

Bundesministerium  
für Verkehr

# SensorSOW - Bordseitige Sensorik und Assistenzsysteme für die automatisierte und autonome Binnenschifffahrt auf der Spree-Oder-Wasserstraße (SOW)

Projektabschluss SensorSOW, Wildau, 26.06.2025



- Begrüßung und Einführung
  - Jürgen Alberding, Alberding GmbH
- Vorstellung der Projektergebnisse
  - Jörg Zimmermann, Alberding GmbH
  - Meinard Gimm, Fachgebiet Entwurf und Betrieb Maritimer Systeme, TU Berlin
  - Dr. Björn Kolewe, Institut für Automatisierungstechnik, Universität Rostock

Anschließend: Fragen und Antworten
- Herausforderungen und Ausblick
- Imbiss und Networking
- Ende der Veranstaltung

- Begrüßung und Einführung
  - Jürgen Alberding, Alberding GmbH
- Vorstellung der Projektergebnisse
- Herausforderungen und Ausblick
- Imbiss und Networking
- Ende der Veranstaltung

- Gefördert vom Bundesministerium für Verkehr (BMV, ehemals BMDV)
- Förderrichtlinie zur Forschung und Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Bundeswasserstraßen (DTW II)
- Projektträger: Bundesamt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV)
- Projektstart: 01.01.2023
- Laufzeit: 30.06.2025
- Projektbudget: ~ 1,33 Mio. €
- Projektpartner:  Alberding GmbH (Konsortialführer)



 TU Berlin, Fachbereich Entwurf und Betrieb Maritimer Systeme (EBMS)

 Universität Rostock, Institut für Automatisierungstechnik

- Steigerung des Automatisierungsgrades führt zur Erhöhung des Modal-Splits der Wasserstraße
- Untersuchung bordseitiger Sensorsysteme für das automatisierte Fahren
- Entwicklung von Algorithmen zur Auswertung der Sensordaten (Universitäten)
- Entwicklung eines bordseitigen Assistenzsystems
- Praktische Erprobung mit der „Boris Kluge“ und „Bernhard Lampe“
- Weiterbetrieb des digitalen Testfelds und des Versuchsträgers (Finanzierung)
- Nutzung der in DigitalSOW angeschafften Hardware



## Alberding GmbH

- AP 1000: Projektmanagement, Öffentlichkeitsarbeit
- AP 2000: Systemkonzept
- AP 7000: Heading- und Bugsensor
- AP 8000: Assistenzsystem
- AP 9000: Erprobung und Optimierung

## Uni Rostock | Institut für Automatisierungstechnik

- AP 3000: Segmentierung und Tracking
- AP 4000: Klassifikation, Modellierung und Prädiktion

## TU Berlin | Fachbereich EBMS

- AP 5000: Bathymetrisches Echtzeit-Sensorsystem
- AP 6000: Bathymetriedaten (Aufnahme, Auswertung, Übertragung)



- Kommunikation & Koordination
  - Regelmäßige Projekttreffen aller Partner
  - Fortschrittskontrolle und Aufgabenabstimmung
- Öffentlichkeitsarbeit & Vernetzung
  - Projektpräsentationen auf:
    - Fachmessen
    - Netzwerkveranstaltungen
    - Expertentreffen
  - Veröffentlichung von Pressemitteilungen
- Digitale Präsenz
  - Projektwebsite: [testfeld-sow.de/projekt\\_SensorSOW.html](https://testfeld-sow.de/projekt_SensorSOW.html)
  - Projektsteckbrief auf BMDV-Website: [digitale-testfelder-wasserstrassen.bund.de](https://digitale-testfelder-wasserstrassen.bund.de)

## Digitale Testfelder

Mit dem Ziel, eine technische Infrastruktur der See- und Binnenhäfen in Form von digitalen Testfeldern aufzubauen, hatte das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur im Jahr 2020 die Förderrichtlinie „Digitale Testfelder in Häfen“ (DTW I) veröffentlicht.



Sensoren und Assistenzsysteme sollen Binnenschiffe effektiver machen.

Digitale Testfelder an Wasserstraßen ermöglichen die Erforschung und Erprobung von intelligenten Assistenzsystemen unter realen Bedingungen hin zu einer voll automatisierten Schifffahrt. Auf diese Weise soll die Attraktivität im Wettbewerb der Verkehrsträger für diesen Logistikzweig verlagert werden. Zur Halbzeit der Förderrichtlinie Digitalisierung der Wasserstraßen hat das Bundesministerium für Digitales

### Sensorik, Interaktion, Fernsteuerung

Die Fortsetzung der Forschung und Entwicklung im Rahmen der DTW II ist auf vier konkrete Förderschwerpunkte ausgerichtet:

» Einrichtung physischer und virtueller Testfelder für die Schifffahrt und küstennahen Schifffahrt zur Evaluation oben genannter innovativer Anwendungen

» Funktionsentwicklung und Demonstrationen der Automatisierungsstufen drei bis vier der Zentralkommission für die Rheinbedingte Automatisierung, erweiterte Aufwertaugmentierung (Vollautomatisierung)

» Digitalisierung und Vernetzung der Landstraßen

» Berücksichtigung und Analyse rechtlicher Rahmenbedingungen und Assistenzsystemen mit Berücksichtigung und spätere Umsetzung von neuen

## BMDV fördert Digitalisierung in der Schifffahrt

29. Juni 2022 | von Redaktion Schiff&Hafen

Der Bundesminister für Digitales und Verkehr, Dr. Volker Wissing, hat am 28. Juni im Rahmen der Förderrichtlinie Digitale Testfelder Wasserstraßen (DTW) einen ersten Förderbescheid für das Projekt SensorSOW übergeben. In dessen Rahmen soll das Projektkonsortium aus Alberding GmbH, TU Berlin und Universität Rostock im digitalen Testfeld Spree-Oder-Wasserstraße (SOW) Sensor- und Assistenzsysteme zur Bestimmung der Schiffs- und Verkehrslage sowie der Fahrinne unter Wasser entwickeln und erproben, um den Automatisierungsgrad der Schifffahrt zu steigern. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) stellt hierfür eine

Für eine Projektlaufzeit von zwei Jahren zur Verfügung. In der ersten Phase werden Sensoren wie LIDAR, SONAR, Kamera- und GNSS-Sensorik an Versuchsträger und Testschiffen aufbereitet und getestet. In der zweiten Phase werden die Testfelder für die Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Wasserstraßen bereitgestellt, um Industrie und Unternehmen für die Schifffahrt zu unterstützen.

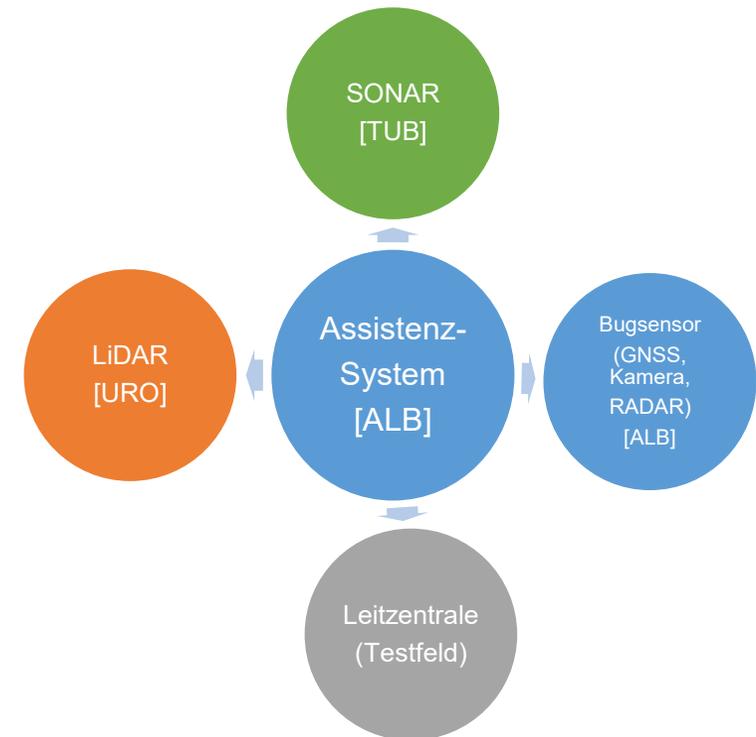
## Projekt SensorSOW: BMDV bringt Digitalisierung der Schifffahrt voran

29.06.2022 09:03 Uhr | Lesezeit: 2 min



Bundesminister Volker Wissing übergibt Förderurkunden an das Projektkonsortium SensorSOW. © Foto: BMDV

- Eine Voraussetzung zur Steigerung des Automatisierungsgrades (z.B. Grad 4) ist die zuverlässige Kenntnis der Lage und der Bewegung des Schiffes, der Fahrrinne und der Verkehrssituation.
- Erfassung dieser Daten durch bordseitige Sensorik mit Auswertung
  - GNSS-Sensoren am Bug- und Heckteil < 1dm Genauigkeit
  - LiDAR für die Verkehrserkennung
  - SONAR für die Fahrrinne
- Getrennte Auswertung auf Embedded-Rechnern
- Anzeige der Auswertungen in einem Assistenzsystem + Maschineninformationen + Wetter + Wind
- Austausch der Daten zwischen dem bordseitigen Assistenzsystem und der landseitigen Fernsteuerzentrale



## GNSS-Korrekturdaten für die präzise Schiffslage (< 1dm)

---

- Öffentlich betriebene RTK-Netze sind inzwischen kostenlos verfügbar
  - SAPOS-Dienst der Bundesländer (AdV)
- SAPOS-HEPS (RTK-VRS-Ansatz erfordert eine bidirektionale Datenverbindung)
- Medium: Mobiles Internet
- Protokoll: Ntrip (standardisiert)
- Korrekturdatenformat: RTCM 3.1, 3.2, 3.3 (standardisiert)
- Schwachpunkte RTK-VRS-Ansatz:
  - Serverseite: für jeden Nutzer wird eine Korrektur berechnet (Serverauslastung)
  - In Regionen ohne mobile Internetabdeckung
    - > **keine präzise Schiffslagebestimmung < 1dm über SAPOS möglich**

# Alternative Lösungen für GNSS RTK-Korrekturdaten (< 1dm)

- Kommerzielle Anbieter stellen PPP/RTK-Daten über geostationäre Satelliten bereit
  - Kostenpflichtig
  - Datenformat nicht standardisiert (noch kein „RTCMSSR“)
  - Funktioniert nur bzw. optimal mit firmeneigenen GNSS-Empfängern
- PPP/RTK Dienst der AdV:
  - PPP/RTK-Vernetzung -> ein Datenstrom für Deutschland für unendlich viele Nutzer
  - Übertragung über:
    - *Ntrip (mobiles Internet)*
    - *DAB+ (digitaler Rundfunk)*
    - *AIS/VDES (Einspeisung in AIS/VDES)*
  - Problem: Fehlende Standardisierung -> Umrechnung im mobilen Empfänger



Seit Anfang 2025:  
**Erste operationelle Betriebsphase**

**GEPOS**

**1. Januar 2027**  
Start Wirkbetrieb

Weitere Informationen:  
[www.bkg.bund.de/gepos](http://www.bkg.bund.de/gepos)  
Nutzung:  
[gepos.sapos.de](http://gepos.sapos.de)

**Zentimetergenauigkeit gefragt**  
z. B. in der Bundesverwaltung!

**Vermessung und Überwachung des Meeresbodens**  
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

**Mobile Hochwasserpegel einmessen**  
Technisches Hilfswerk (THW)

# Integration des DAB+ Moduls mit Dekodierung in den A10-DAB+



## Datenübertragung:

- Mobilfunk 4G/5G (Ntrip)
- DAB+
- AIS/VDES
- WLAN (ggf. WLAN-Hotspot an Schleuse)

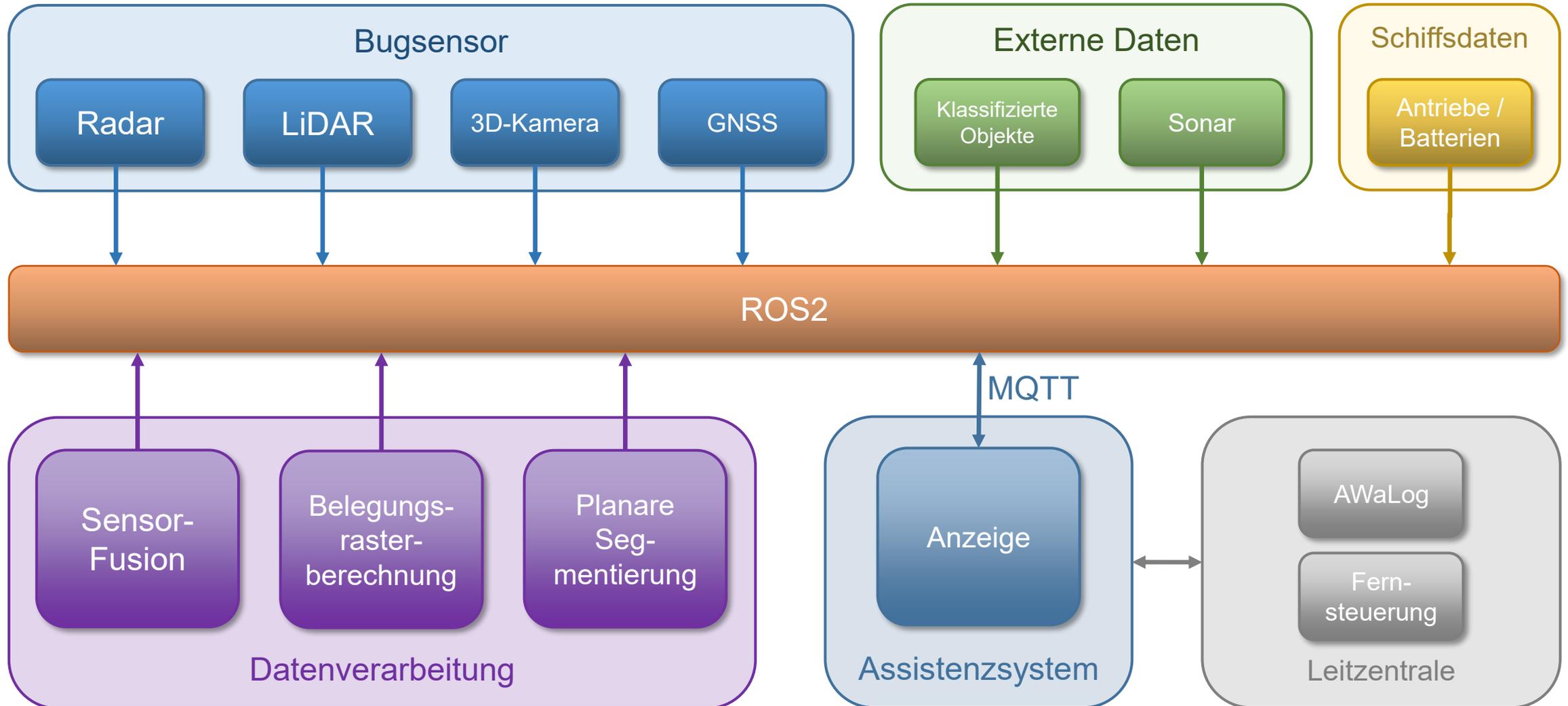


## Hohe Verfügbarkeit von GNSS-Korrekturdaten durch:

- Empfang desselben GNSS-Korrekturdatensignals über mehrere Kommunikationsmedien
- Softwareseitige Zusammenführung zu einem Datenstrom

- Begrüßung und Einführung
  - Jürgen Alberding, Alberding GmbH
- Vorstellung der Projektergebnisse
  - Jörg Zimmermann, Alberding GmbH
  - Anschließend: Fragen und Antworten
- Herausforderungen und Ausblick
- Imbiss und Networking
- Ende der Veranstaltung

# Konzept für Bugsensor & Assistenzsystem





Sensorbox mit angeschlossenen Sensoren

## Technische Daten der Sensorbox:

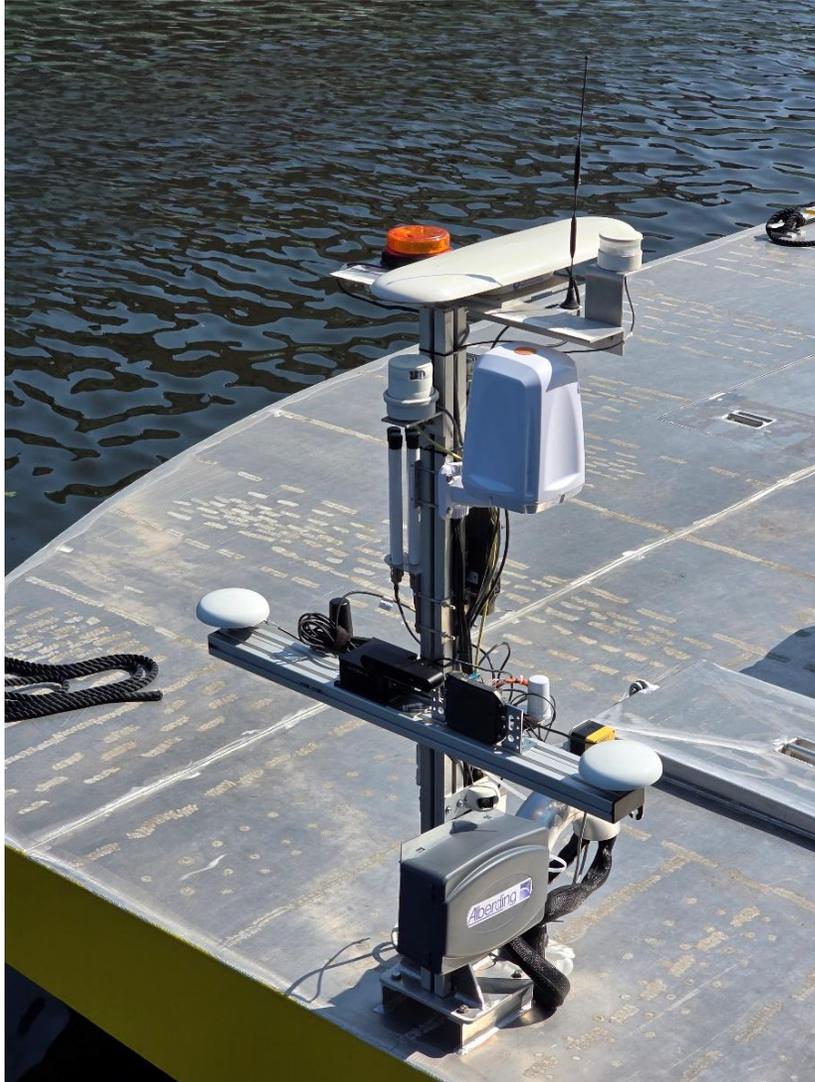
- **LiDAR:** 120° x 25°, 144 Zeilen, Reichweite max. 150 m
- **Radar:** 120° x 24°, Reichweite max. 300 m
- **Stereokamera:** 110° x 70°, Reichweite max. 20 m
- **Weiteres:** Stromkonverter, Rechner, Medienkonverter



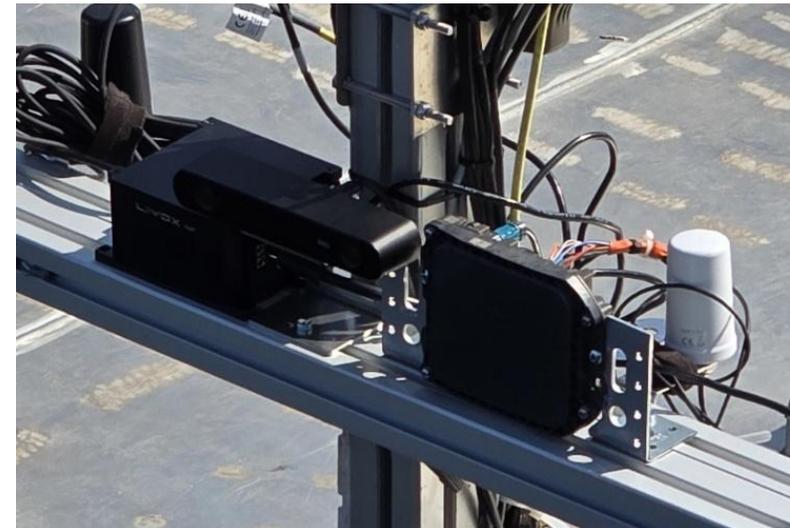
Sensorbox-Innenansicht



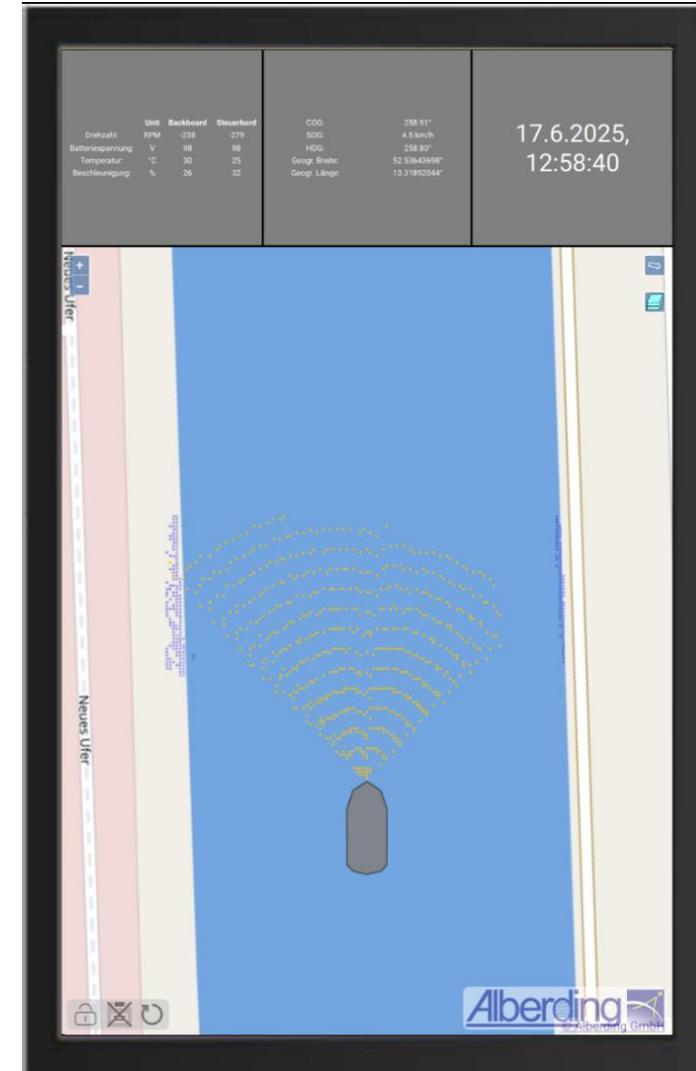
Sensorbox-Anschlusspanel



- Hochgenaue Lagebestimmung des Bugs
- Heading mit Genauigkeit von ca.  $0,2^\circ$  bei 90 cm Basis
- Bugsicht für Schiffsführer oder Fernsteuerung
- Tests von preisgünstigen Automotive-Sensoren
- Bestimmung Wasserspiegelhöhe steht noch aus



- Bugsicht (Kamera, Radar)
- Präzise Positions- und Headinginformationen
- Informationen zum Schiff (Kraftstoffverbrauch etc.)
- Informationen zur Wasserstraße (Karte, NtS, Verkehr)
- Verbindung zur Leitzentrale des Testfeldes

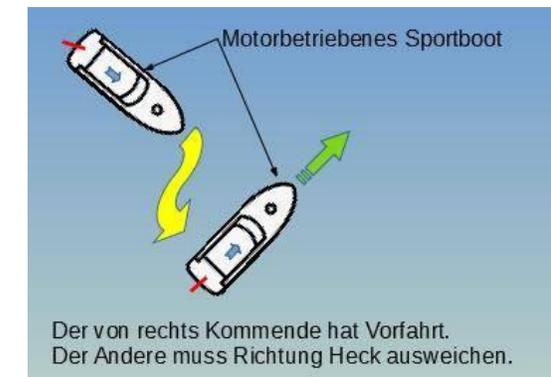
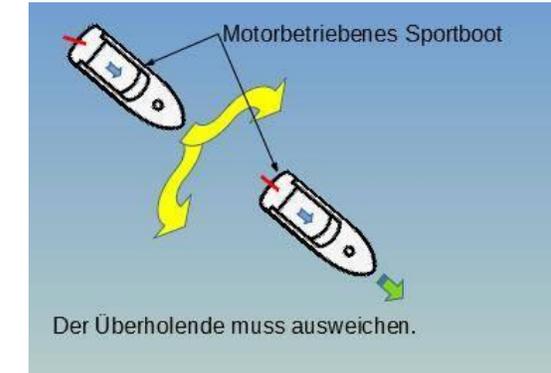
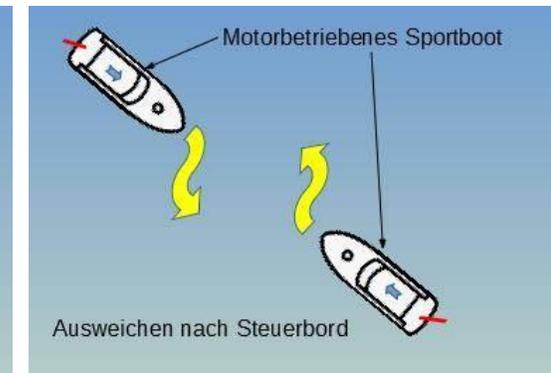
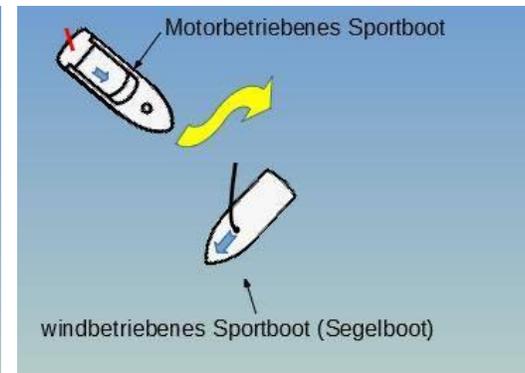
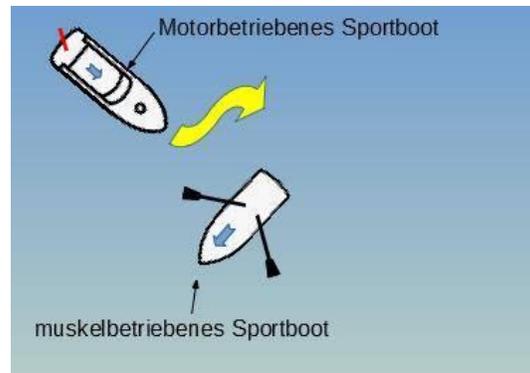
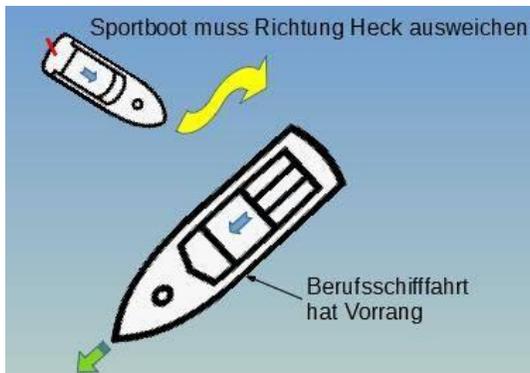


- Begrüßung und Einführung
  - Jürgen Alberding, Alberding GmbH
- Vorstellung der Projektergebnisse
  - Dr. Björn Kolewe, Institut für Automatisierungstechnik, Universität Rostock

Anschließend: Fragen und Antworten
- Herausforderungen und Ausblick
- Imbiss und Networking
- Ende der Veranstaltung

## Relevante Informationen zur Einhaltung der Binnenschiffsstraßen- Ordnung (BinSchStrO)

- Schiffstyp und Schiffsgröße
- gesetzte Sichtzeichen und Signalisierungen
- eingeleitete Manöver anderer Verkehrsteilnehmer
- voraussichtliche Fahrwege anderer Verkehrsteilnehmer



→ **Erkennung, Modellierung und Prädiktion des Bewegungsverhaltens anderer Verkehrsteilnehmer**

## **AP3000 Segmentierung und Tracking**

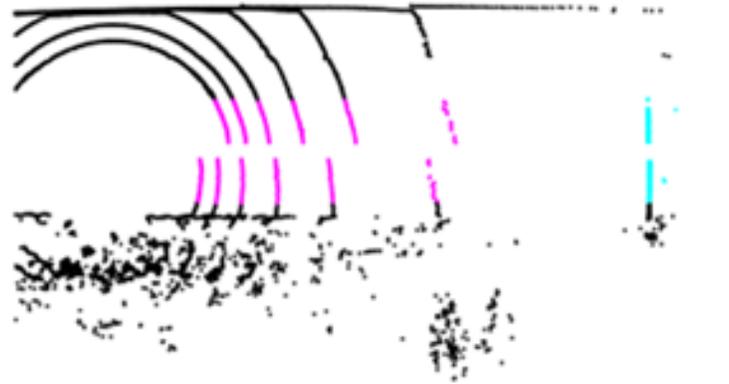
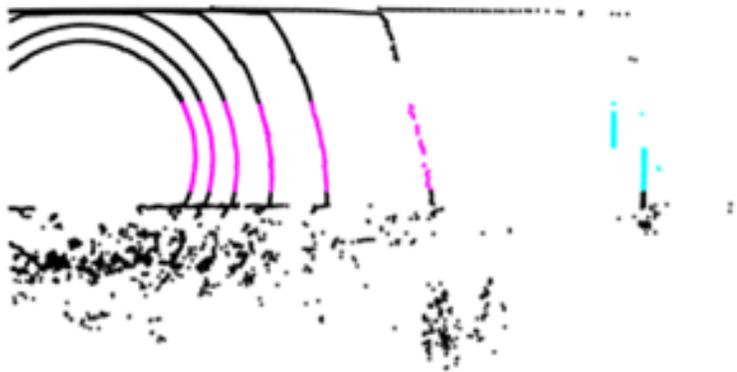
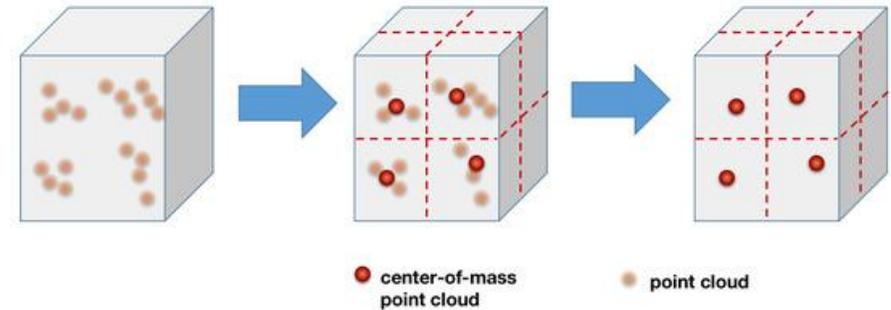
- Erfassung der Umgebung mit mehreren Lidarsensoren
- Korrektur und Vorfilterung der Rohdaten
- Erkennung von relevanten Bereichen und Objekte in den Rohdaten
- Tracking der erkannten Objekte

## **AP4000 Klassifikation, Modellierung und Prädiktion**

- Bestimmung von Merkmalen als Grundlage der Klassifikation
- Zuordnung von Bewegungsmodelle
- Prädiktion des Fahrwegs
- Berechnung von Konfidenzintervallen

## Datenerfassung und Vorfilterung

- Korrektur der Eigenbewegung
- Reduzierung der Datenrate: curved-voxel clustering
- Entfernen irrelevanter Bereiche
- Transformation in körperfestes Koordinatensystem

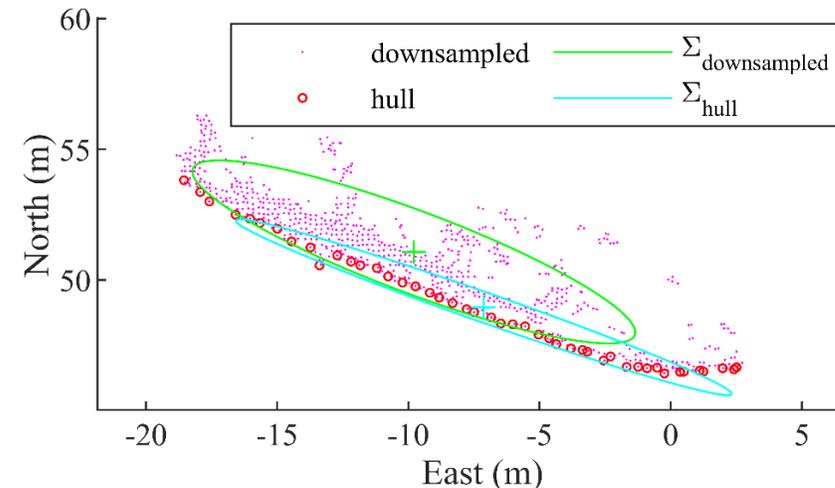
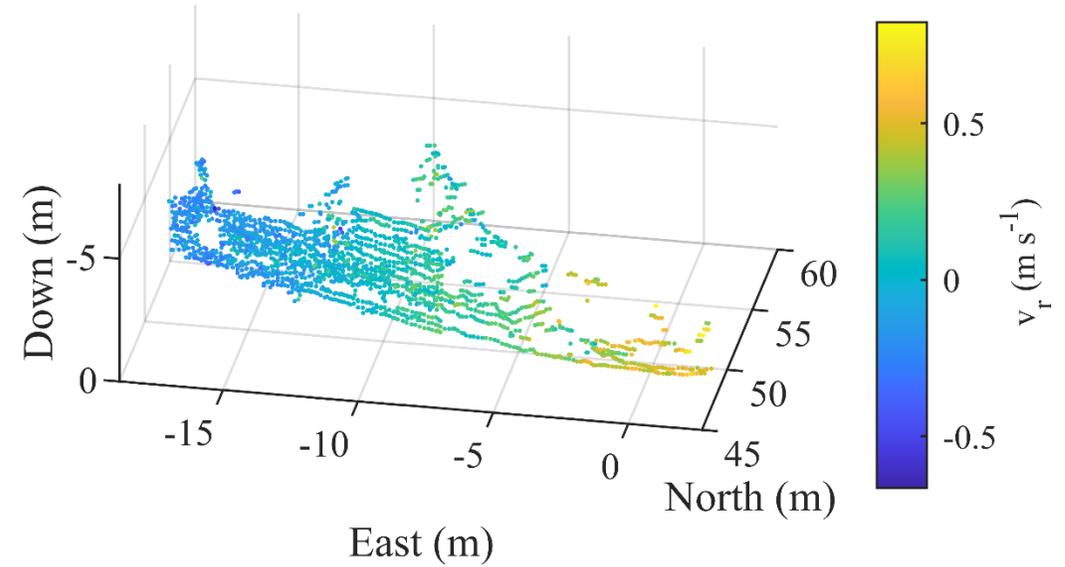


## Segmentierung

- Erkennung von Strukturen und funktional zusammenhängenden Bereichen
- Merkmalsextraktion (Abmessungen, Rumpfform etc.)

## Ergebnis

- Segmentierte Bildbereiche und stark reduzierte Datenströme zur weiteren Verarbeitung
- Merkmalvektoren zu den Objekten

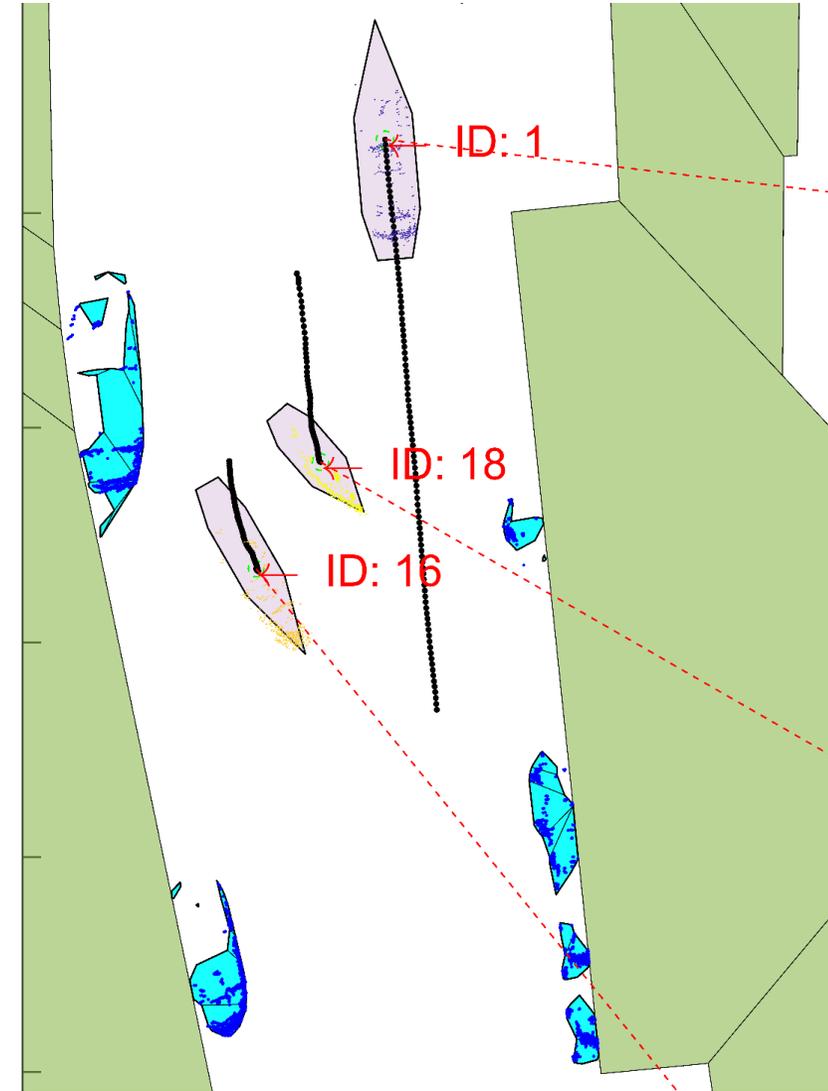


## Objektbewegungen verfolgen (Tracking)

- Objekterkennung über mehrere Frames
- Zuordnung einer ID zu jedem Objekt
- Verlauf des Fahrwegs jedes Objektes mit Position und Zeit (Trajektorie)
- Projektion in die Seekarte

## Ergebnis

- Trajektorie jedes beweglichen Objektes über einen längeren Zeithorizont



## Modellierung

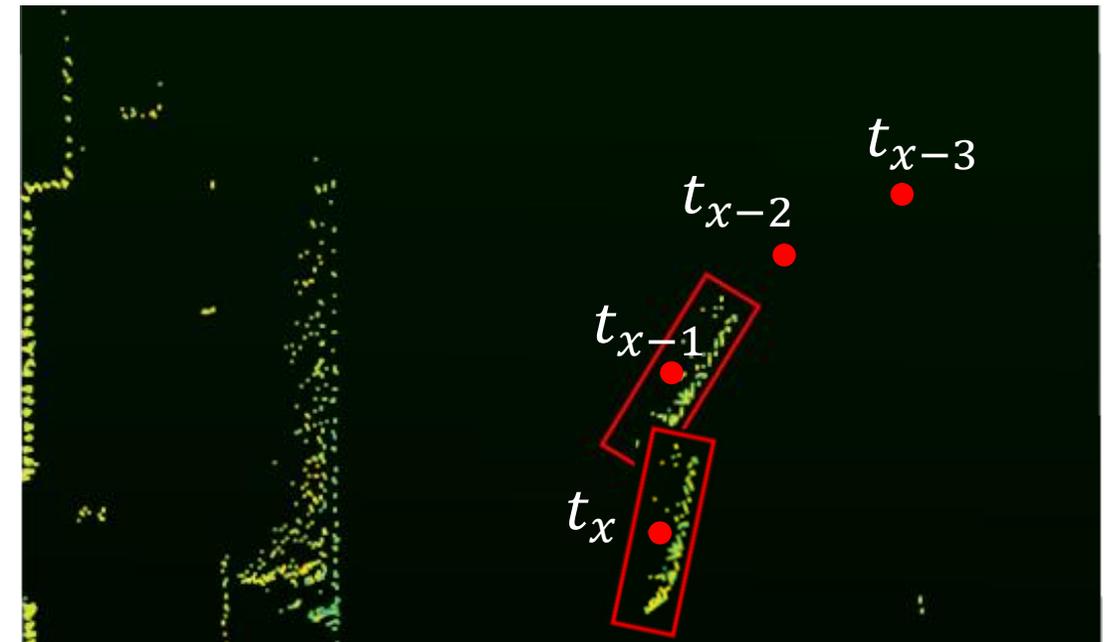
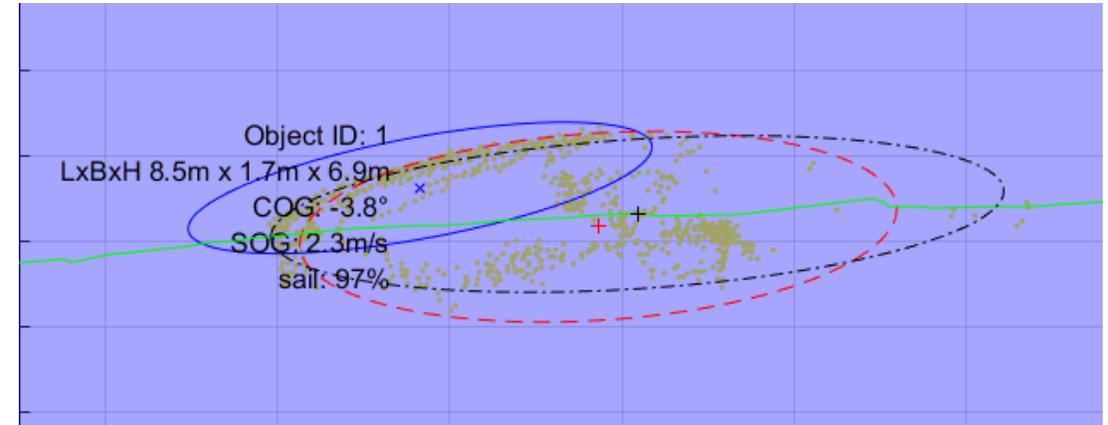
- Zuordnung eines Bewegungsmodells zu einem Objekt
- fortlaufender Abgleich mit gemessener Trajektorie

## Klassifizierung

- Anpassung der Klasse auf Grundlage des Bewegungsmodells
  - z.B. schnelle Richtungsänderungen → kleines agiles Schiff

## Ergebnis

- verbesserte Klassifizierung von erkannten Objekten

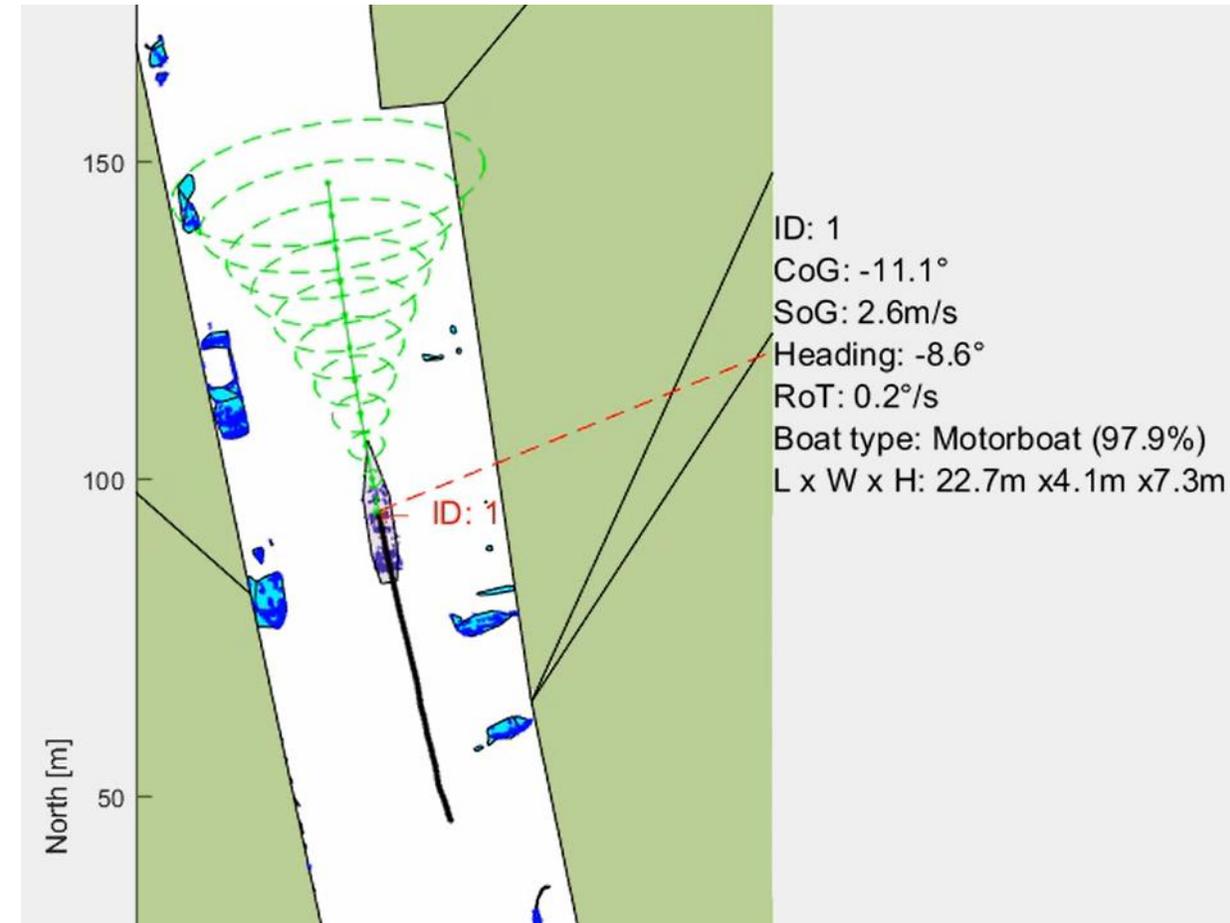


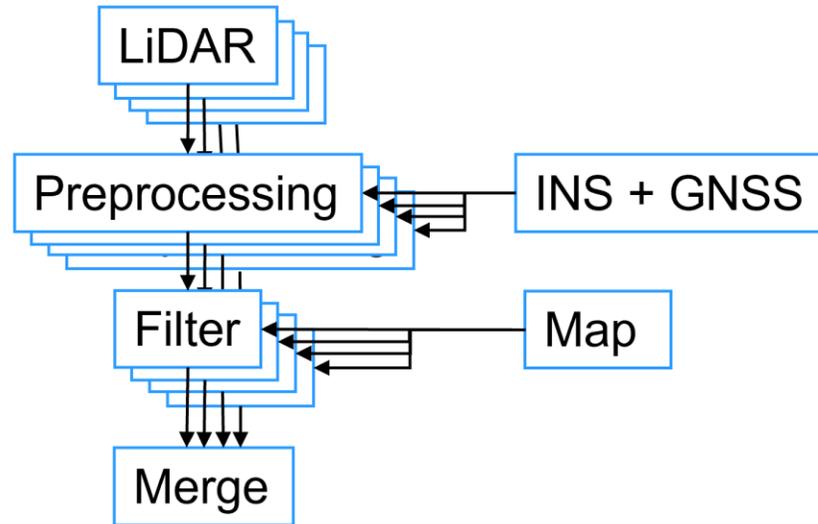
## Prädiktion

- Prädiktion des Fahrwegs auf Grundlage des Bewegungsmodells und der Klassifikation des Objektes
- Ermittlung von Konfidenzbereichen

## Ergebnis

- Prädiktion des Fahrweges eines Objektes inkl. Konfidenzbereich
- Nutzung dieser Informationen zur verbesserten Planung der eigenen Fahrwege





Rohdaten mehrerer Sensoren

Vorverarbeitung

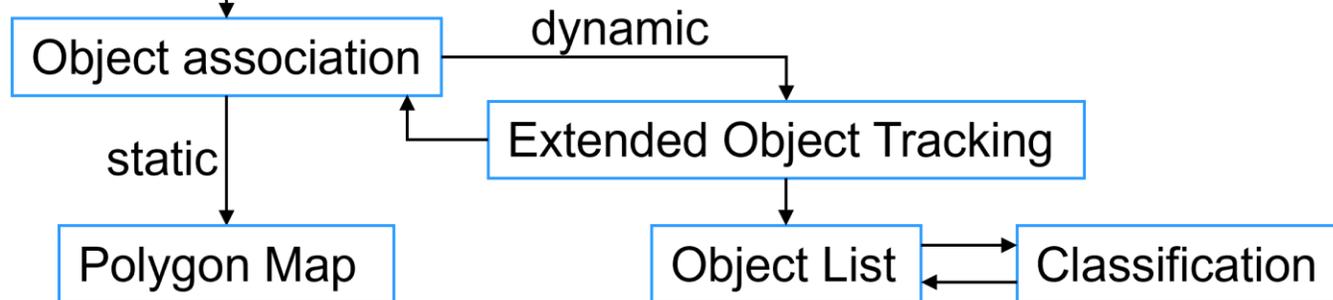
Eigenbewegungskorrektur und Transformation

Ausfiltern irrelevanter Punkte

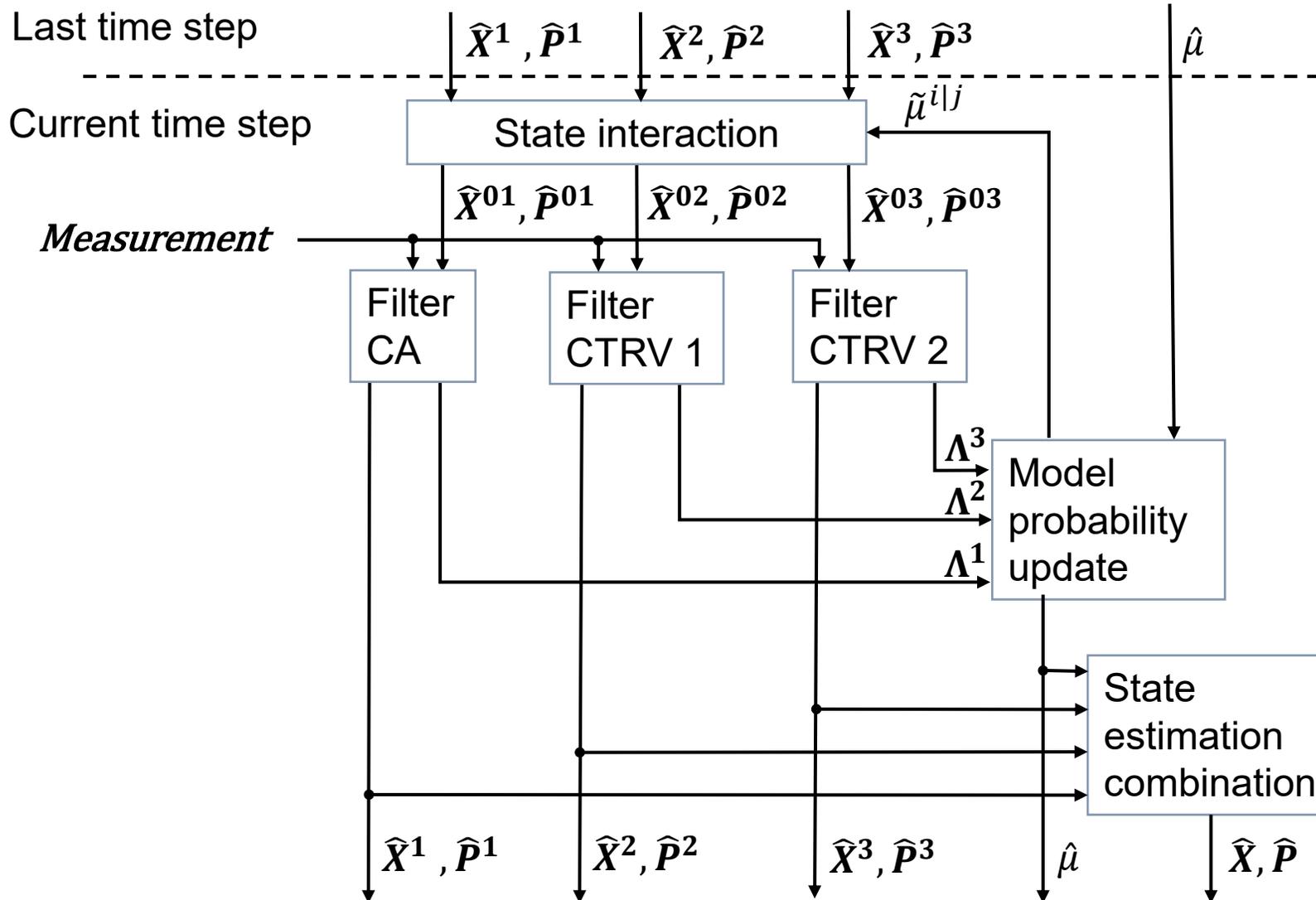
Fusion aller Sensordaten

Clustering + Feature Extraction

Segmentierung und Merkmalsextraktion



Klassifikation und Tracking



## Modellbasierte Prädiktion

Zustandsinitialisierung aus Merkmalsextraktion

Korrektur der Modelle per aktueller Messung

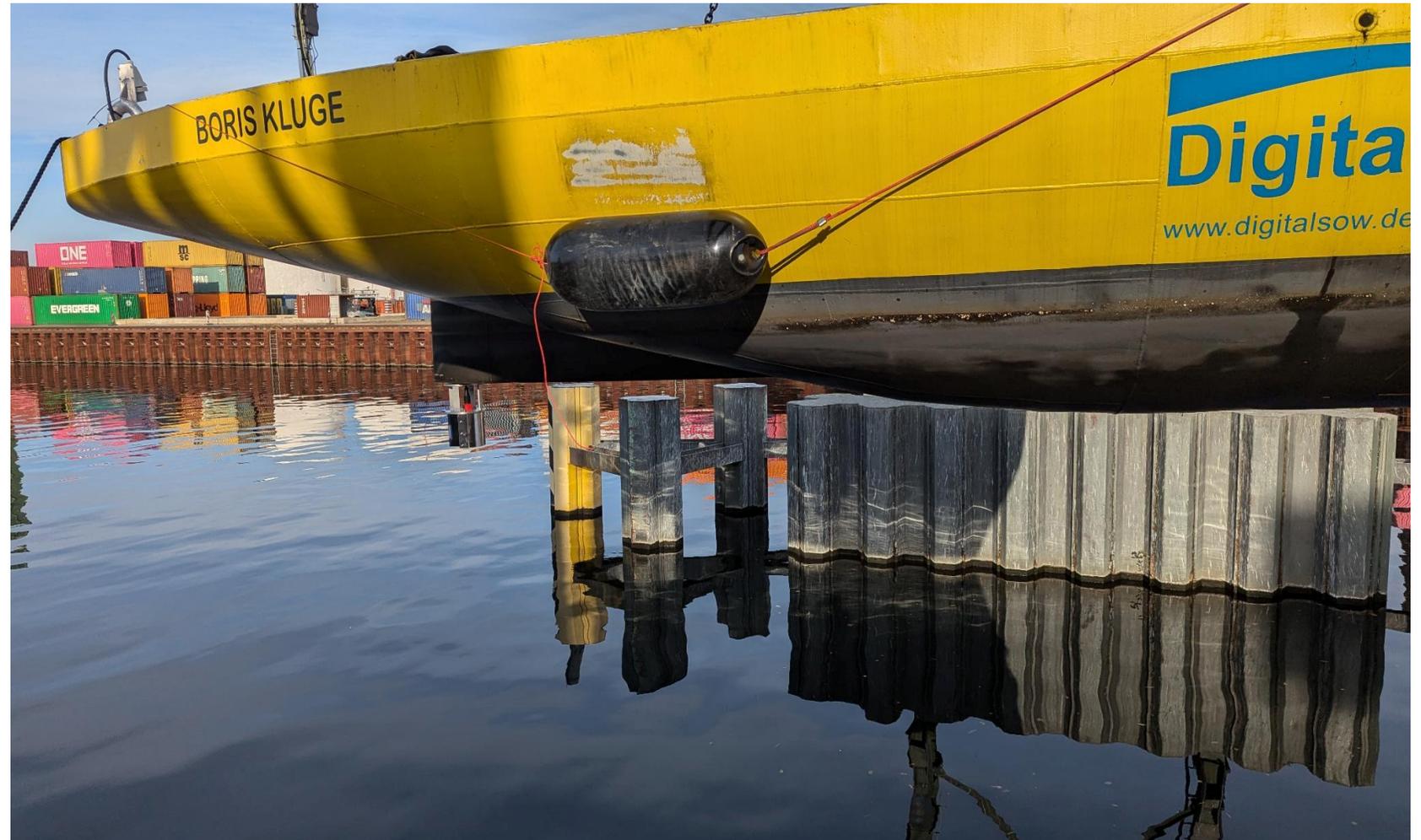
Bewertung der Modelle

Gewichtete Kombination der Zustände und Kovarianzmatrizen



- Begrüßung und Einführung
  - Jürgen Alberding, Alberding GmbH
- Vorstellung der Projektergebnisse
  - Meinard Gimm, Fachgebiet Entwurf und Betrieb Maritimer Systeme, TU Berlin

Anschließend: Fragen und Antworten
- Herausforderungen und Ausblick
- Imbiss und Networking
- Ende der Veranstaltung

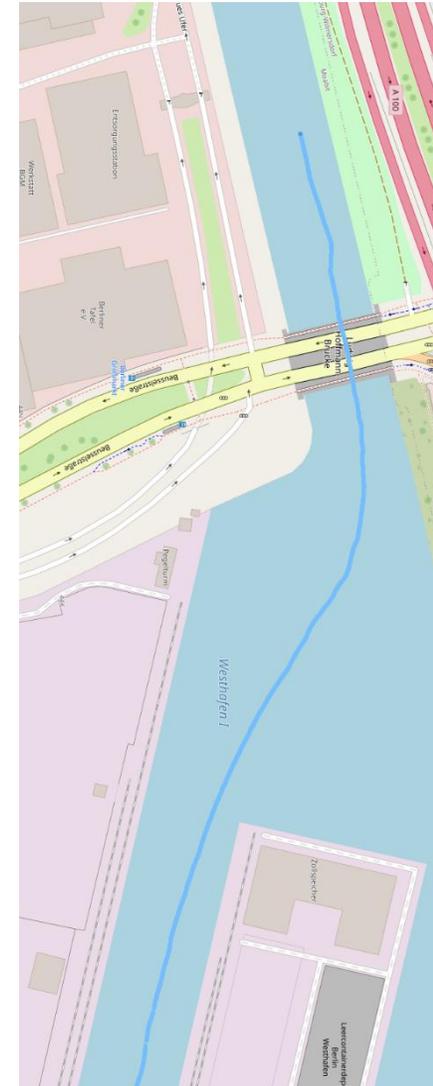
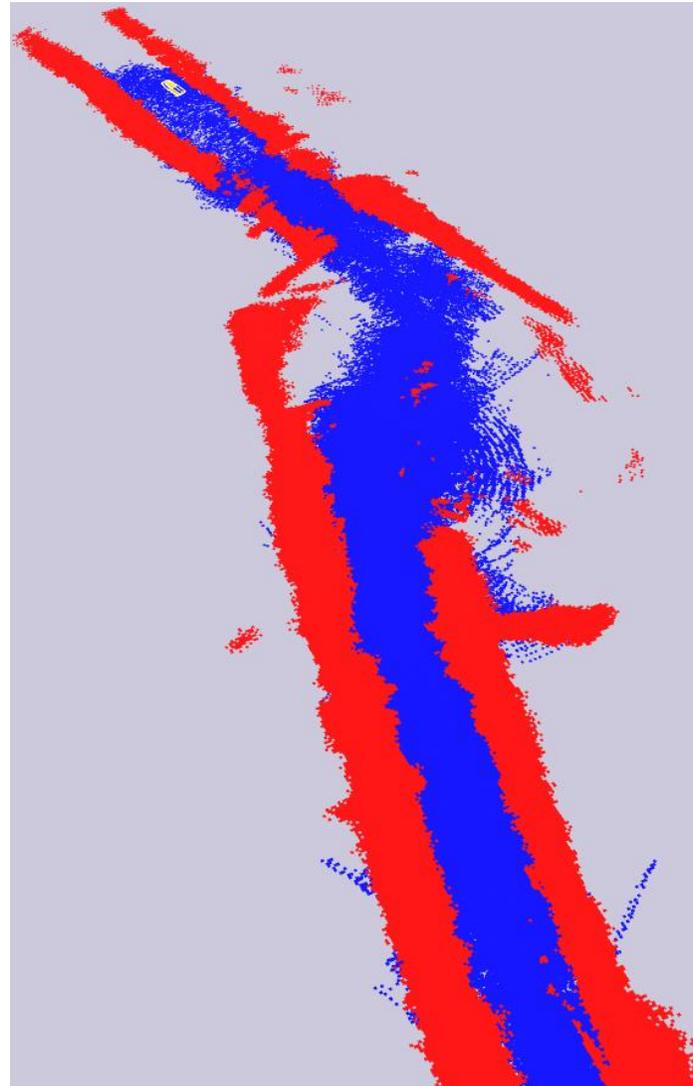
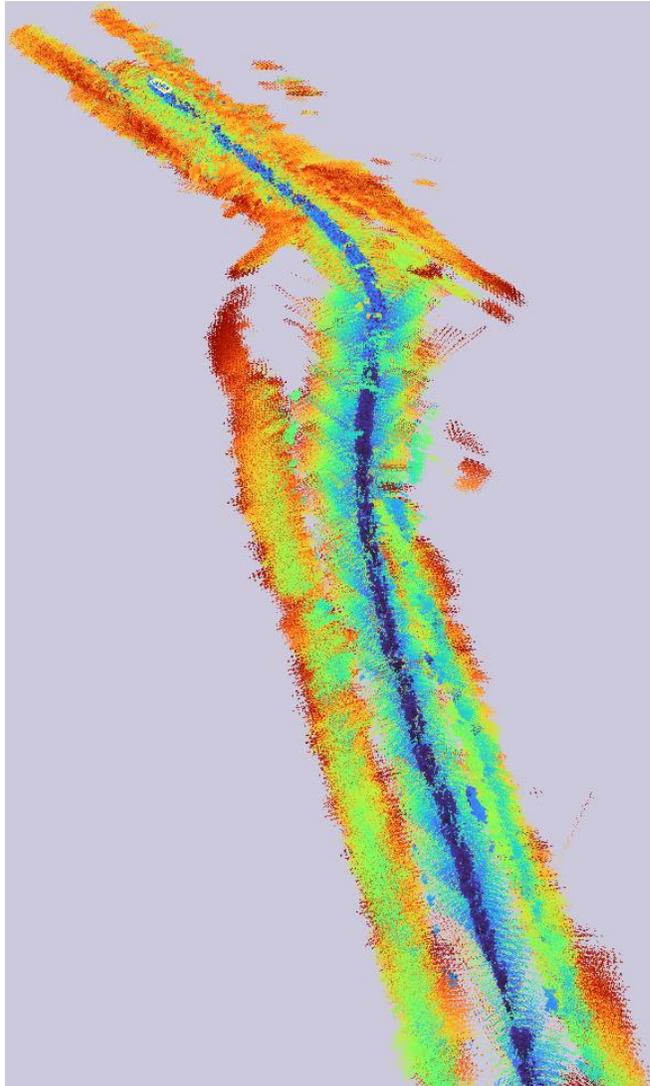


Topic Name [Msg Definition]	Beschreibung
<b>/sonar_data</b> [sonar_comm/msg/SonarData]	Von der Sonar API empfangene Rohdaten des Seebodens „seafloor“ in eigenem Nachrichtenformat
<b>/sonar_pointcloud</b> [sensor_msgs/msg/PointCloud2]	Umwandlung von /sonar_data in generalisiertes Pointcloud2 Datenformat im schiffseigenen KOS
<b>/in_water_sonar_data</b> [sonar_comm/msg/SonarData]	Von der Sonar API empfangene Rohdaten von Objekten im Wasser „in-water-targets“ in eigenem Nachrichtenformat
<b>/in_water_pointcloud</b> [sensor_msgs/msg/PointCloud2]	Umwandlung von /in_water_sonar_data in generalisiertes Pointcloud2 Datenformat im schiffseigenen KOS
<b>/sonar_position_data</b> [sensor_msgs/msg/NavSatFix]	Umwandlung der GNSS-Positionierung (lon/lat) aus /sonar_data in generalisiertes NavSatFix Datenformat

Topic Name [Msg Definition]	Beschreibung
<b>/voxel_in_water</b> [visualization_msgs/msg/Marker]	Visualisiert relevante Objekte im Wasser als Voxelgitter im globalen Koordinatensystem (map), berechnet aus gefilterten Sonardaten (/in_water_pointcloud).
<b>/voxel_seafloor</b> [visualization_msgs/msg/Marker]	Visualisiert die als Voxelgitter aggregierten Seebodenscans im globalen Karten-Koordinatensystem (map). Die Punkte werden aus den transformierten Sonardaten von /sonar_pointcloud berechnet und repräsentieren Bereiche mit ausreichend hoher Intensität und Punktdichte.
<b>/cluster_scene_entities</b> [foxglove_msgs/msg/SceneUpdate]	Cluster-Bildung von zusammenhängenden Punktwolken mit der EuclideanClusterExtraction-Methode.
<b>/entity_distances</b> [geometry_msgs/msg/PoseArray]	Visualisiert Abstände der nächsten Punkte erkannter Entitäten aus dem Cluster-Scene-Entity-Stream (/cluster_scene_entities) relativ zum sonar_frame zur räumlichen Analyse.



# Bathymetriedaten (Aufnahme, Auswertung, Übertragung)





## Kontakt

---

Alberding GmbH (Konsortialführer)

Ludwig-Witthöft-Straße 14

15745 Wildau

Dipl.-Ing. Jürgen Alberding

Geschäftsführer

Tel: +49 3375 25198 00

E-Mail: [ja@alberding.eu](mailto:ja@alberding.eu)

[www.alberding.eu](http://www.alberding.eu)



Universität  
Rostock

