



Kombination von terrestrischen und satellitengestützten Methoden zur Bestimmung des Meeresspiegels

Ole Roggenbuck M.Sc.

Hydrographentag, 14. Juni 2018, Lindau, Session 5

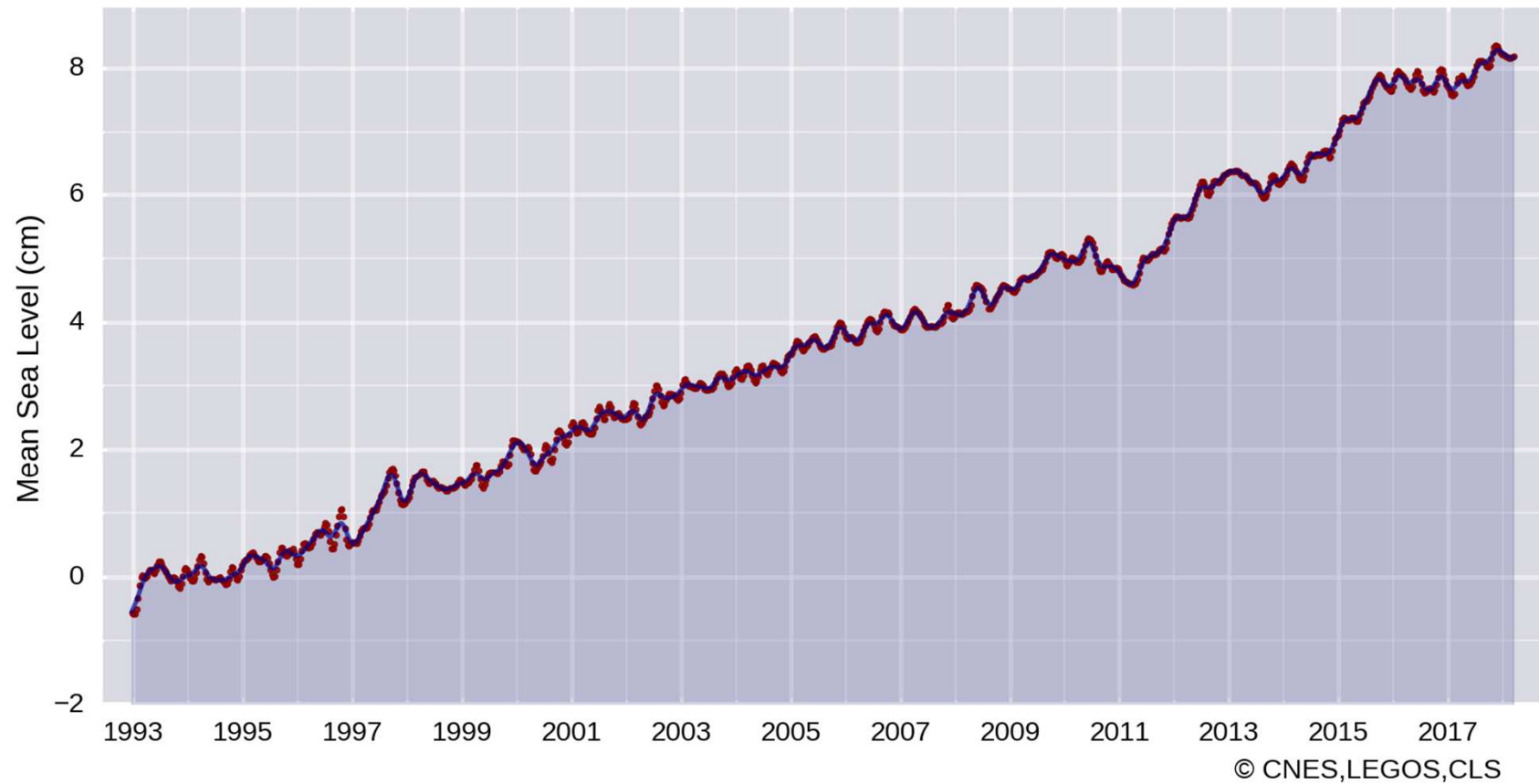
MOTIVATION: GLOBALER TREND



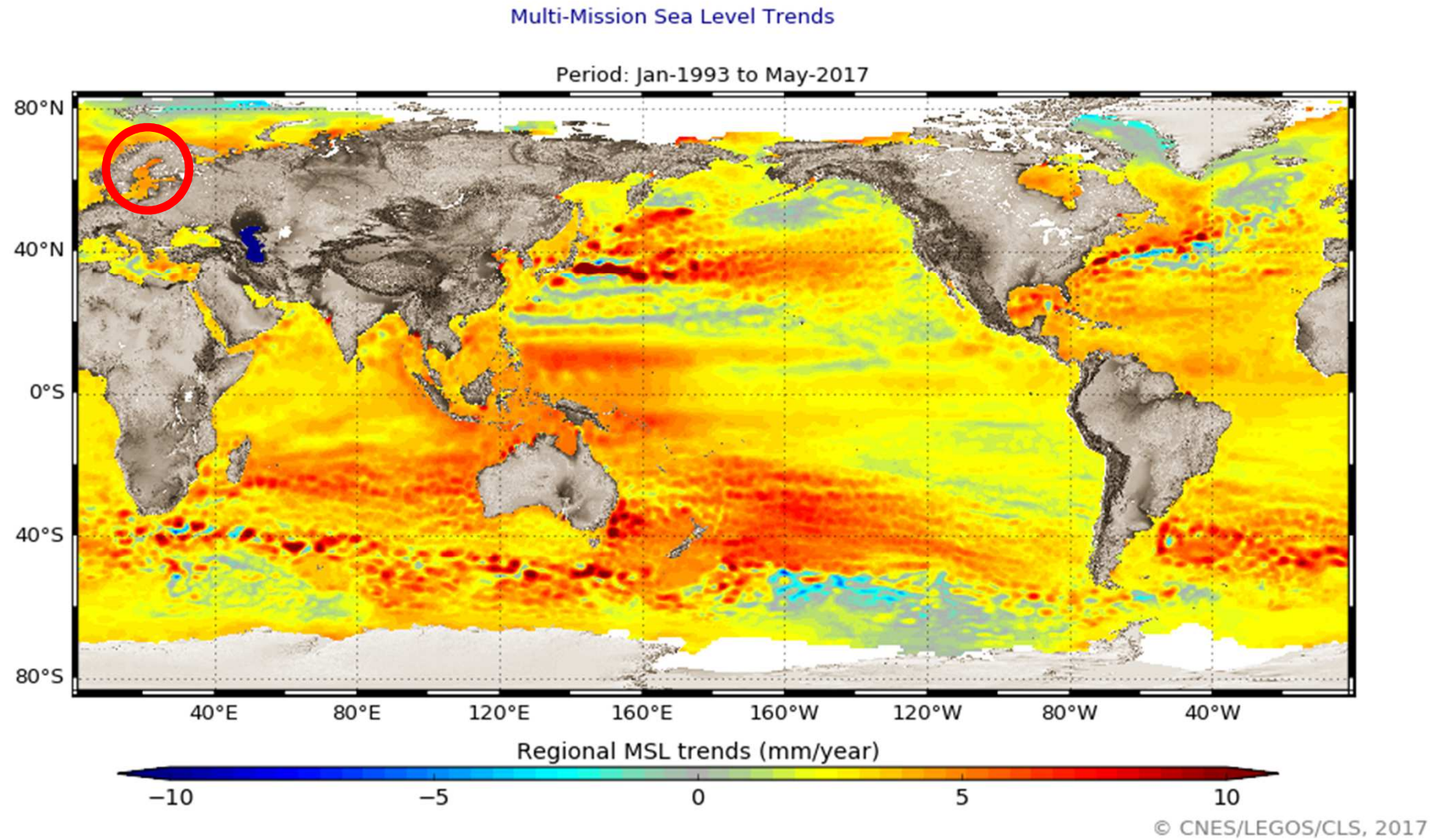
Latest MSL Measurement
26 March. 2018

+3.32 mm/yr

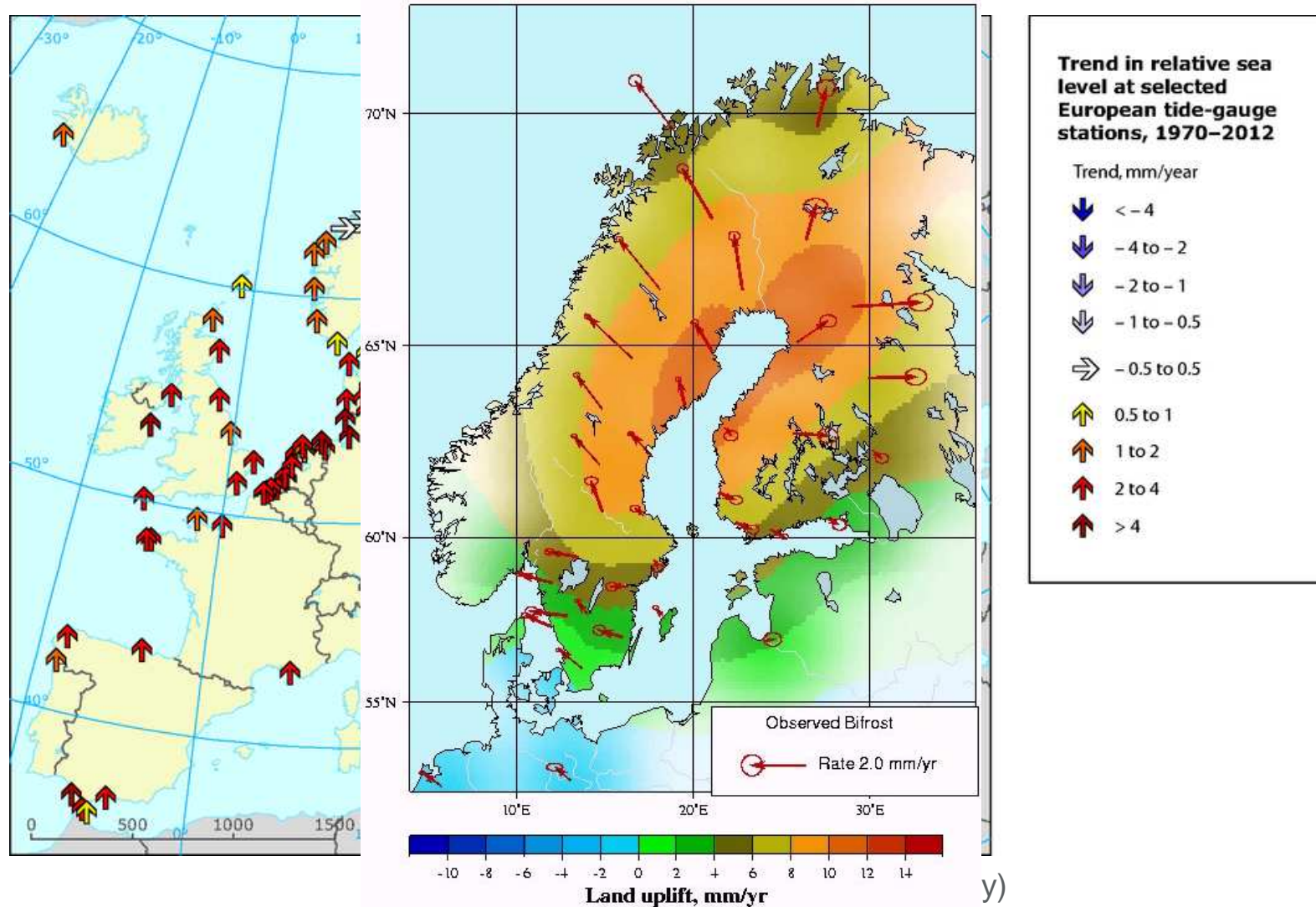
Reference GMSL - corrected for GIA



MOTIVATION: REGIONALER TREND



MOTIVATION: RELATIVER TREND



- Indikator für den Klimawandel
- Näherung für das Geoid
- Ozeanographie

- Wichtig für:
 - Geowissenschaften
 - Klimaforschung
 - Küstenschutz
 - Schifffahrt
 - Küsteningenieurwesen

MESSMETHODEN: STANDARD



(AVISO)



(WSV)

- Fernerkundungsverfahren
- Globale Messungen in kurzer Zeit
- Orbits bestimmen räumliche Auflösung
- Geringe Zeitliche Auflösung
- Ungenau in Küstennähe
- Orbit liefert Bezug zum Referenzellipsoid



(AVISO)

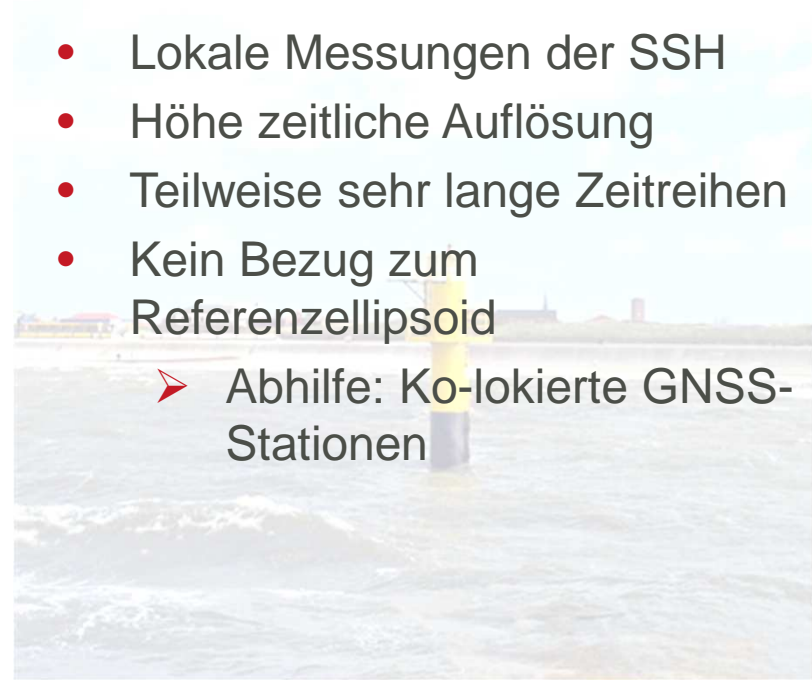


(WSV)



- Fernerkundungsverfahren
- Globale Messungen in kurzer Zeit
- Orbits bestimmen räumliche Auflösung
- Geringe Zeitliche Auflösung
- Ungenau in Küstennähe
- Orbit liefert Bezug zum Referenzellipsoid

(AVISO)

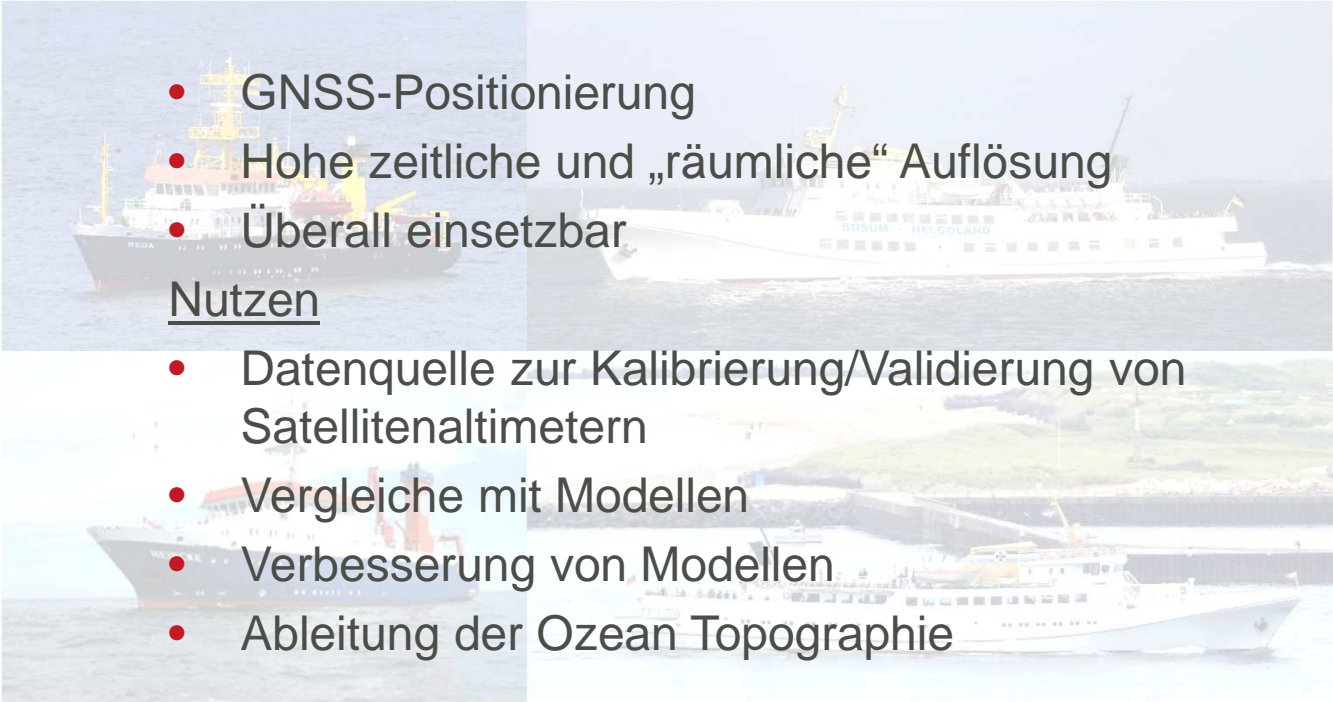


- Lokale Messungen der SSH
 - Höhere zeitliche Auflösung
 - Teilweise sehr lange Zeitreihen
 - Kein Bezug zum Referenzellipsoid
- Abhilfe: Ko-lokierte GNSS-Stationen

(WSV)

MESSMETHODEN: SCHIFFE

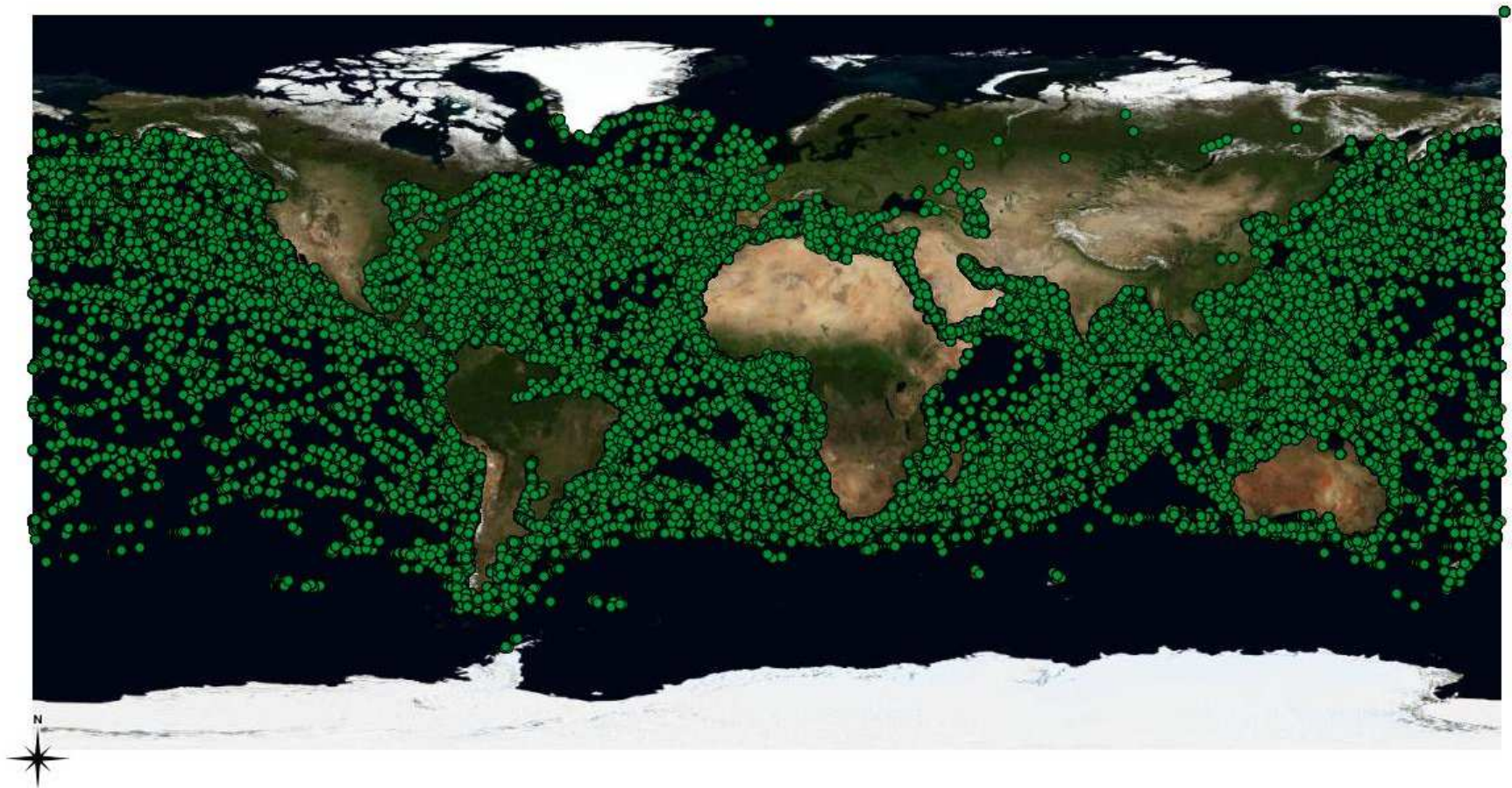


- 
- A collage of four images showing different ships at sea. The top-left image shows a dark-hulled ship with yellow cranes. The top-right image shows a white ferry named "BOSUM HELGOLAND". The bottom-left image shows a dark-hulled ship with red cranes. The bottom-right image shows a white ship with a blue stripe.
- GNSS-Positionierung
 - Hohe zeitliche und „räumliche“ Auflösung
 - Überall einsetzbar

Nutzen

- Datenquelle zur Kalibrierung/Validierung von Satellitenaltimetern
- Vergleiche mit Modellen
- Verbesserung von Modellen
- Ableitung der Ozean Topographie

Achtung! Hydrodynamische Effekte beachten!



(ESA)

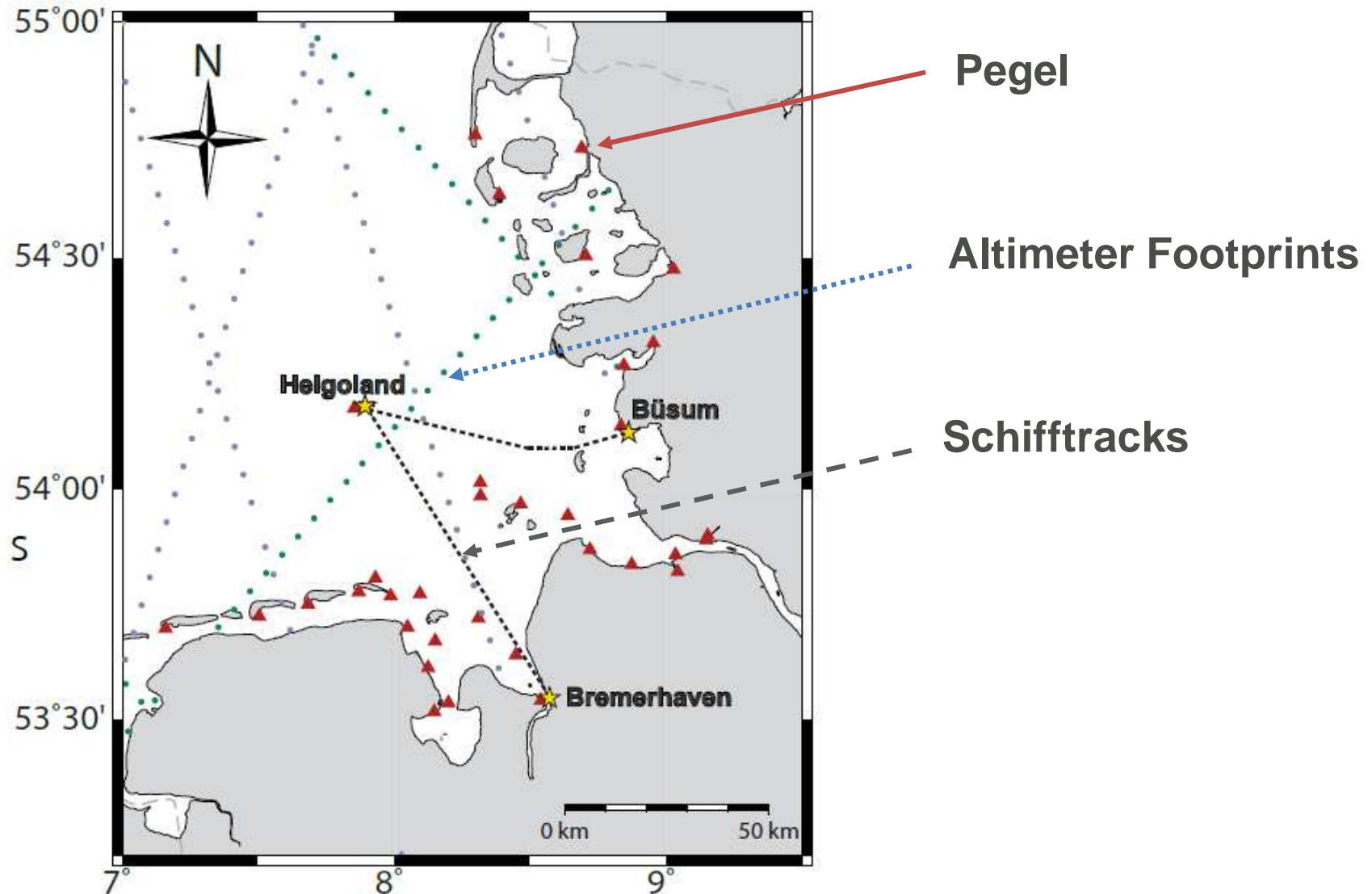
- Kooperatives Promotionsprojekt mit der TU München
- Finanziert durch das Promotionsprogramm der Jade Hochschule: Jade2Pro
- Projektstart: 01.08.2015
- Laufzeit: 5 Jahre

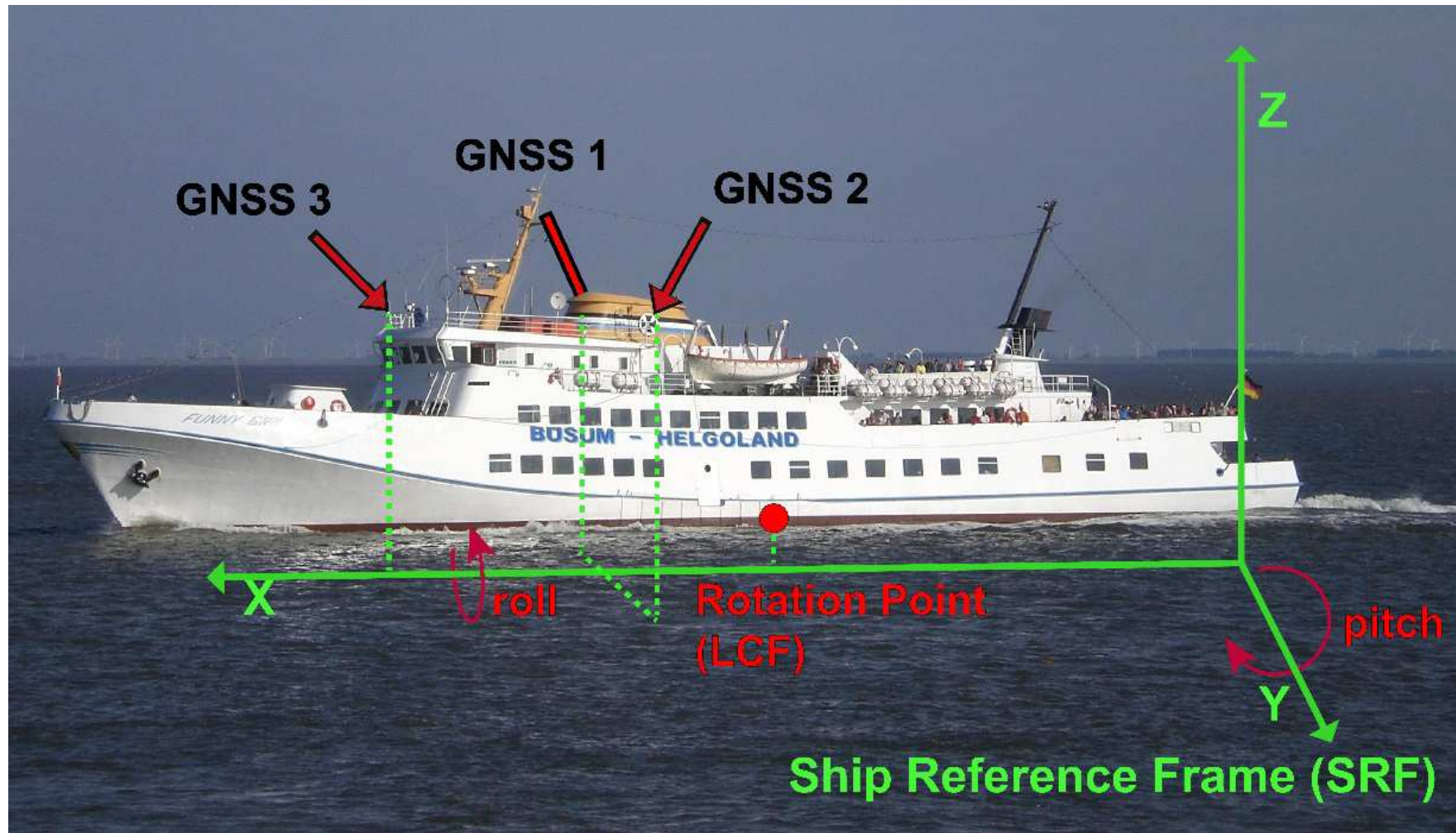
Teilprojekte

Durchführung von
Schiffsmessungen im
Routinebetrieb

Entwicklung einer
Kombinationsstrategie

PROJEKT: UNTERSUCHUNGSGEBIET



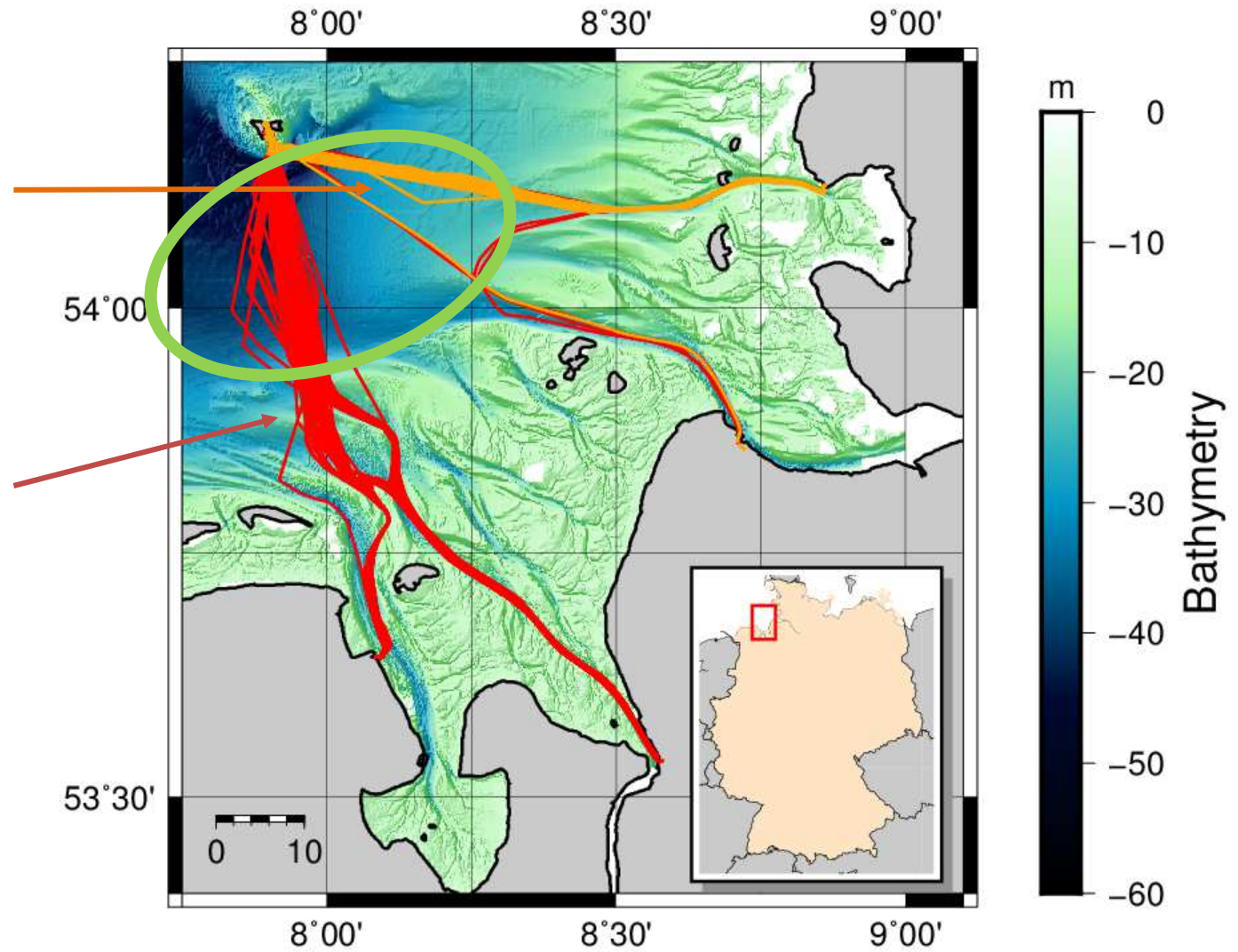


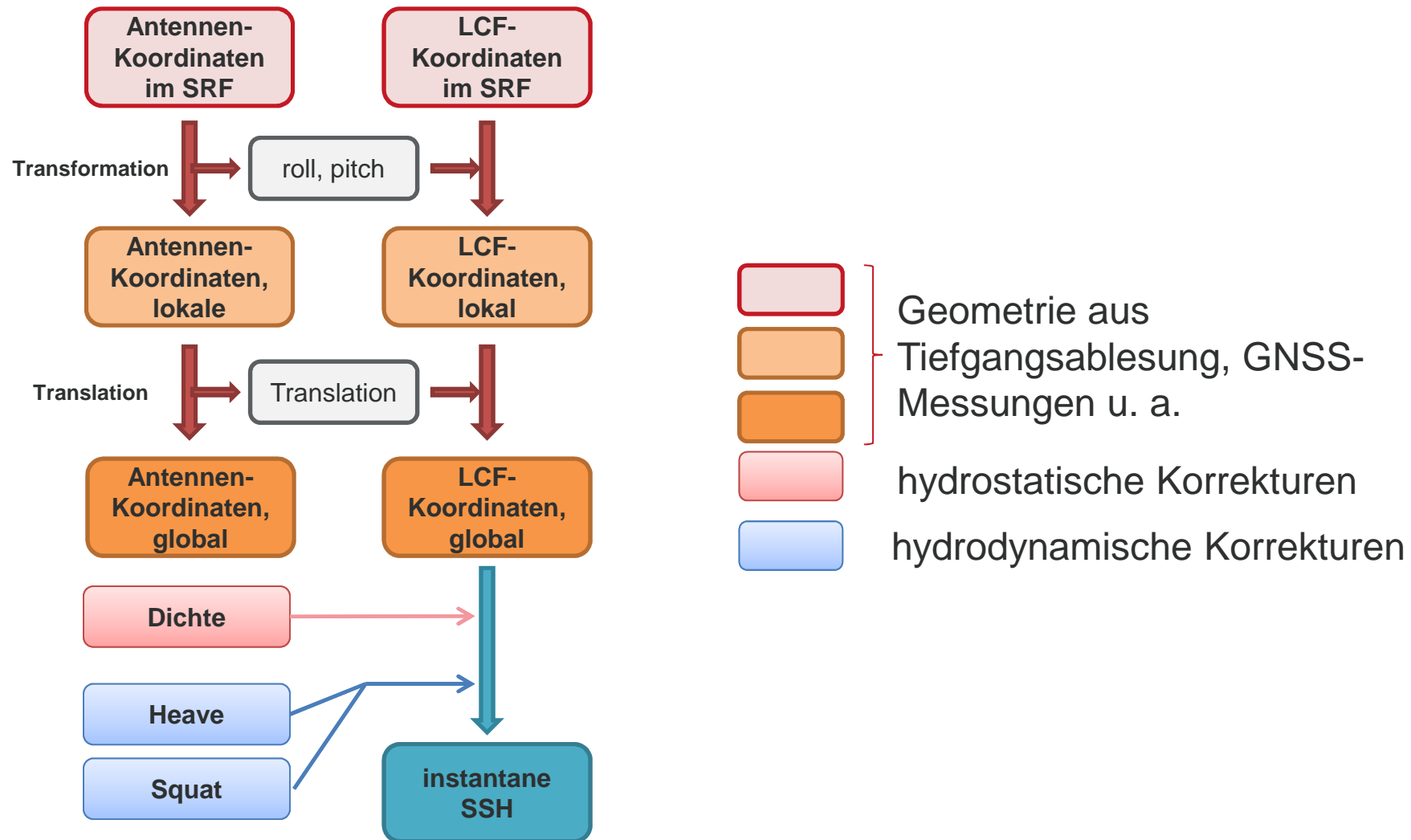
PROJEKT: SCHIFFSMESSUNG



Funny Girl
05.-09.2017

Fair Lady
04.-09.2017



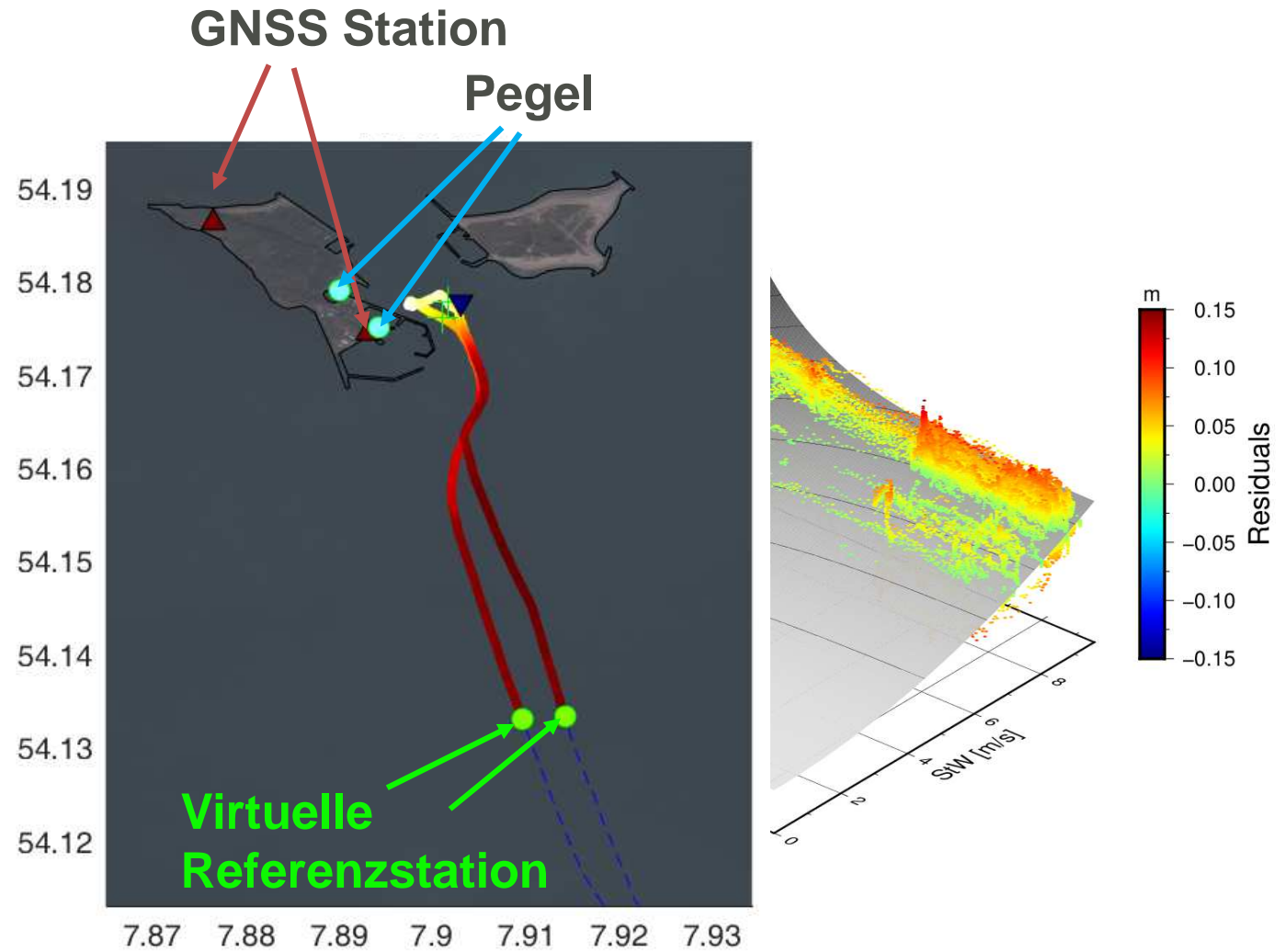


PROJEKT: SCHIFFSMESSUNG

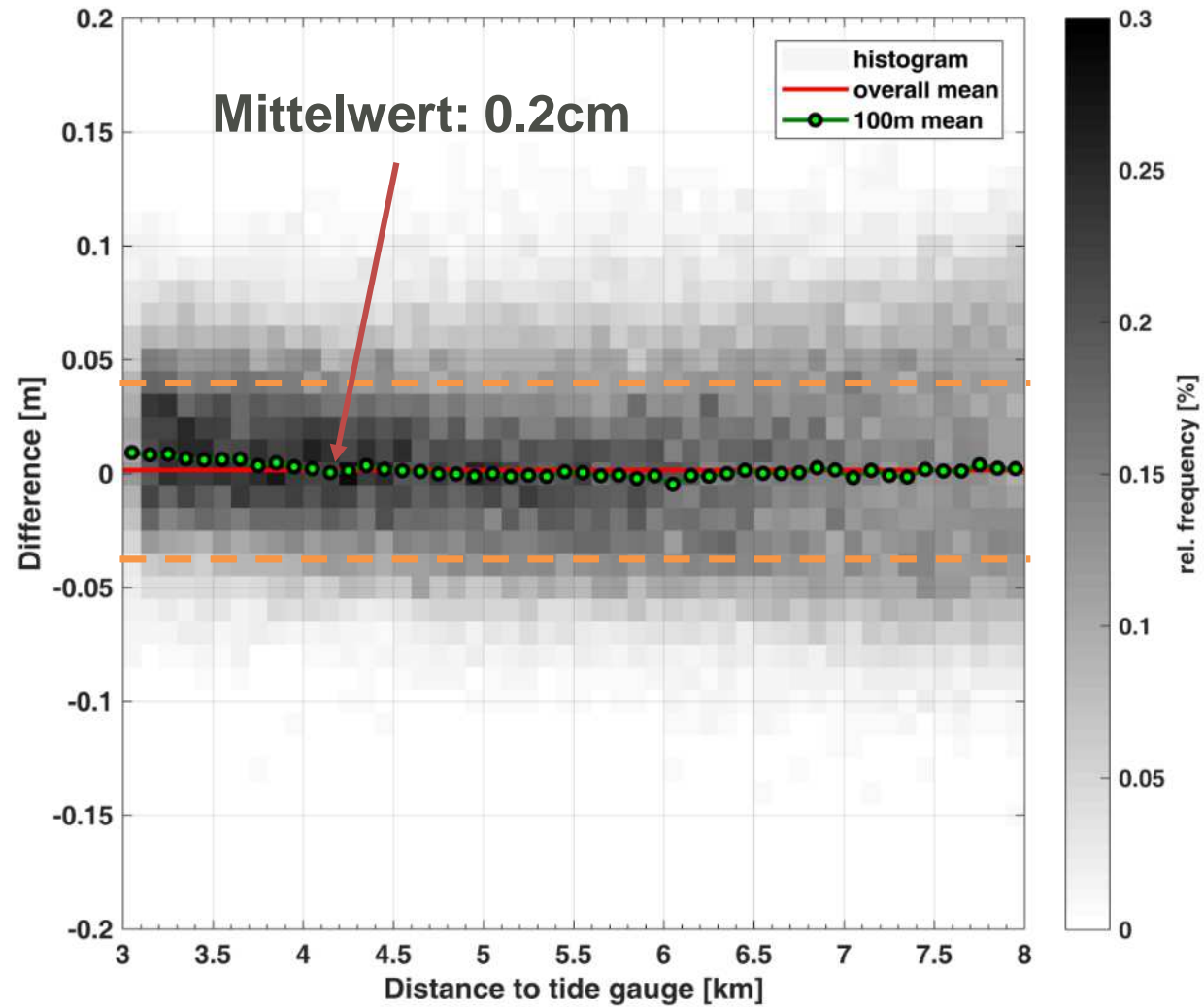


PROJEKT: SCHIFFSMESSUNG

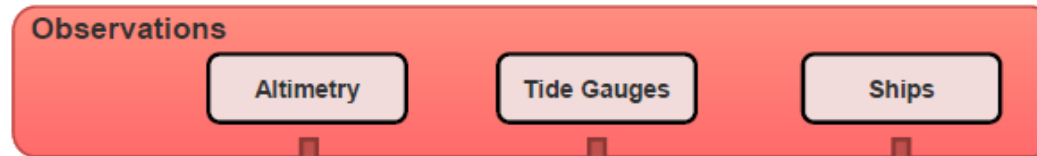




Standard-
abweichung: 4.0cm



VON DER BEOBACHTUNG ZUR KOMBINATION



- Gitterpunkte im Untersuchungsgebiet verteilen
- Pro Punkt die unbekannt Parameter berechnen

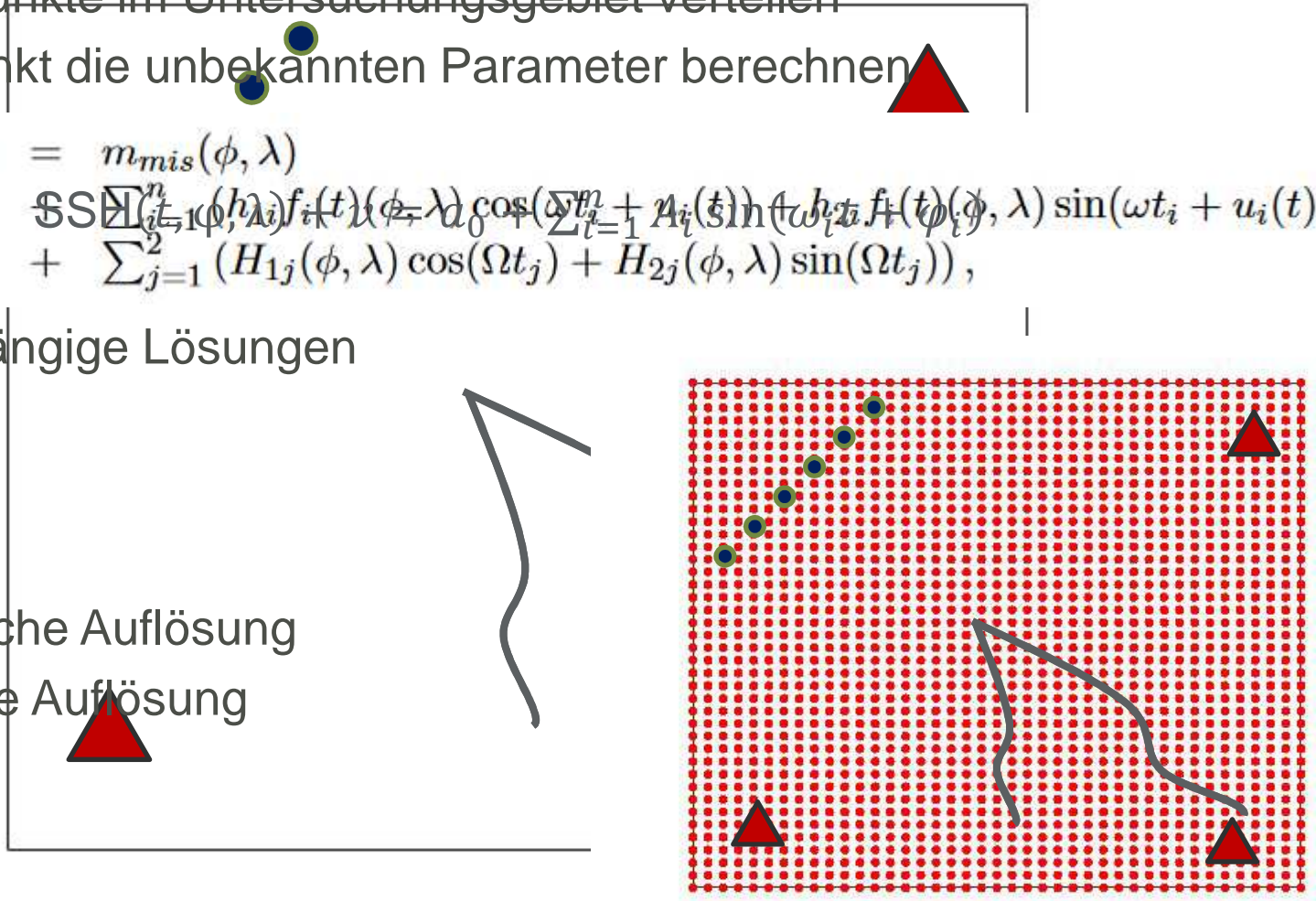
$$\zeta(t, \phi, \lambda) + v = m_{mis}(\phi, \lambda)$$

$$SS = \sum_{i=1}^n (h_i \lambda_i f_i(t) (\phi, \lambda) \cos(\omega t_i + u_i(t)) + \sum_{j=1}^2 (H_{1j}(\phi, \lambda) \cos(\Omega t_j) + H_{2j}(\phi, \lambda) \sin(\Omega t_j)))$$

- Unabhängige Lösungen

Probleme:

- Räumliche Auflösung
- Zeitliche Auflösung



- Annahme:

- Unbekannte Parameter verhalten sich im Untersuchungsgebiet kontinuierlich

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$$

- Lösung mittels Finite Differenzen Methode (FDM) oder Finite Elemente Methode (FEM)
- Randbedingungen notwendig
 - Neumann oder Dirichlet-Randbedingungen

- Schwierigkeiten:

- Nichtlineares System -> Näherungswerte notwendig
- Phasensprünge müssen identifiziert werden

Take-Home Messages

- Schiffe können zur Bestimmung der Meereshöhe eingesetzt werden
- Pegel, Altimetersatelliten und Schiffe haben individuelle Vor- und Nachteile
- Eine kombinierte Auswertung ist nicht trivial, verspricht aber genauere Ergebnisse

Nächste Schritte

- Schiffsdaten von 2017 komplett auswerten
- Schiffsmessungen fortsetzen
- Kombinationsmethode mit Daten testen

A circular porthole view of the ocean. The water is a deep blue with white-capped waves. The sky is a pale, overcast blue. The porthole frame is dark, and the interior of the ship is black. The text "Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit" is overlaid in red, bold, sans-serif font in the center of the porthole view.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**