

Dr. Philipp Woock
Fraunhofer IOSB Karlsruhe

Vermessung eines Ruhrabschnitts durch ein autonomes Wasserfahrzeug: Ein Erfahrungsbericht





IOSB

Gruppe Autonome
Robotersysteme

Fraunhofer IOSB: Autonome mobile Robotersysteme

Modulare, flexible Autonomie-Software (ATB) für unterschiedlichste Plattformen

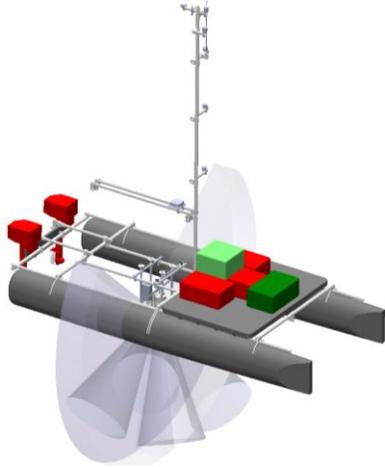


- Autonomes Fahren
 - mit Hindernisvermeidung
 - auch von sich bewegenden Hindernissen
- Umgebungserfassung, Kartierung (SLAM)
- Dynamische Pfadplanung
- KI-basierte Objekterkennung zur Manipulation
- Manipulation der Umgebung durch Aktuatorssysteme (Bagger)
- Roboter-Teaming: Gemeinsames Lösen von Aufgaben



Oberflächenfahrzeuge

Historie



Waterstrider

Rüstzeit	> 4h
Nötiges Personal	5 Personen
Maße	6m x 6m x 4m
Masse	500kg
Missionszeit	~ 4h
Maximale Geschwindigkeit	6.5 kn (12 km/h)
Lokalisierung	Separate IMU 1-Antennen-GNSS
Sonar	Interferometrisches Sidescan Niederfrequent (117 kHz) Hohe Messunsicherheit im Nadir



USV

—
Plattform Otter



Otter Plattform

Maritime Robotics

Abmessungen:

2 m x 1.08 m

Payload:

< 30 kg



Batterien:

4 x 915 Wh

Sea State:

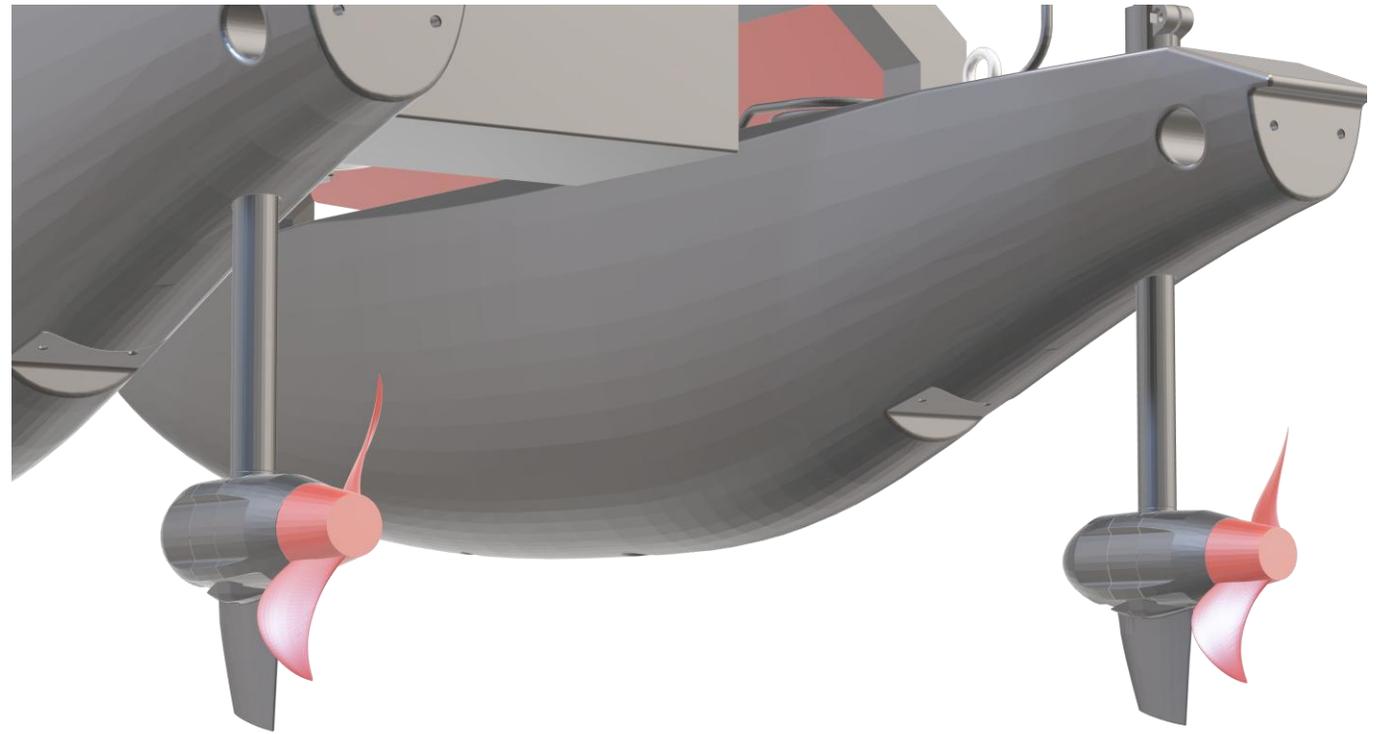
< 2

Otter Plattform

Maritime Robotics

2 Elektroantriebe

**Mit Sonar-Payload
ca. 4 Knoten**

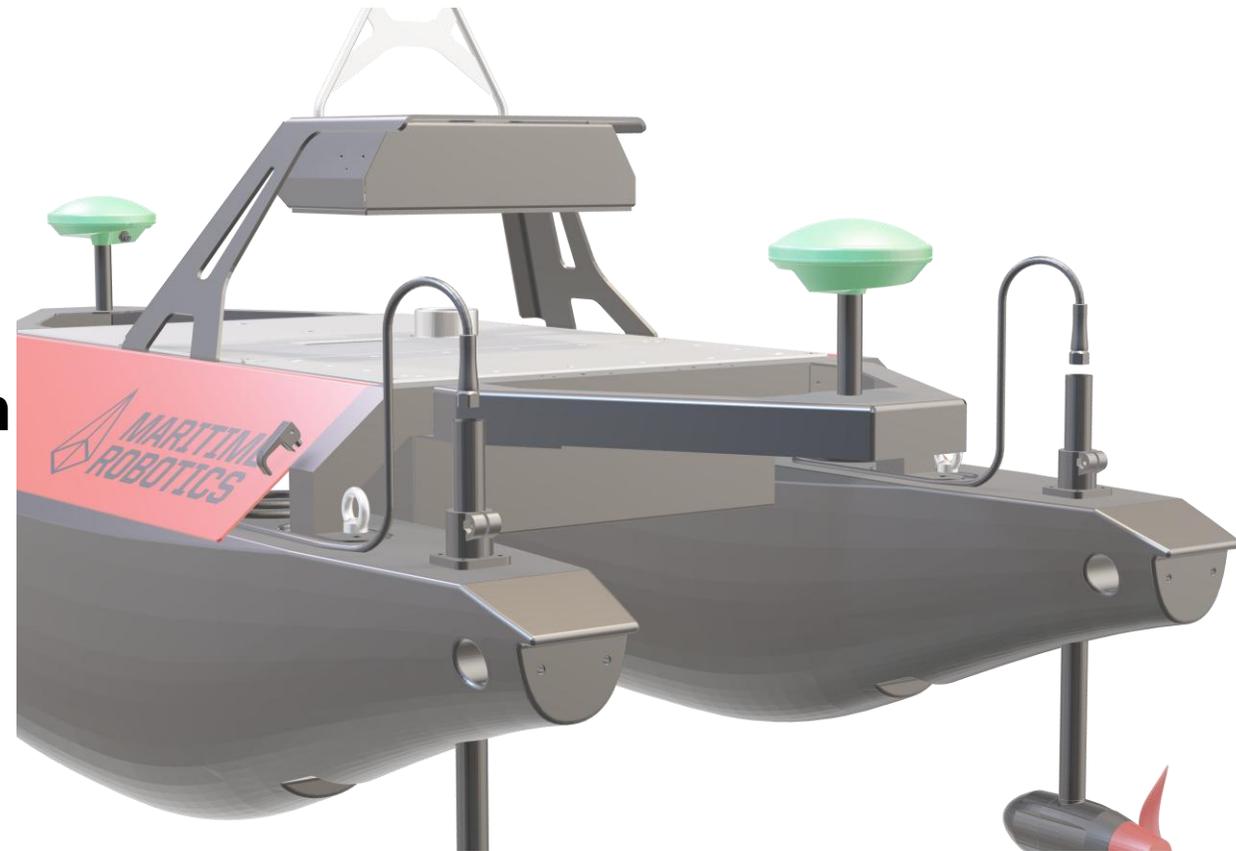


Otter Plattform

Maritime Robotics

2 RTK-GNSS-Antennen

6 Kommunikationsantennen



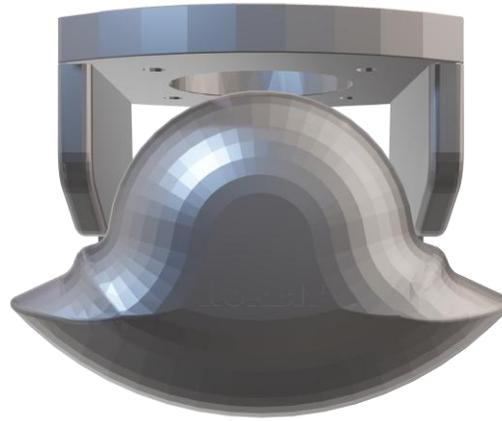
Otter Plattform

Additional Equipment

**Multibeam-Sonar:
Norbit iWBMSe**

**INS:
Applanix POS MV SurfMaster**

**DVL:
Waterlinked DVL A125**

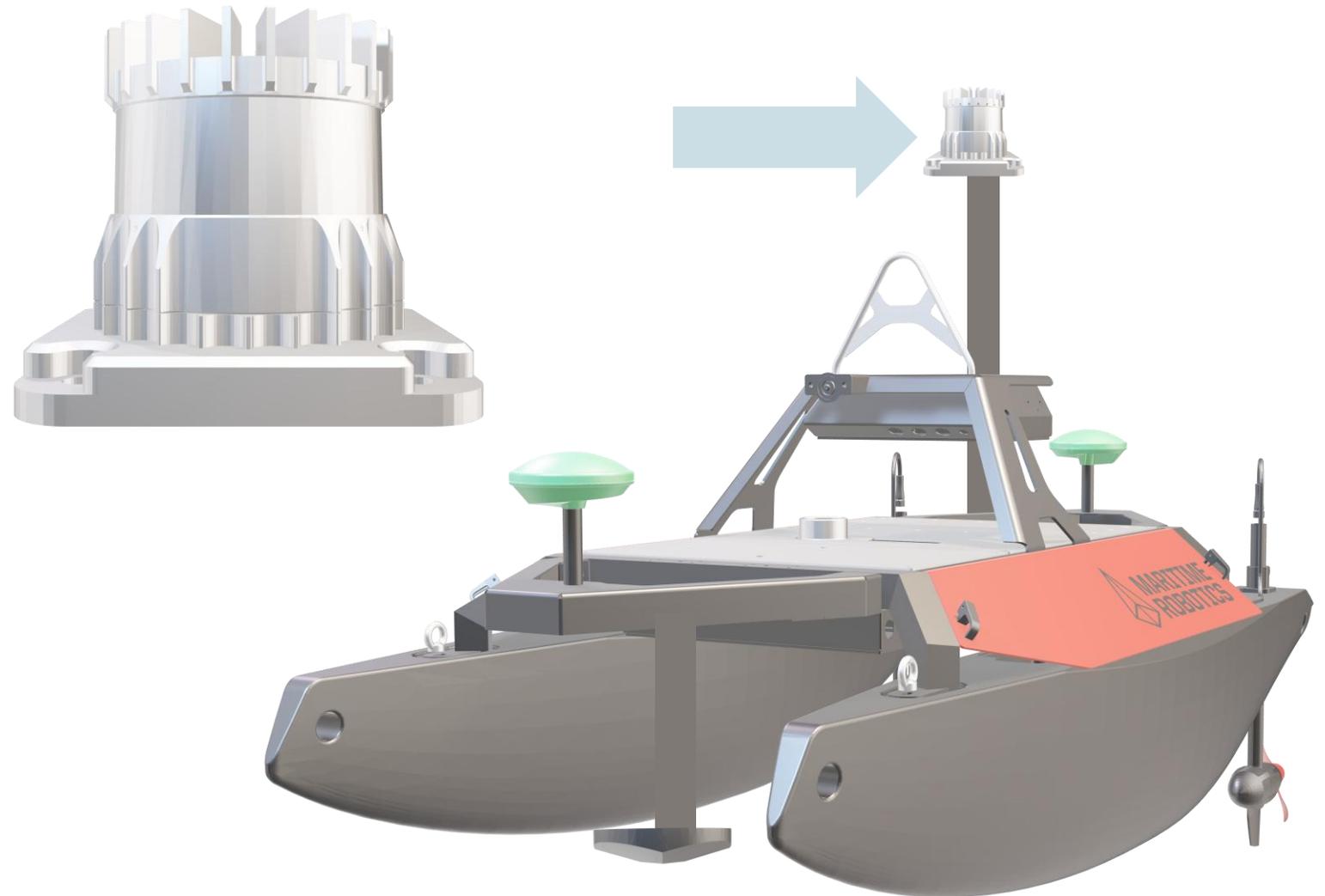


Otter Plattform

IOSB-Hardwareergänzungen

LiDAR (Laserscanner)

Ouster OS1



Otter Platform

IOSB-Hardwareergänzungen

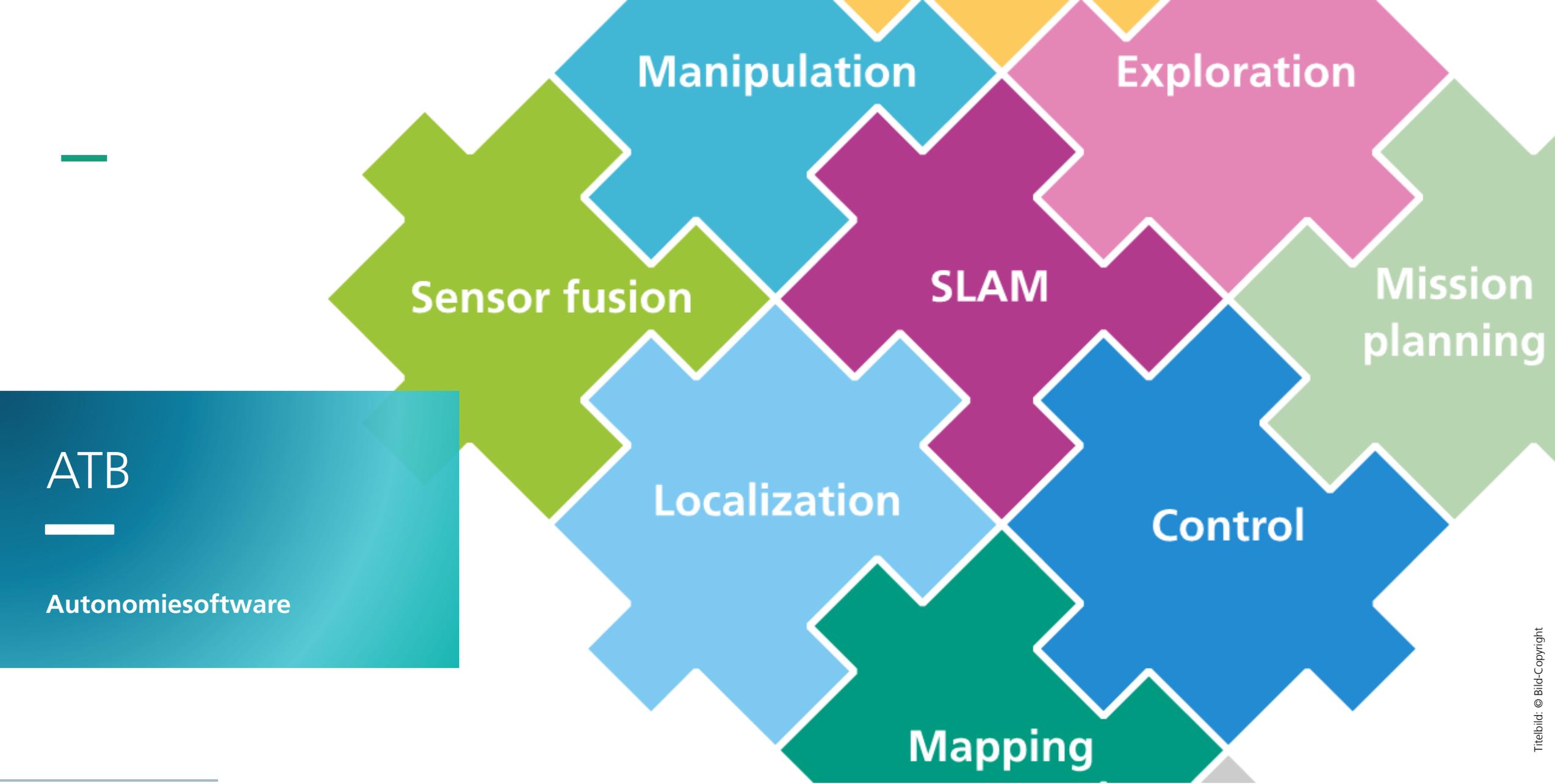
1 x Ouster OS1

2 x 12MP iDS cameras

1 x Otter Vision PC

1 x Otter ROS PC





ATB

Autonomiesoftware

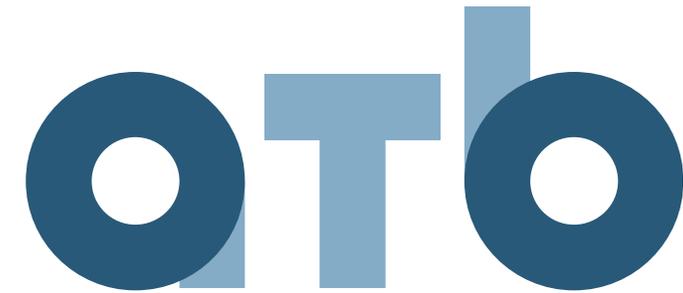
Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung



powered by
 **ROS**
Robot Operating System

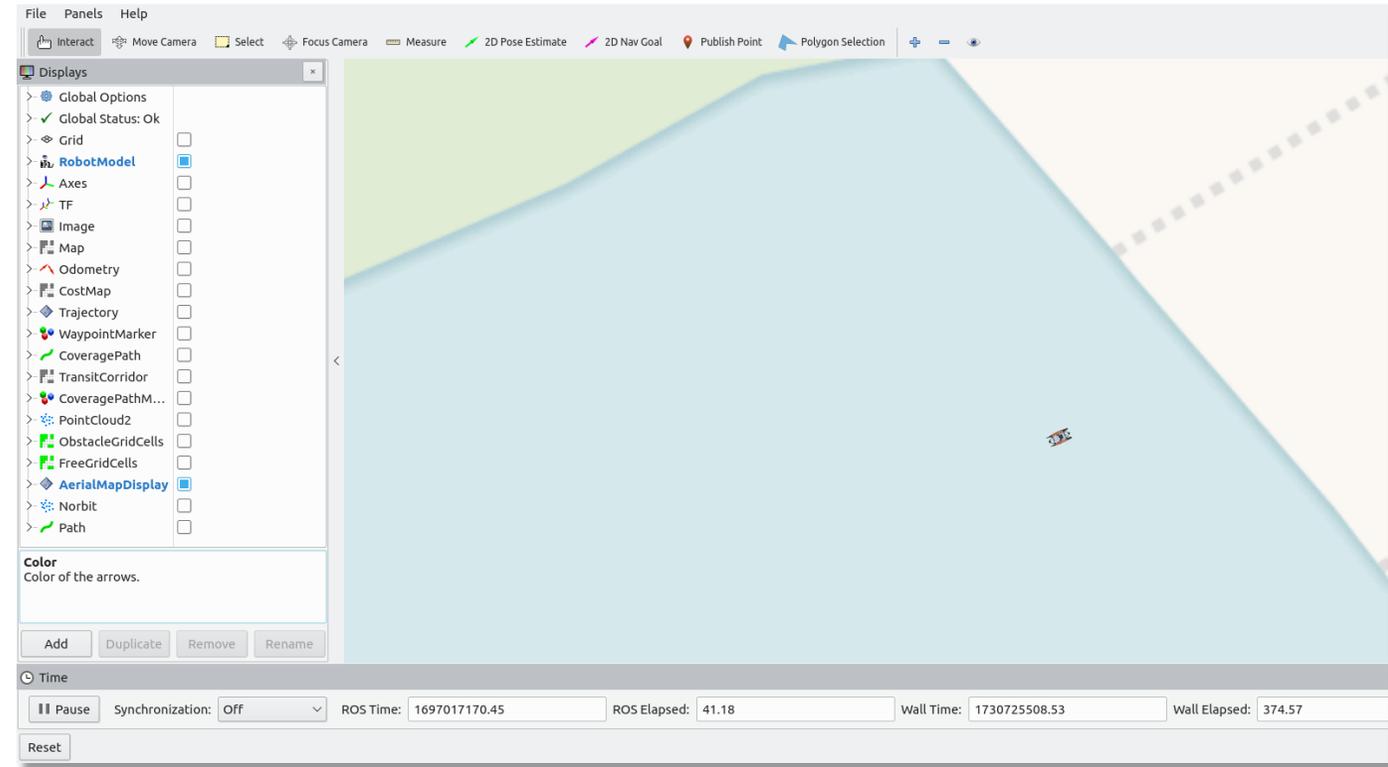
Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung
- Lokalisierung



Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung
- Lokalisierung
- Hinderniserkennung und -vermeidung



Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung
- Lokalisierung
- Hinderniserkennung und -vermeidung



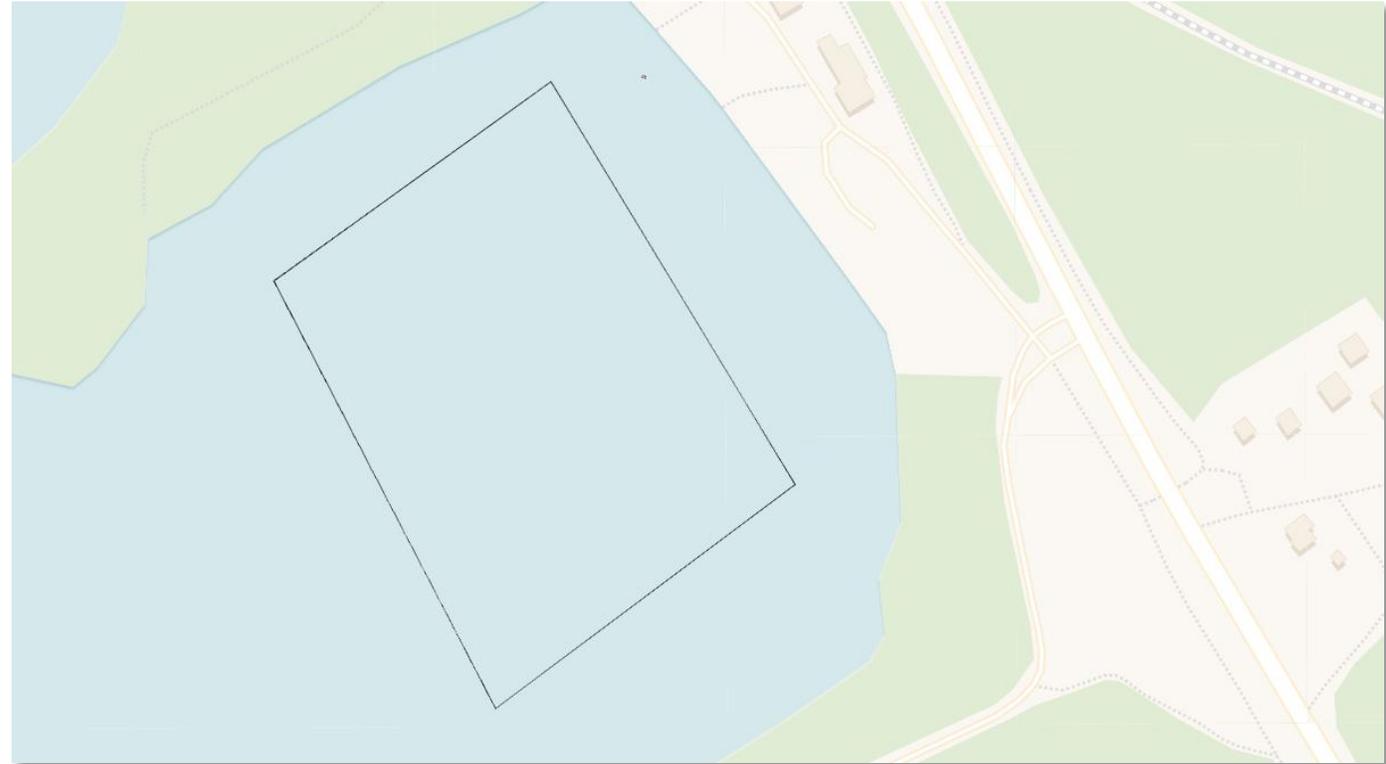
Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung
- Lokalisierung
- Hinderniserkennung und -vermeidung
- Globale Pfadplanung für statische Hindernisse



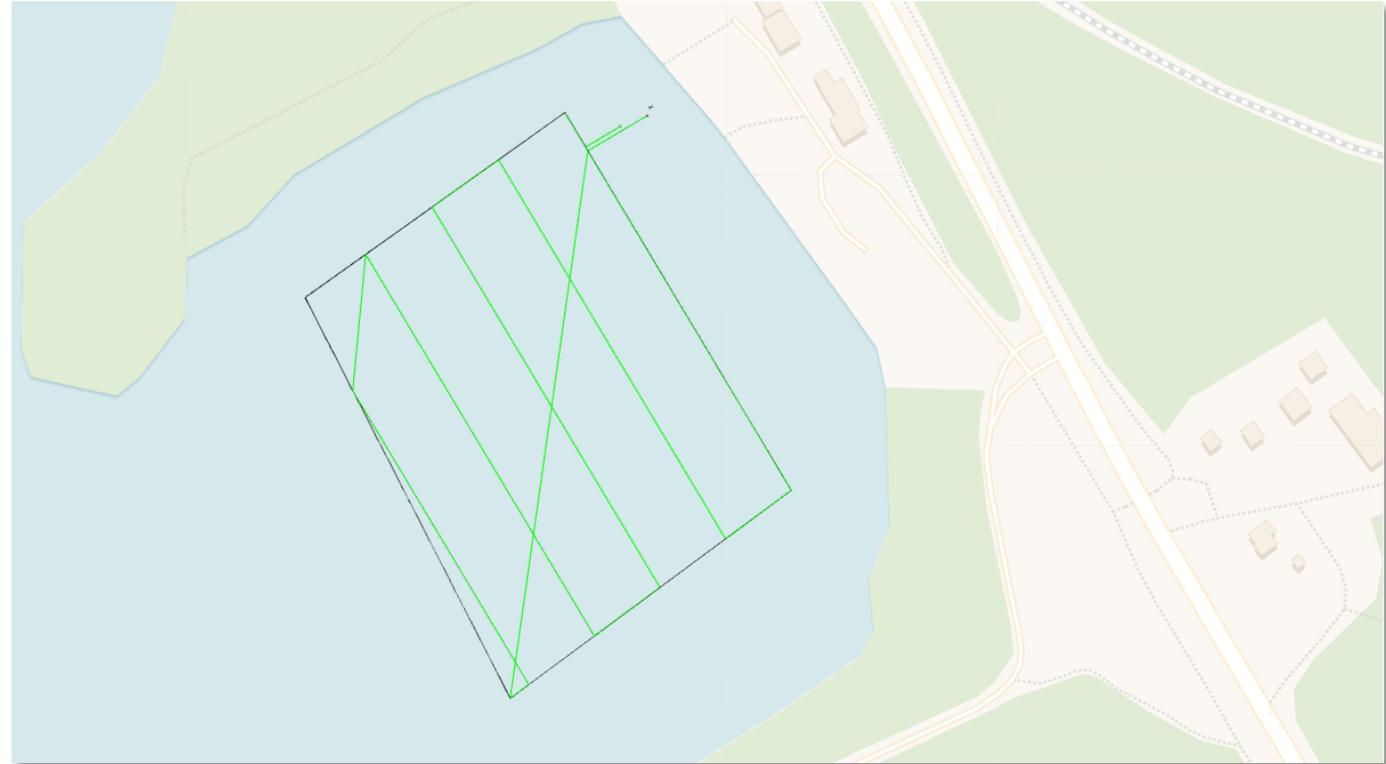
Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung
- Lokalisierung
- Hinderniserkennung und -vermeidung
- Globale Pfadplanung für statische Hindernisse



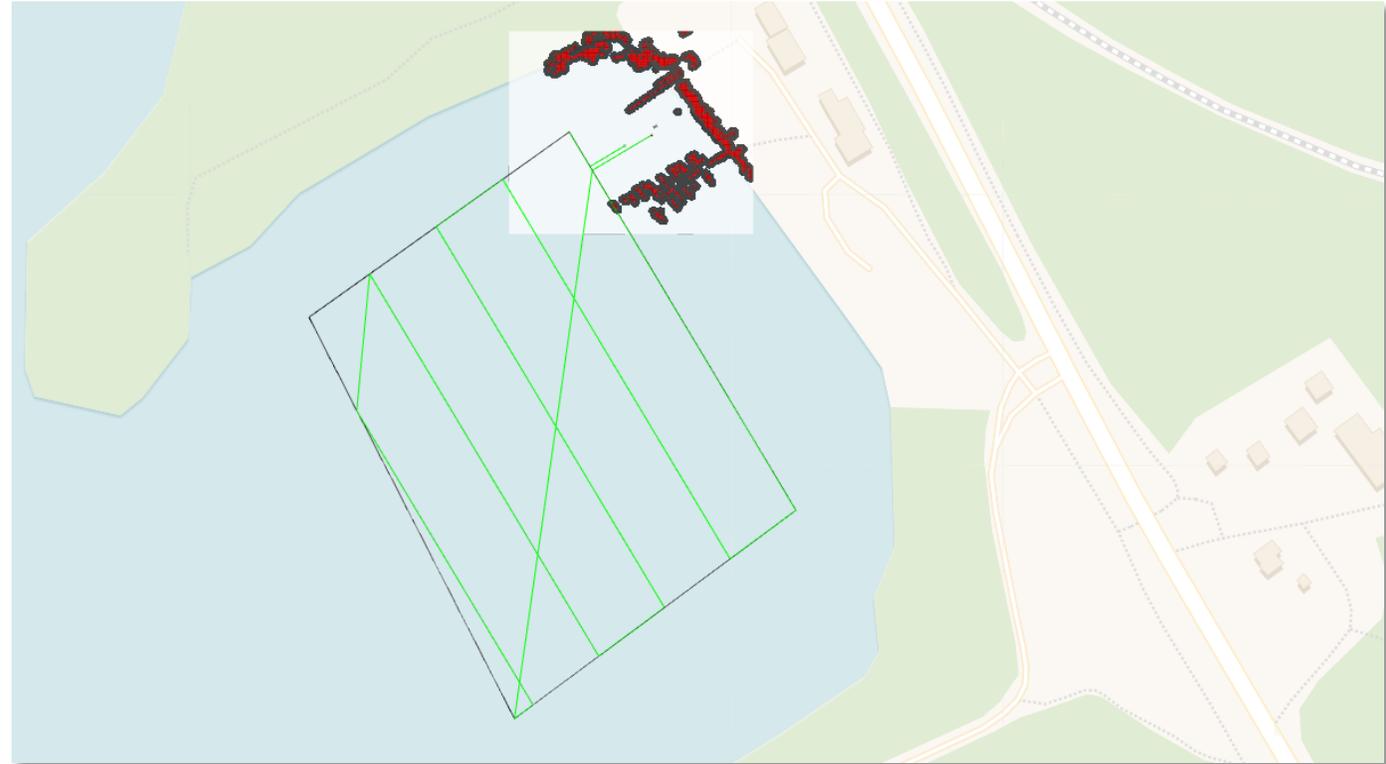
Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung
- Lokalisierung
- Hinderniserkennung und -vermeidung
- Globale Pfadplanung für statische Hindernisse



Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung
- Lokalisierung
- Hinderniserkennung und -vermeidung
- Globale Pfadplanung für statische Hindernisse
- Lokale Pfadplanung für dynamische Hindernisse



Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)

Modulare ROS-basierte Software-Plattform

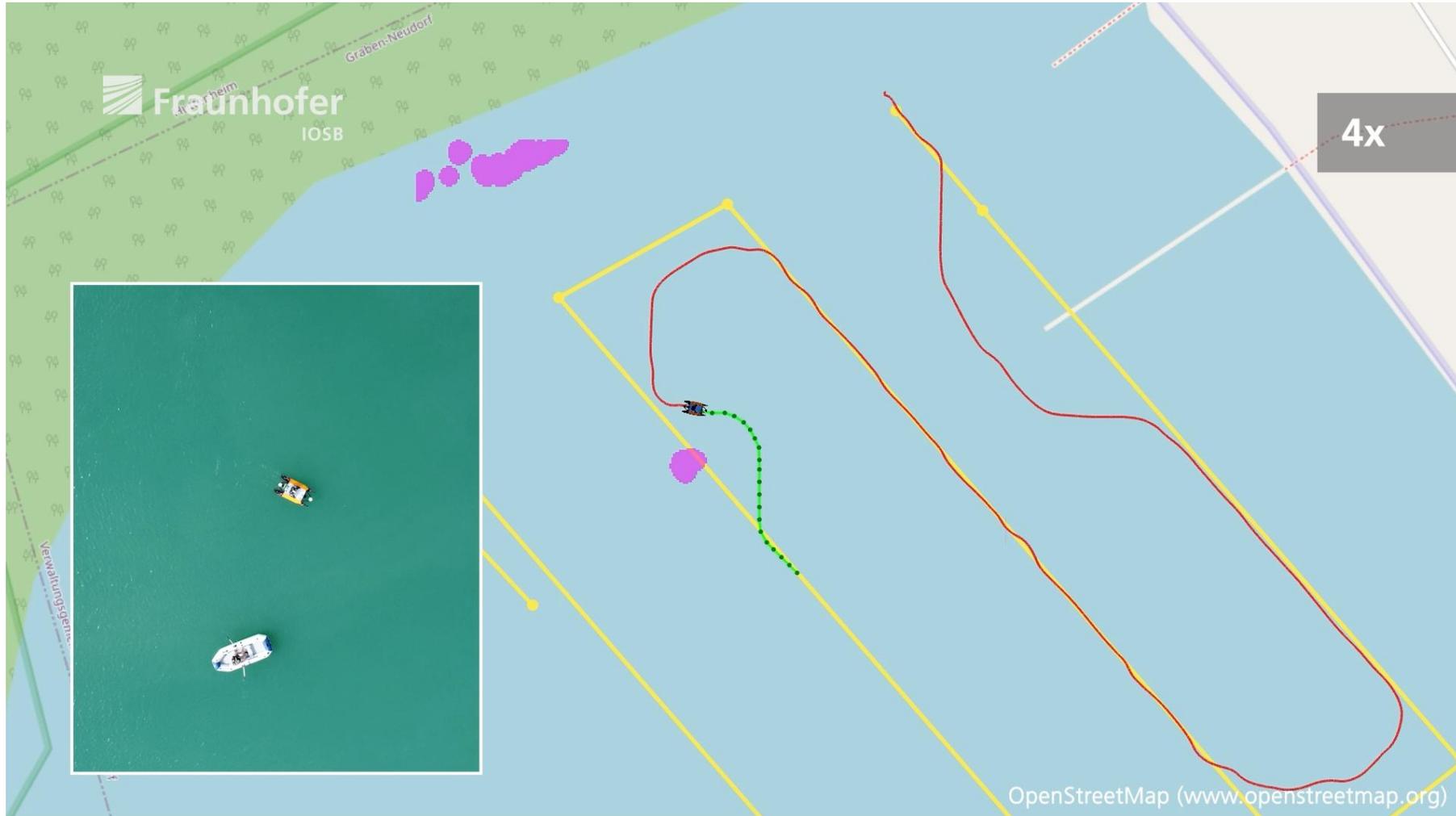
Schlüsselmerkmale

- Sensoransteuerung und -kalibrierung
- Lokalisierung
- Hinderniserkennung und -vermeidung
- Globale Pfadplanung für statische Hindernisse
- Lokale Pfadplanung für dynamische Hindernisse



Software

Fraunhofer IOSB Algorithmen-Toolbox (ATB)



An aerial photograph of a city and river valley. A yellow highlighted path follows a route through the landscape, starting from a large open area in the upper right, moving south through a residential area, and then following a river valley. The path is highlighted in a bright yellow color.

Projekt

Ruhr-Abschnittsvermessung

© GeoBasis-DE / BKG (2025)

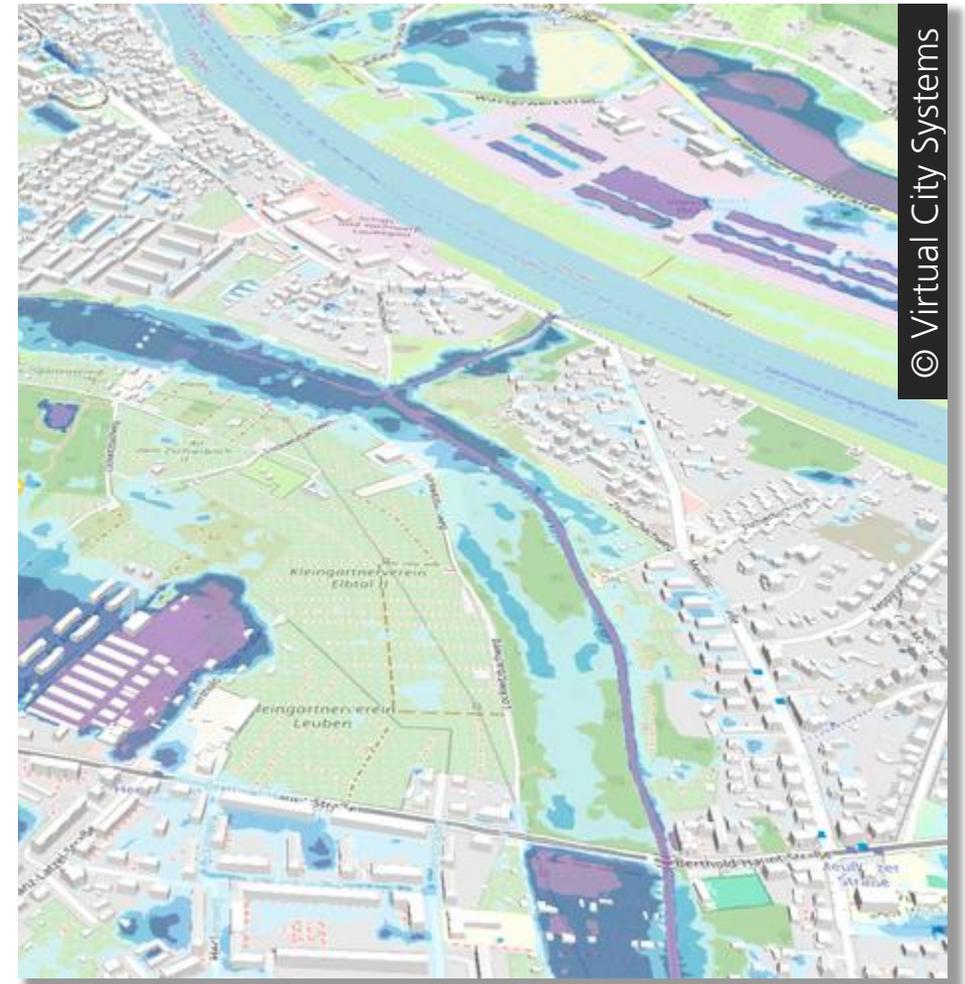
Ruhr-Abschnittsvermessung

Ausgangssituation

Ziel: Entwicklung eines Hochwasserschutzkonzepts

Aufgaben der Bezirksregierung:

- Erstellung eines hydrodynamischen Modells der Ruhr einschließlich Flussbett und Uferbereiche
- Erfassung von Messdaten der Umgebung eines ca. 6 km langen Abschnitts der Ruhr unterhalb und oberhalb des Wassers
- Bewertung der Qualität des 3D-Umgebungsmodells
- Prüfung der grundsätzlichen Eignung von ASVs für die Anwendung aufgrund des drohenden Fachkräftemangels



Autonome Vermessung eines Ruhrabschnittes

Flachwasservermessung: Sonar und Kameras

Aufgaben für das Fraunhofer IOSB

- Vermessung der Bathymetrie des Flusses mit Nebenarmen und Erfassung der Geometrie in Küstennähe
- Ruhr: Spillenburger Wehr bis Kampmannbrücke/Kupferdreh



Zu Wasser lassen

Per Kran



Wissenschaftler und Bezirksregierung sitzen gemeinsam in einem Boot

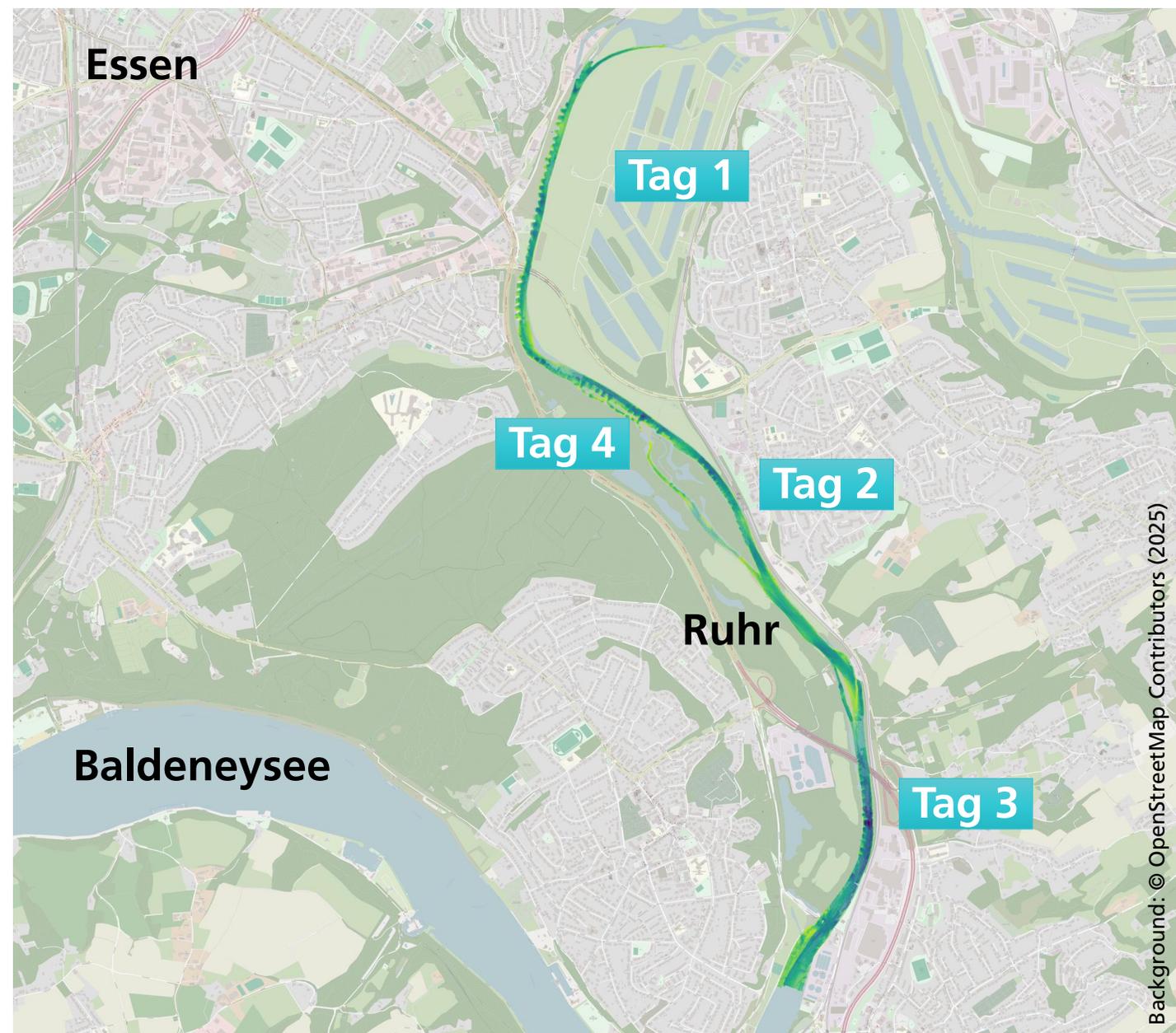
Begleitung des USVs in
Sicht- und Funkreichweite



Fortschritt tageweise



Effektiv 4 Messtage



Herausforderungen

Auch für uns

Datenübertragung am Abend

40 – 60 GB Rohdaten pro Messtag

Unterstützung durch eine 2 kWh Li-Ionen-Powerstation um bereits während des Transports zum Hotel zu laden.

Akkus und Powerstation aufladen über Nacht (reichte zeitlich gerade so)

Hohe Auflösung

Große Datenmengen

- Vermessene Fläche: 388.600 m²
- ca. 1,2 Milliarden Messpunkte
 - 3092 Punkte pro Quadratmeter
 - ca. 55 Punkte pro Meter → alle 2-3 cm ein Punkt.
- Als Punktwolken-Textdateien: ca. 44,7 GB
- Im komprimierten GOPC-LAZ-Format (QGIS): ca. 2,9 GB

Leider noch nicht komplett vollautomatisch

—
Teils manuelle Eingriffe notwendig (Strömung)

Die aktuelle Verarbeitungspipeline sieht noch keine Sonardatenfilterung vor

→ Händische Nacharbeit notwendig

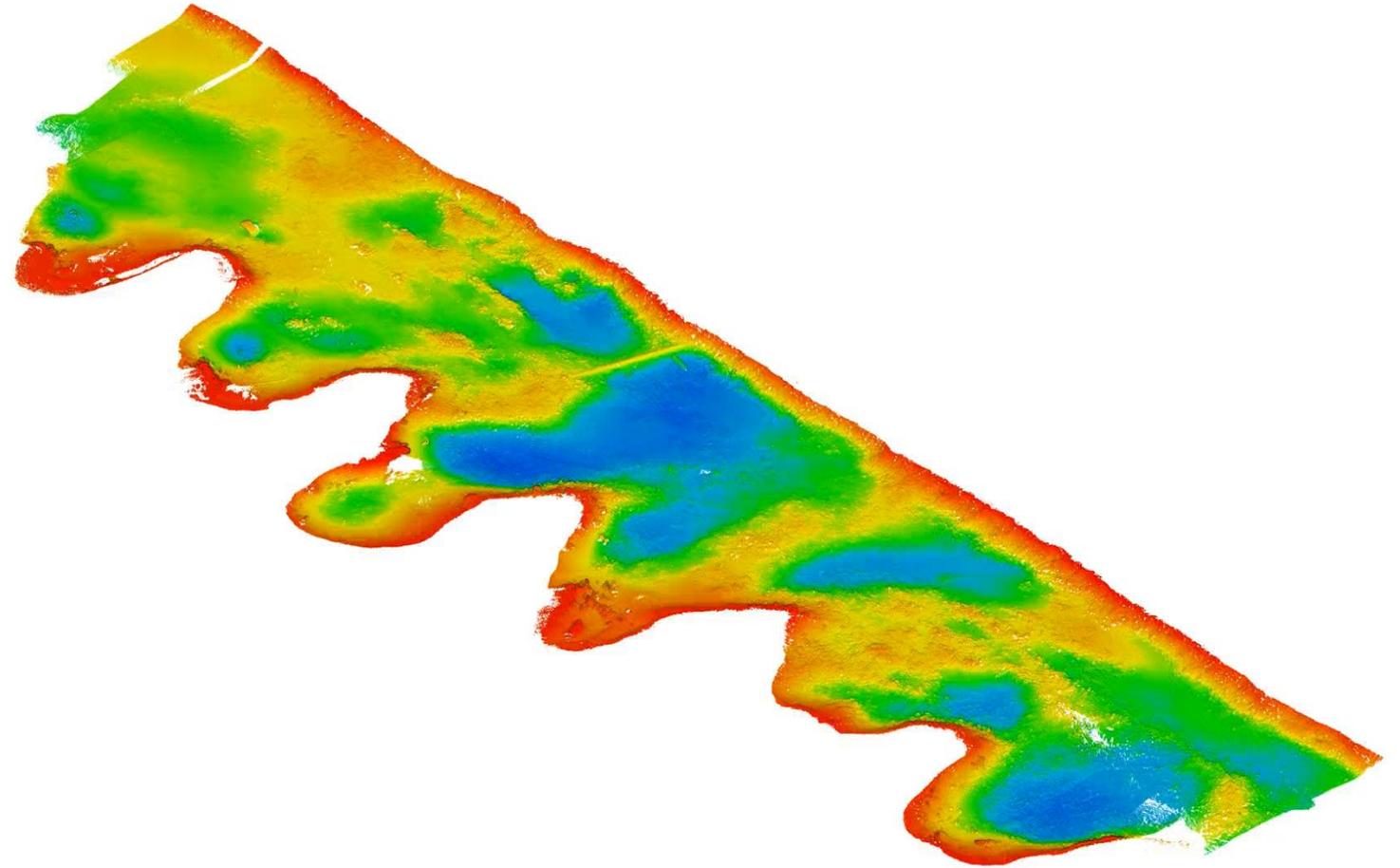
Kann gemeinsam mit uns entwickelt werden

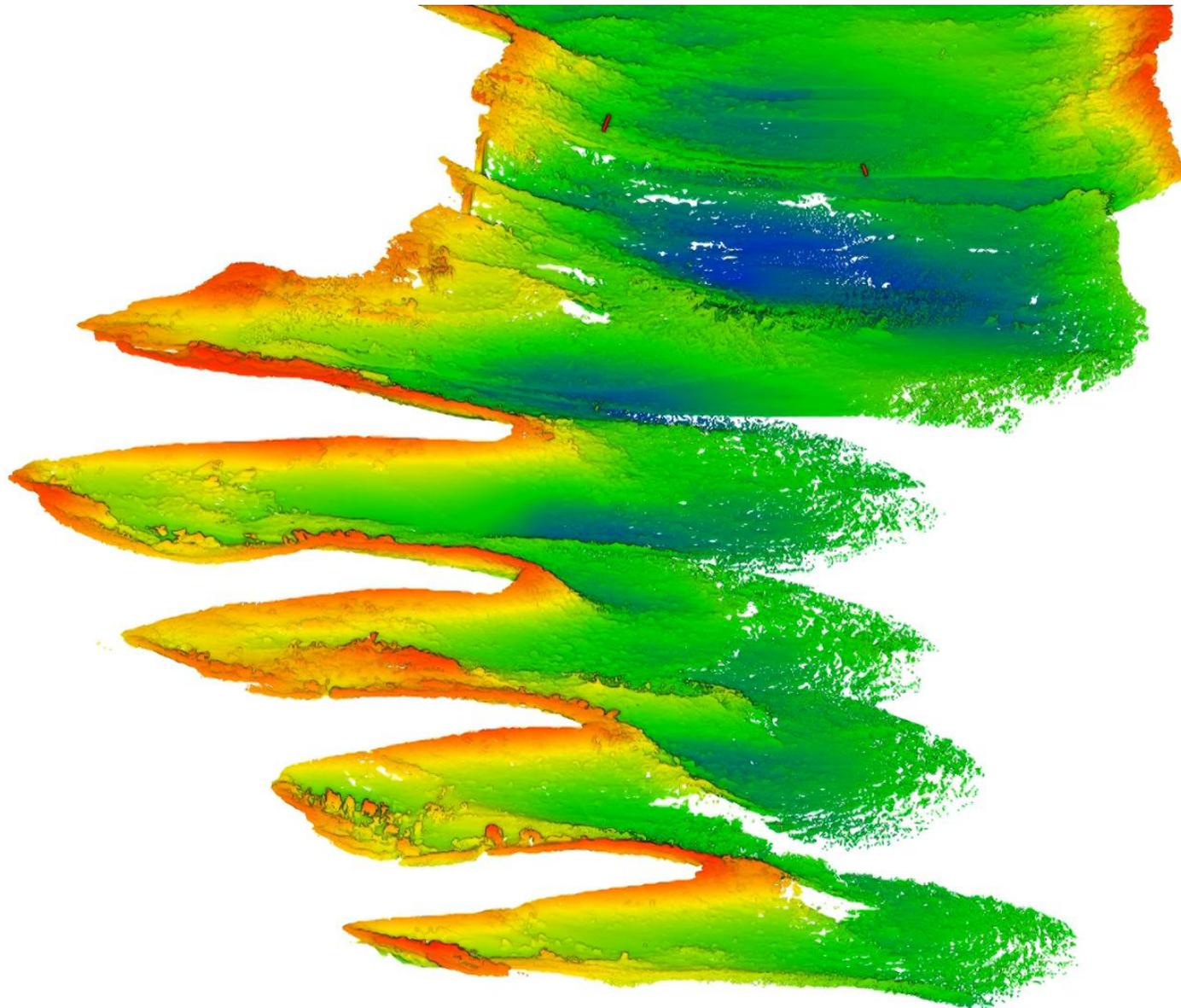


Autonome Vermessung eines Ruhrabschnittes

Sonardaten

- Detail der Sonardaten einer Dükerung





Sensorik: Kameras

Aus Bilddaten die Umgebung per Photogrammetrie rekonstruieren



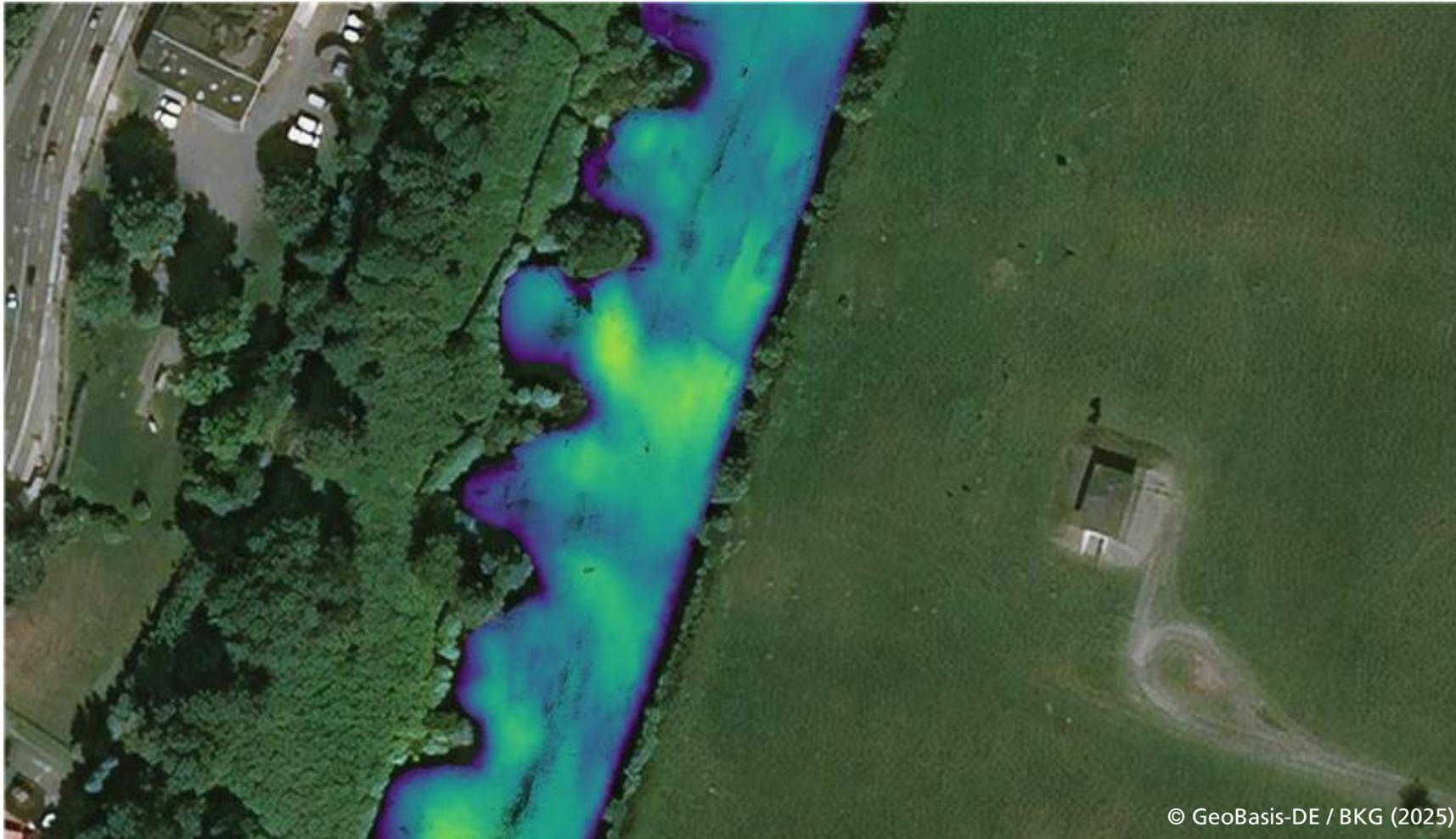
Photogrammetriebeispiel



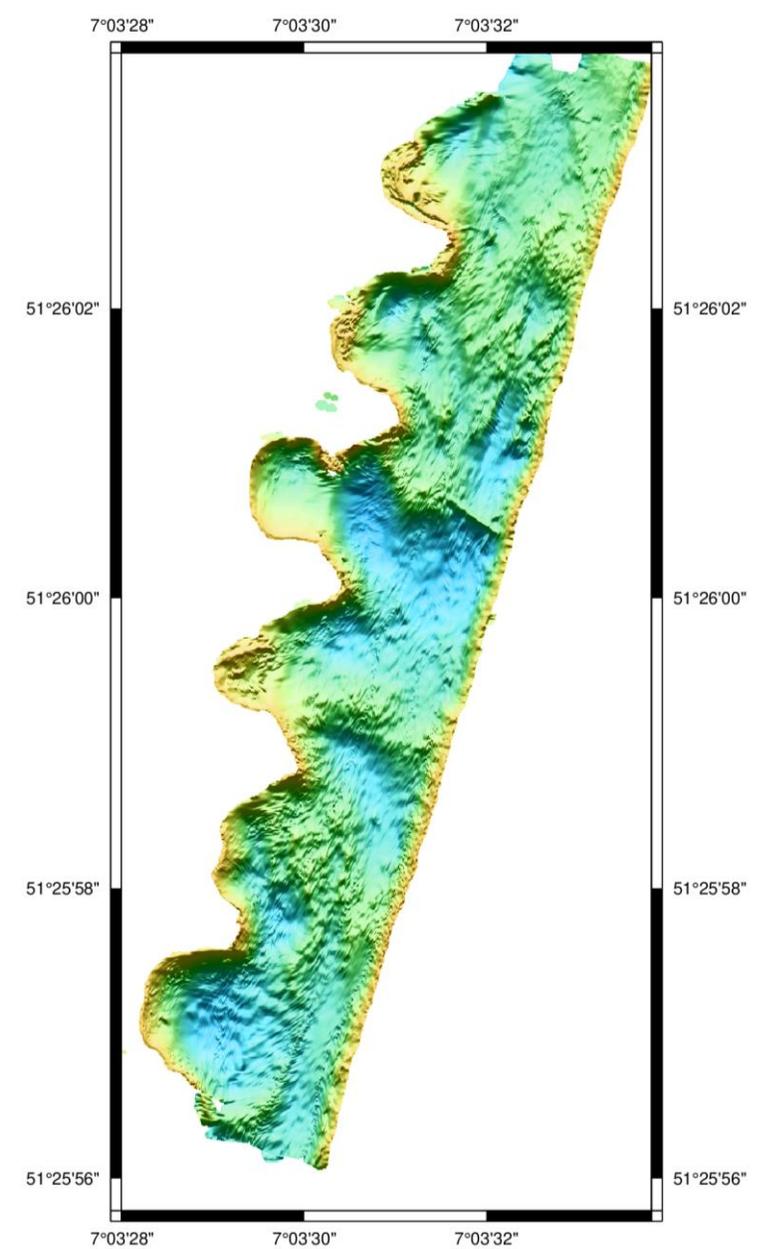
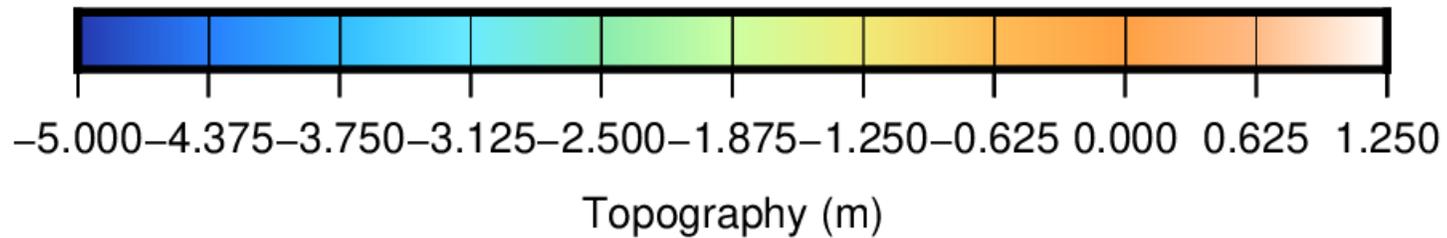
Photogrammetriebeispiel



Bathymetrie – Punktwolken in QGIS

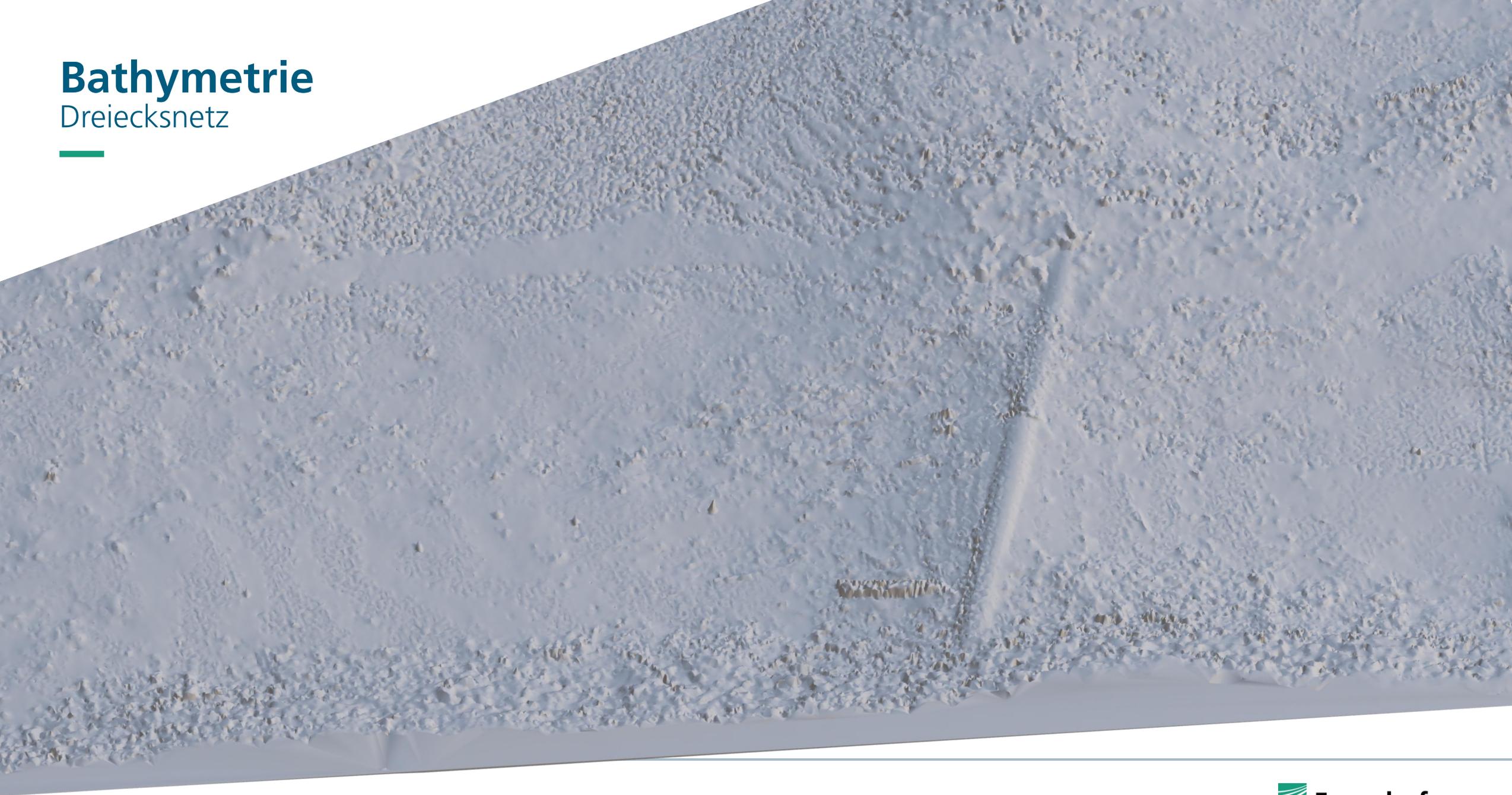


Bathymetrie als GeoTIFF



Bathymetrie

Dreiecksnetz



Autonome Vermessung

Zusammenfassung

Zusammenfassung und Ausblick

Fortschritt und zukünftige Entwicklungen

Ruhr-Vermessung

6 km Ruhr-Abschnitt mit Nebenarm

ca. 390.000 m²

4 Tage

3000 Punkte pro Quadratmeter

Fortschritte durch die ATB

Reduzierter manueller Aufwand

Erhöhte Sicherheit und Effizienz bei Vermessungen von Gewässern

Automatisierung der Schiffsnavigation und der Infrastrukturwartung

Zusammenfassung und Ausblick

Fortschritt und zukünftige Entwicklungen

Echtzeit-Wahrnehmung und Umgebungskartierung

3D-Umgebungskartierung mit stark automatisierter Datenverarbeitung

Verbesserte Echtzeit-Objekterkennung und Hinderniskartierung

Zukünftige Entwicklungen

Integration internationaler Vorschriften zur Verhütung von Zusammenstößen auf See (COLREGS) bzw. Berücksichtigung der Binnenschiffsregeln

Feintuning des Kollisionsvermeidungssystems



Kontakt

Dr.-Ing. Philipp Woock

Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

Autonome Robotersysteme

Fraunhoferstraße 1, 76131 Karlsruhe

Telefon +49 721 6091-256

philipp.woock@iosb.fraunhofer.de

