



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



# Tiefenschärfe – hochauflösende Vermessung Bodensee

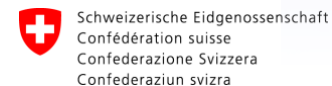
Interreg IV Projekt: Tiefenschärfe – hochauflösende Vermessung Bodensee

Vortrag 30. Informationsveranstaltung der Bay. Vermessungsverwaltung, 18.03.2016

*Dr. Martin Wessels, Institut für Seenforschung, Langenargen*



München,  
18.03.2016



# Inhalt



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- Institut für Seenforschung
- Bodensee-Tiefenvermessung
  - Alte Vermessungen
  - Von der Idee zum Projekt
  - Durchführung und Auswertung
  - Wracks und sensible Daten
  - Folgeprojekte

München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# 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**



München,  
18.03.2016

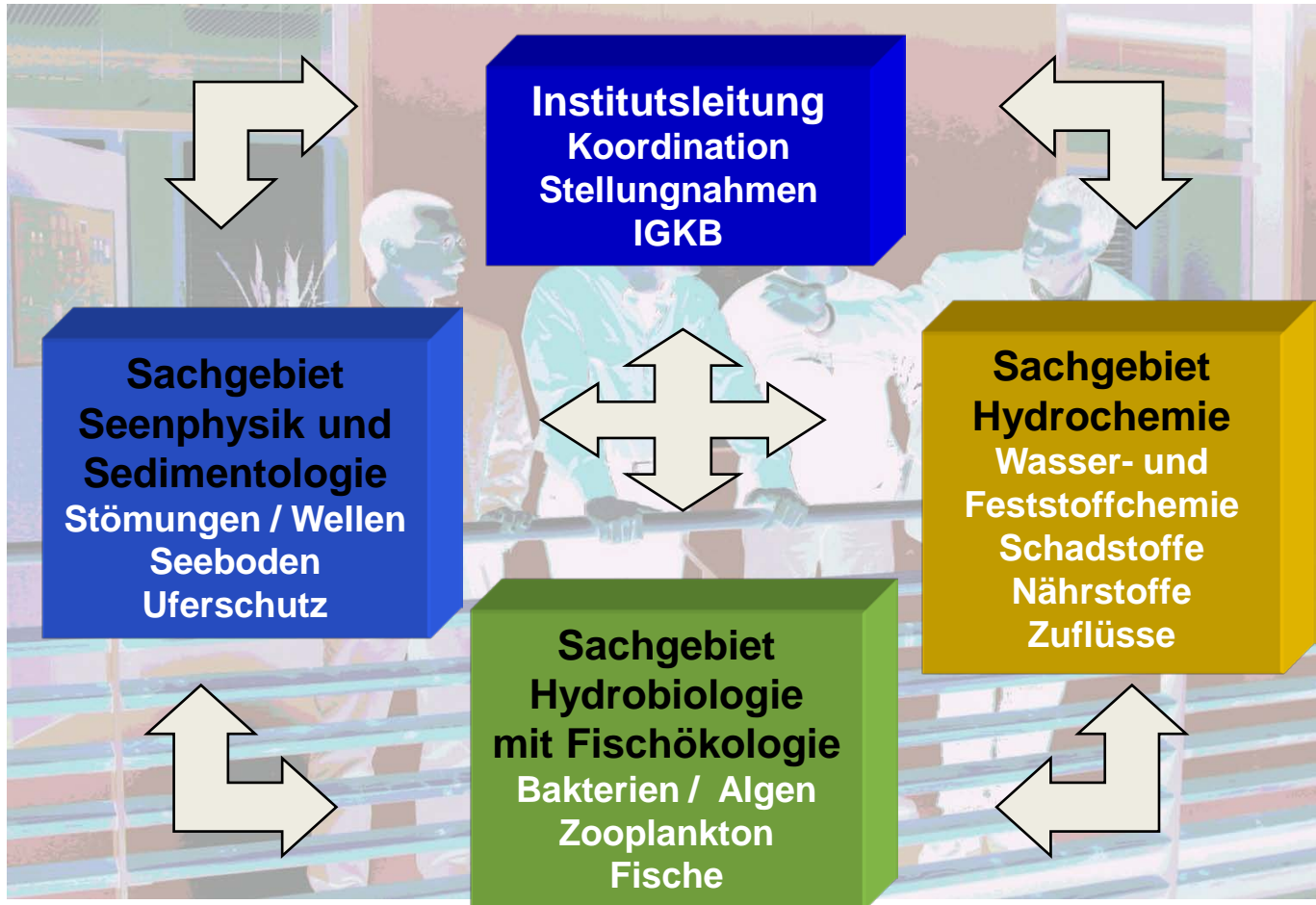


EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung

# Das Institut für Seenforschung



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Bodensee

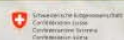


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Bodensee

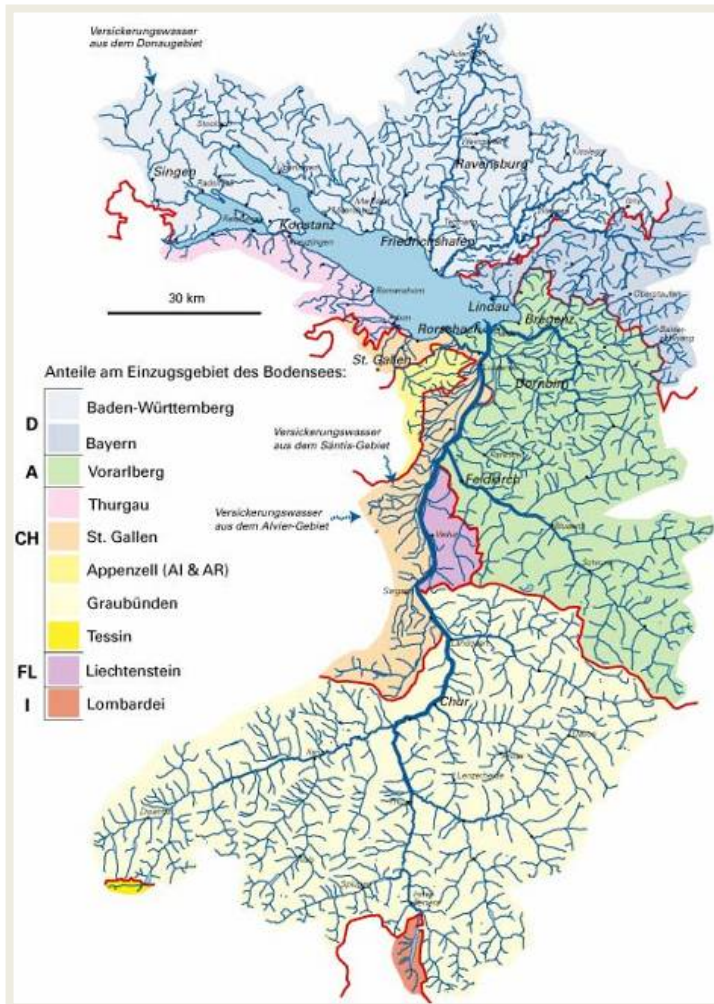
Quelle: Tiefenschärfe



# 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)

München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Tiefenschärfe



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Zeppelinkarte 1893

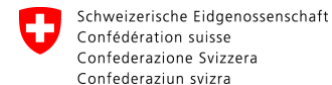


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



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

München,  
18.03.2016

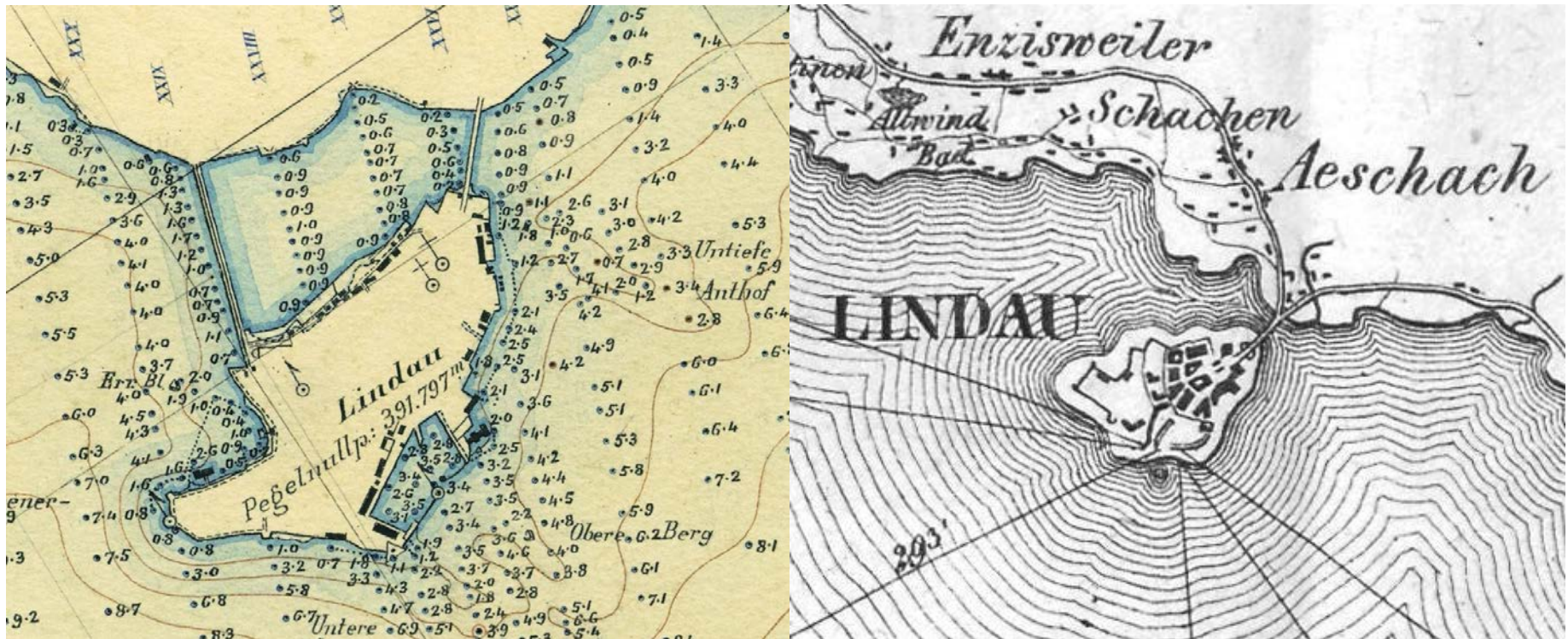




# Zeppelin 1893, Gasser 1826



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



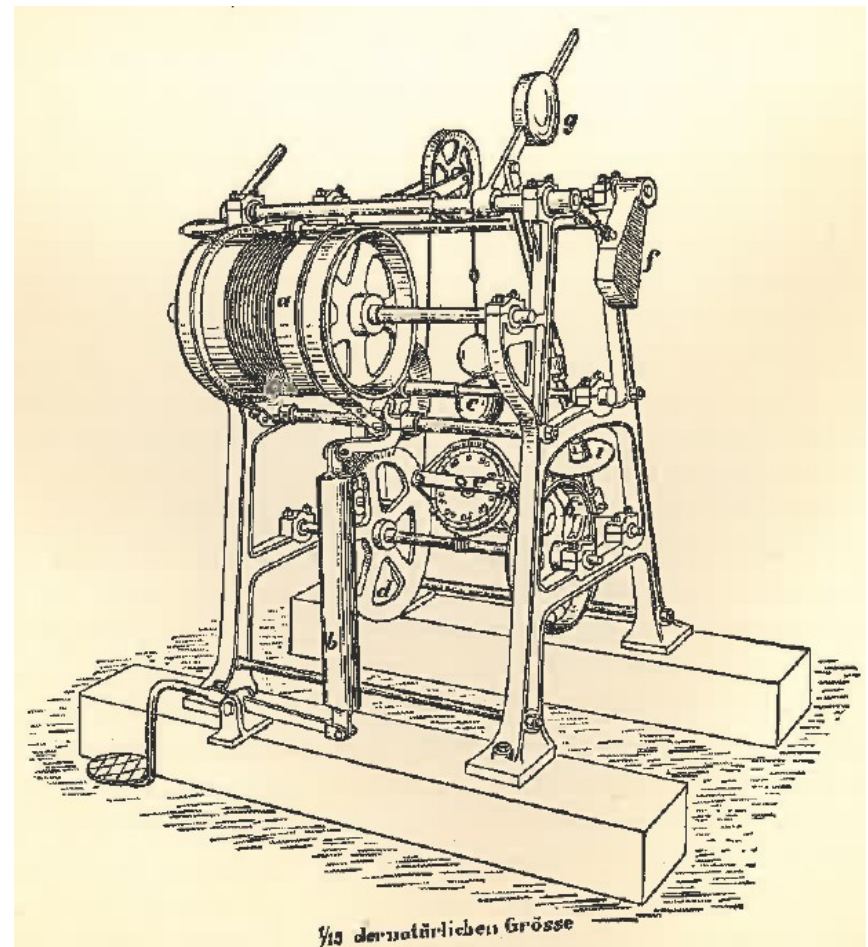
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Hörnlimann 1893



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

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

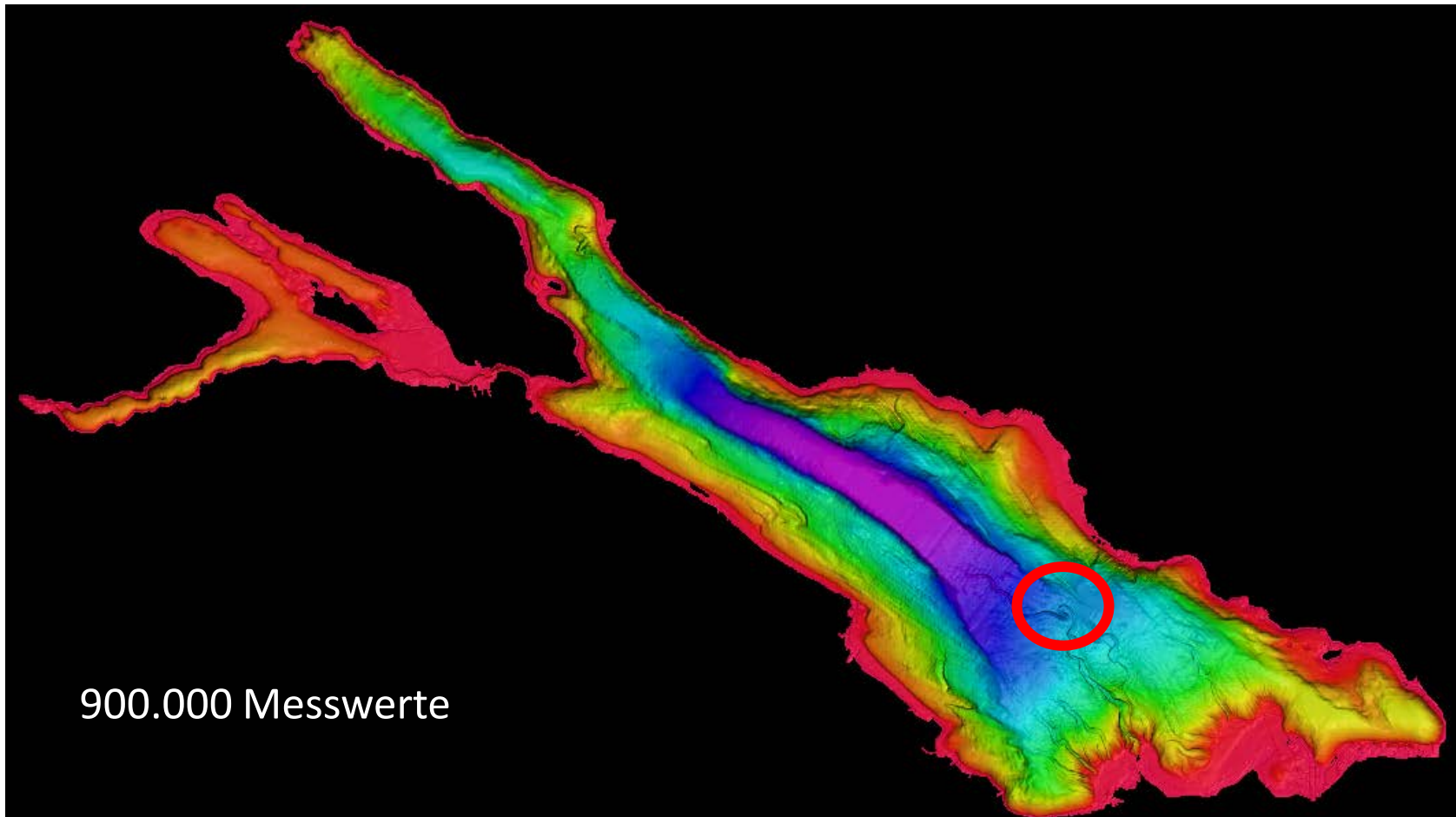


# IGKB-Vermessung 1990



TIEFEN  
SCHÄRFE

Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



900.000 Messwerte

München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



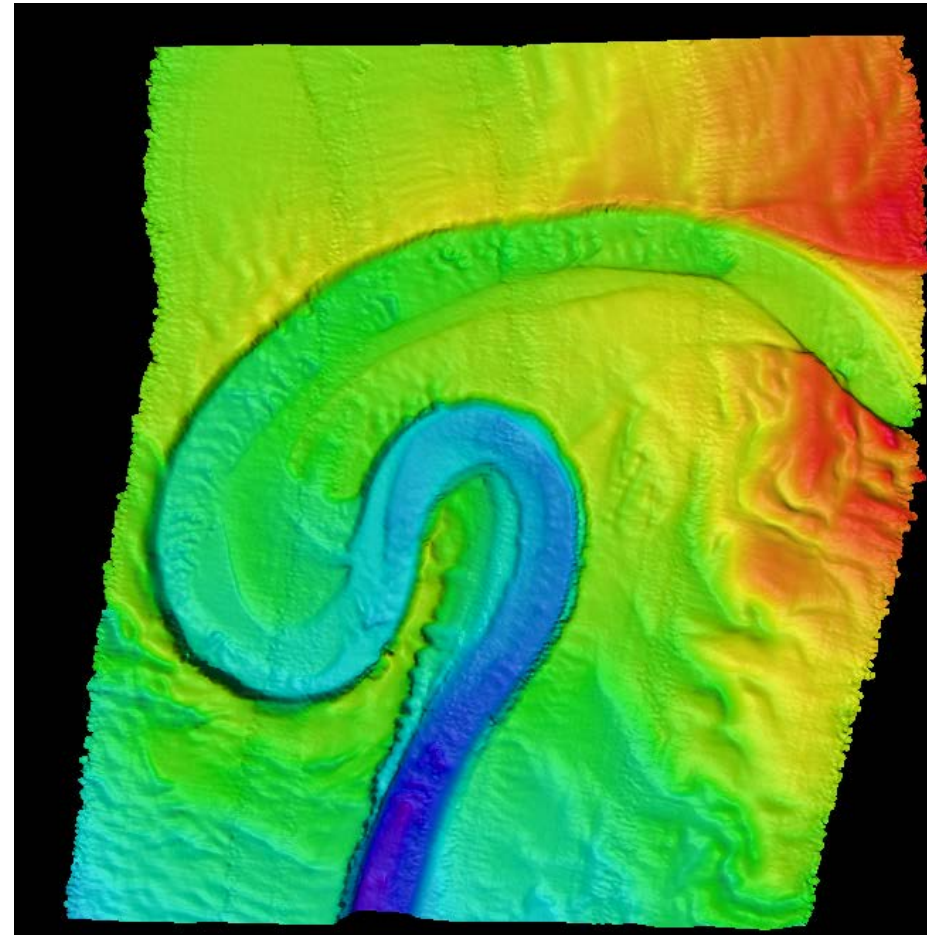
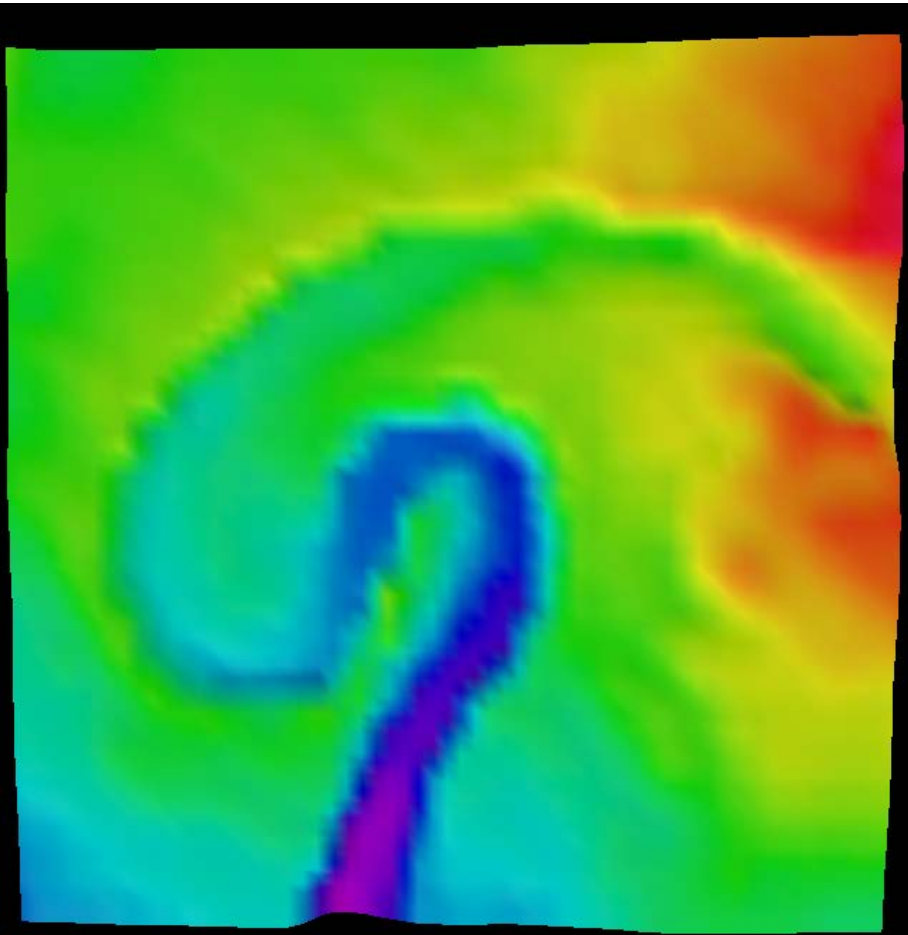
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Fächerlot-Testmessungen 2008 / 2009



TIEFEN  
SCHÄRFE

Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Motivation für Tiefenschärfe



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- **Grundlagendaten** (z.B. Entwicklung vor verbauten und natürlichen Ufern)
- **Uferplanungen** (z.B. Anpassen von Planungen an Referenzufer)
- **Dokumentation** (z.B. Bestandsaufnahme Objekte mit Lage und Abmessungen)
- **Numerische Modelle** (z.B. thermisch veränderte Wasserkörper)
- **Wissenschaft** (z.B. Dynamik in der Flachwasserzone)

→ ***Langfristige Basisdaten  
für Forschung,  
Verwaltung***



# Kosten von Tiefenschärfe



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

## Aufteilung nach IGKB-Schlüssel / Uferlängen

### Kostenanteil

	Gesamtkosten	Eigenanteil	EU-Fördermittel	CH-Fördermittel
BaWü	348,840.00 €	174,420.00 €	174,420.00 €	0.00 €
BY	42,840.00 €	21,420.00 €	21,420.00 €	0.00 €
AT	61,200.00 €	30,600.00 €	30,600.00 €	0.00 €
CH *	159,120.00 €	159,120.00 €	0.00 €	0.00 €
	<b>612,000.00 €</b>	<b>385,560.00 €</b>	<b>226,440.00 €</b>	0.00 €

\* Die Schweiz beantragt keine Fördermittel.

# 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

# Durchführung



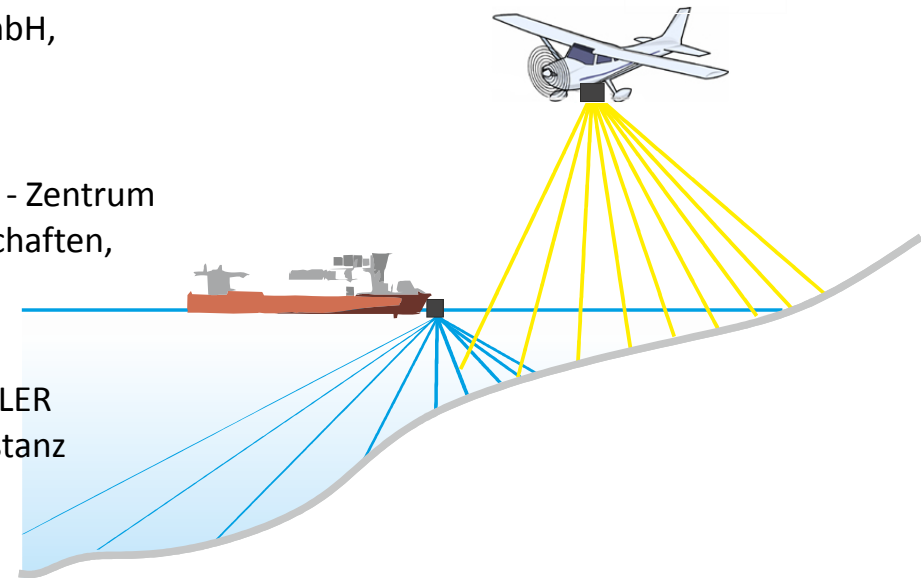
Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

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

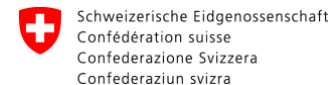
**Befliegung** Frank Steinbacher,  
AirborneHydroMapping GmbH,  
Innsbruck

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

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



München,  
18.03.2016





# ISF / Vermessungsverwaltungen



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- Koordination
- Bereitstellung Schiff
- Professionelle Datenbereitstellung



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



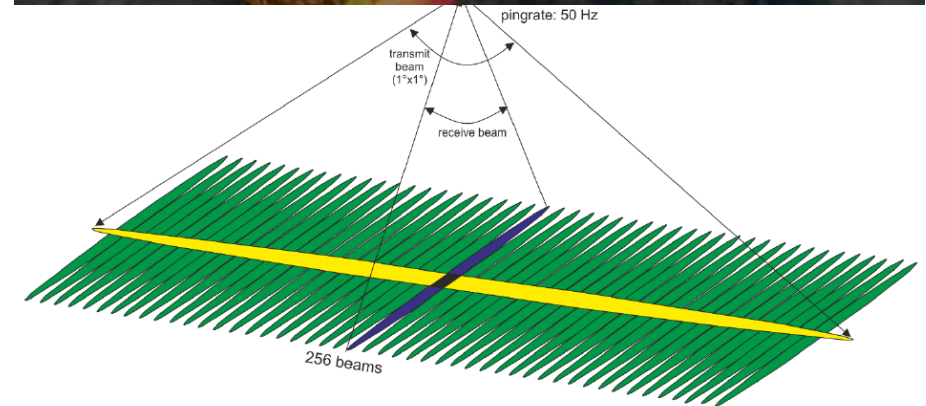
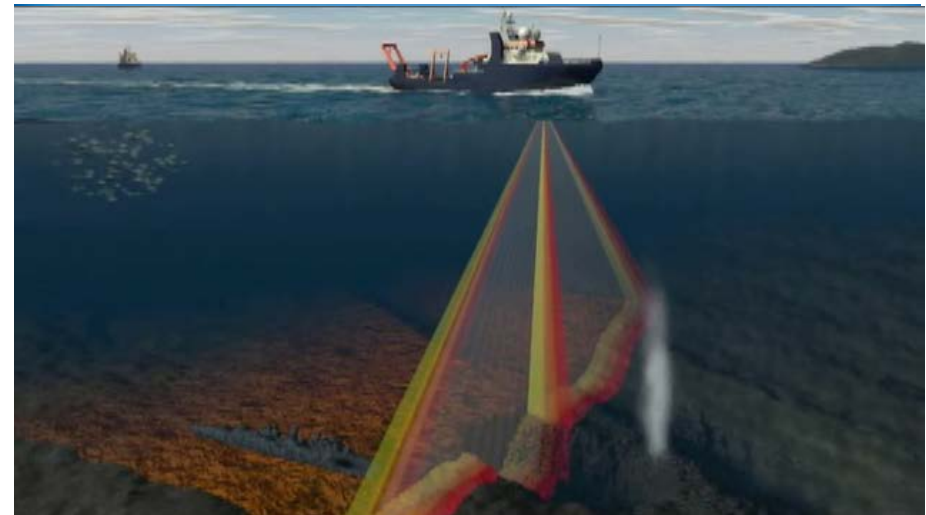
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# 2013: Fächerecholot



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

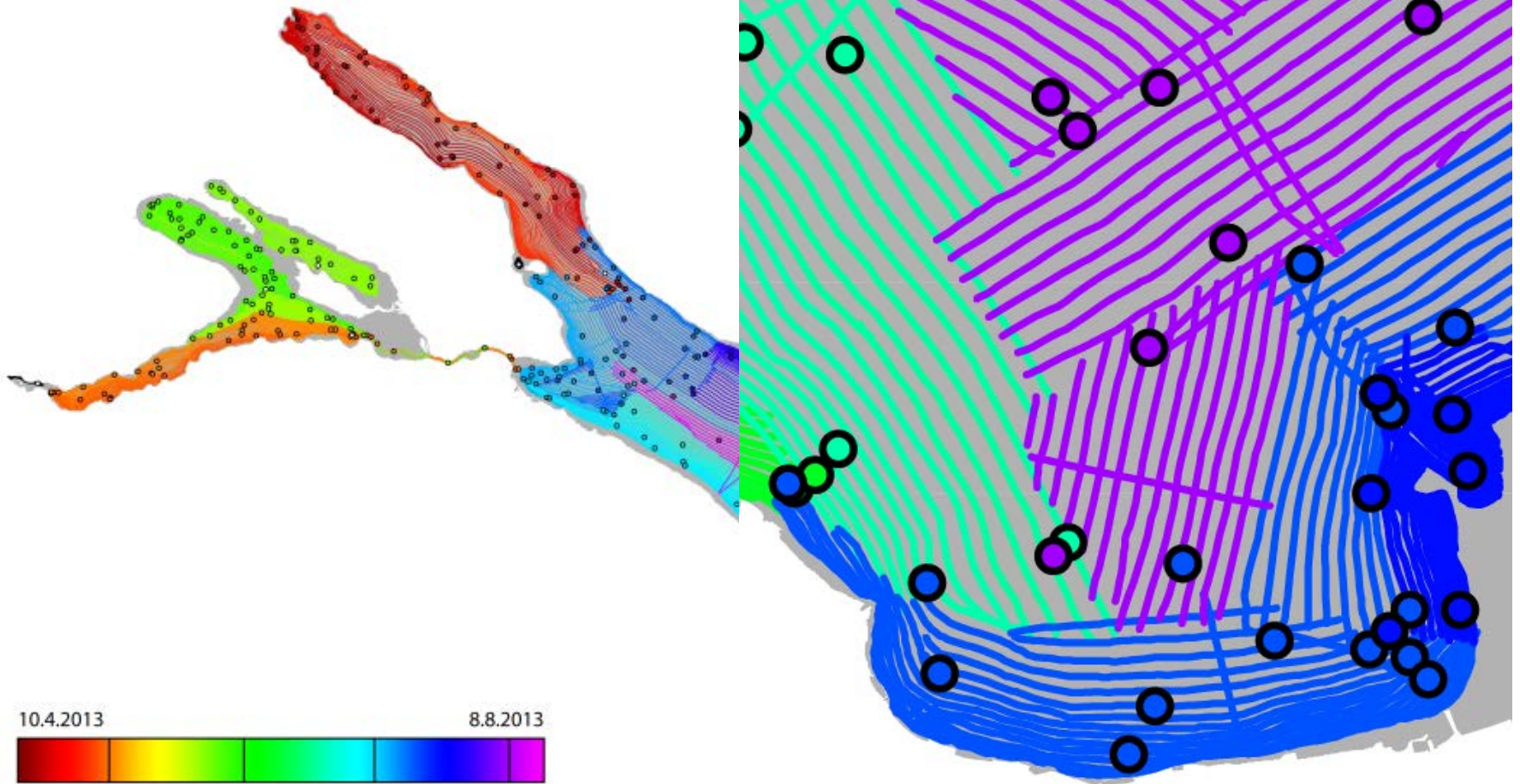
- 5608 km Strecke
- 7.210.007.325 Tiefenpunkte
- 460,8 km<sup>2</sup> Fläche
- 602 Schallgeschwindigkeitsprofile
- 112 % Überdeckung unterhalb 5 m Wassertiefe
- Probleme mit der hohen Komplexität (Projektgröße) / Grenzen der software (Weltmarktführer)



# Schiffskurse & Schallprofile



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



10.4.2013

8.8.2013



München,  
18.03.2016

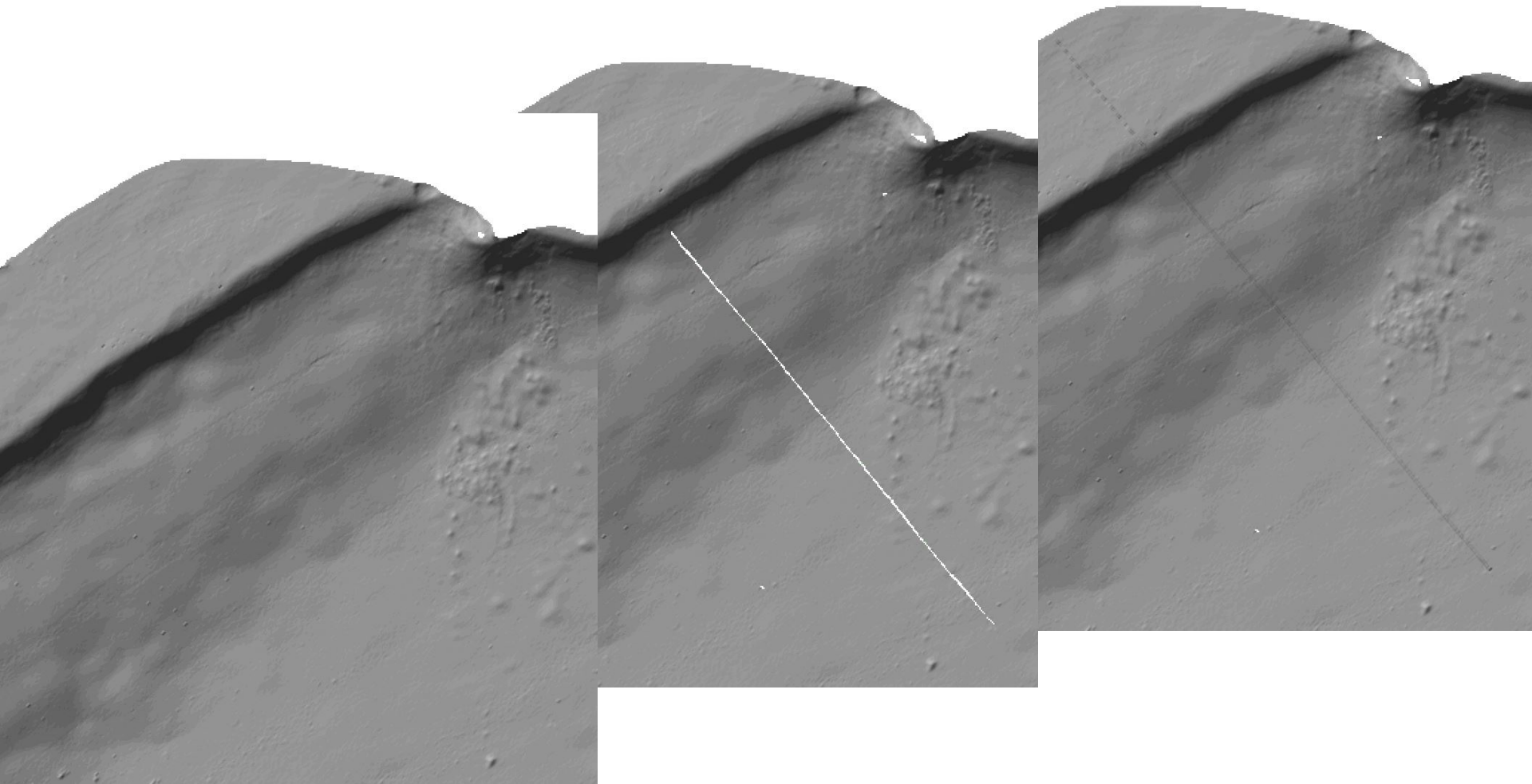


EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung

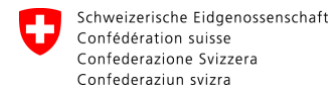


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Maskierung sensibler Daten



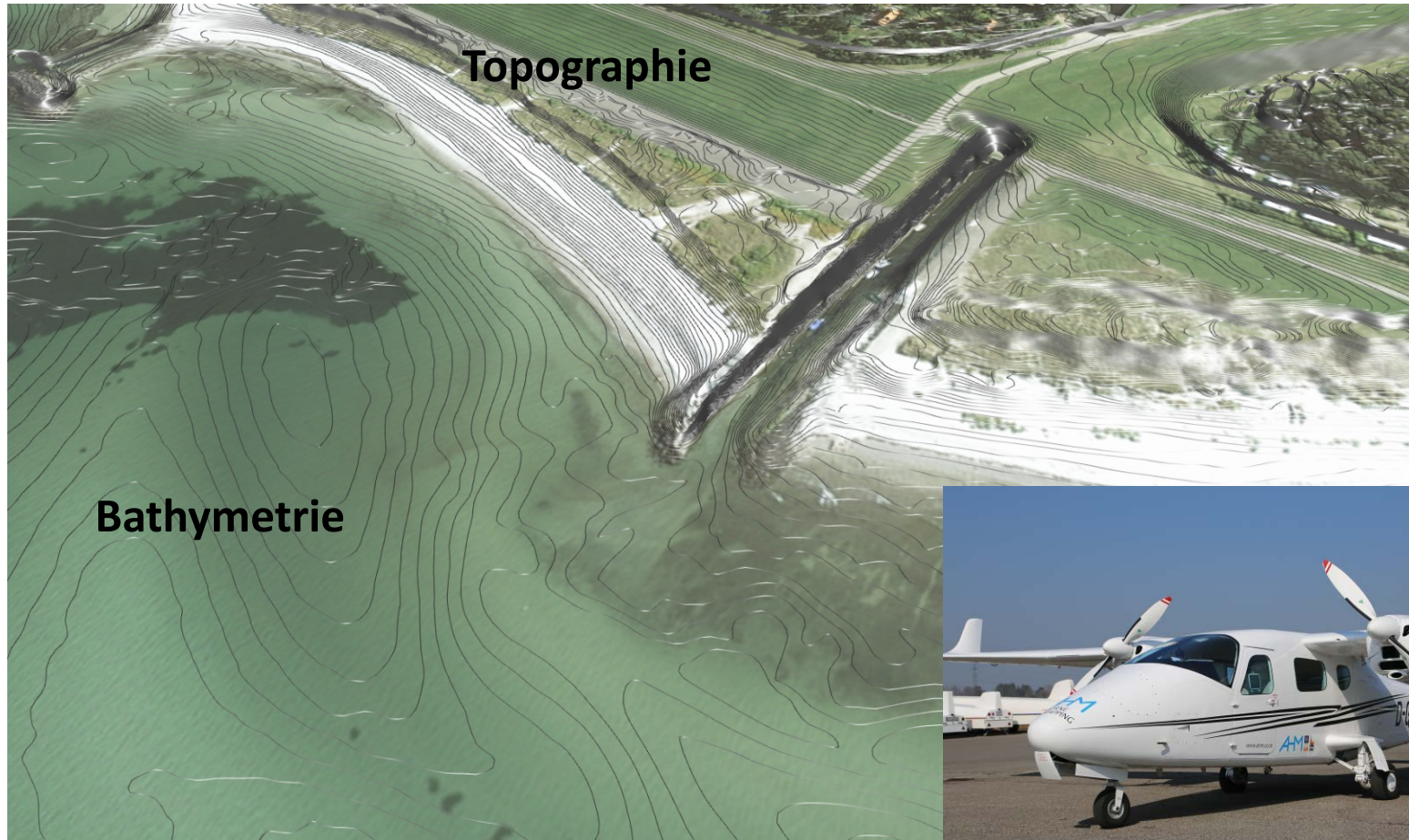
München,  
18.03.2016



# 2014: Laserscanning



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



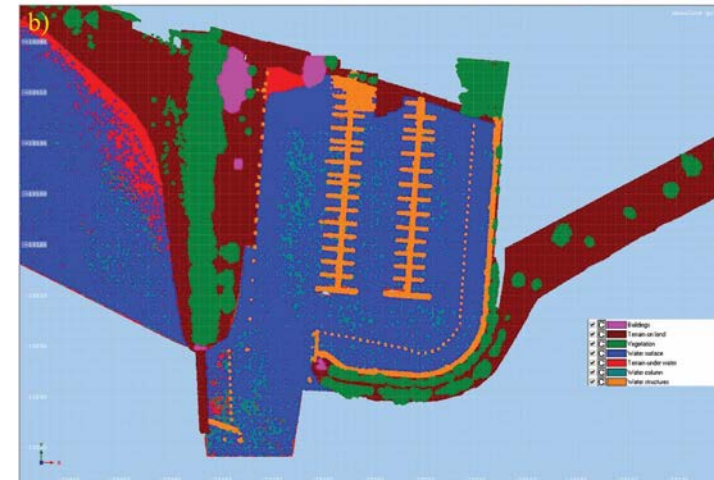
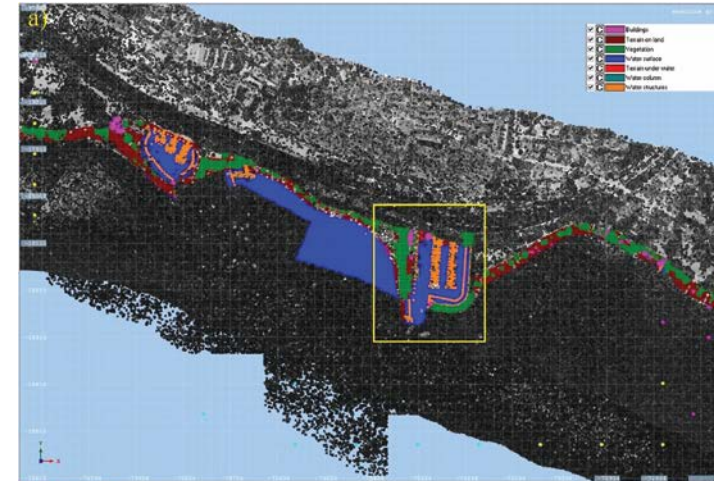
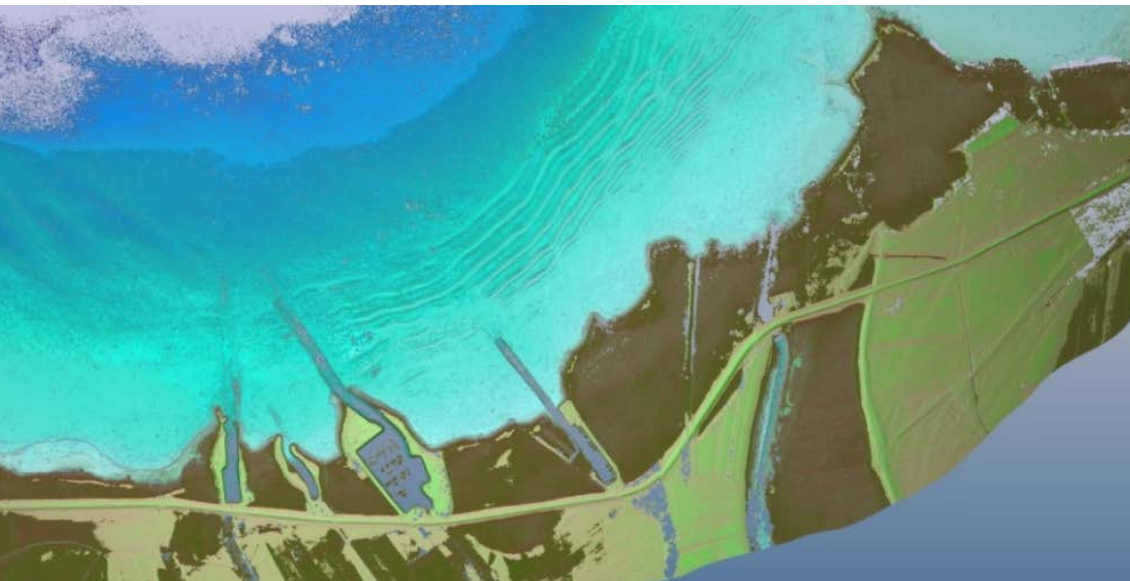
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# 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
- software, LAS-Formate



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



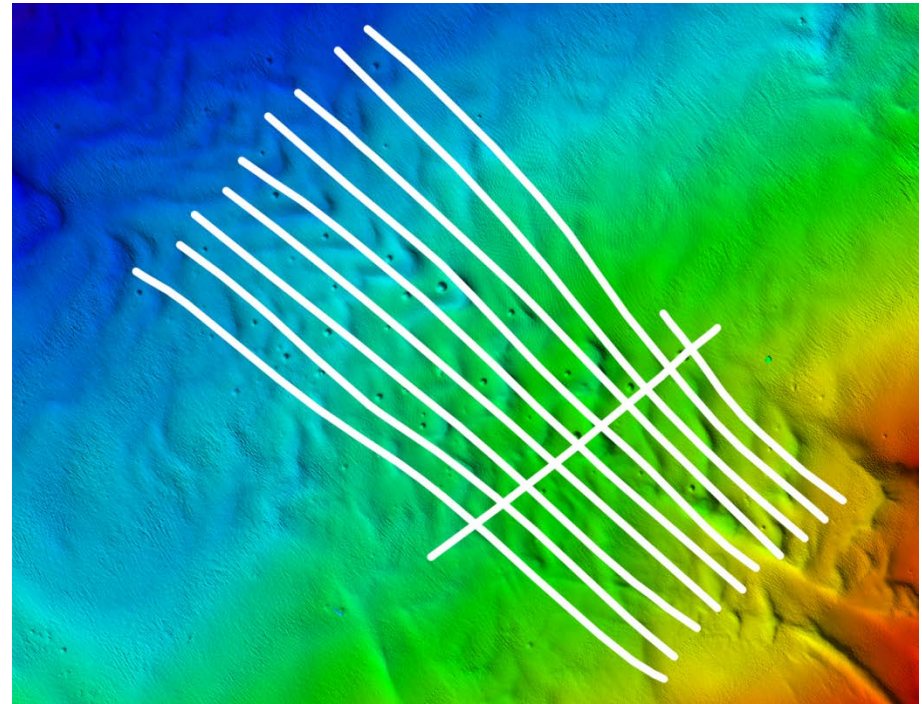
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# 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“**



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# 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

1826:	333
1893:	11.147
1990:	900.000
2015:	19.000.000.000
2040:	?

doi.pangaea.de/10.1594/PANGAEA.855987

Erste Schritte

PANGAEA®  
Data Publisher for Earth & Environmental Science

Not logged in (log in or sign up)

Always quote citation when using data!

### Data Description

[Show Map](#) [Google Earth](#)

**Citation:** Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) (2015): IGKB-Tiefenschärfe-Bodensee digitale Geländemodelle mit 10 m und 3 m Auflösung. doi:10.1594/PANGAEA.855987

**Related to:** Wessels, Martin; Anselmetti, Flavio S; Baran, Ramona; Steinbacher, Frank; Wintersteller, Paul (2016): Tiefenschärfe - Hochauflösende Vermessung des Bodensees. *Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) (Herausgeber) Blaue Reihe, Bericht Nr. 61, ISSN 1011-1263*

**Further details:** [Karten zu: Tiefenschärfe - Hochauflösende Vermessung Bodensee \(pdf-format in one zip-archive 100.547 MB\)](#)

**Wessels, Martin; Anselmetti, Flavio S; Artuso, Roberto; Baran, Ramona; Daut, Gerhard; Gaide, Stefanie; Geiger, Alain; Groeneveld, Jan Derk; Hilbe, Michael; Möst, Karin; Klausner, Berthold; Niemann, Steffen; Roschlaub, Robert; Steinbacher, Frank; Wintersteller, Paul; Zahn, Ernst (2015):** Bathymetry of Lake Constance - a High-Resolution Survey in a Large, Deep Lake. *zfv - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement*, 4, doi:10.12902/zfv-0079-2015





Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

- 7 Pressemitteilungen
- 5 Pressekonferenzen
- über 300 Veröffentlichungen in Tages- und Wochenzeitungen, Fachmagazinen, TV, Radio und Web

## Der bestvermessene See der Welt

Löcher vor Kreuzlingen, eine unterseeische Quelle und Methanvorkommen: Bei der Erkundung des Bodensees stieß das Team des Projekts Tiefenschärfe auf jede Menge Überraschungen

**„Zürchersee ist vier Tausendmal nicht größer“**  
In Schweizer Seen findet sich oft ein unregelmäßiges Relief.

Der 1990 Jahre alte Zürichsee ist ein unregelmäßig geformtes Gewässer. Das 210 km<sup>2</sup> große Gewässer hat eine durchschnittliche Tiefe von 14 Metern. Die tiefste Stelle im See liegt bei 16 Metern. Die Bodenschichten sind unregelmäßig geformt und bestehen aus verschiedenen Gesteinsschichten. Die Seeoberfläche ist durch Wind und Wellen unregelmäßig geformt. Die Seeoberfläche ist durch Wind und Wellen unregelmäßig geformt.

**536 km<sup>2</sup>**  
größer als Berlin

**0,1**  
m<sup>3</sup> Wasser sind im Bodensee pro Sekunde umgewandelt. Das ist die Menge an Wasser, die durch den Bodensee fließt.

**1893**  
m<sup>3</sup> Wasser sind im Bodensee pro Sekunde umgewandelt. Das ist die Menge an Wasser, die durch den Bodensee fließt.

**5650 km**  
lang ist die Uferlinie des Bodensees.

**254**  
m<sup>3</sup> Wasser sind im Bodensee pro Sekunde umgewandelt. Das ist die Menge an Wasser, die durch den Bodensee fließt.

**612 000 Euro**  
wurden für die Vermessung des Bodensees aufgewendet.

**400**  
m<sup>3</sup> Wasser sind im Bodensee pro Sekunde umgewandelt. Das ist die Menge an Wasser, die durch den Bodensee fließt.

**280 km**  
lang ist die Uferlinie des Bodensees.

**1000-fach**  
mehr Wasser sind im Bodensee pro Sekunde umgewandelt. Das ist die Menge an Wasser, die durch den Bodensee fließt.



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung

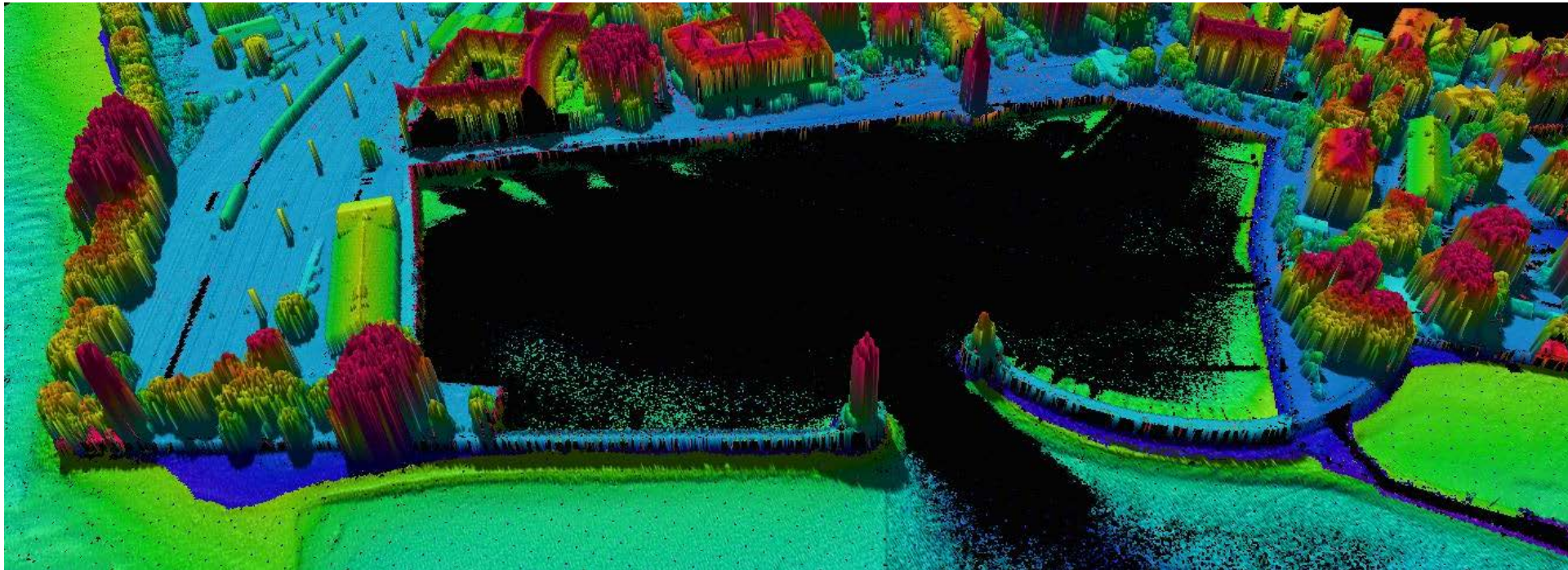


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# Projektergebnisse und Produkte



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



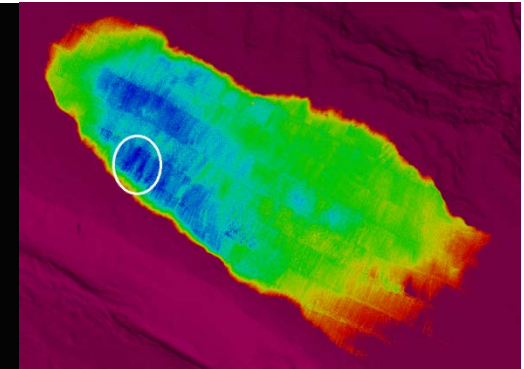
Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# IGKB-Vermessung 2015

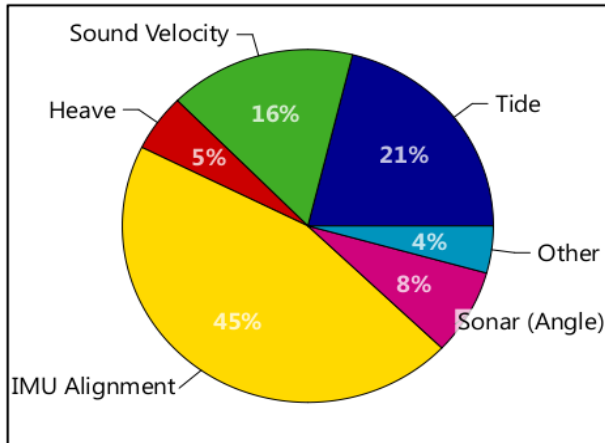


Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

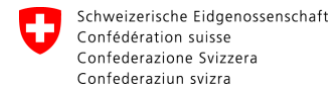
## Größte Tiefe: -251,1m



**Vertical TPU: Average of 6412960 soundings (0.501 m)**



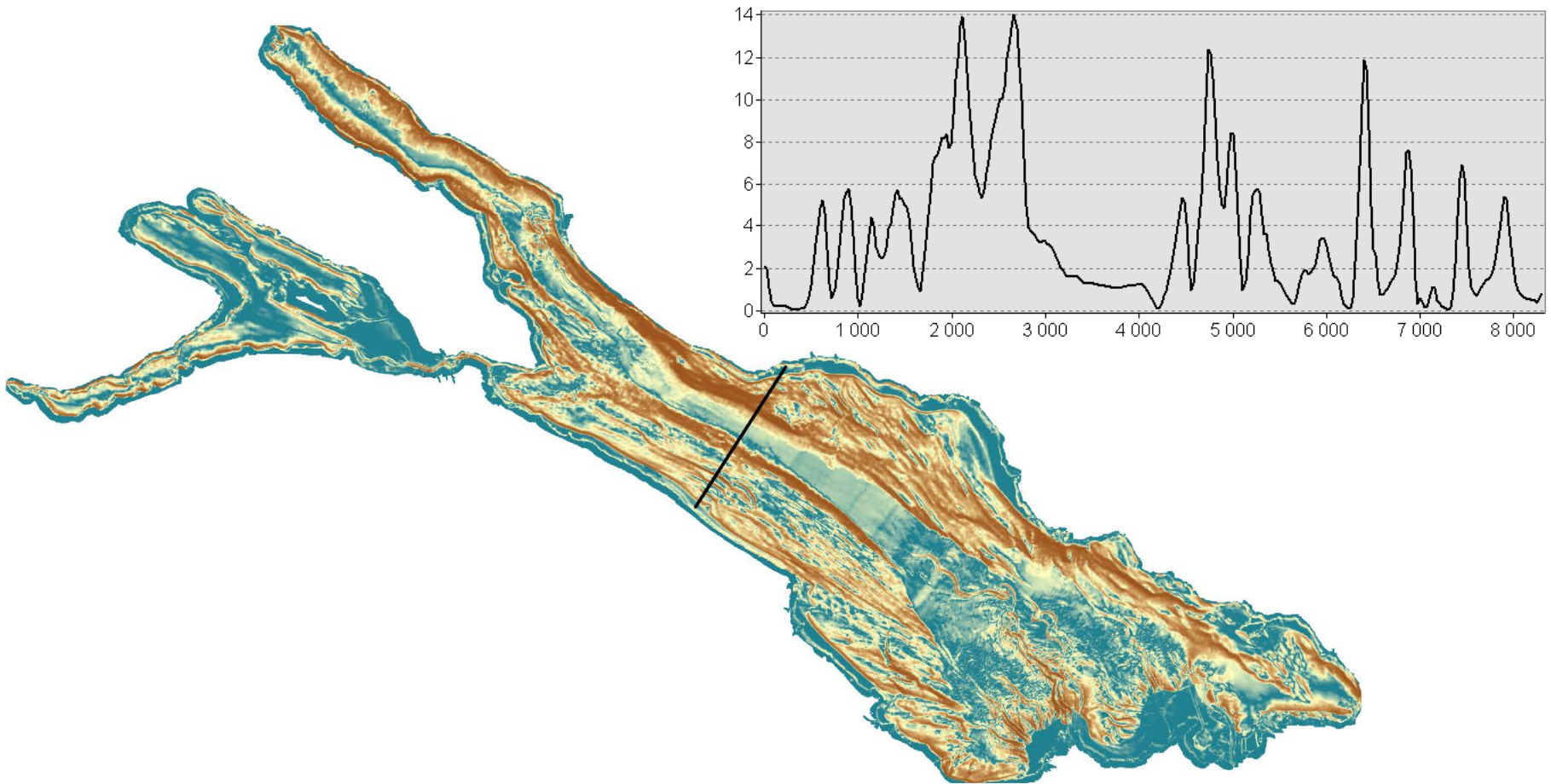
München,  
18.03.2016



# Unterschiede 1990 - 2015



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

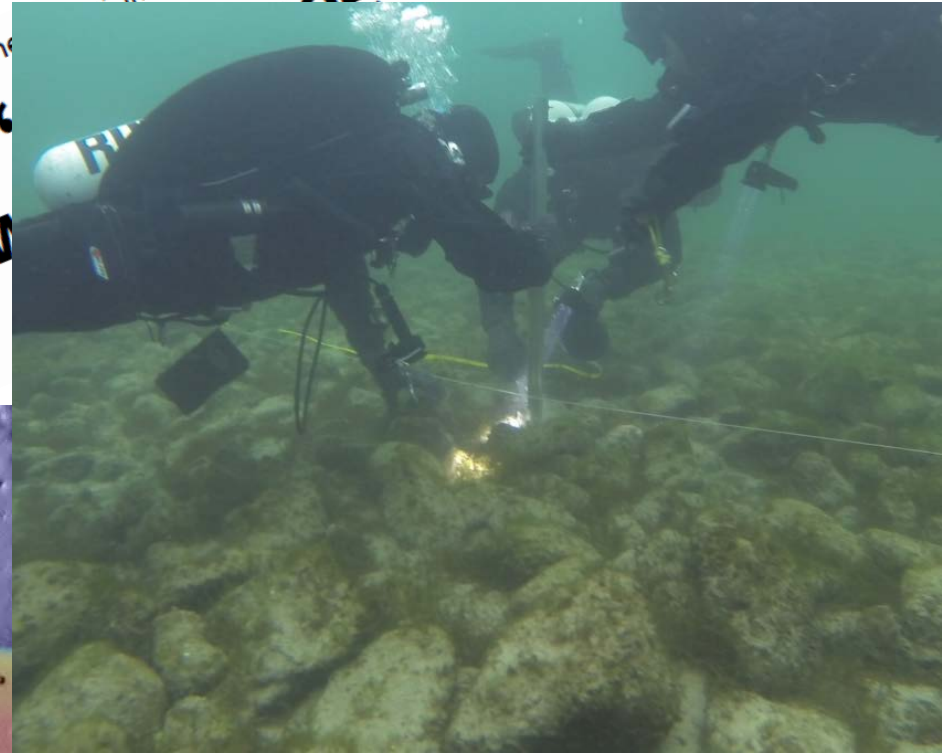
# „Hügeli“



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

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

Vorarlberg Online Welt Projekt "Tiefenschärfe": "Bodensee-Stonehenge" in der Schweiz entdeckt?  
**Projekt "Tiefenschärfe":  
Stonehenge" in der Schweiz**  
17. September 2015 13:59



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

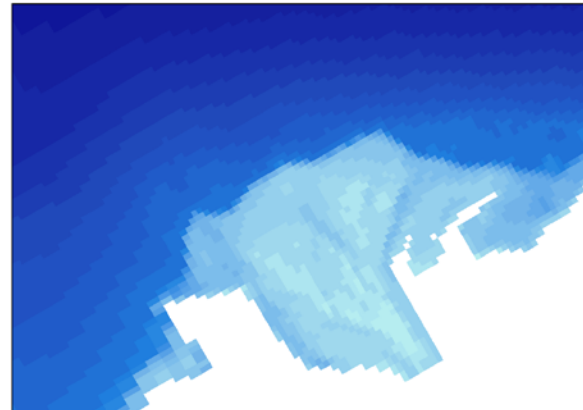
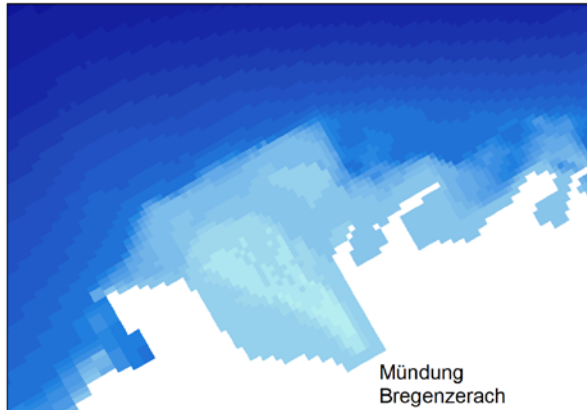
# Modellierung



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

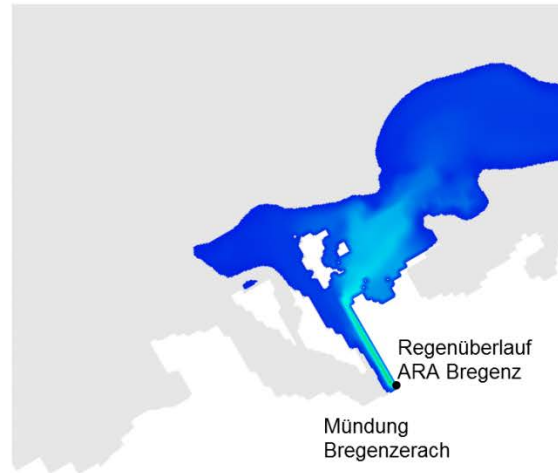
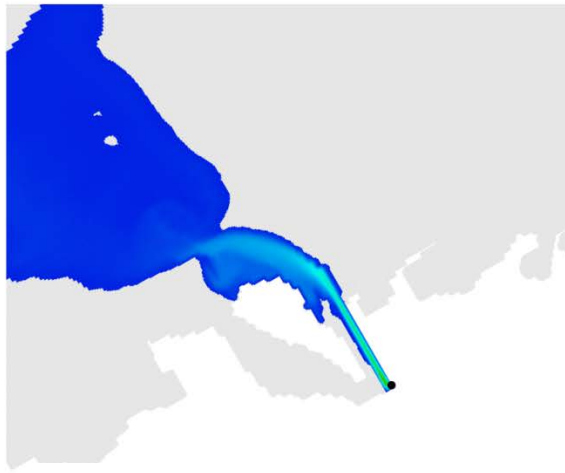
Alte Vermessungsdaten

Neue Vermessungsdaten Projekt "Tiefenschärfe"

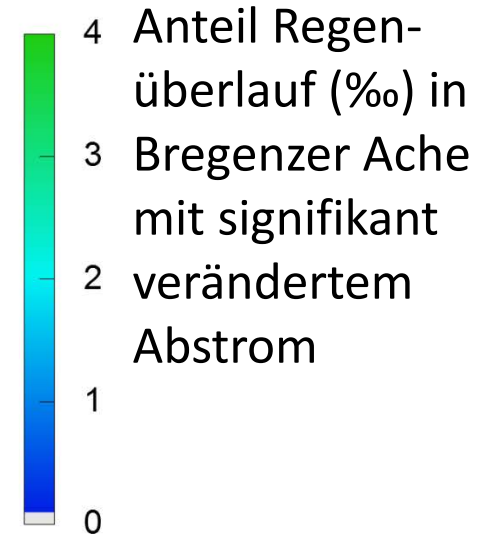


Mündung  
Bregenzzerach

Modellrechnung Regenüberlauf ARA Bregenz  
Ist Situation, Szenario April 2013

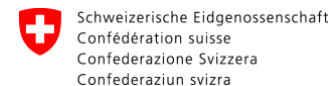


Regenüberlauf  
ARA Bregenz  
Mündung  
Bregenzzerach



Quelle: Kobus & Partner

München,  
18.03.2016



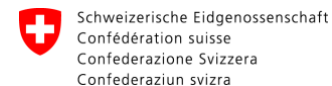
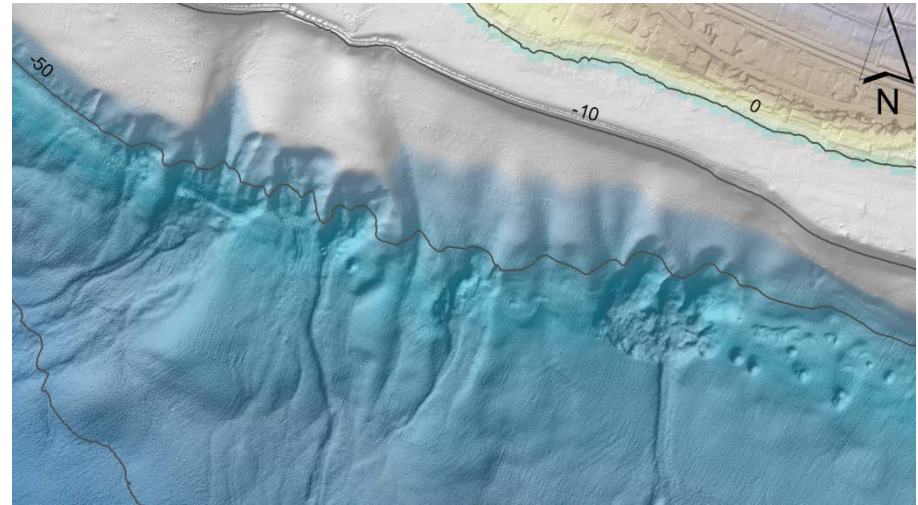
# „Seezeichen“



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

BMBF –Projekt

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



München,  
18.03.2016

# 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 Benger

Jenes Csaba

Wolfgang Dobler

Loredana Goncilea

Winfried Kohrs

Michael Kuchenbauer

Wolfgang Leimer

Manfred

Niederwieser

Torsten Pöhler

Marcel Ritter



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee



München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra



Hochauflösende  
Vermessung  
Bodensee

# Animation

München,  
18.03.2016



EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Fonds  
für Regionale Entwicklung



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra