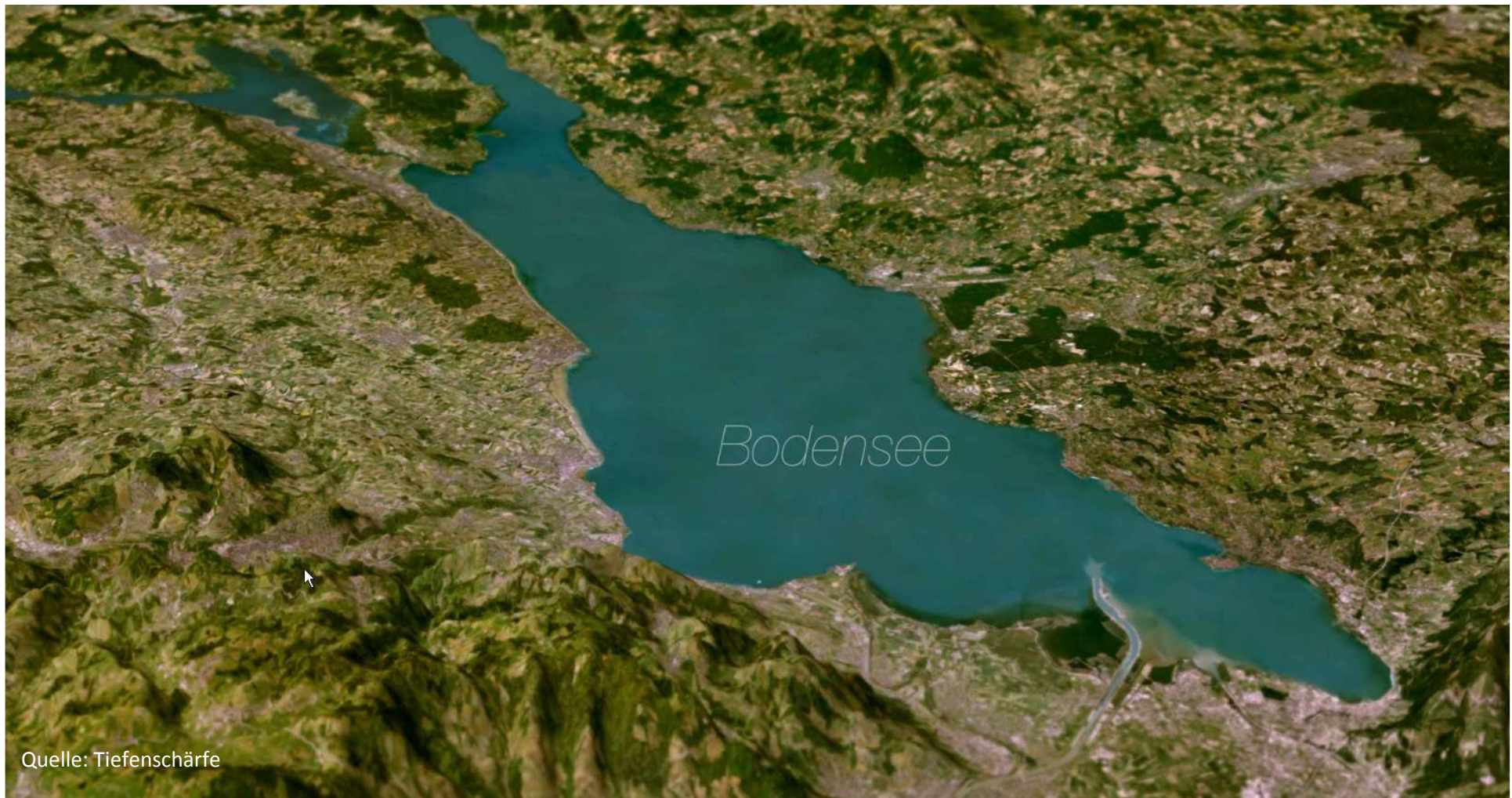




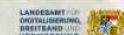
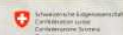
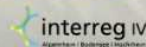
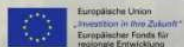
# Der Bodensee



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: Tiefenschärfe





# ... und über 4000 kleine Seen



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: LUBW

Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung

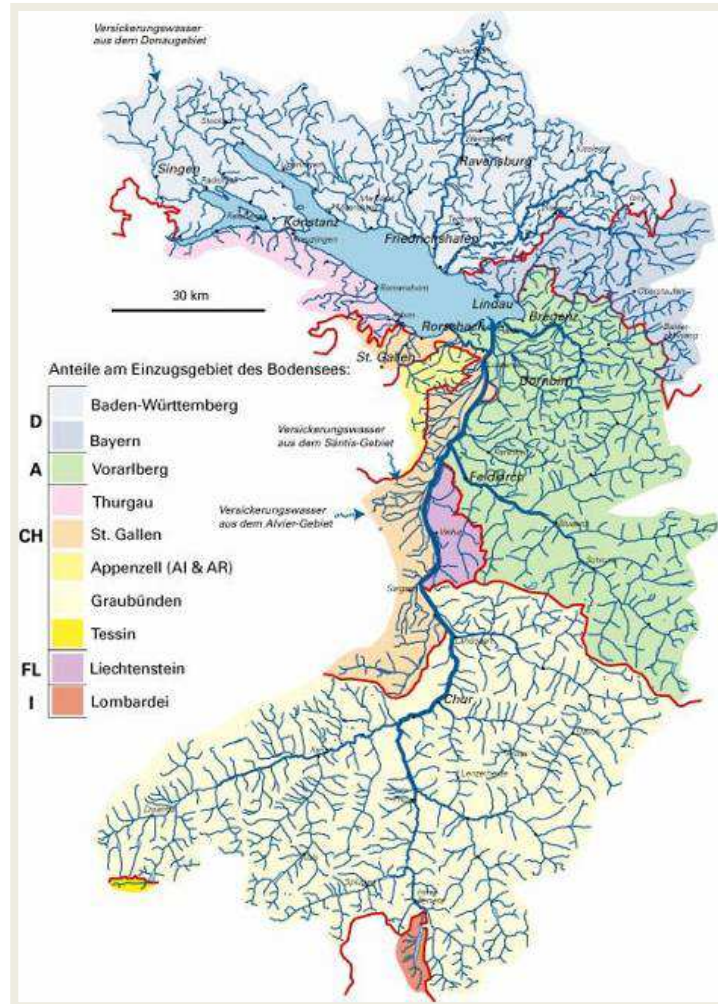


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# IGKB – Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



## Einzugsgebiet Bodensee:

5 Staaten

(D, A, CH, FL, I)

8 Länder / Kantone

(BW, BY, VA, TG, SG, GR, FL, TE)

Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



# Arbeitsgeräte



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: Tiefenschärfe

Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



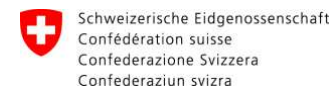
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Tiefenschärfe



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

Lindau,  
14.06.2018



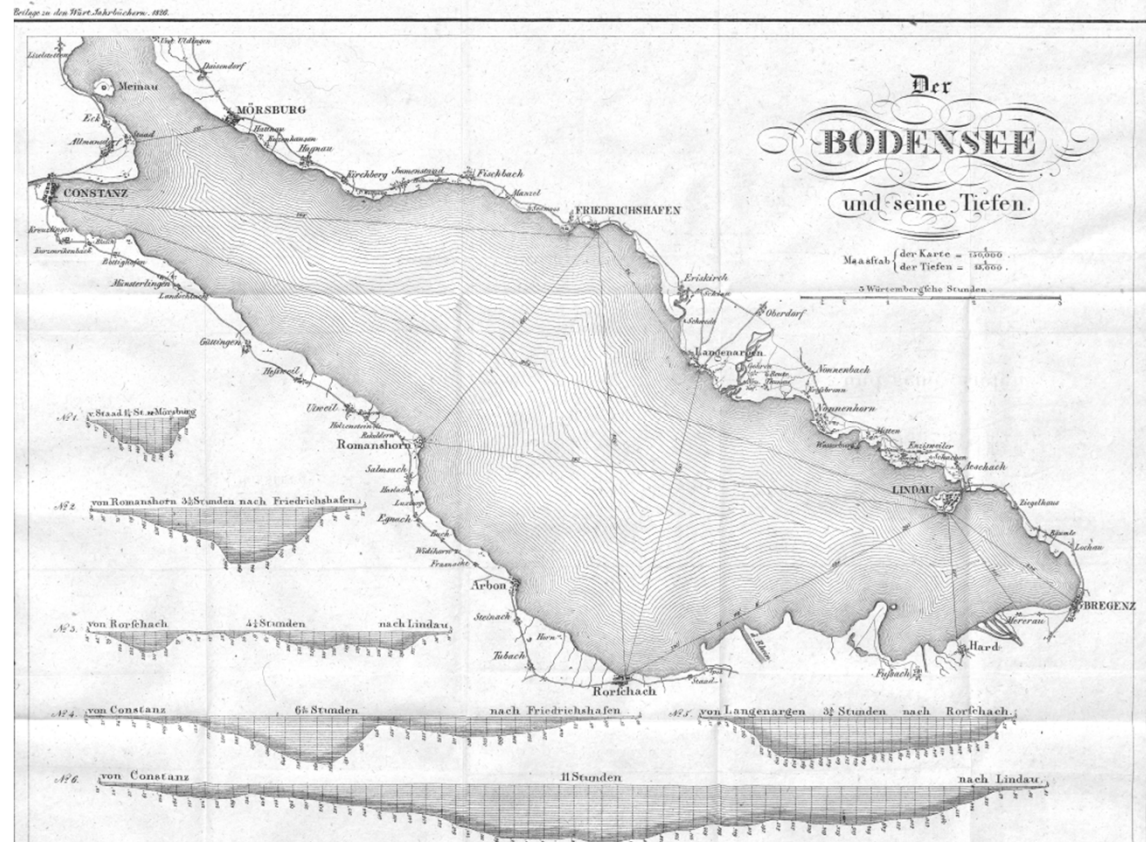


# Gasser 1826



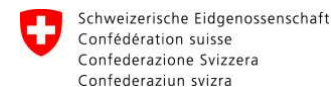
Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- „Lothungen nach 13 Richtungen“
- „nicht weniger als 333 Stellen gemessen“
- Fläche: „9 1/2 Quadratmeilen“
- Volumen: „2,055,040,000 Kubikruthen“
- Größte Tiefe: 964 Fuß
- Größte Länge und Breite: 17 ½ und 5 Stunden



Quelle: Württembergische Jahrbücher für vaterländische Geschichte, Geographie, Statistik und Topographie, 1826.

Lindau,  
14.06.2018



# Zeppelinkarte 1893



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: Schriften des Vereins für die Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, 1893.

Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



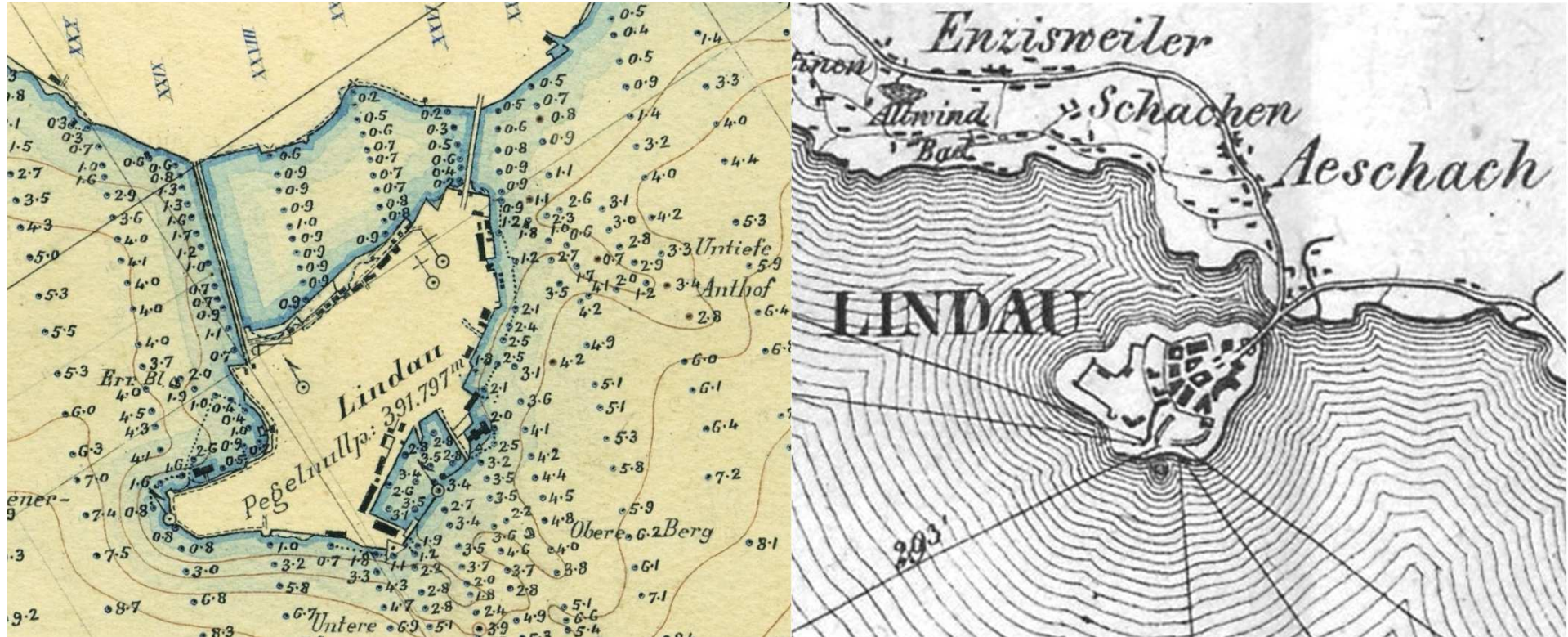
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



# Zeppelin 1893



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: Hörnlimann 1893, Gasser 1826

Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



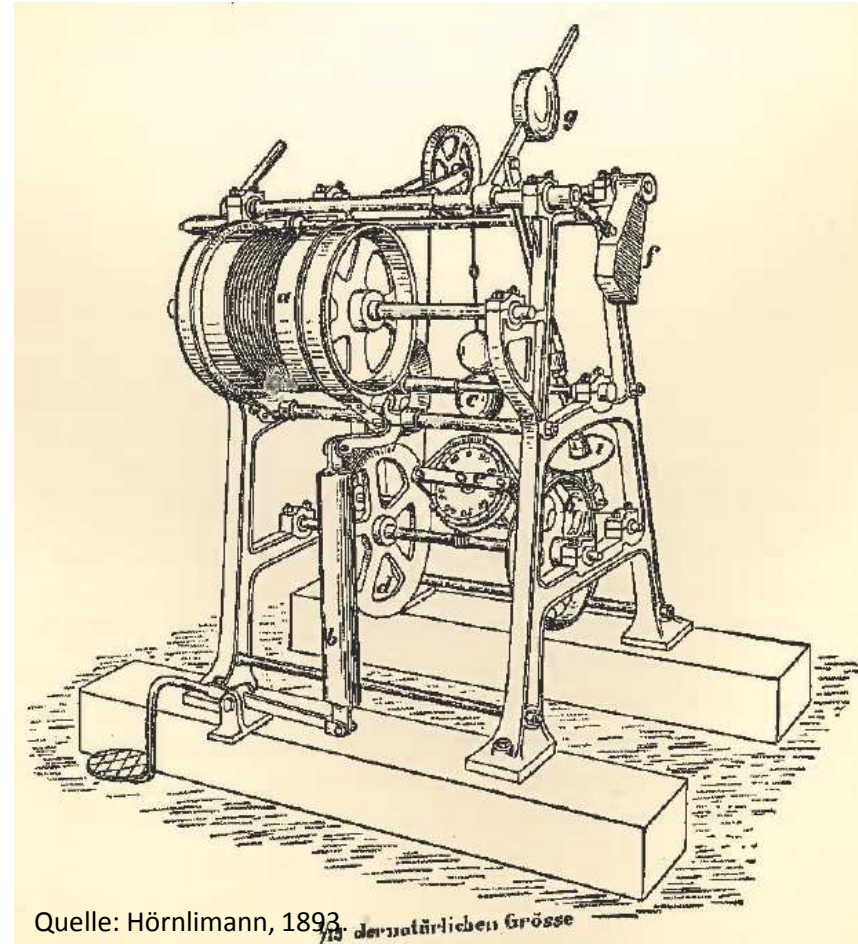
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Hörnlimann 1893

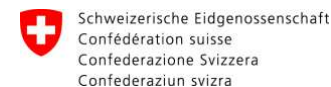


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- „Sondir-Apparat“ von Ing. Zuppinger (Baudirektion Kt. Zürich)
- Ingenieur F. Haller (Maschinenfabrik Bern)
- Eisenkugel (6 bzw. 8 kg) an Stahldraht
- Profile 300 – 600 m Abstand
- max. 88 Lotungen / Tag
- 11.147 Messungen
- 20,7 Lotungen / km<sup>2</sup>



Lindau,  
14.06.2018

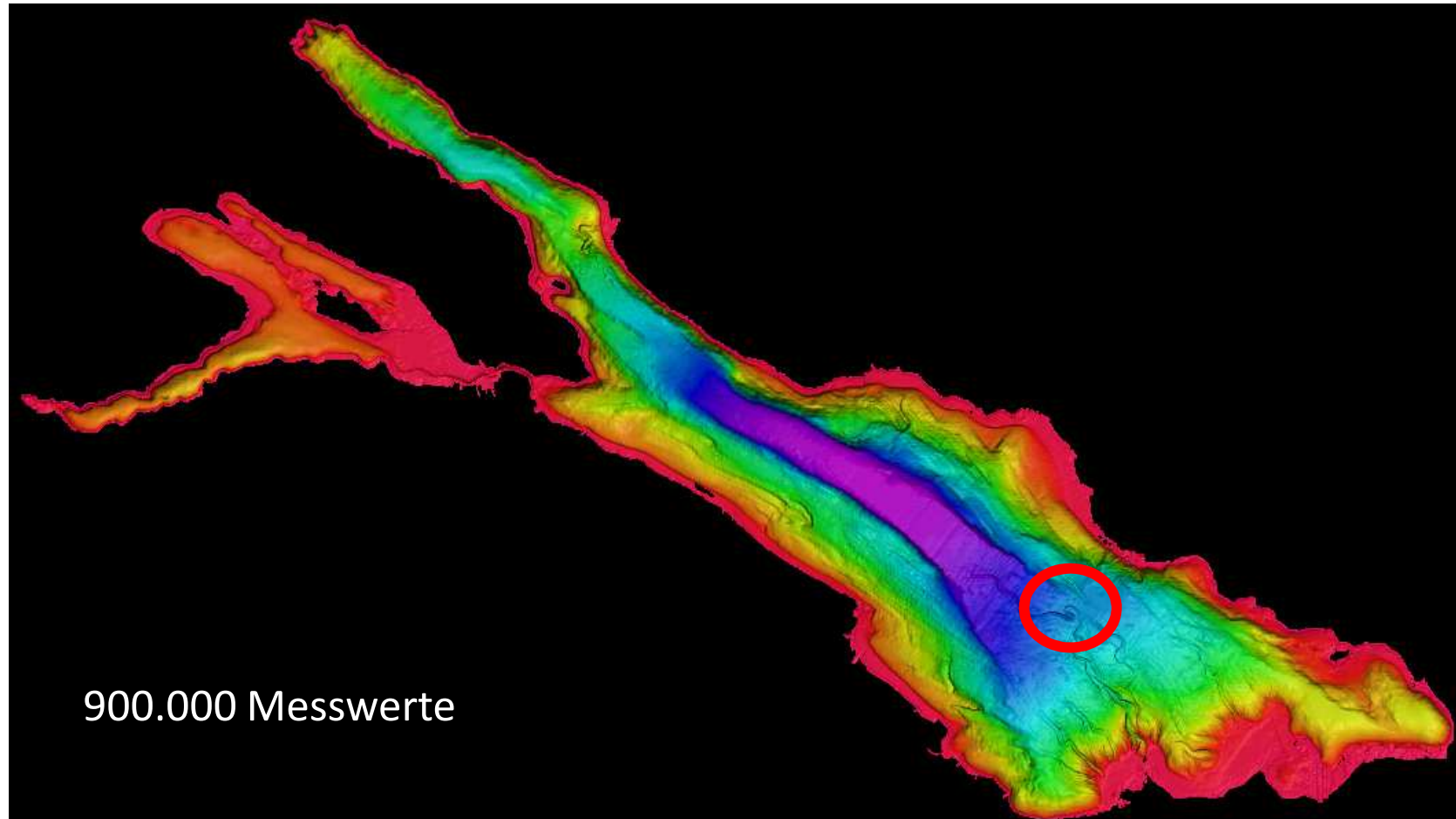




# IGKB-Vermessung 1990



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



900.000 Messwerte

Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

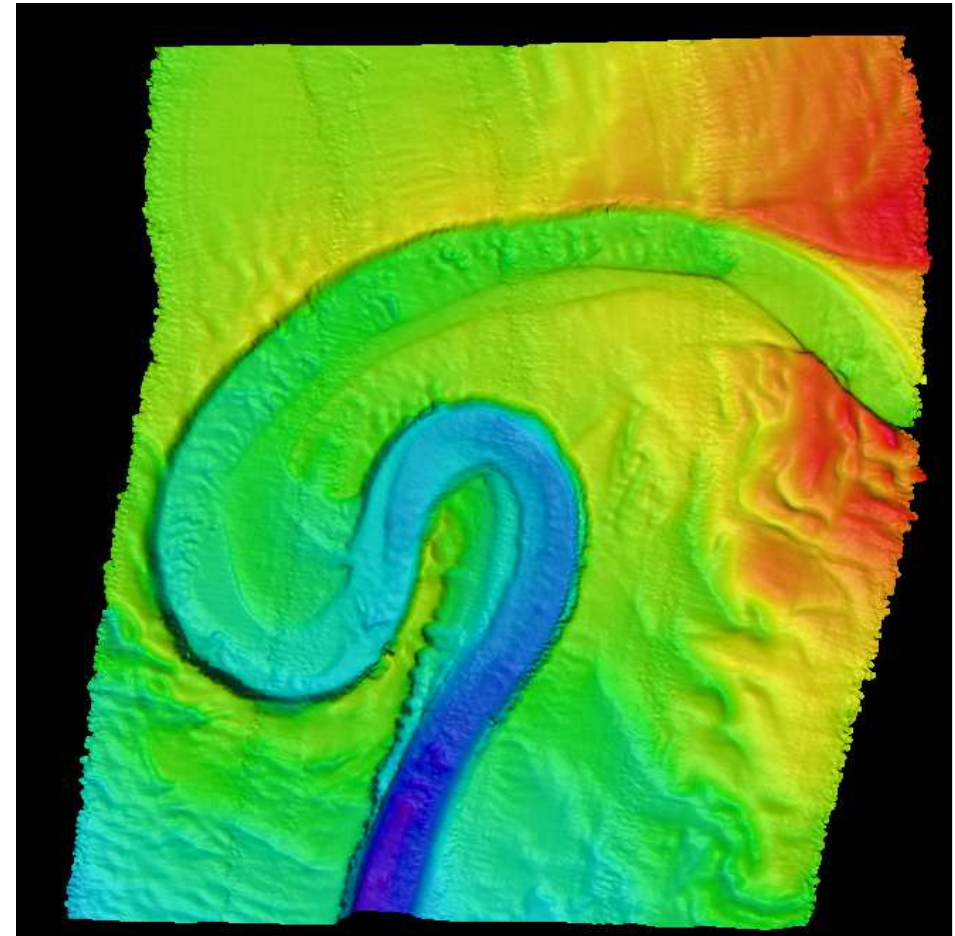
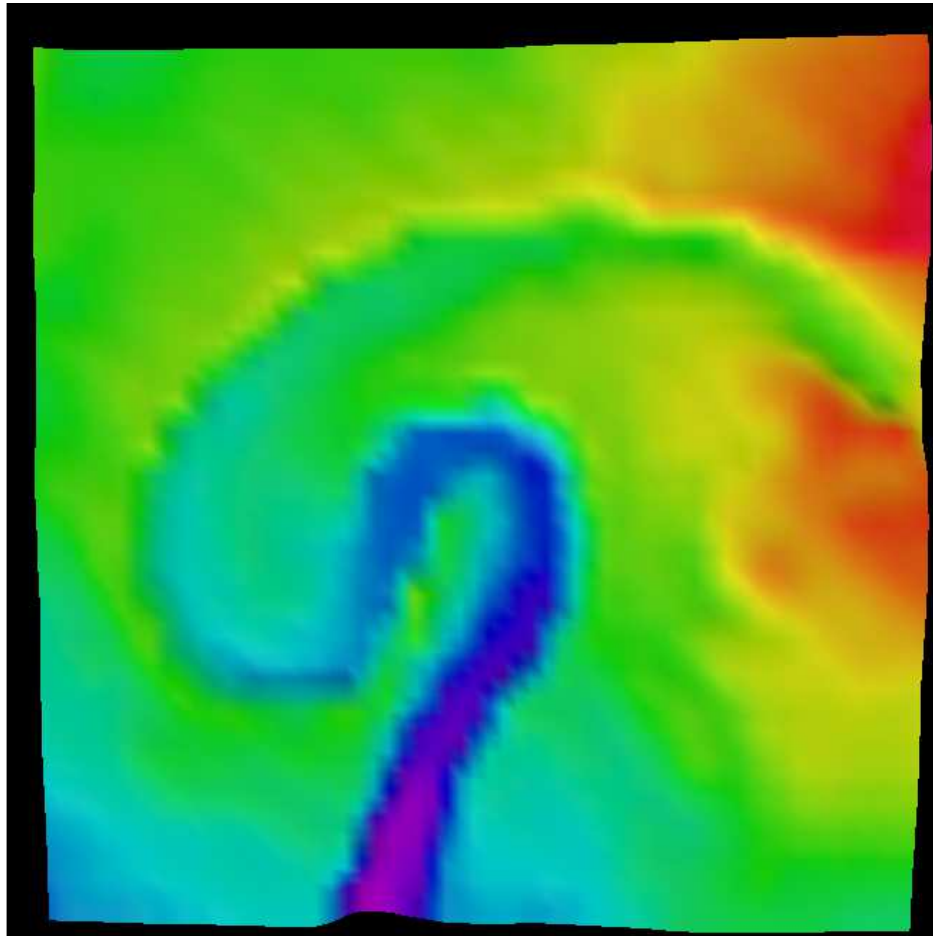


# Fächerlot-Testmessungen 2008 / 2009



TIEFEN  
SCHÄRFE

Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Organisation



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

## **Vorbereitungsgruppe**

Wasserwirtschaft, Denkmalschutz, Wissenschaft

## **Finanzierung**

IGKB, INTERREG IV

## **Projektkoordination**

Institut für Seenforschung der LUBW, Langenargen

## **Projektpartner IGKB**

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg  
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und  
Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien  
Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-  
Württemberg (LUBW), Karlsruhe

## **Projektunterstützung**

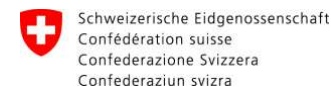
Bundesamt für Landestopografie (swisstopo), Bern

Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV), Wien

Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung (LDBV),  
München

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-  
Württemberg (LGL BW), Stuttgart

Lindau,  
14.06.2018



# Durchführung



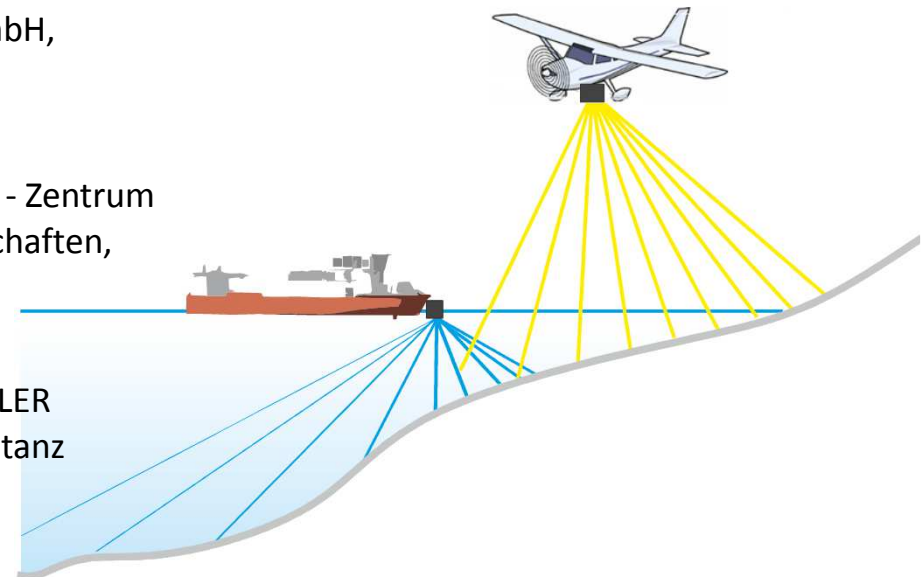
Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

**Fächerecholotmessung** Flavio Anselmetti, Institut für Geologie,  
Oeschger Zentrum für Klimaforschung,  
Universität Bern

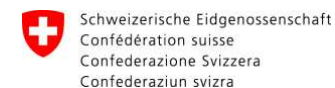
**Befliegung** Frank Steinbacher,  
AirborneHydroMapping GmbH,  
Innsbruck

**Qualitätskontrolle** Paul Wintersteller, MARUM - Zentrum  
für Marine Umweltwissenschaften,  
Universität Bremen

**Öffentlichkeitsarbeit** Stefan Gessler, LORTH GESSLER  
MITTELSTAEDT GmbH, Konstanz



Lindau,  
14.06.2018



# 2013: Fächerecholot



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- 5608 km Strecke
- 7.210.007.325 Tiefenpunkte
- 460,8 km<sup>2</sup> Fläche
- 602 Schallgeschwindigkeitsprofile
- 112 % Überdeckung unterhalb 5 m Wassertiefe
- Probleme mit der hohen Komplexität (Projektgröße) / Grenzen der software



Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



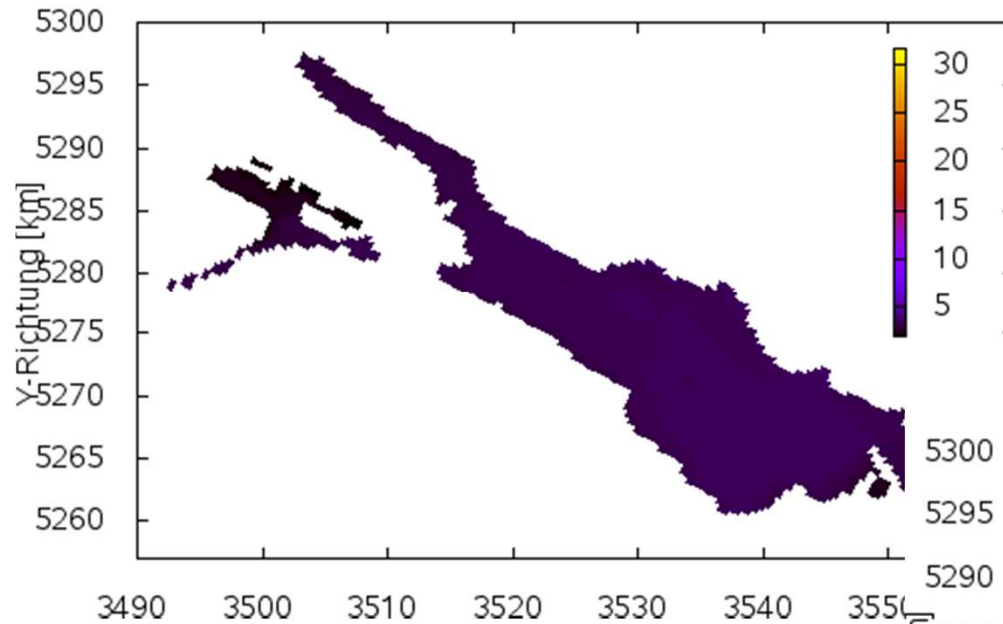
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Temperaturentwicklung



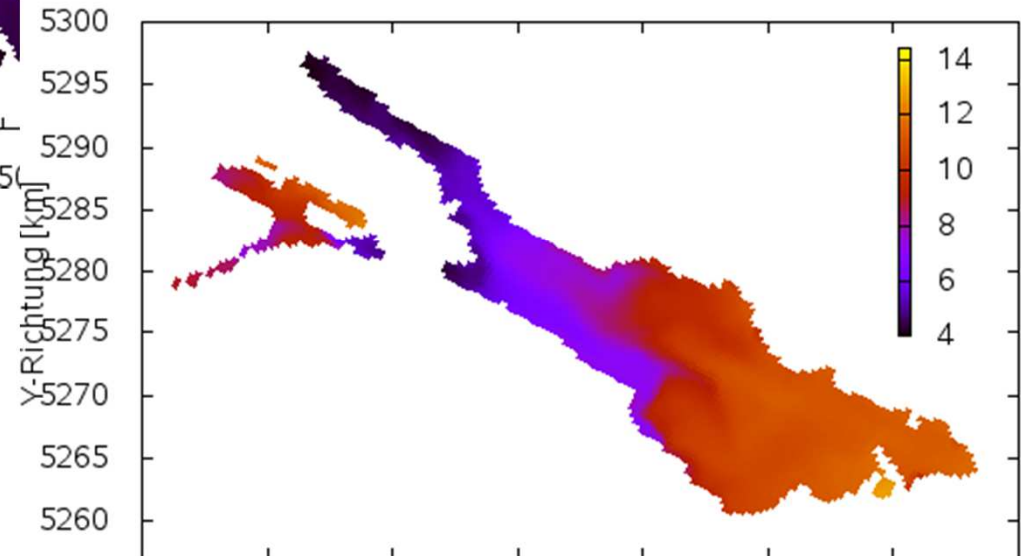
Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

Temperatur [grad Celsius] (See-Oberflaeche)  
am 1. April 2013 um 00:00 Uhr



## Tägliche Variabilität

Temperatur [grad Celsius] (See-Oberflaeche)  
am 1. June 2013 um 00:00 Uhr



## Erwärmung 1.4.-30.08.2013

Lindau,  
14.06.2018

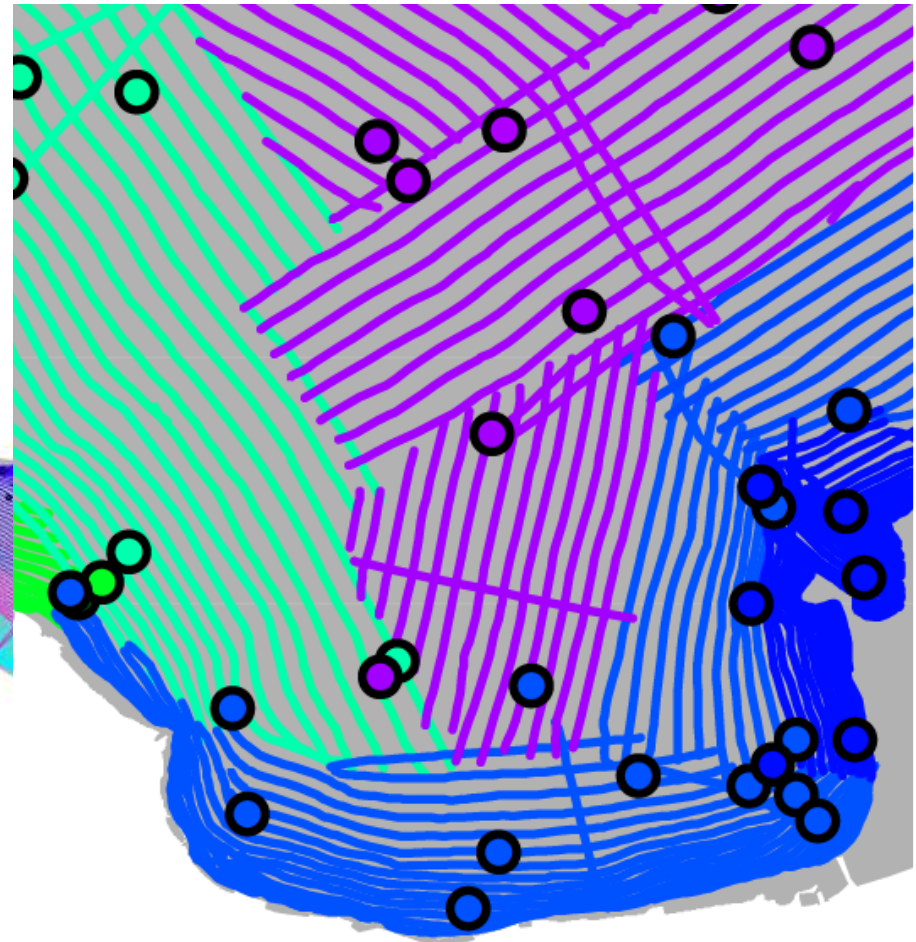
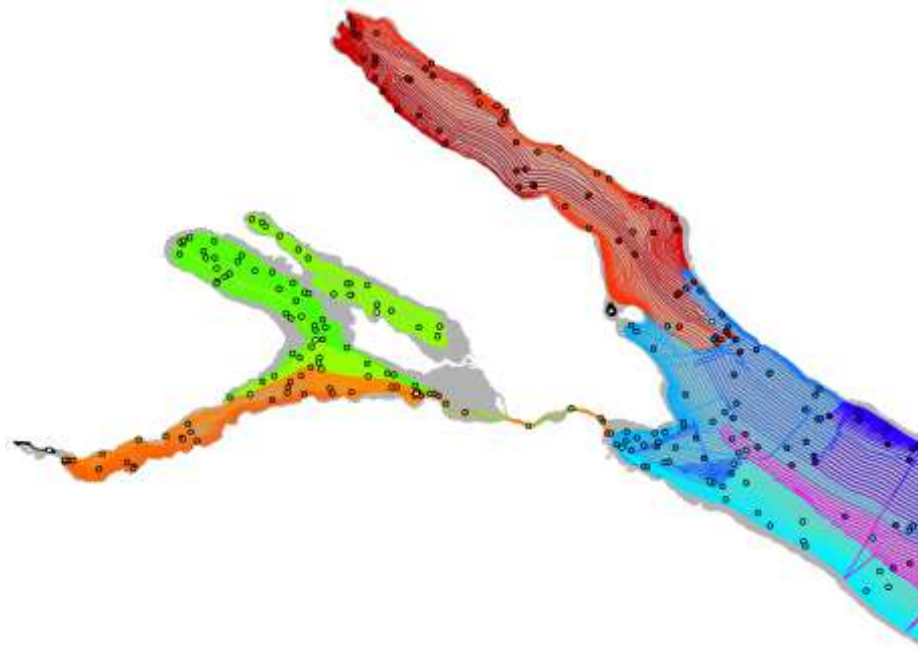




# Schiffskurse & Schallprofile



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



10.4.2013

8.8.2013



Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



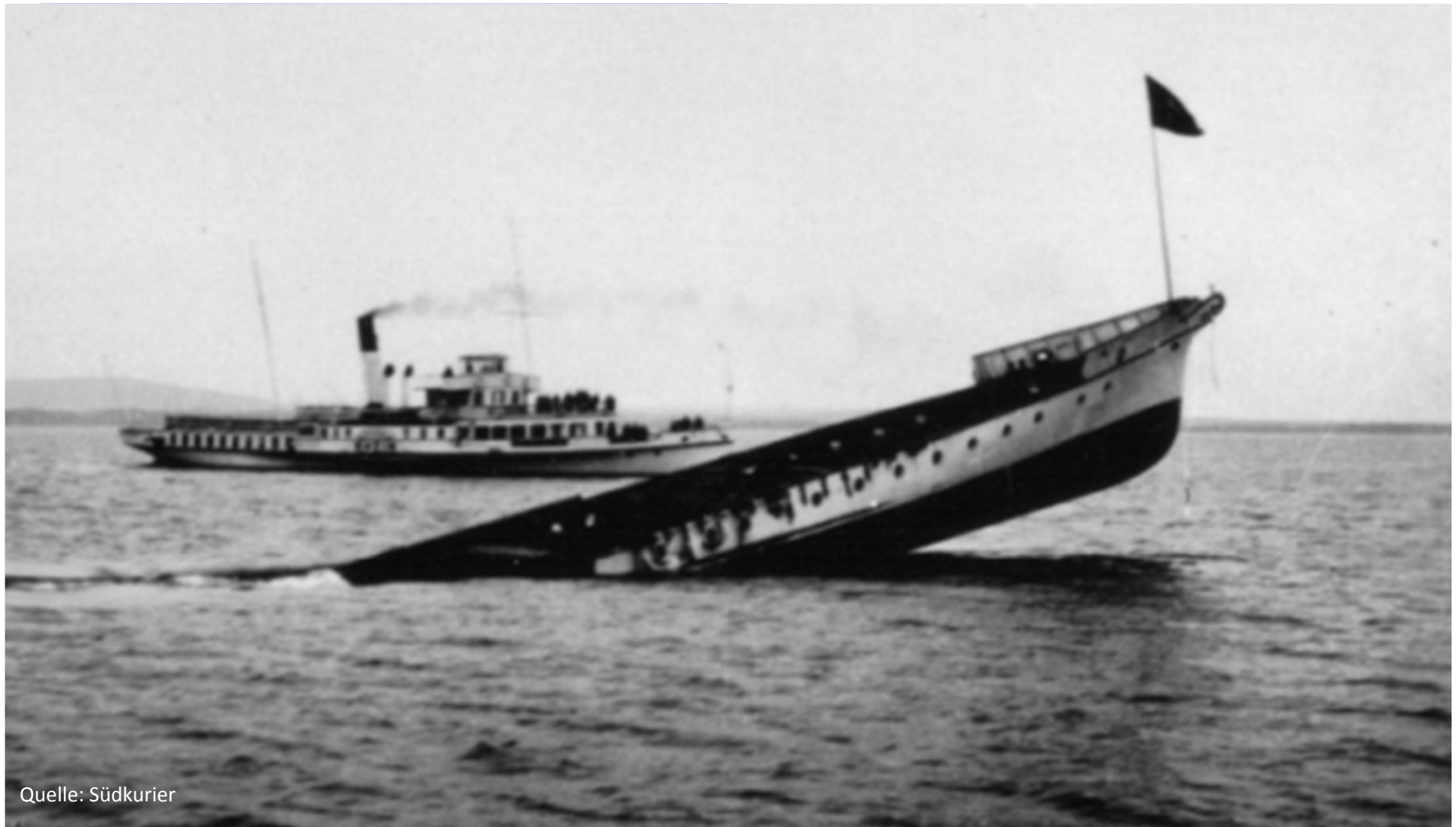
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Wracks und Leitungen



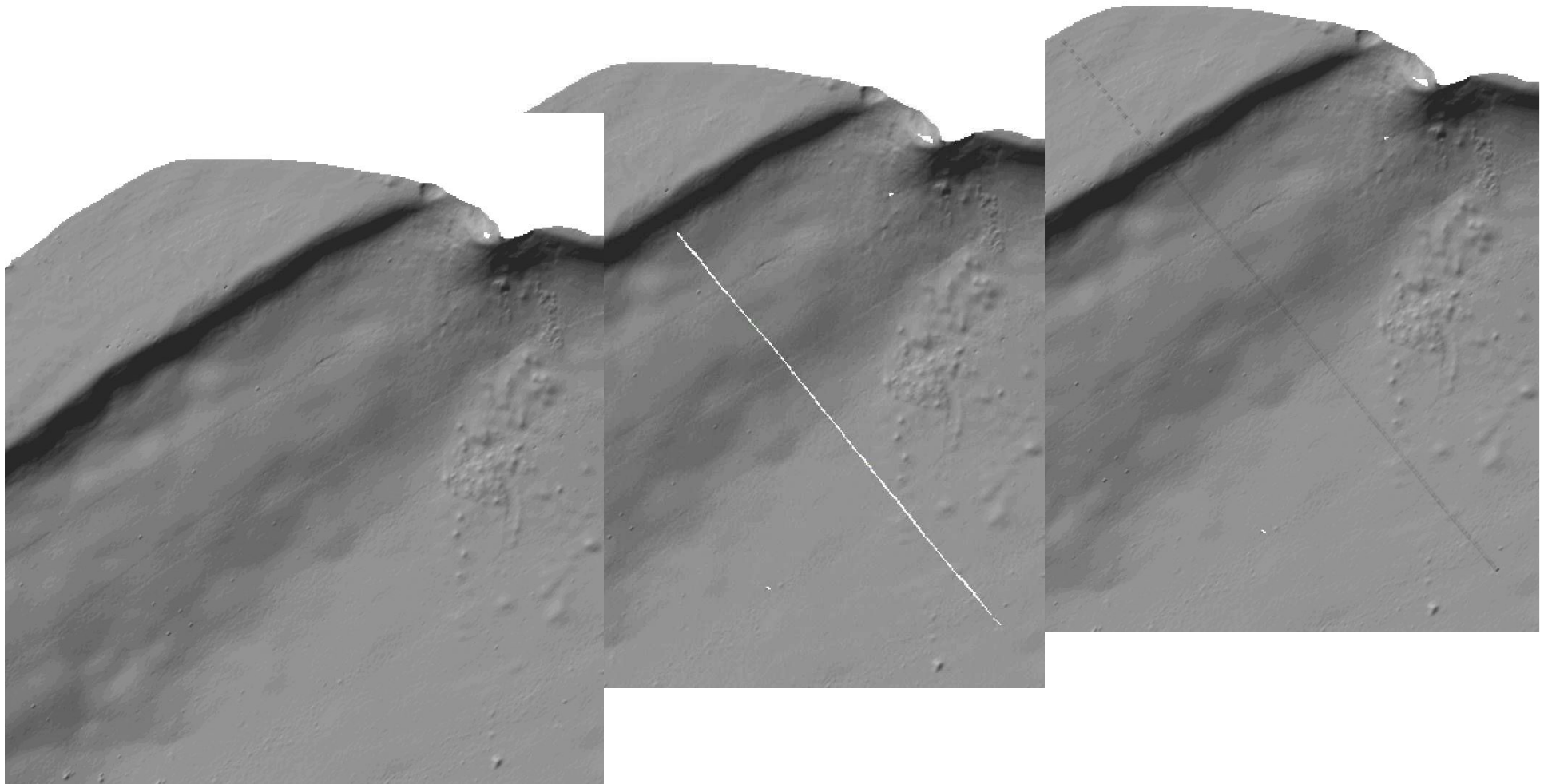
TIEFEN  
SCHÄRFE

Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

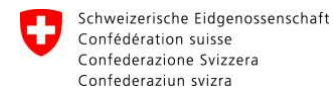


Quelle: Südkurier

# Maskieren sensibler Daten



Lindau,  
14.06.2018





# 2014: Laserscanning



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

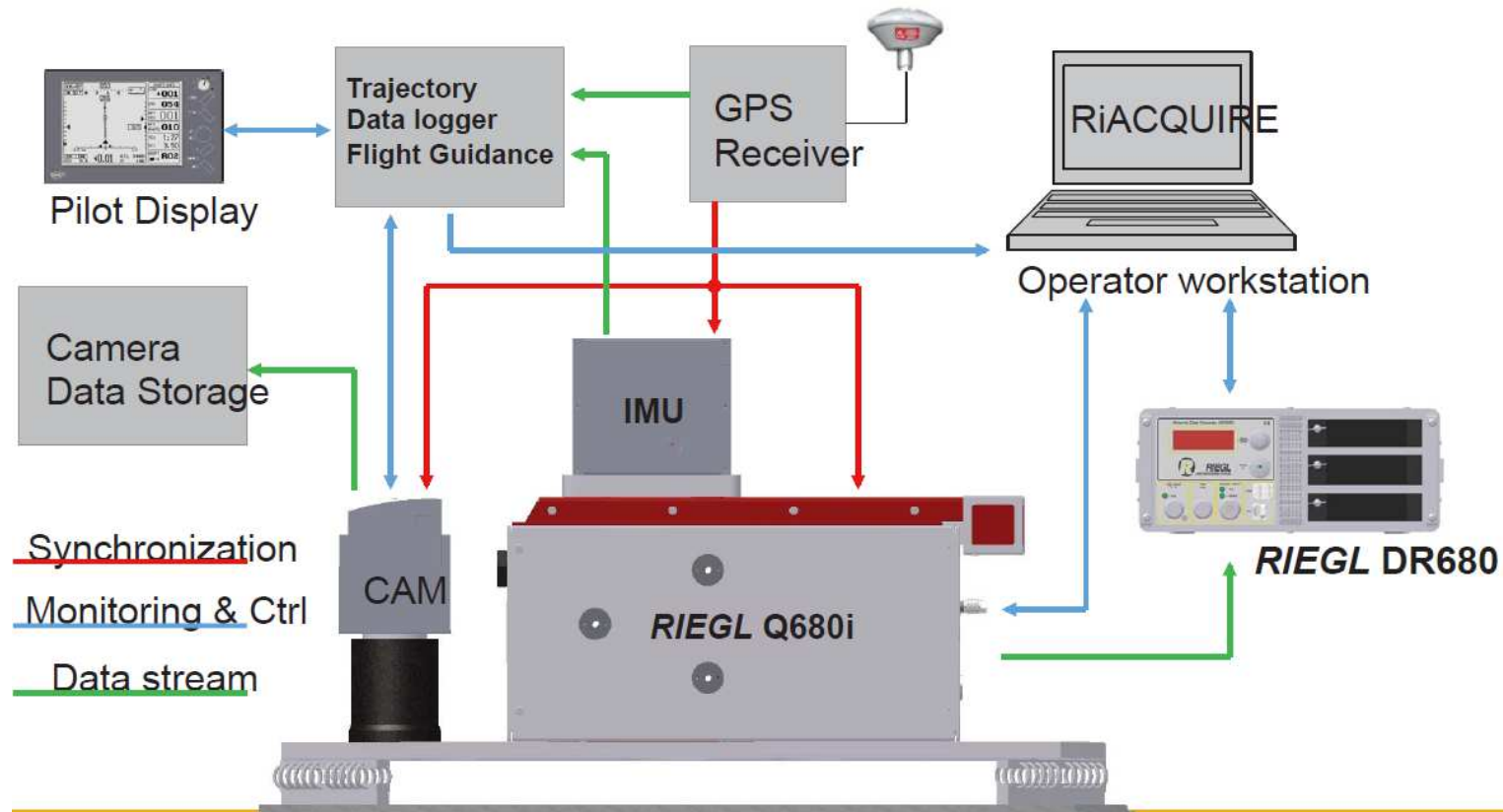


Quelle: Tiefenschärfe

# Airborne Laserscanning (Fa. Riegl)

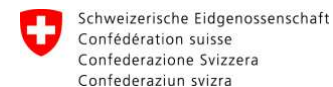


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: Hydrographisches Airborne Laserscanning für die präzise und hochauflösende Vermessung von Flussläufen und Ufergebieten, Dr. Martin Pfennigbauer, Fa. Riegl

Lindau,  
14.06.2018

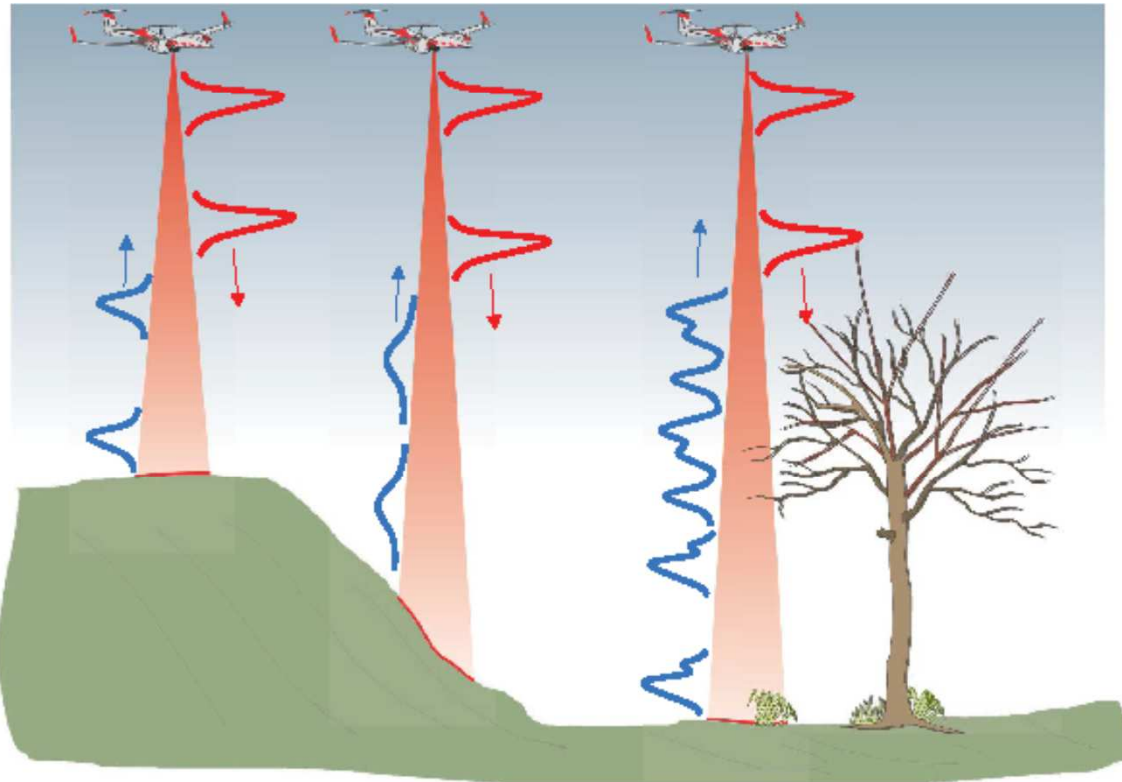




# Messung von Signalamplitude / Zeit



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

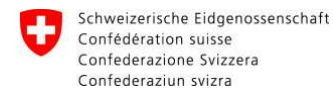


[www.riegl.com](http://www.riegl.com)

Innovation in 3D

Quelle: Hydrographisches Airborne Laserscanning für die präzise und hochauflösende Vermessung von Flussläufen und Ufergebieten, Dr. Martin Pfennigbauer, Fa. RiegI

Lindau,  
14.06.2018

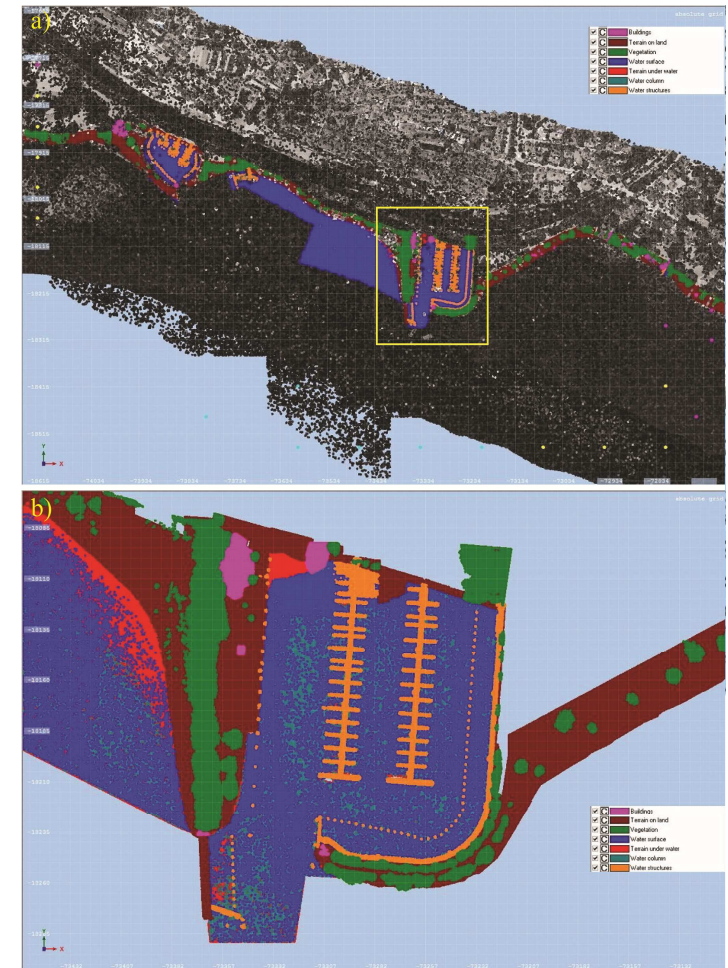
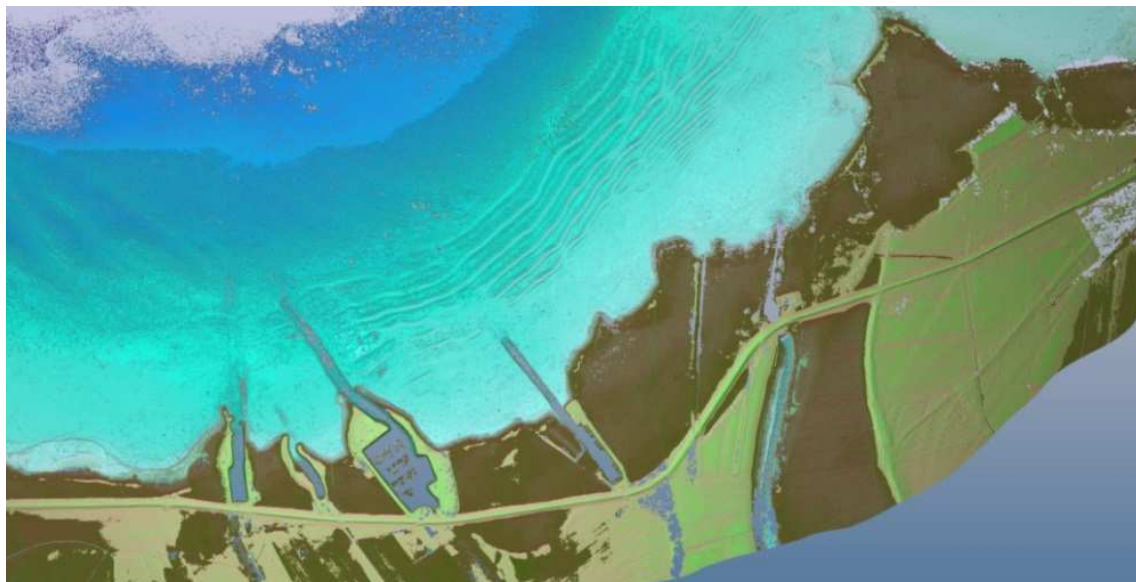


# Gewässervermessung aus der Luft

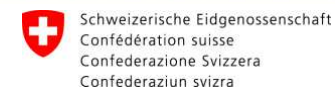


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- >300 km<sup>2</sup> Fläche, 30 Gbyte/km<sup>2</sup>
- 20-30 Punkte/m<sup>2</sup>
- 12.000.000.000 Datenpunkte
- 22.000 Luftbilder, IR-Aufnahmen
- Probleme: software, LAS-Formate



Lindau,  
14.06.2018

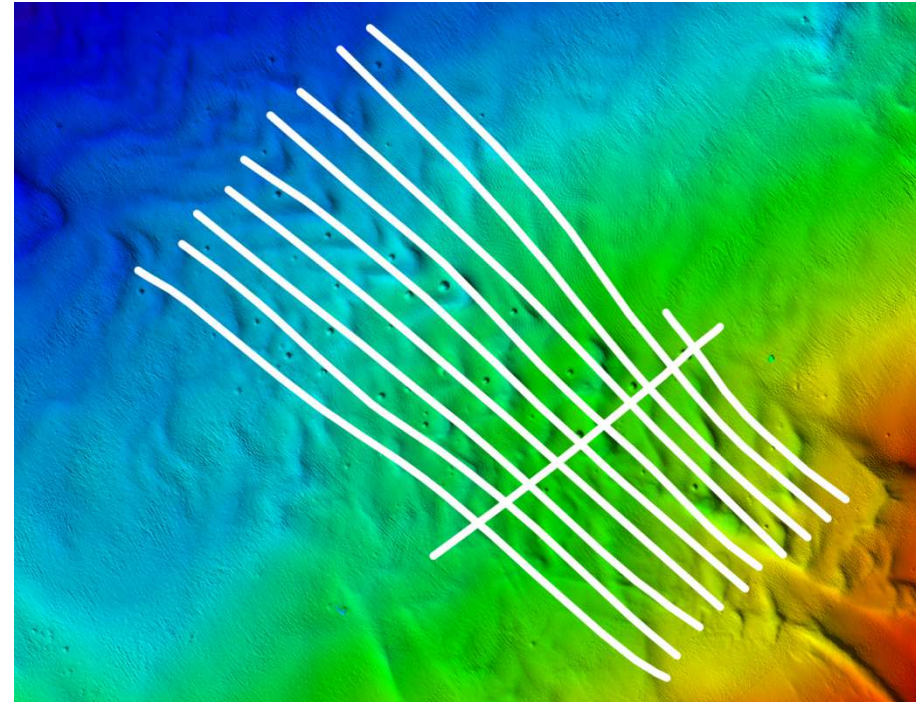


# 2015: Qualitätssicherung

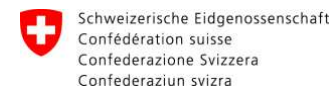


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- Projektbegleitung, Unterstützung Ausschreibungen, Definition Qualitätsanforderungen
- Kontrolle terrestrische Passpunkte
- Kontrolle Unterwasser-Messungen
- Vergleich mit Sedimentecholot
- Vergleich mit Vermessung 1990
- **„IHO Special order“ zu 100 %**
- **„Bis auf wenige Lücken im Bereich der 5m-Wasserlinie wird die neue Vermessung allen Anforderungen gerecht“**



Lindau,  
14.06.2018





# Verschneiden der Datensätze



Quelle: Tiefenschärfe

# Digitales Geländemodell

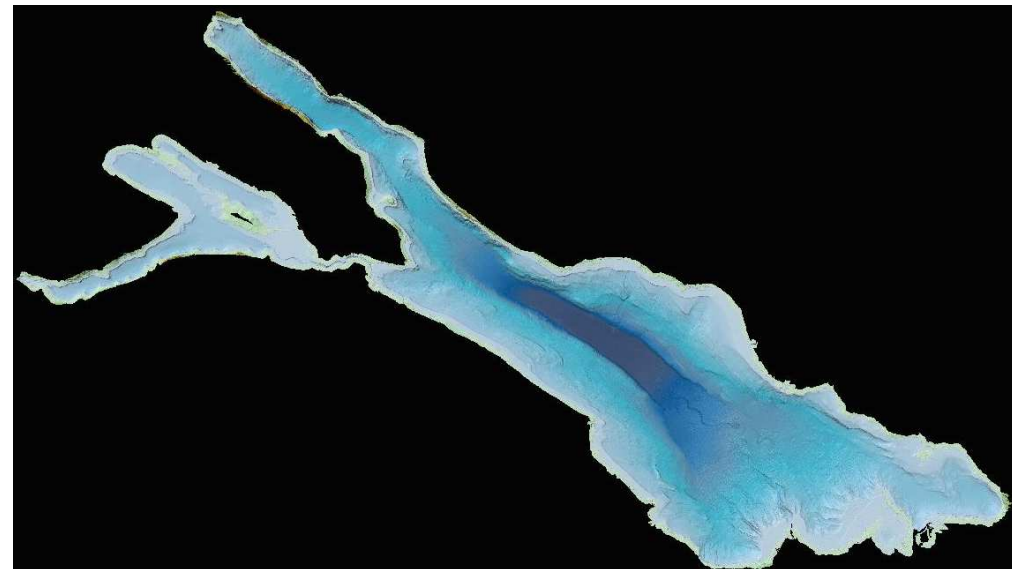


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- Belange Archäologie und Wasserversorgung
- Keine Wracks, keine Seezeichen, keine Bauwerke am Ufer
- **Geländemodell**, kein Oberflächenmodell!
- Auflösungen 3m, 10m, frei verfügbar

## Anzahl Datenpunkte

<b>1826:</b>	<b>333</b>
<b>1893:</b>	<b>11.147</b>
<b>1990:</b>	<b>900.000</b>
<b>2015:</b>	<b>19.000.000.000</b>
<b>2040:</b>	<b>?</b>



Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Projektergebnisse und Produkte



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

*u<sup>b</sup>*

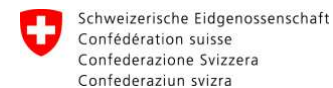
---

*b*  
**UNIVERSITÄT  
BERN**



Flavio Anselmetti, Universität Bern, Institut für Geologie und Oeschger Zentrum für Klimaforschung

Lindau, 14.06.2018

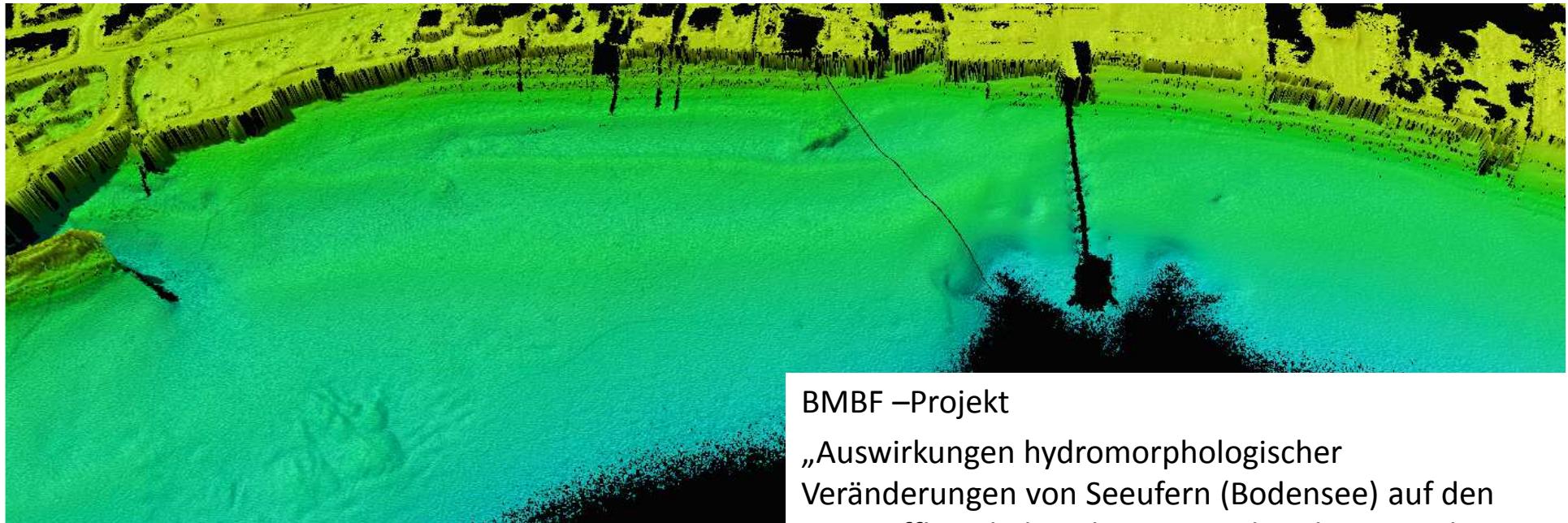




# Hydrodynamik und Morphodynamik in der Flachwasserzone



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Universität Konstanz, Landesdenkmalamt Hemmenhofen,  
Fraunhofer IBMT, Institut für Seenforschung, Lana Plan GbR

BMBF –Projekt

„Auswirkungen hydromorphologischer  
Veränderungen von Seeufern (Bodensee) auf den  
Feststoffhaushalt, submerse Makrophyten und  
Makro-zoobenthos-Biozönosen mit dem Ziel der  
Optimierung von Mitigations-strategien“

**NaWaM**  
Nachhaltiges Wassermanagement



**ReWaM**

Regionales Wasserressourcen-Management  
für den nachhaltigen Gewässerschutz in Deutschland



Internationale  
Gewässerschutzkommission  
für den Bodensee



interreg IV  
Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



**FONA**  
Forschung für nachhaltige  
Entwicklungen

BMBF



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



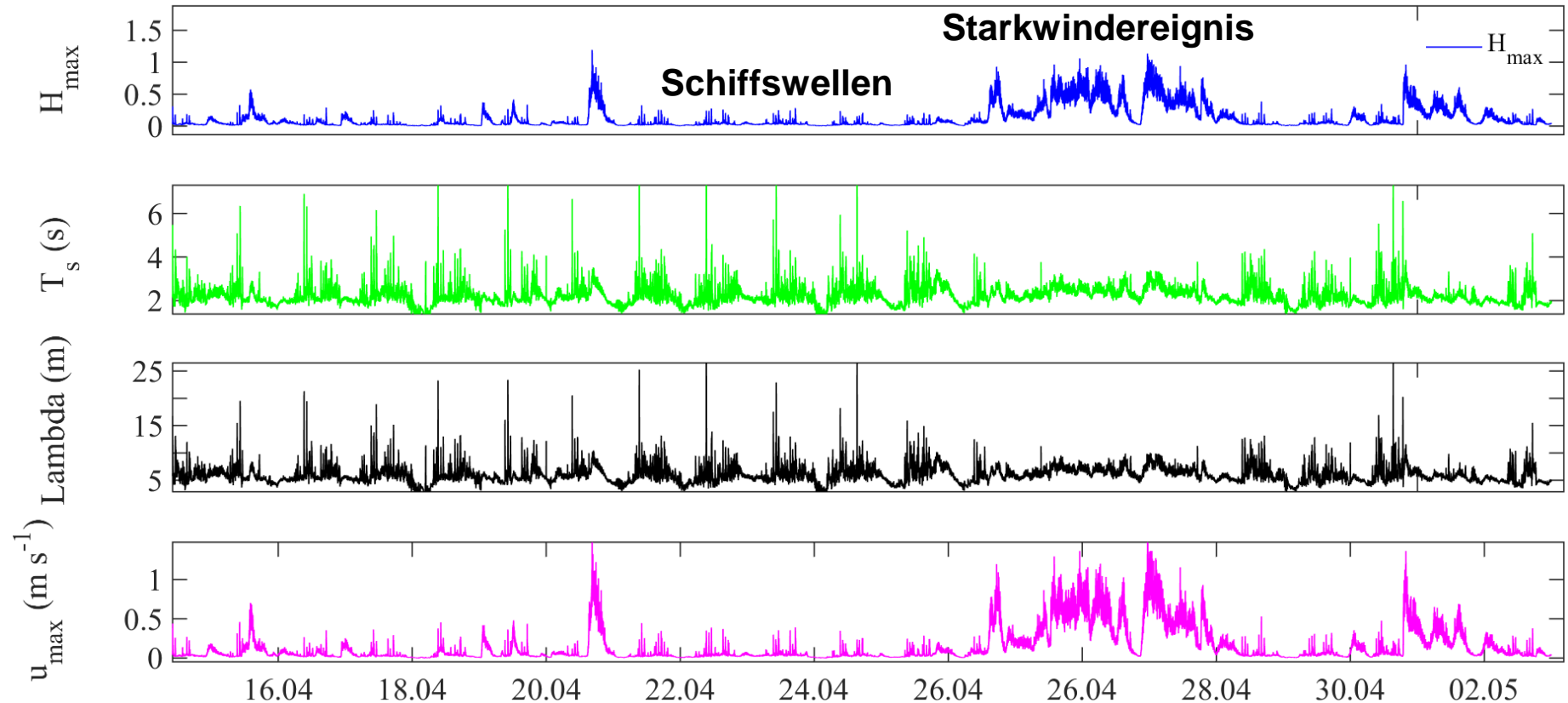
Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Lindau,  
14.06.2018



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensees

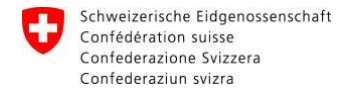
# Hydrodynamik-Eigenschaften Oberflächenwellen



Quelle: H. Hofmann, F. Peeters, P. Dissanayake, Uni Konstanz

Untersuchungsgebiet Kressbronn

Lindau,  
14.06.2018



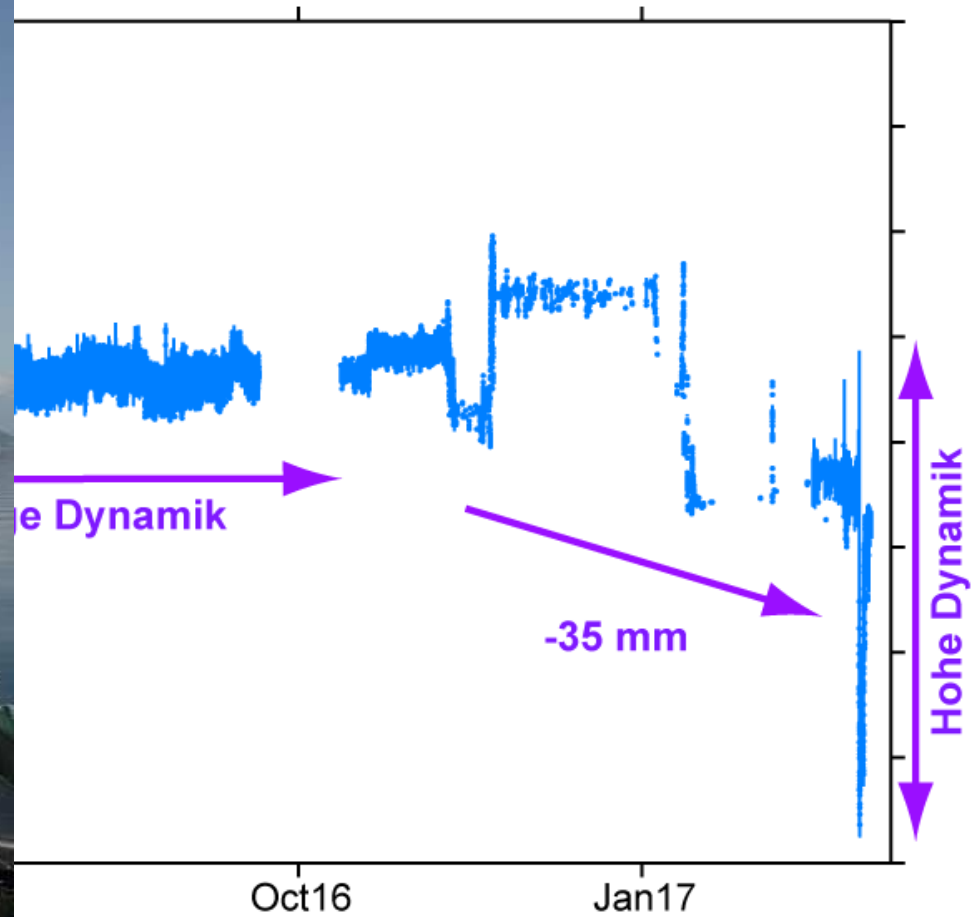
# Sedimenthöhenänderungen



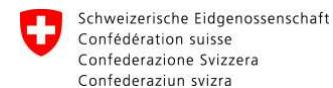
Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: H. Hofmann, Uni Konstanz



Lindau,  
14.06.2018

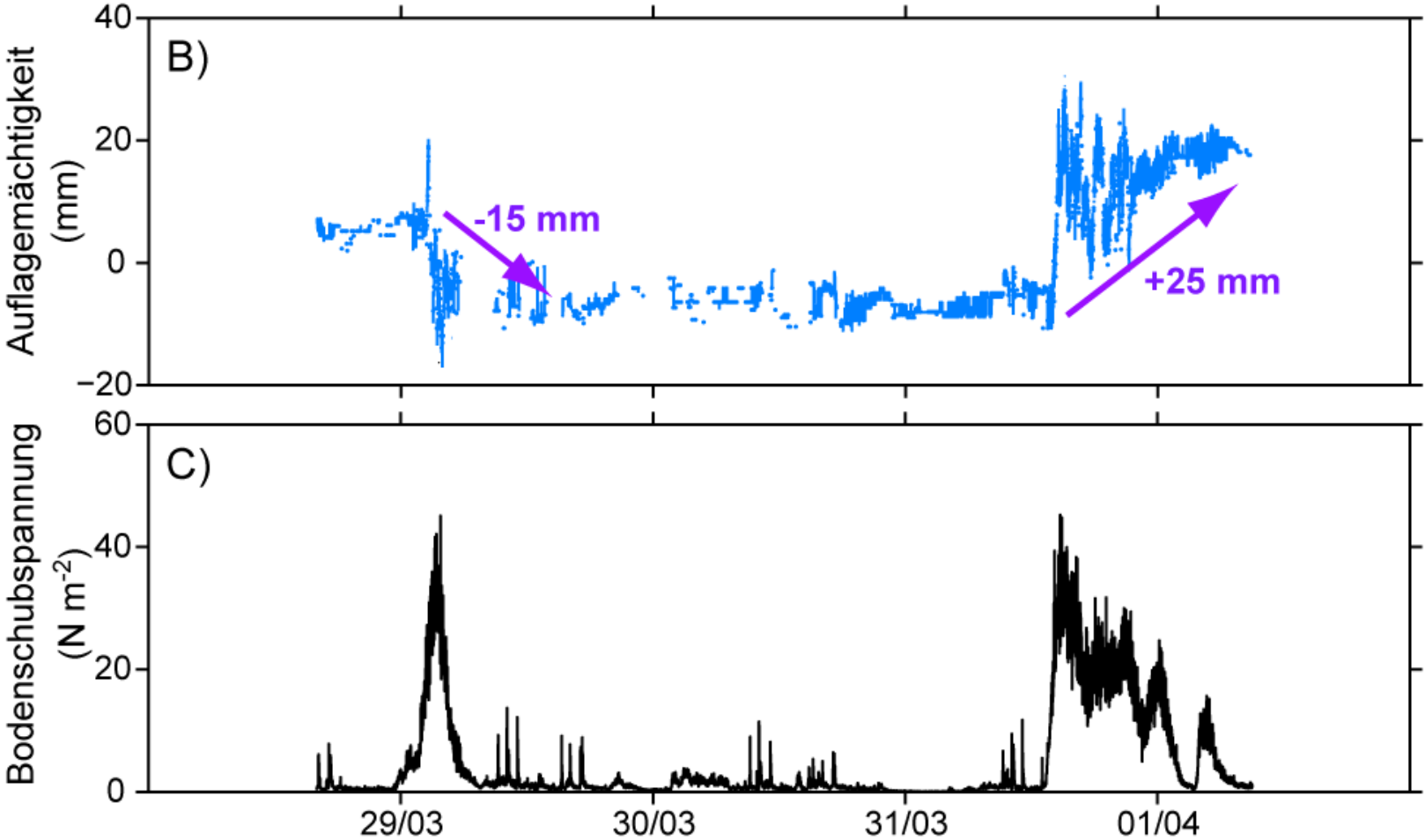




# Ereignisse und Reproduzierbarkeit



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung

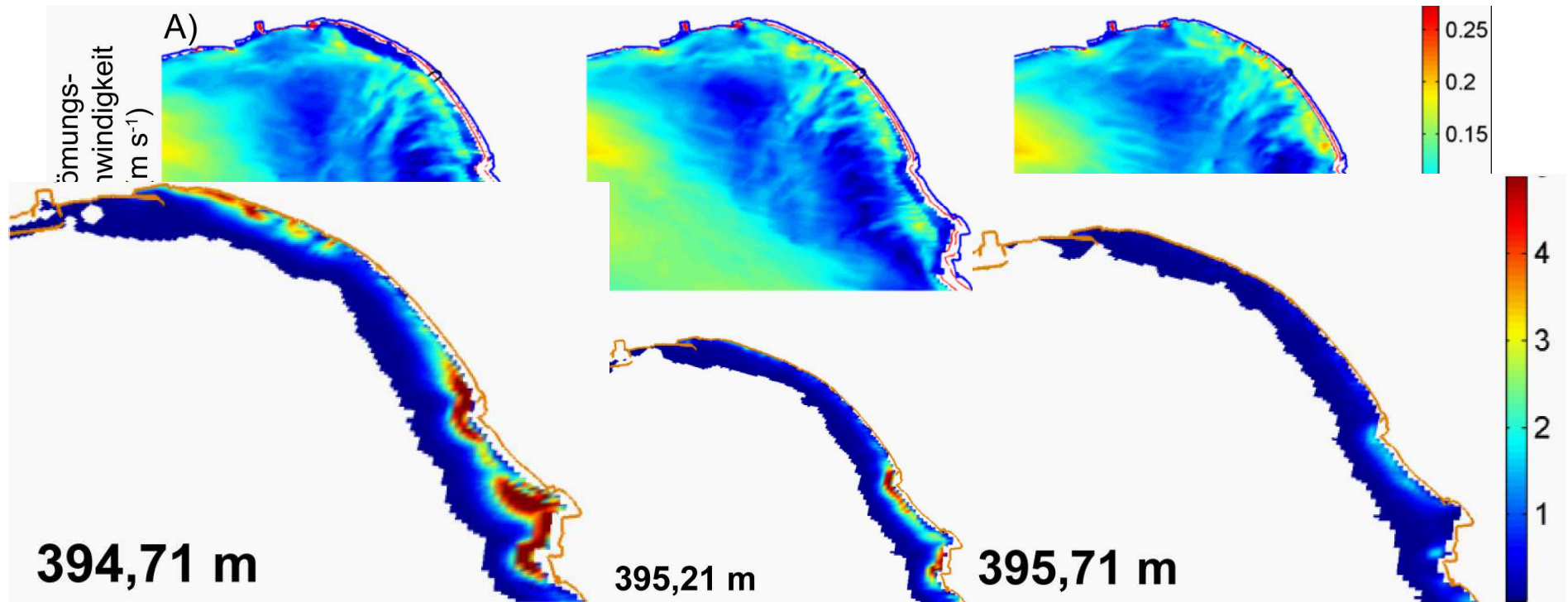


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

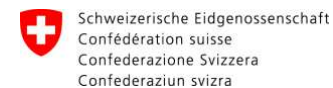
# Sedimenttransport bei niedrigen Wasserständen



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Lindau,  
14.06.2018



# „Hügeli“



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- Erhebungen in 5-7 m Wassertiefe
- Bis zu 1-2m \* 25-30 m
- Reproduzierbar

Projekt "Tiefenschärfe": "Bodensee-Stonehenge" in der Schweiz entdeckt?

**Projekt "Tiefenschärfe": "Bodensee-Stonehenge" in der Schweiz entdeckt?**

6  
Kommentare

Vorarlberg Online

Welt

17. September 2015 13:59

Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



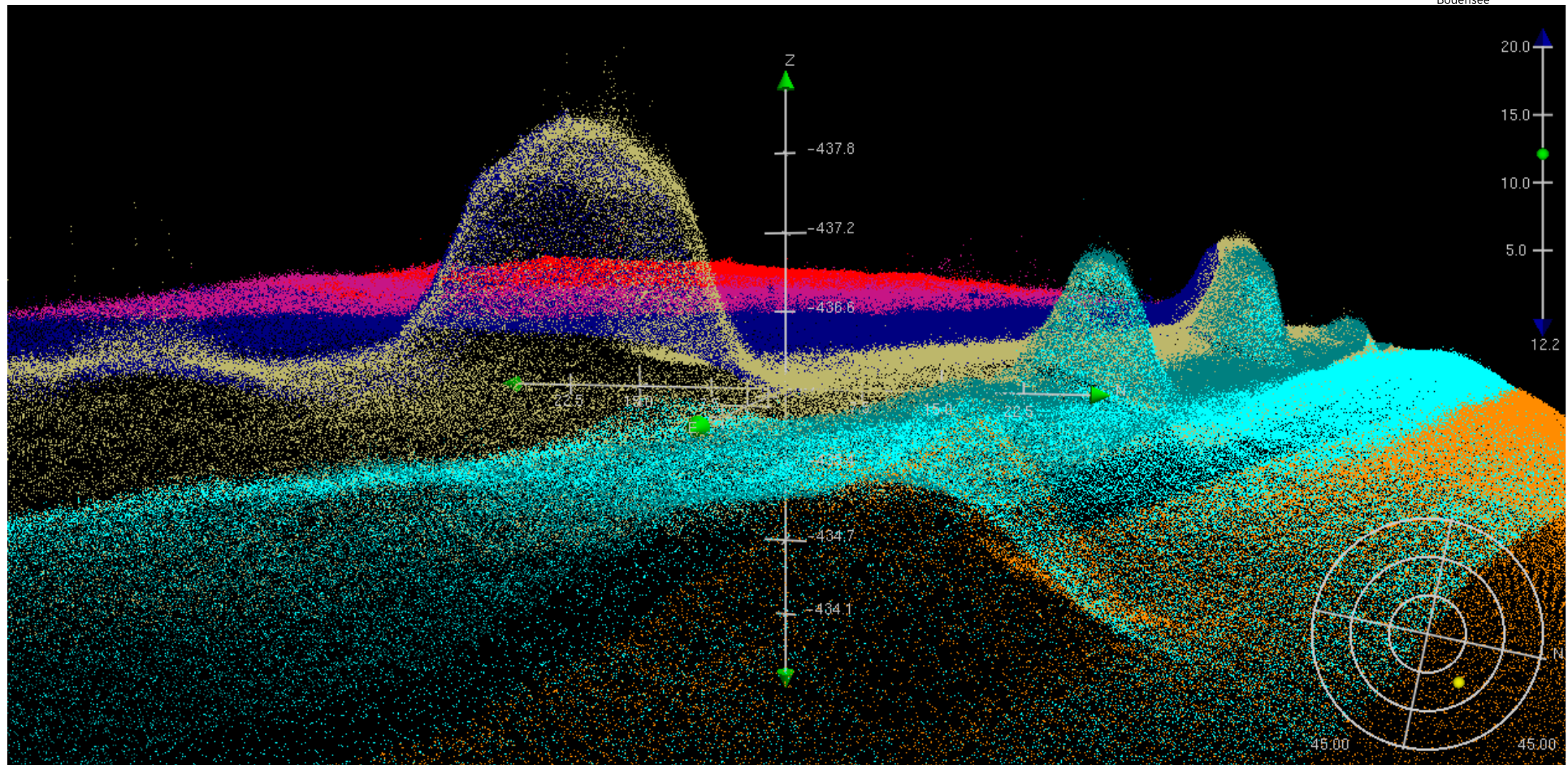
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



# „stonehenge“



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Lindau,  
14.06.2018



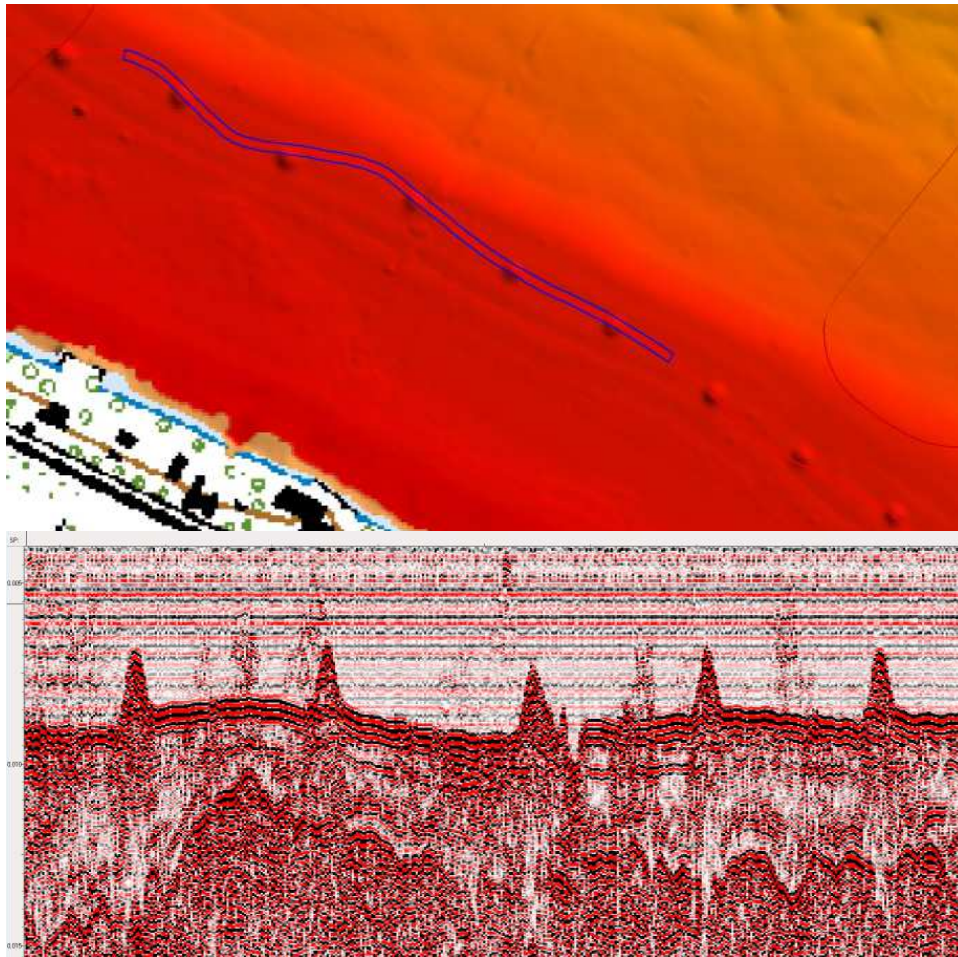
EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

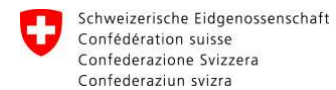


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: Tauchclub (Untereggen), F. Anselmetti (Uni Bern)

Lindau,  
14.06.2018





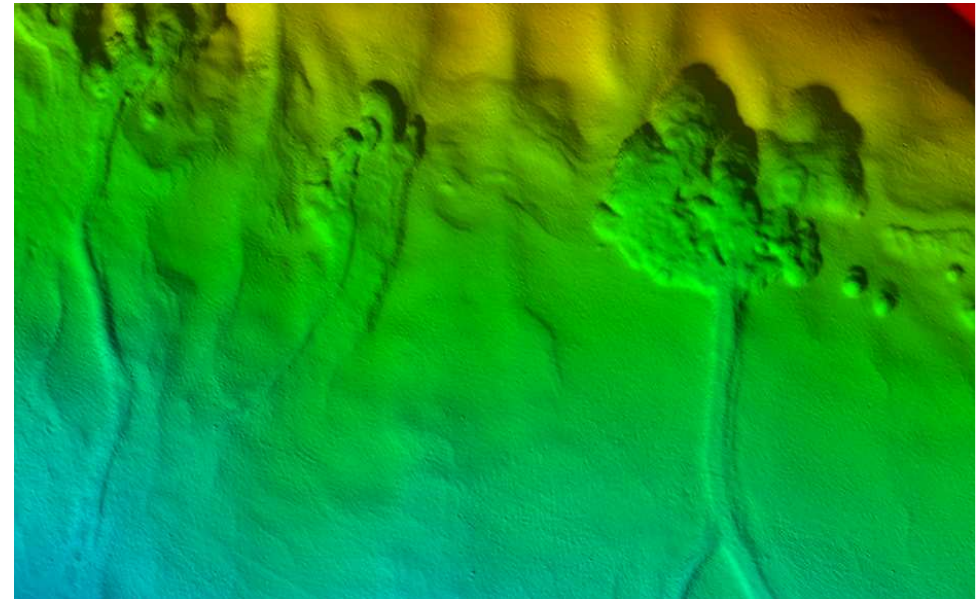
# „Seezeichen“



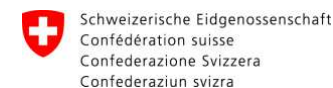
Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

BMBF –Projekt

„Tracer-Methoden zur Identifizierung von Grundwasser und Zuflußeinschichtungen und deren Einfluss auf Wasserqualität und Trinkwassergewinnung am Beispiel des Bodensees“



Lindau,  
14.06.2018

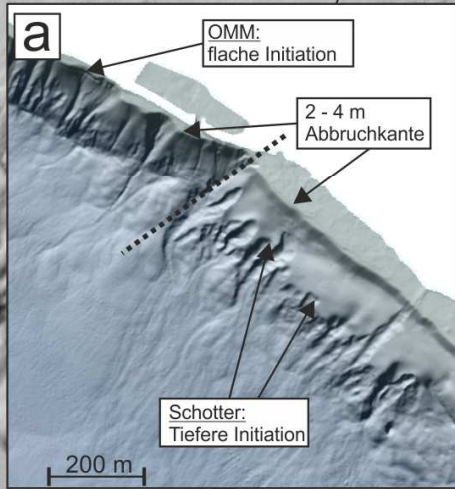
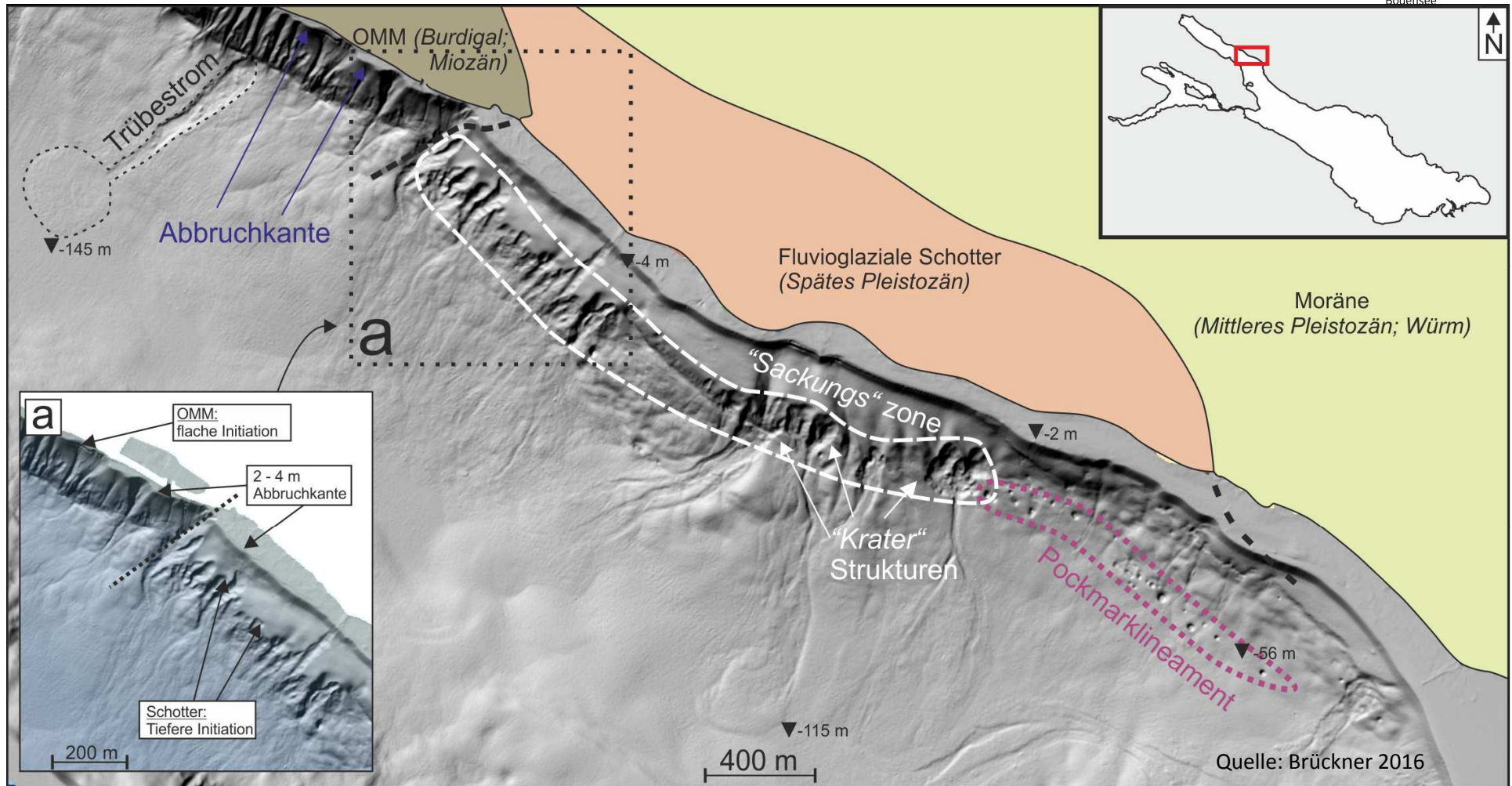




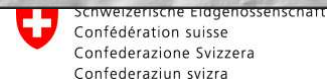
# Seebodenstrukturen und Massenbewegungen



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



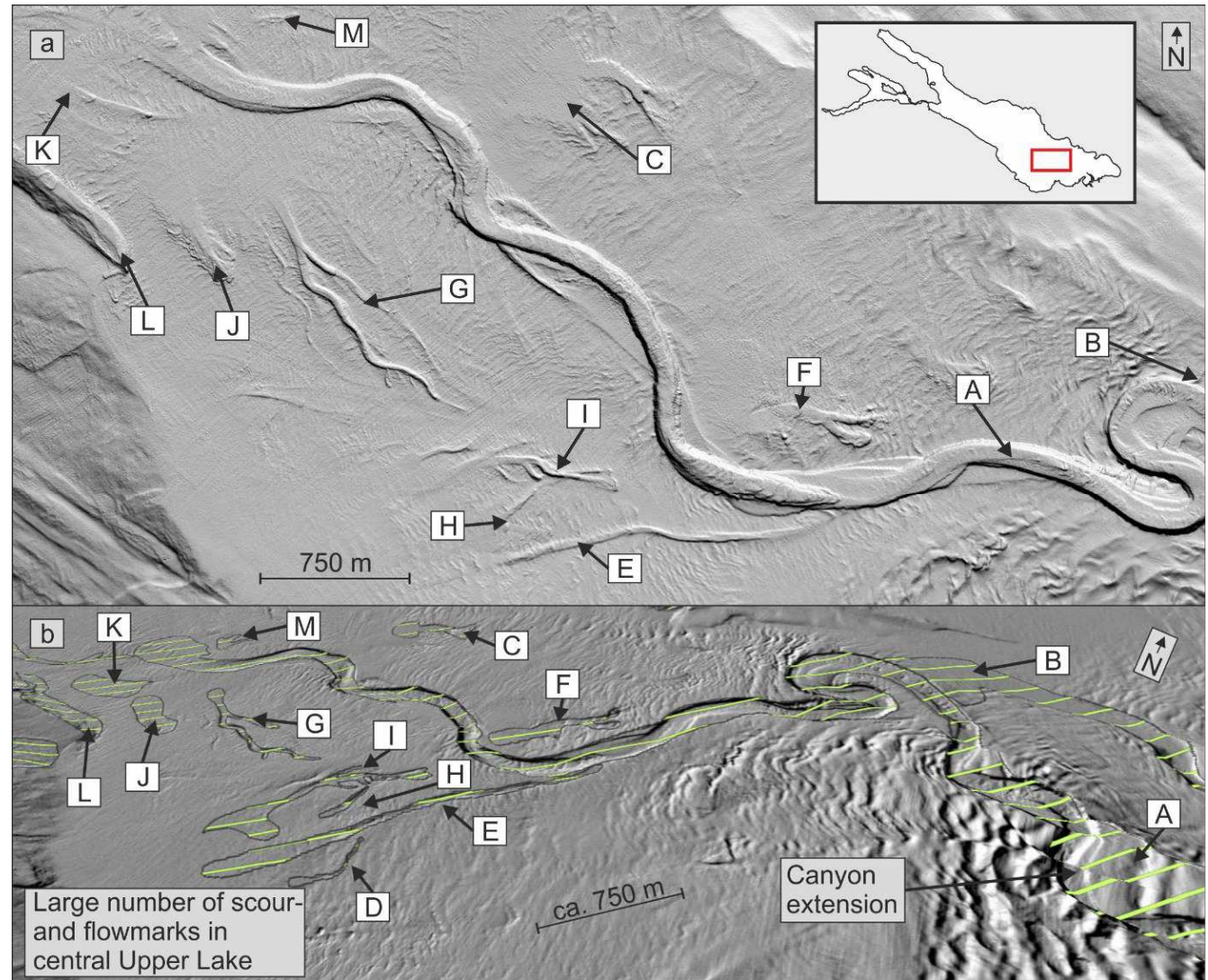
Lindau,  
14.06.2018



# „Mass wasting“



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: Brückner 2016

Lindau,  
14.06.2018

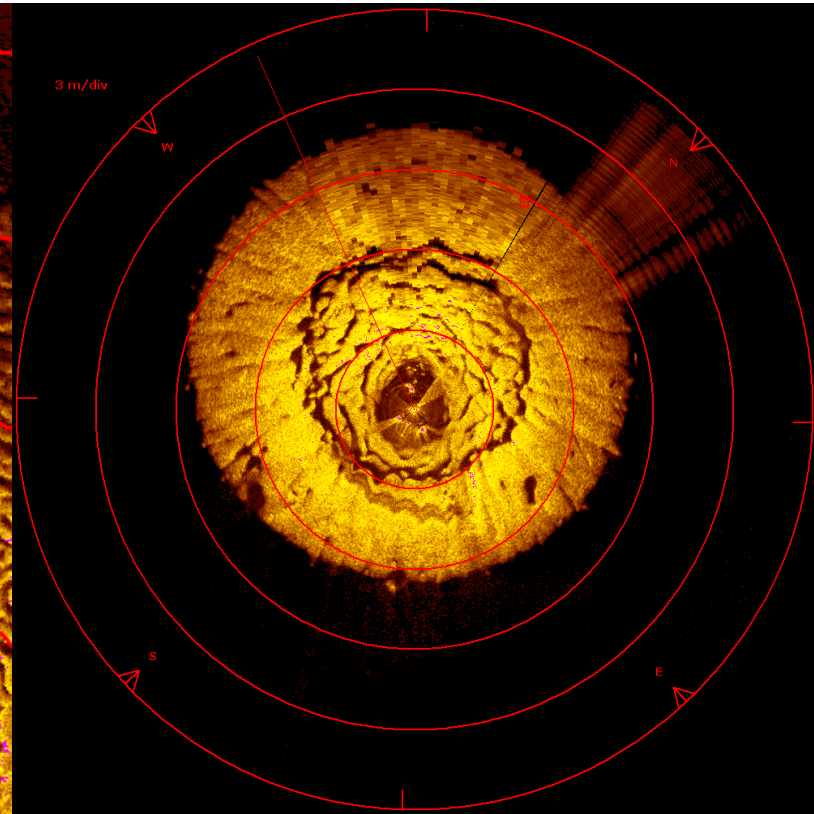
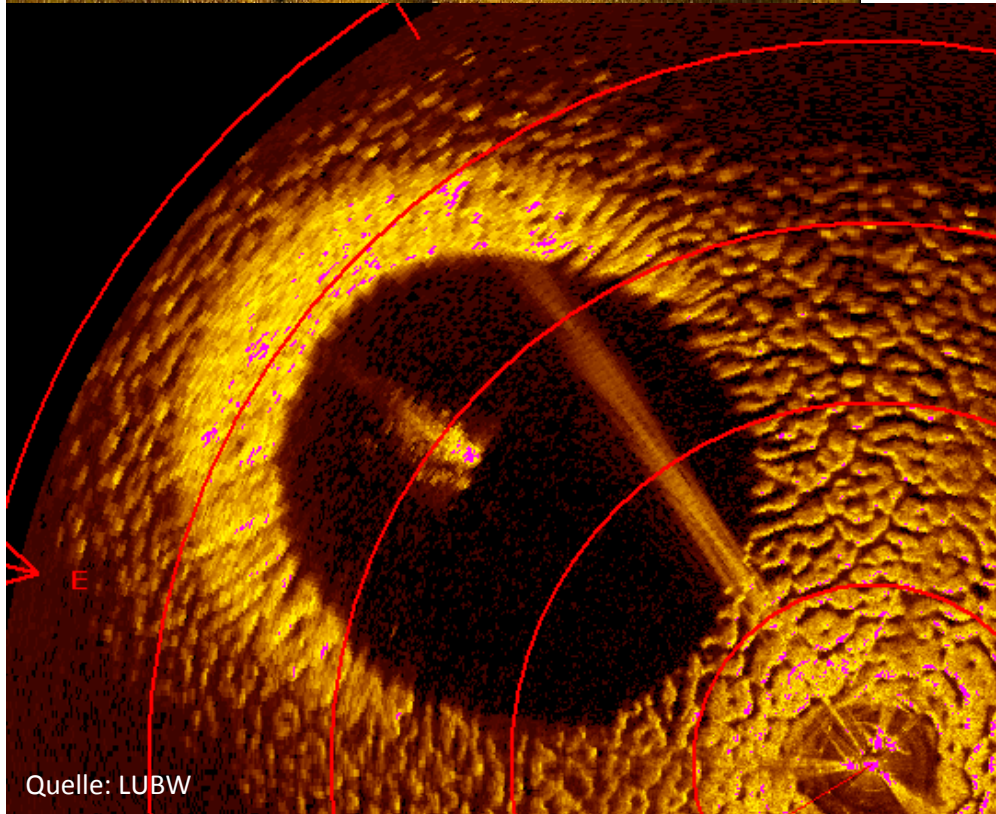
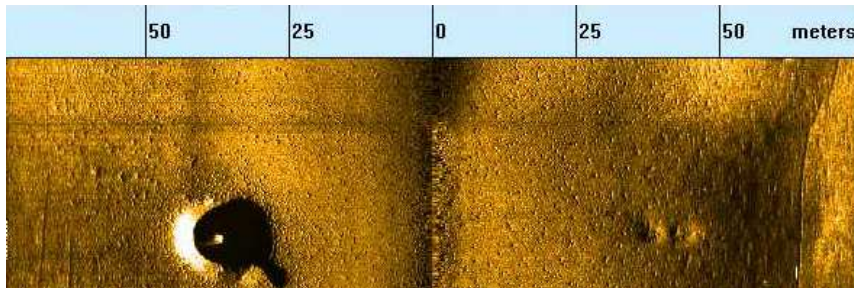




# Wassersäulendaten und Methan-Emissionen



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



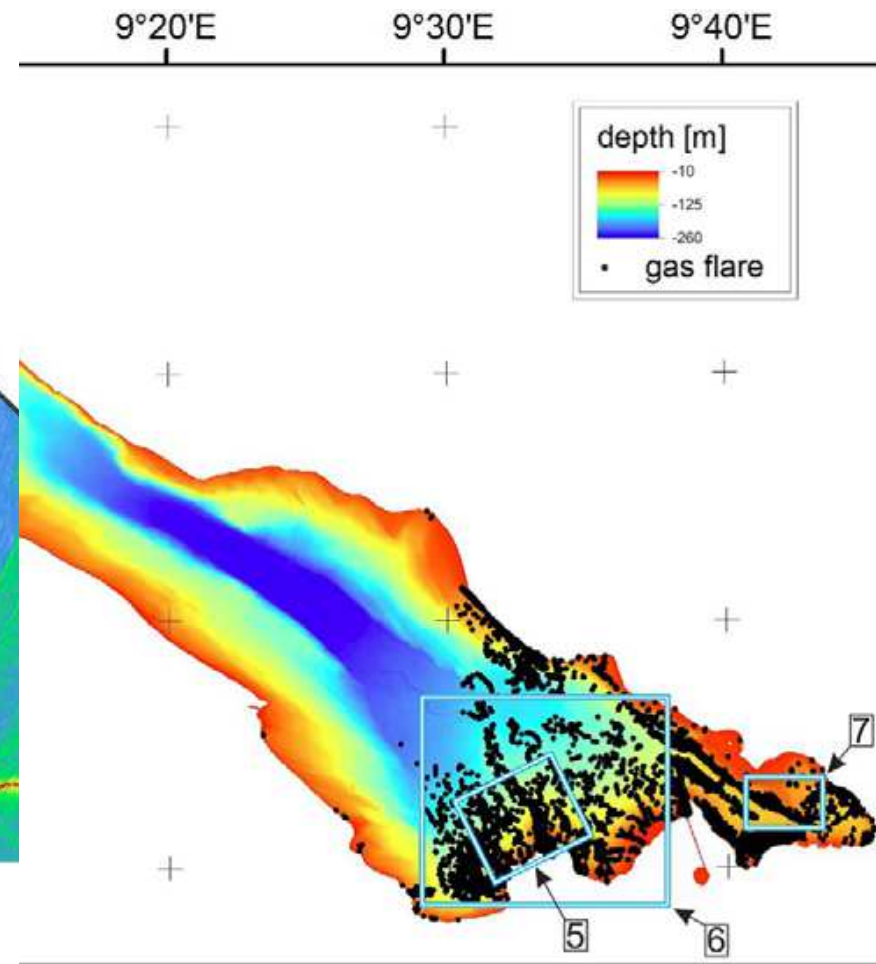
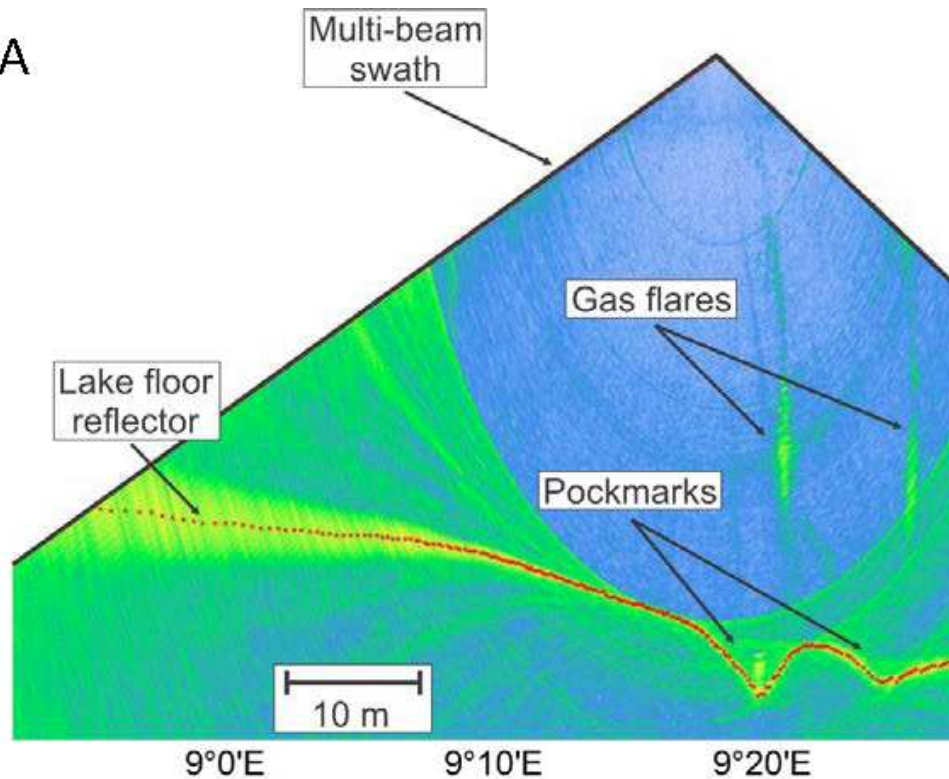


# Wassersäulendaten und Methan-Emissionen

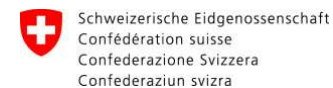


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

A



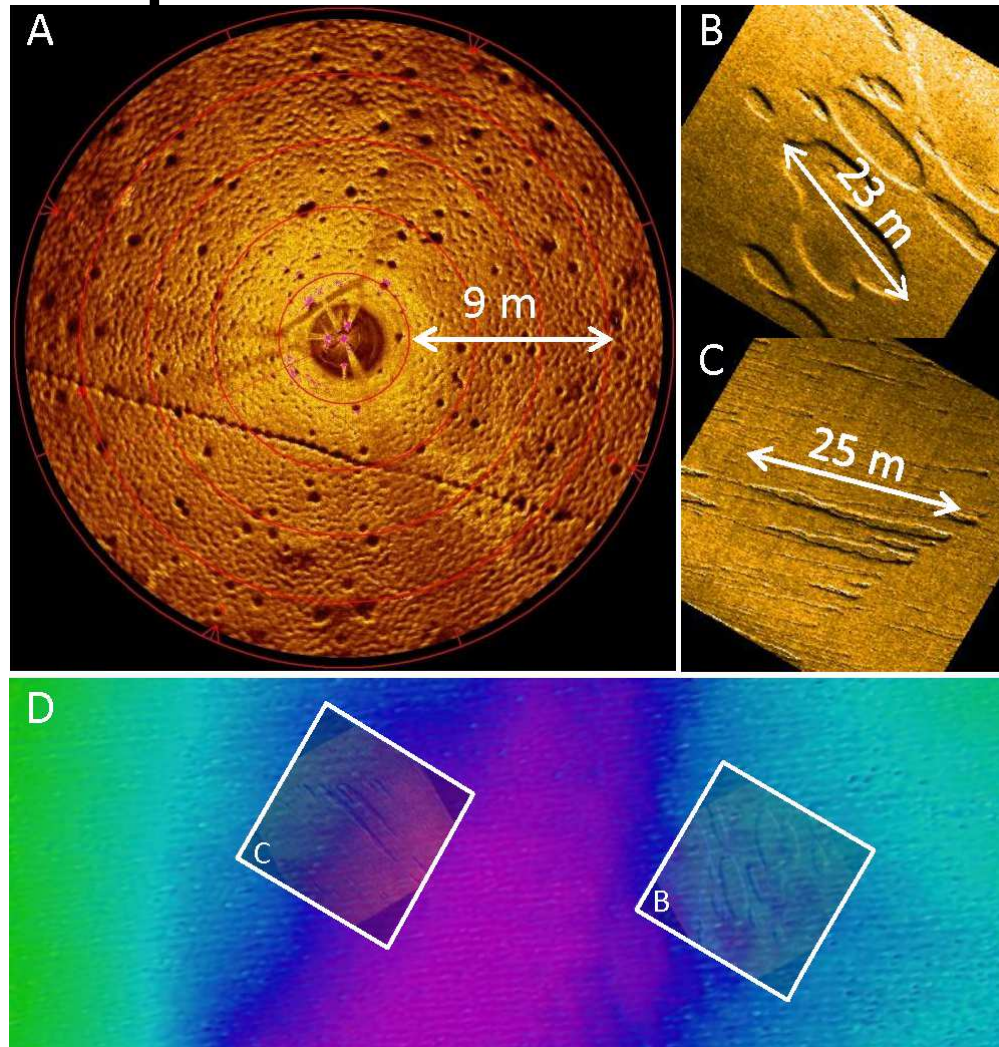
Lindau,  
14.06.2018



# Repräsentativität



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



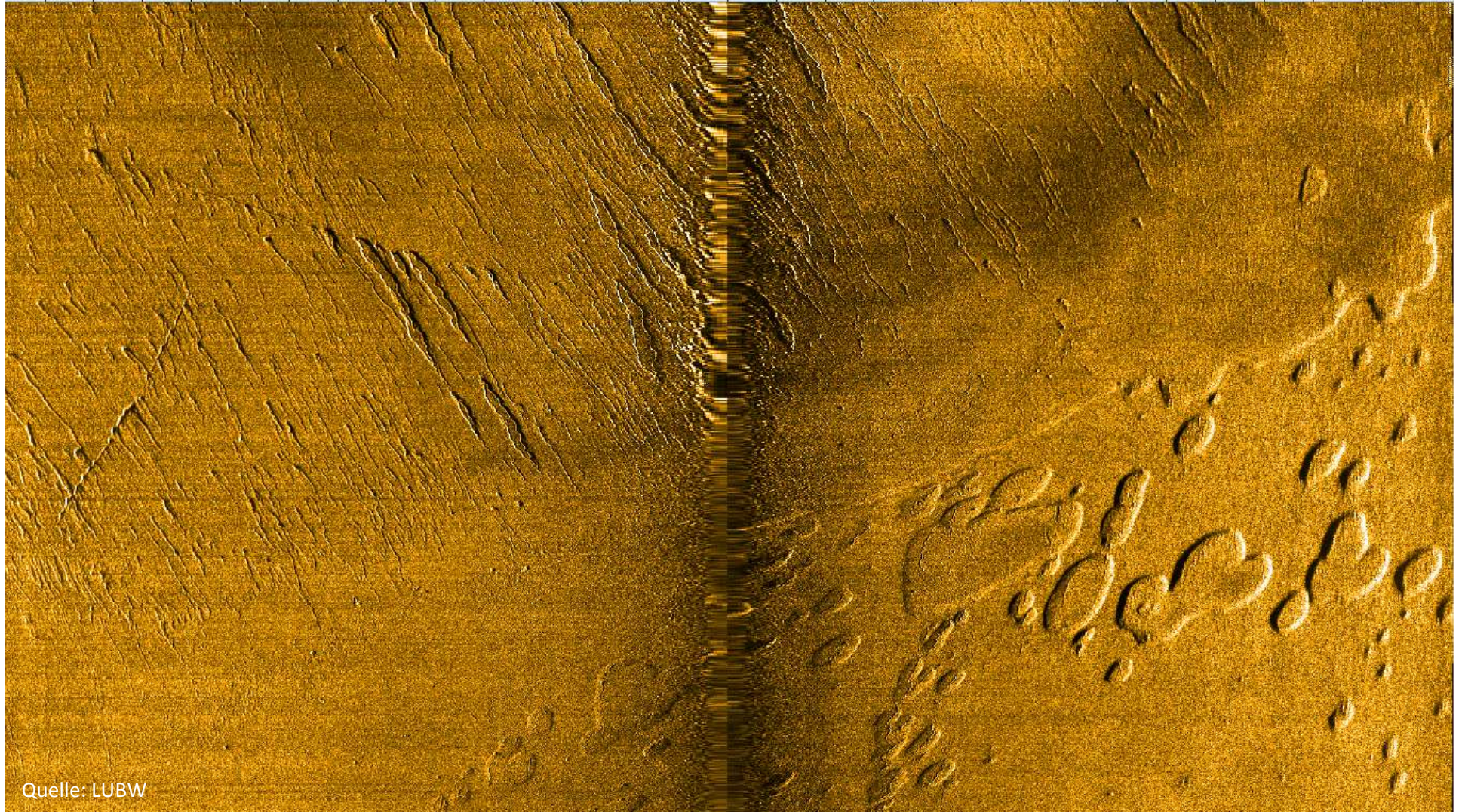
Lindau,  
14.06.2018



# flowmarks



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: LUBW



# Dankeschön!



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

## Vorbereitungsgruppe

Bernd Engstle

Carmen Kleinmann

Martin Mainberger

Roland Schick

Martin Weiß

Thomas Wolf

Johny Wüest

## Schiffsführer

**Kurt Sarembe**

**Andreas Schiessl**

## Projektunterstützer

**Roberto Artuso**

Uli Bauer

Christoph Hermann

Harald Hetzenauer

**Manfred Gültlinger**

**Berthold Klauser**

Thomas Meier

**Karin Möst**

Gerd Schröder

**Robert Roschlaub**

**Ernst Zahn**

## Qualitätssicherung

**Paul Wintersteller**

Gerhard Daut

Stefanie Gaide

## Öffentlichkeitsarbeit

**Stefan Gessler**

Sascha Beutler

**Lisa-Marie Liebermann**

Yuhki Oka

Petra Reinmöller

Annika Strube

## Fächerecholot

**Flavio Anselmetti**

Benjamin Bellwald

Tiago Biller

Nils Brückner

Jan Derk Groeneveld

**Michael Hilbe**

**Steffen Niemann**

Tingting Wu

Jiangong Wei

## Laserscanning

**Frank Steinbacher**

**Ramona Baran**

Cosmin Barna

Werner Bengler

Jenes Csaba

Wolfgang Dobler

Loredana Goncilea

Winfried Kohrs

Michael Kuchenbaur

Wolfgang Leimer

Manfred

Niederwieser

Torsten Pöhler

Marcel Ritter



Internationale  
Gewässerschutzkommission  
für den Bodensee  
Lindau,  
14.06.2018



**interreg IV**

Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit



TIEFEN  
SCHÄRFE

Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Quelle: Tiefenschärfe

Lindau,  
14.06.2018



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra