

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

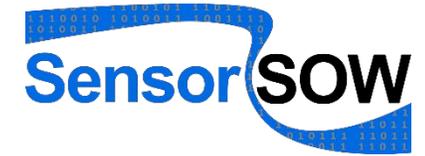
# SensorSOW - Bordseitige Sensorik und Assistenzsysteme für die automatisierte und autonome Binnenschifffahrt auf der Spree-Oder-Wasserstraße (SOW)

Kick-off und offizieller Projektstart SensorSOW, Berlin, 21.03.2023

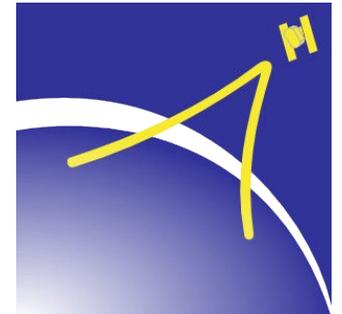


- **Begrüßung und Einführung in die Wasserstraßenprojekte an der Spree-Oder-Wasserstraße (SOW)**  
Jürgen Alberding, Alberding GmbH
- **Grußwort des BMDV**  
Nils Braunroth, Referat WS 12, BMDV
- **Vorstellung der Partner und ihrer Aufgaben im Projekt SensorSOW**  
Jürgen Alberding, Alberding GmbH  
Enrico Schütz, Fachgebiet Entwurf und Betrieb Maritimer Systeme, TU Berlin  
Prof. Dr. Torsten Jeinsch, Institut für Automatisierungstechnik, Universität Rostock  
Anschließend: Fragen und Antworten
- **Herausforderungen und Ausblick der Citylogistik über die SOW**  
Gesprächsrunde mit Vertretern von Bund, Land und Logistik
- **Mittagsimbiss und Networking**
- **Ende der Veranstaltung**

# Alberding GmbH



- Software- und Hardwareentwicklung für Aufgaben mit präzisiertem Raumbezug
- Gründung in 1994 in Leipzig von Jürgen Alberding
- Hauptsitz in Wildau (bei Berlin)
- KMU: 18 Mitarbeiter (15 Ingenieure)
- Unabhängig von GNSS-Hardwareherstellern
- Schwerpunkte: Erfassung, Übertragung, Management, Prozessierung und Monitoring digitaler Daten



# Alberding Smart Sensors

- Alberding A07, A08 und A10 - Telemetrie & Positionierung
- Bindeglied zwischen Server und mobiler Anwendung
- Hoher Integrationsgrad (GNSS, mobiles Internet, Prozessor)
- Mit oder ohne Bedieneinheit (Smartphone oder Tablet PC) einsetzbar => Präziser IoT Sensor (z.B. GeoNetBake)
- Erfassung und Speicherung externer Sensordaten
- Flexibel konfigurierbar (Datenfluss, Berechnungen)
- Skalierbare GNSS Hardware (L1 bis L1/L2/L5)
- Integration von „low-cost“ oder „high-end“ GNSS-Boards
- Optional für A10: Integration externer Software auf dem LINUX-Board



# Warum entwickeln wir eigene Positionierungssensoren?

## **Automatisierung:**

Die Alberding Datenmanagementsoftware in den Sensoren ist die Voraussetzung für die Automatisierung des Arbeitsablaufes und Datenflusses der Anwendungen -> Anpassungen sind möglich.

## **Digitalisierung:**

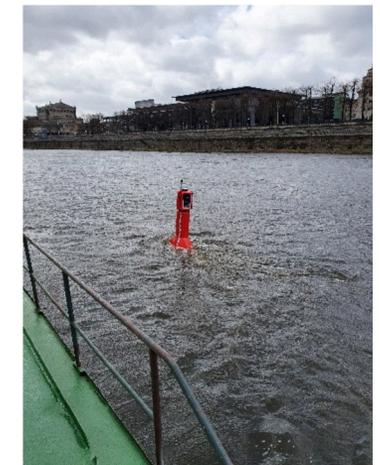
Die Sensoren können parallel zur Position digitale Daten externer Sensoren erfassen, speichern und an den Server senden.

## **Flexibilität:**

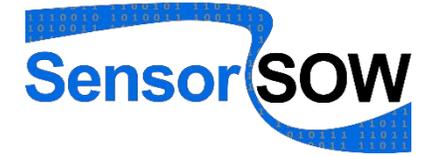
Die Alberding Sensoren sind mit oder ohne Bedieneinheit einsetzbar (RTK Rover mit Tablet PC oder präziser IoT Sensor).

## **Preislich attraktiv:**

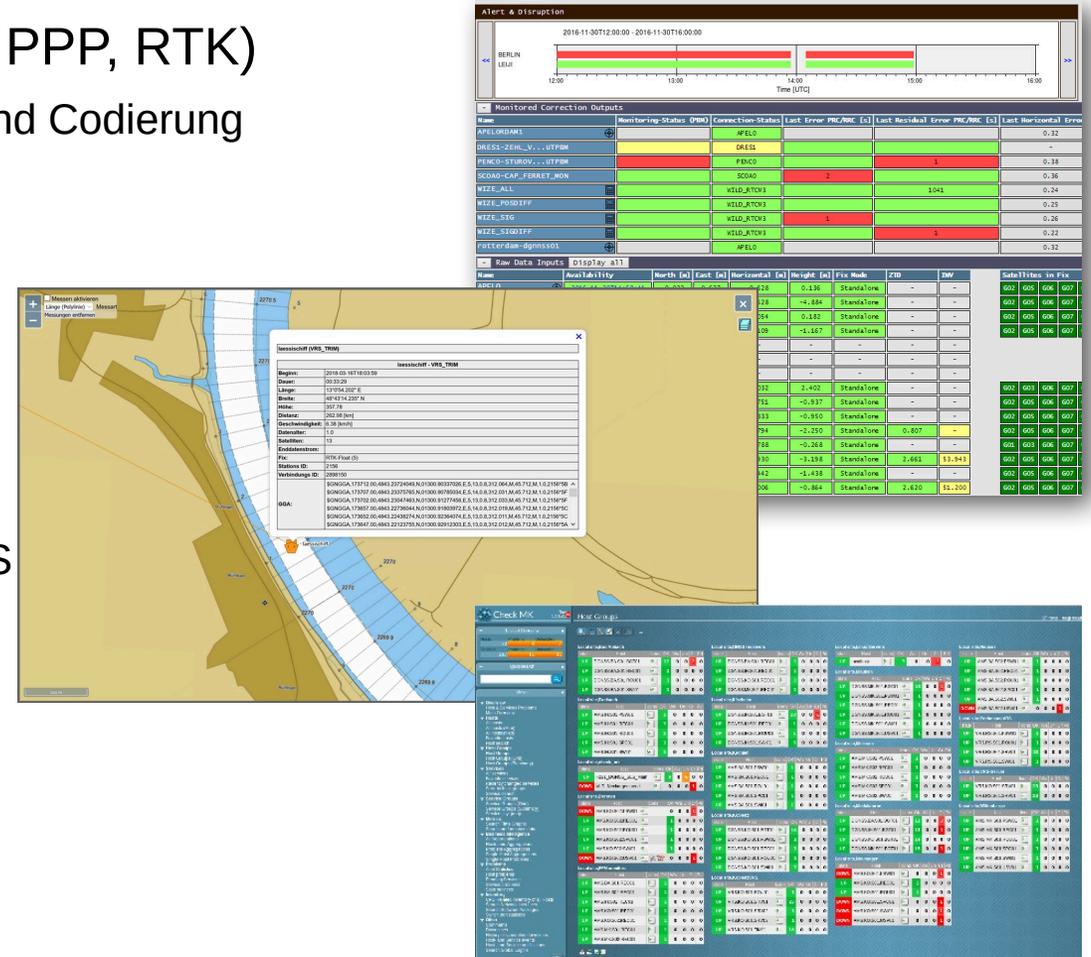
... durch die Integration von „lower-cost“ GNSS RTK-Modulen, die z.B. für das automatisierte Fahren entwickelt wurden.



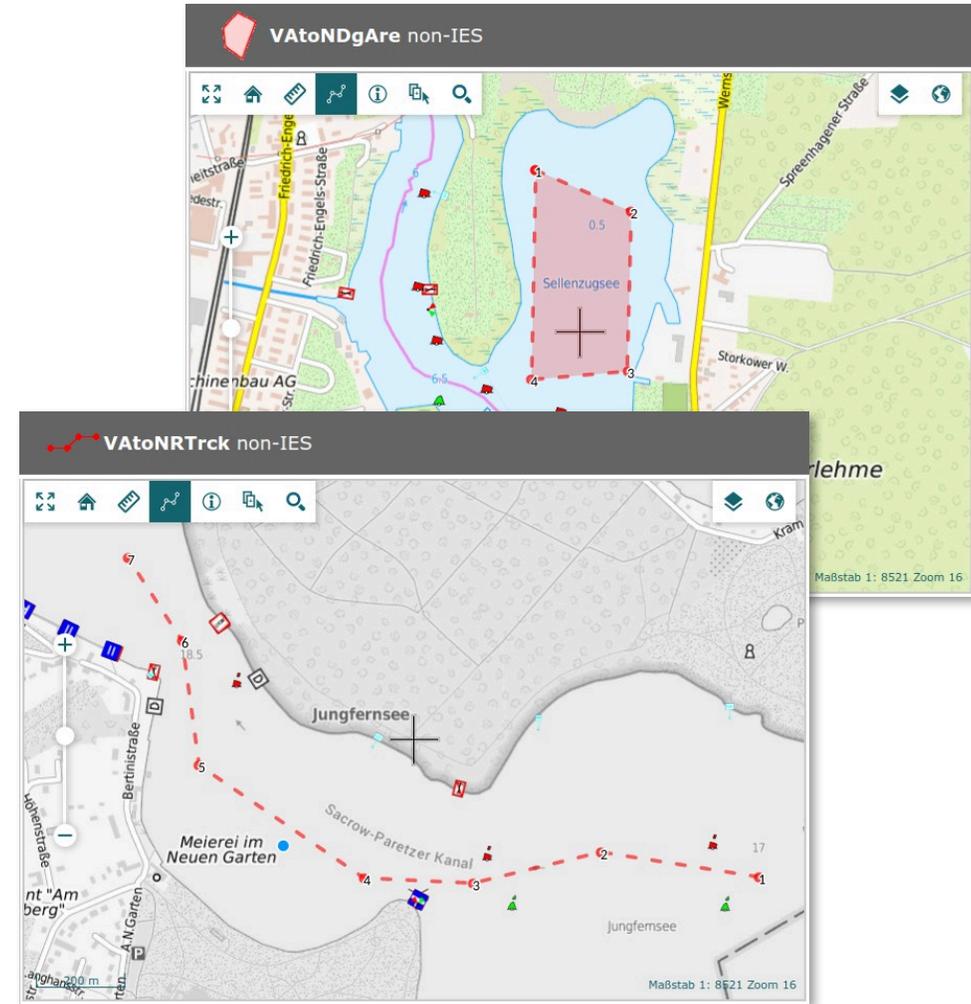
# Beacon.Net Software für landseitige Dienste



- GNSS Korrekturdatenbereitstellung (DGNSS, PPP, RTK)
  - Servicebasierter Ansatz mit zentraler Generierung und Codierung der Korrekturdaten
- Integritätsmonitoring
  - Pre-Broadcast & Far Field Monitoring
  - R-Mode („resilience“ in positioning)
- Wasserstraßeninformationen
  - ELWIS/NtS Aussendungen in Kombination mit GNSS
  - Schiffsseitige Dekodierung (maschinenlesbar)
- Verkehrsdarstellung
  - Display der AIS-Daten auf der IENC
- IT Systemüberwachung
  - Nagios / CheckMK

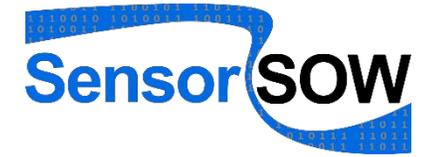


- Wartung und Weiterentwicklung im Auftrag der WSV
- Datenbankbasierte Web-Applikation
  - Online- und Offline Tool
- Management von Verkehrszeichen
  - Tonnen, Lichter, etc.
  - Virtuelle Verkehrszeichen
- Zukünftig: Virtuelle Fahrspuren
- Grundlage für die Produktion digitaler Karten (z.B. IENC)



# SensorSOW - Allgemeine Projektinformationen

---



- Gefördert vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr
- Förderrichtlinie zur Forschung und Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Bundeswasserstraßen (DTW II)
- Projektträger: Bundesamt für Verwaltungsdienstleistungen (BAV)
- Projektstart: 01.01.2023
- Laufzeit: 24 Monate (bis 31.12.2024)
- Projektbudget: ~ 1,33 Mio. €

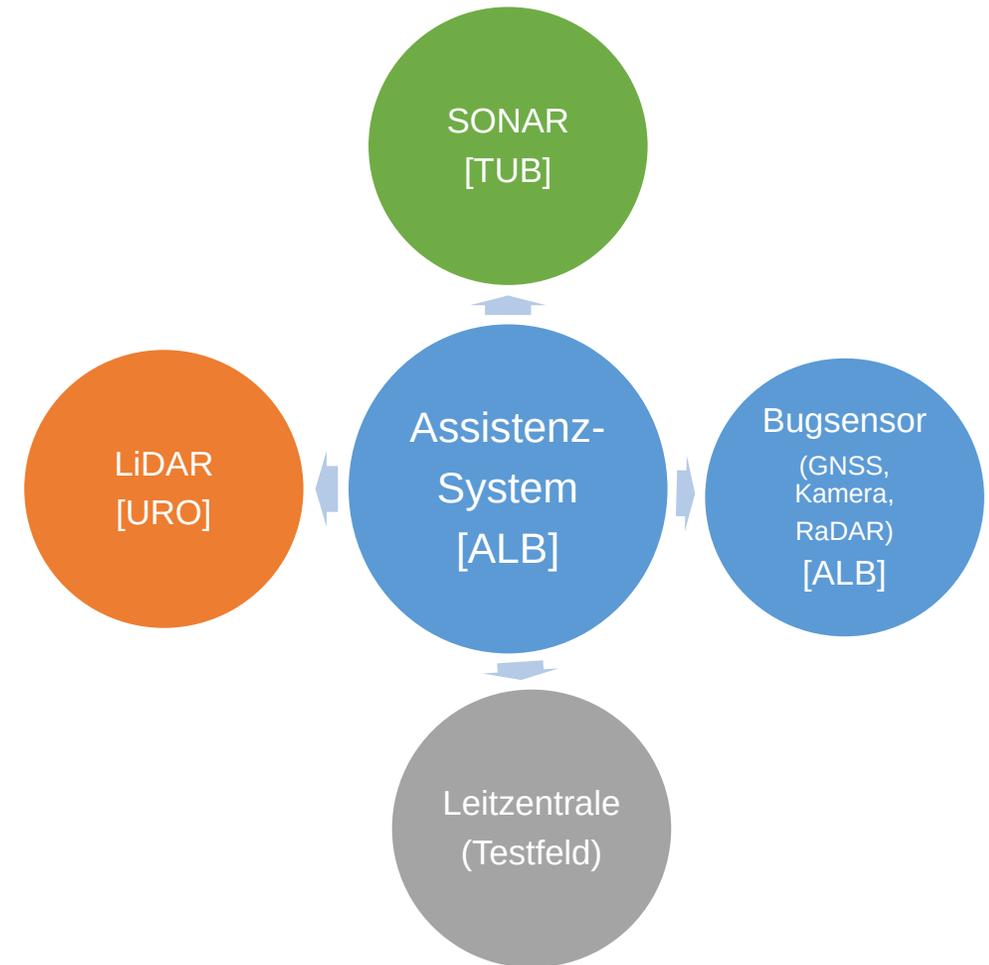
Gefördert durch:



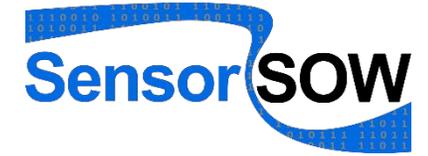
Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

- Bordseitiges Assistenzsystem gibt dem Schiffsführer Entscheidungshilfen durch die automatisierte Bereitstellung der Situation auf der Wasserstraße :
  - Informationen zum Schiff (Kraftstoffverbrauch etc.)
  - Präzise Schiffslagebestimmung mit Vorausrichtung
    - Bugsensor mit Bugsicht (Kamera, Radar)
    - Präzise Positions- und Headinginformationen
  - Informationen zur Wasserstraße (Karte, NtS, Verkehr)
    - Verbindung zur Leitzentrale des Testfeldes
  - Darstellung des Begegnungsverkehrs durch intelligente Auswertung von Lidarmessungen
    - Teilprojekt Uni Rostock
  - Darstellung von Veränderungen der Fahrrinne durch intelligente Auswertung von Sonarmessungen
    - Teilprojekt TU Berlin | EMBS

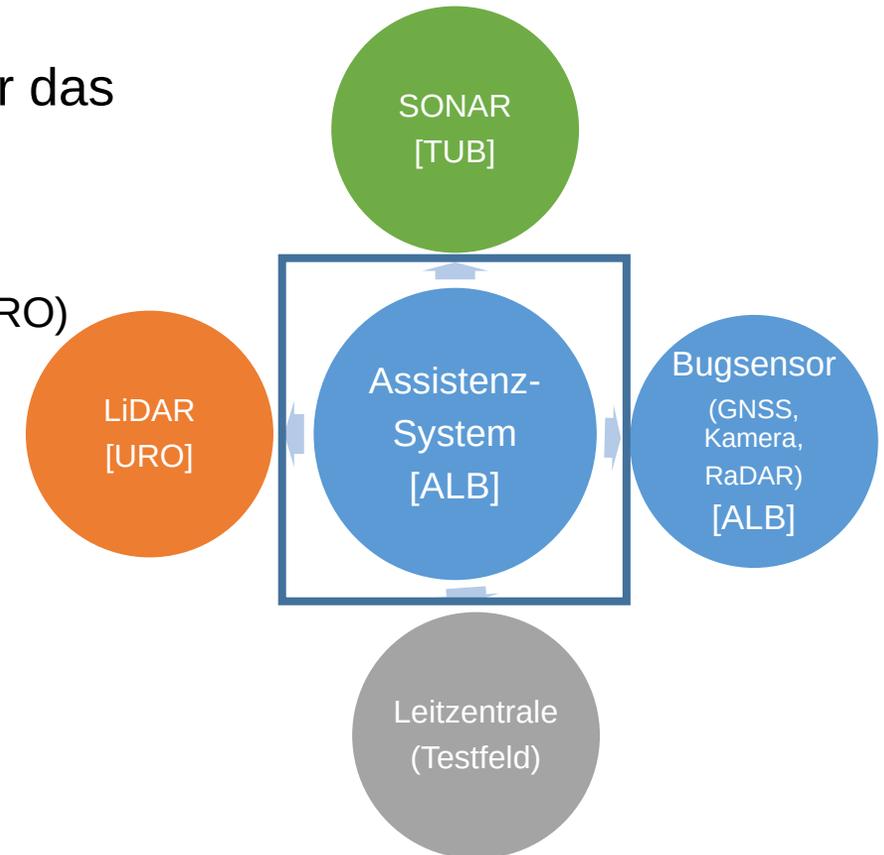


# Zeitplan

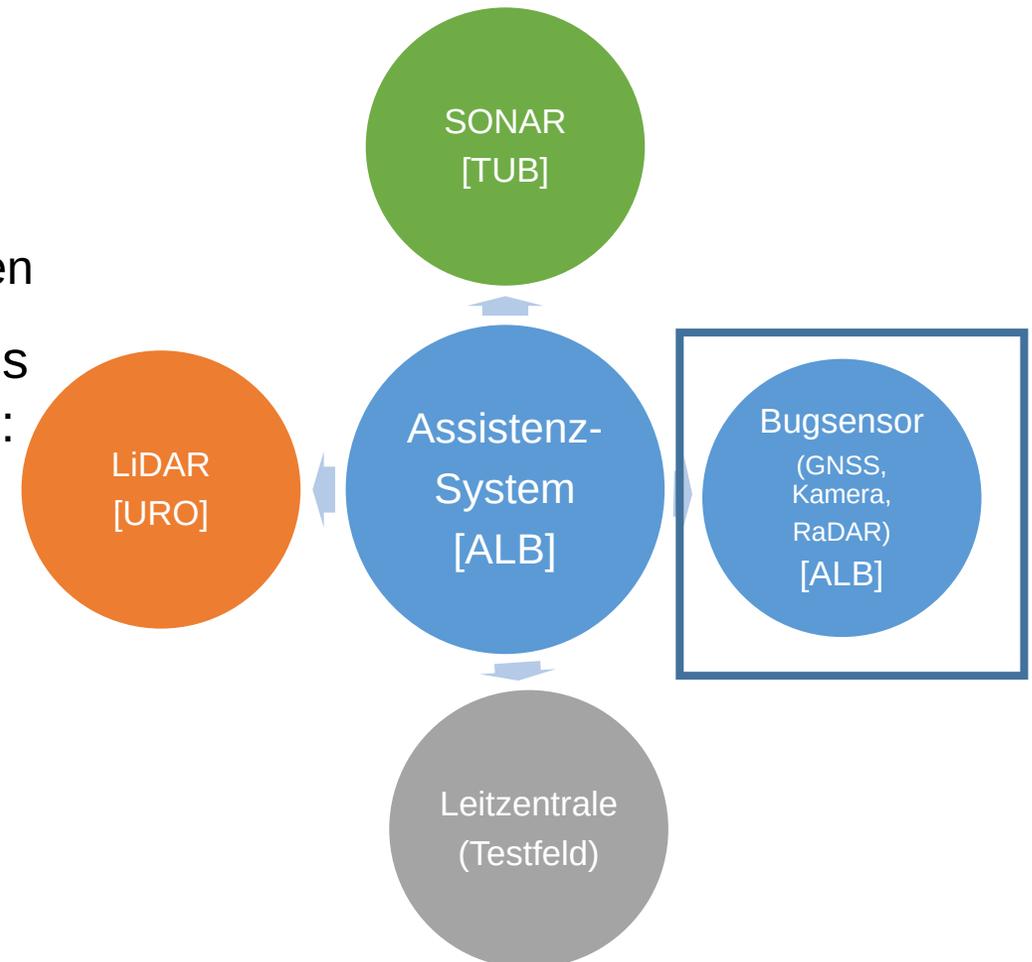


	Arbeitspaket	Leitung	2023												2024											
			Q1			Q2			Q3			Q4			Q1			Q2			Q3			Q4		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1000	<b>Projektmanagement, Öffentlichkeitsarbeit</b>	ALB																								
AP 2000	<b>Systemkonzept</b>	ALB																								
	2100	Konzeption Assistenzsystem																								
	2200	Interfacespezifikation Sensorinformationen																								
	2300	Interfacespezifikation Schiffsdaten																								
	2400	Interfacespezifikation Leitzentrale																								
	2500	Design Benutzeroberfläche																								
AP 3000	<b>Segmentierung und Tracking</b>	URO																								
	3100	Schnittstellendefinition Sensor <-> Applikation																								
	3200	Transformation der Sensordaten																								
	3300	Filterung der Sensordaten																								
	3400	Segmentierung, Objekterennung über mehrere Messkanäle des																								
	3500	Tracking von Objekten über mehrere Messkanäle des LIDAR-																								
AP 4000	<b>Klassifikation, Modellierung und Prädiktion</b>	URO																								
	4100	Klassifizierung auf Grundlage der Segmentierung																								
	4200	Modellierung und Parametrierung auf Grundlage der																								
	4300	Parameteradaption der Bewegungsmodelle auf Grundlage des																								
	4400	Prädiktion der Fahrwege der erkannten Objekte inkl. Der																								
	4500	Adaption der Klassifizierung auf Basis der Fahrwegsprädiktion																								
AP 5000	<b>Bathymetrisches Echtzeit-Sensorsystem</b>	TUB																								
	5100	Konzeption und Entwicklung eines bathymetrischen Echtzeit-																								
	5200	Umsetzung und Implementierung des bathymetrischen Echtzeit-																								
	5300	Test und Inbetriebnahme des bathymetrischen Echtzeit-Sensors																								
AP 6000	<b>Bathymetriedaten-Aufnahme, -Auswertung und -Ü</b>	TUB																								
	6100	Konzeption der Bathymetriedaten-Aufnahme, -Auswertung und -																								
	6200	Systematische Bathymetriedaten-Aufnahme																								
	6300	Bathymetriedaten-Aufbereitung																								
	6400	Bathymetriedaten-Integration, -Fusion und -Auswertung																								
	6500	Bathymetriedaten-Übertragung																								
AP 7000	<b>Heading- und Bugsensor</b>	ALB																								
	7100	Hardwareentwicklung Korrekturdatenbox																								
	7200	Generierung eines vereinten Korrekturdatenstromes (Merger)																								
	7300	Auswahl und Erprobung Einzelsensoren (Bugsensor)																								
	7400	Systementwicklung und Fertigung Bugsensor																								
	7500	Test und Inbetriebnahme																								
AP 8000	<b>Assistenzsystem</b>	ALB																								
	8100	Realisierung Benutzeroberfläche																								
	8200	Umsetzung Interface Sensorinformationen																								
	8300	Umsetzung Interface Schiffsdaten																								
	8400	Umsetzung Interface Leitzentrale																								
	8500	Umsetzung der Assistenzfunktionen																								
AP 9000	<b>Erprobung und Optimierung</b>	ALB																								
	9100	Test und Inbetriebnahme Gesamtsystem																								
	9200	Ausstattung von Testschiffen																								
	9300	Betreuung und Betrieb des Testfeldes																								

- Entwicklung eines bordseitigen Assistenzsystems für die Erhöhung der Sicherheit der Schifffahrt und als Vorstufe für das automatisierte Fahren:
  - Konzepterstellung:
    - Schnittstellen zu bordseitigen Datenquellen (Schiff, ALB, TUB, URO)
    - Schnittstellen zu externen Datenquellen (Leitzentrale, WSV)
    - Anzeige- und Bedienung der Software
  - Umsetzung der Konzepte und Entwicklung der Software:
    - Darstellung der Schiffsumgebung und des Schiffszustands
    - Kombinierte Auswertung der Messdaten
    - Generierung von Warnmeldungen
  - Praktische Erprobung
    - Nutzung des Versuchsträgers aus DigitalSOW



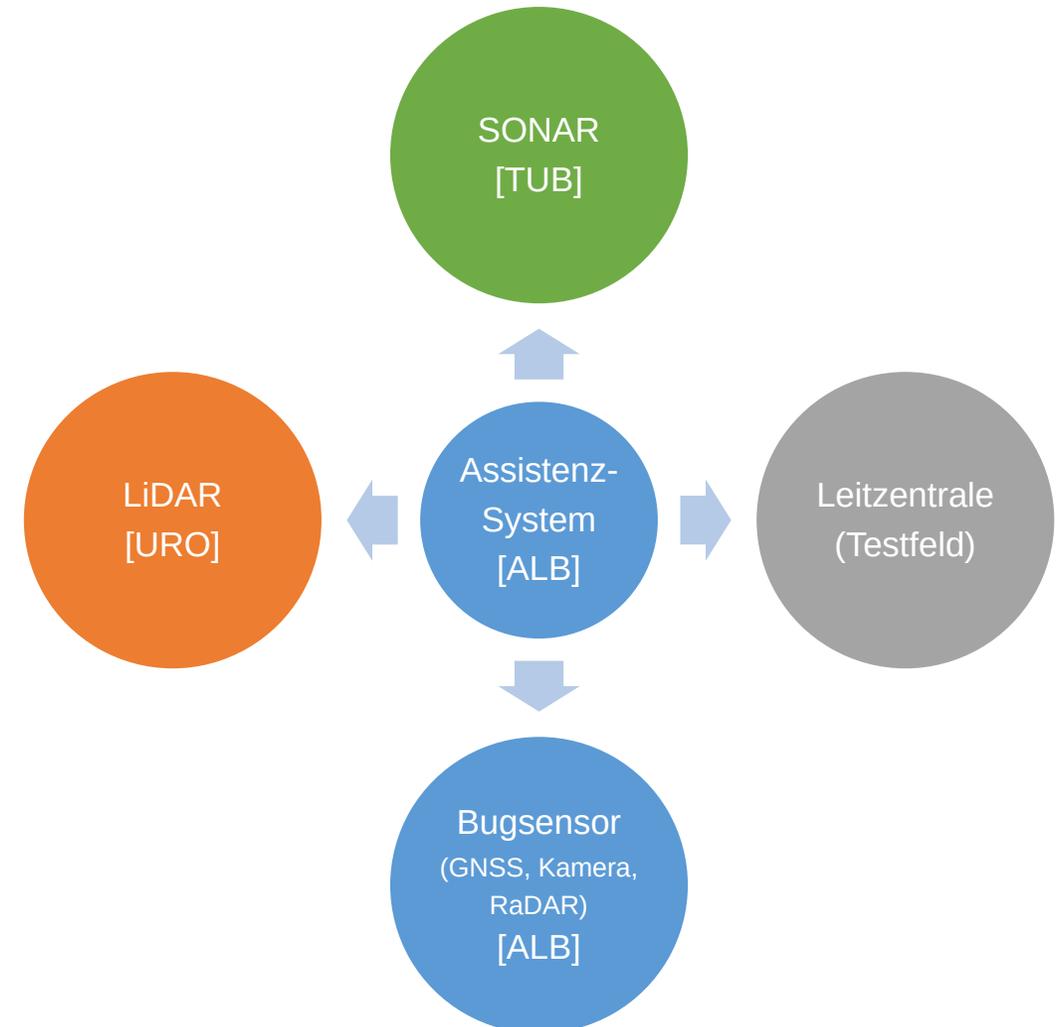
- Präzise Positionsbestimmung des Schiffsbugs mit Vorausrichtung
  - 3D-Position des Schiffsbugs  $< 10\text{cm}$
  - Vorausrichtung über Headingsystem  $< 0,1^\circ$
  - Prädiktion der Schiffslage über die nächsten Minuten
- PPP/RTK-Korrekturdatenbox – Bereitstellung eines Korrekturdatenstroms mit hoher Verfügbarkeit aus:
  - AIS/VDES-Aussendungen
  - DAB+-Empfang
  - Mobiles Internet (4G, 5G)
- Übertragung der Bugsicht an den Schiffsführer
  - Kamerabild
  - Radar
  - Bestimmung der Eintauchtiefe





# AP 2000: Systemkonzept

- Ganzheitliches Systemkonzept des bordseitigen Assistenzsystems
  - Darstellung
  - Funktionalität
  - Schnittstellen
  - Datenfluss
- Kommunikation und Datenaustausch zwischen Assistenzsystem und Leitzentrale
- Ergebnisse:
  - Konzept des Assistenzsystems ist vorhanden
  - Sämtliche Schnittstellen sind beschrieben



Fakultät für Informatik und Elektrotechnik

## Institut für Automatisierungstechnik



- **Automatisierungstechnik / Life Science Automation**
- **Messtechnik**
- **Regelungstechnik / Anwendungszentrum Regelungstechnik**

Prof. Dr.-Ing. habil. Kerstin Thurow

NN

Prof. Dr.-Ing. Torsten Jeinsch

Adaptive Systeme



Optimale Steuerung



Fehlertolerante Systeme



Digitale Regelung



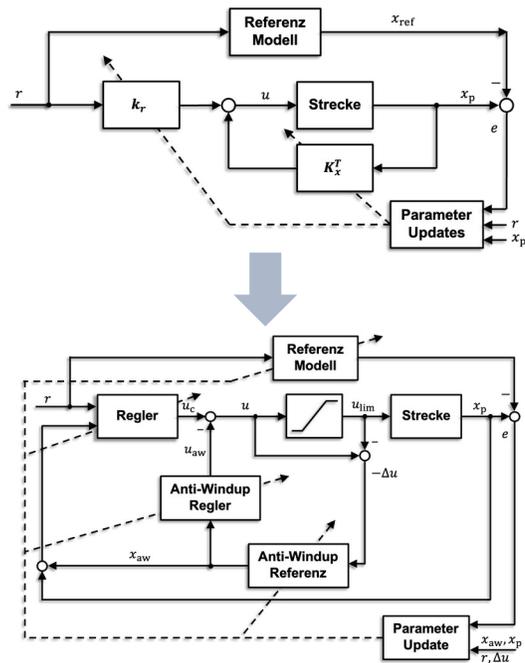
### Digitale Regelung

Optimierung von Abtastprozessen mit endlichdimensionalem kontinuierlichem Prozess und Totzeit



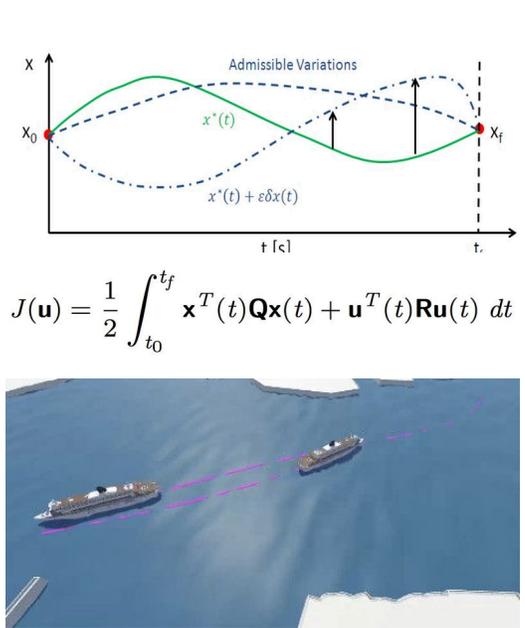
### Adaptive Systeme

Theoretisch fundierte und anwendungstaugliche Regelungsverfahren



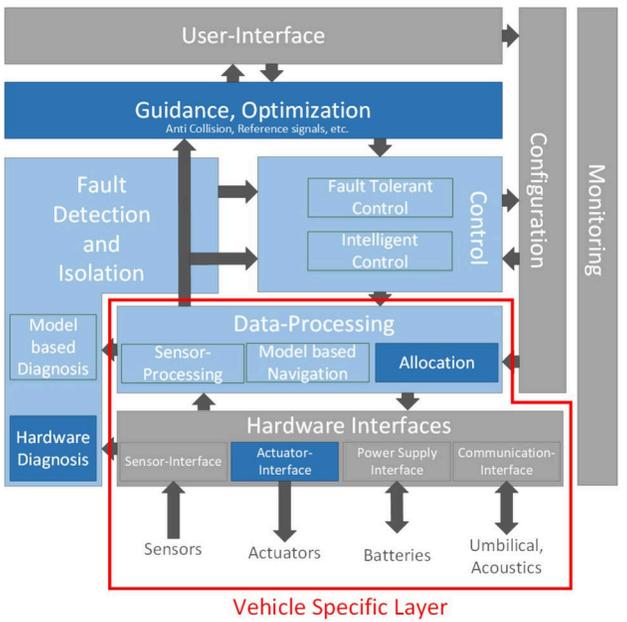
### Optimale Steuerung

Lösung von Optimalsteuerungsproblemen für dynamische Systeme



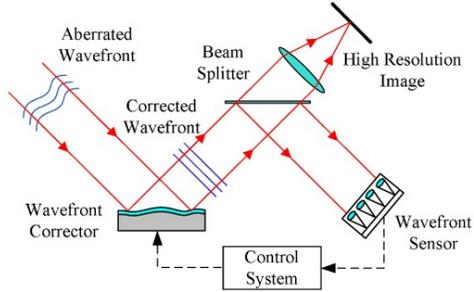
### Fehlertolerante Systeme

Verfahren zum Monitoring und zur Diagnose sowie zur Fehlertoleranten Regelung



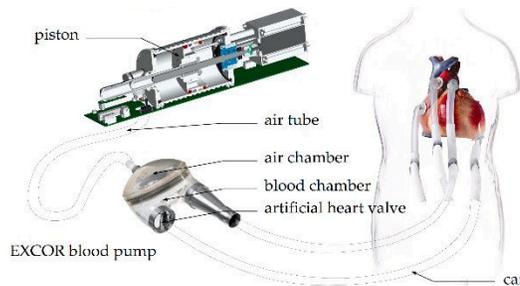
### Adaptive Optics

- Effects of atmospheric turbulence



### Medizin

- Herzunterstützungssysteme



### Medizin

- Volumenstromregelung Minidialyse



### Medizin

- Intelligente Fluidsysteme in der Minimal Invasiven Chirurgie



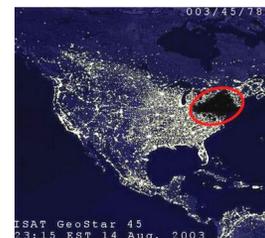
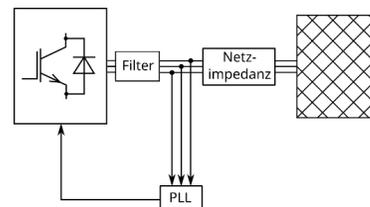
### Maritim

- Regelungsgestützte intelligente Schiffsführung



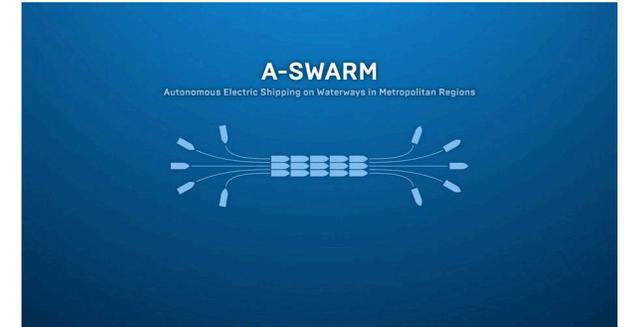
### Energie

- Stabilität der Netzsynchronität



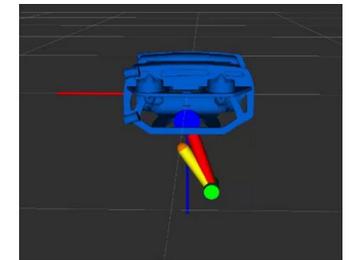
### Maritim

- Autonome Schifffahrt auf Binnenwasserstraßen



### Maritim

- Mehrkörpersysteme: Unterwasserfahrzeug und Manipulator



### Maritim

- Strukturvariable Fahrzeugführungssysteme

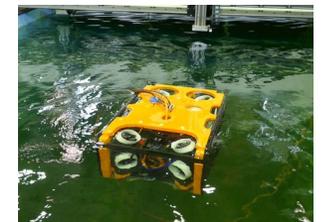
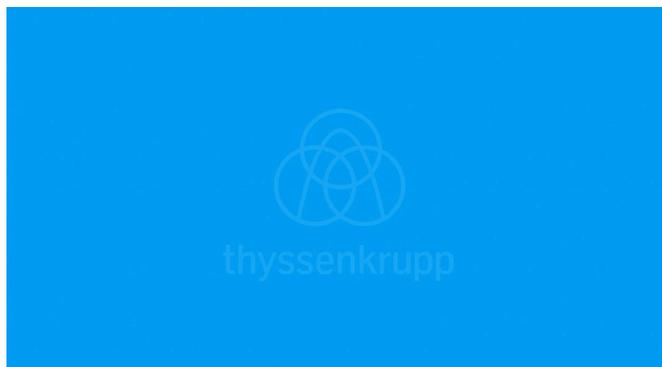
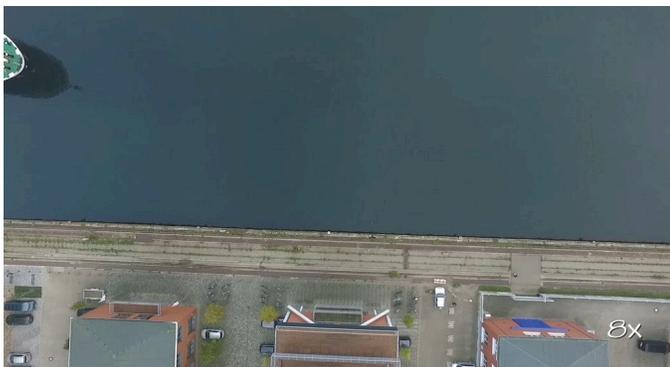




Assistierte Systeme

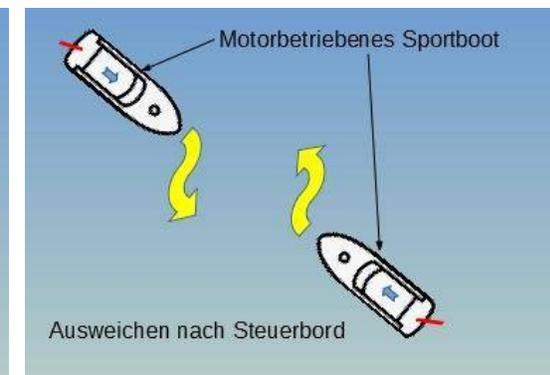
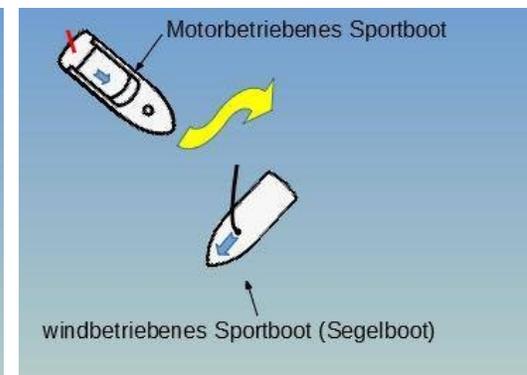
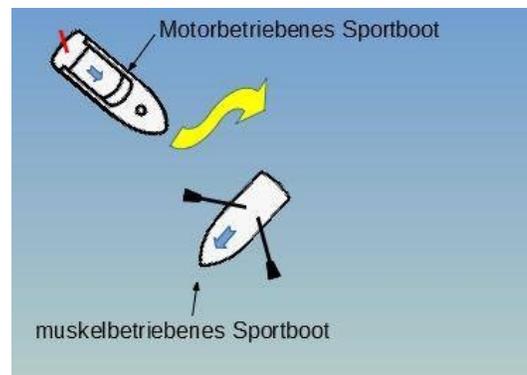
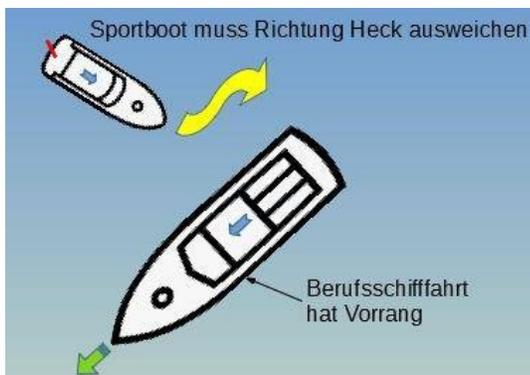
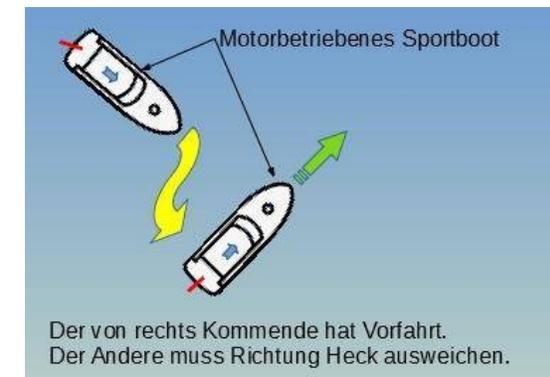
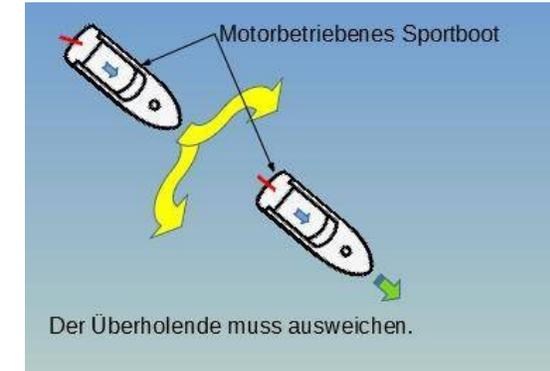
Autonome Systeme

Verteilte kooperative Systeme



## Lidargestützte Erfassung der Verkehrssituation

- relevante Informationen zur Einhaltung der Binnenschiffahrtsstraßen-Ordnung (BinSchStrO)
- Schiffstyp und Schiffsgröße
- gesetzte Sichtzeichen und Signalisierungen
- eingeleitete Manöver anderer Verkehrsteilnehmer
- voraussichtliche Fahrwege anderer Verkehrsteilnehmer



# AP 3000: Segmentierung und Tracking

Verkehrssituationen auf Binnenwasserstraßen

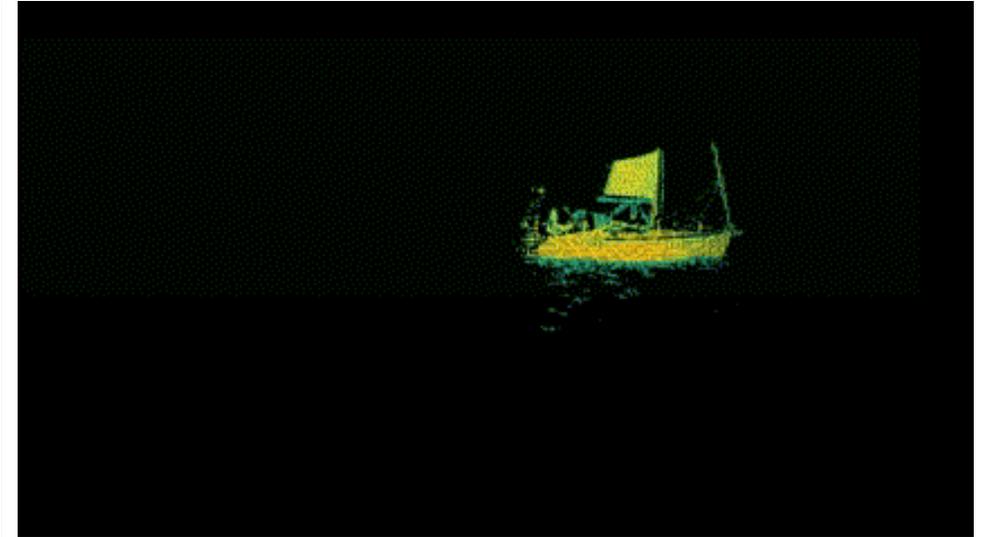
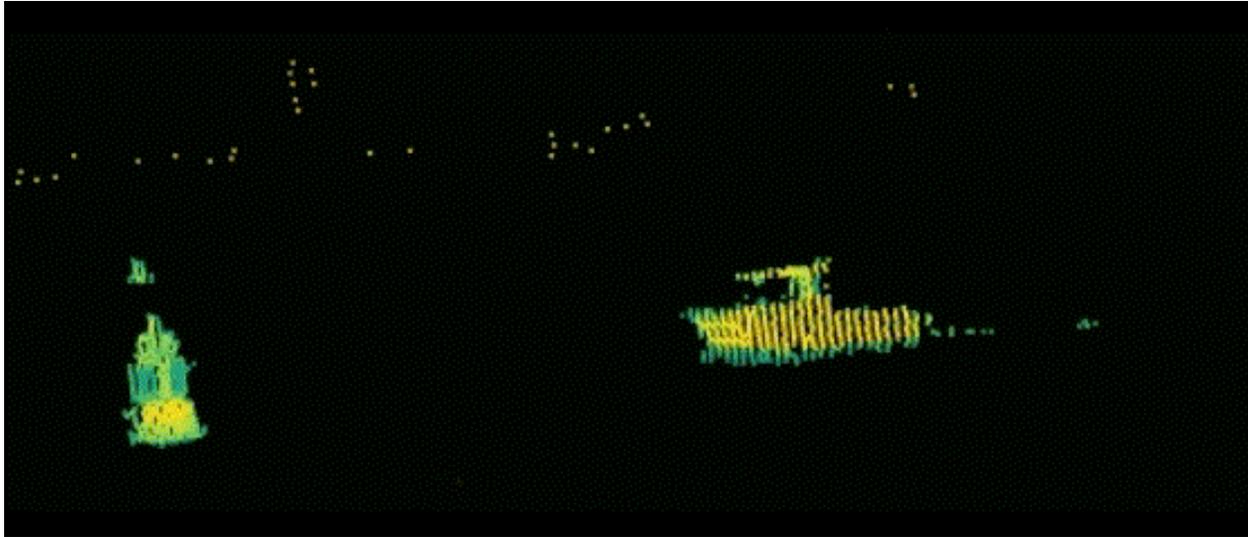


# AP 3000: Segmentierung und Tracking

Verkehrssituationen auf Binnenwasserstraßen



Objekte in den Lidar-Daten erkennen

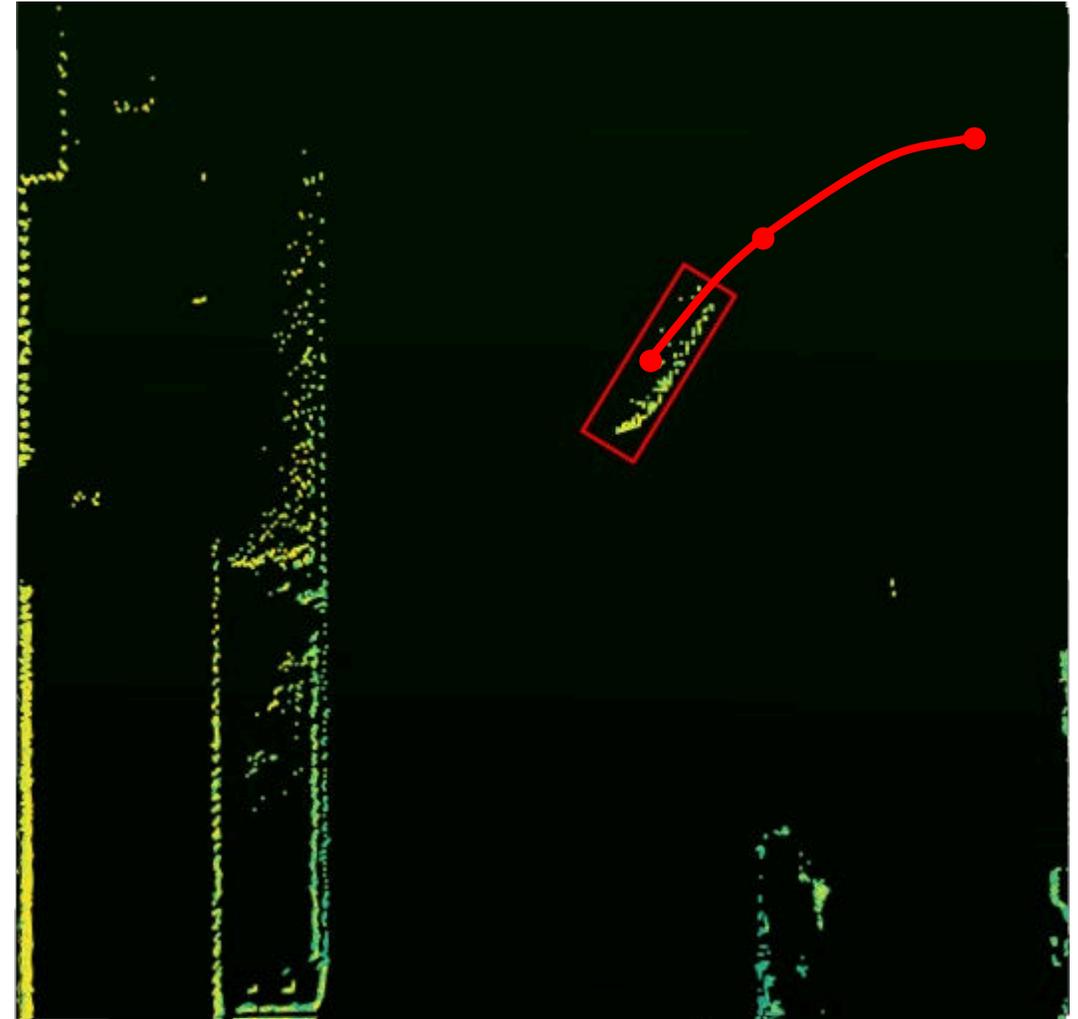


Herausforderungen:

- Abschattungen und Überlagerungen von Objekten
- Änderungen der Perspektive (Sichtlinie) der Objekte
- nur Teile eines Objektes sichtbar

## 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 Objektes über einen längeren Zeithorizont

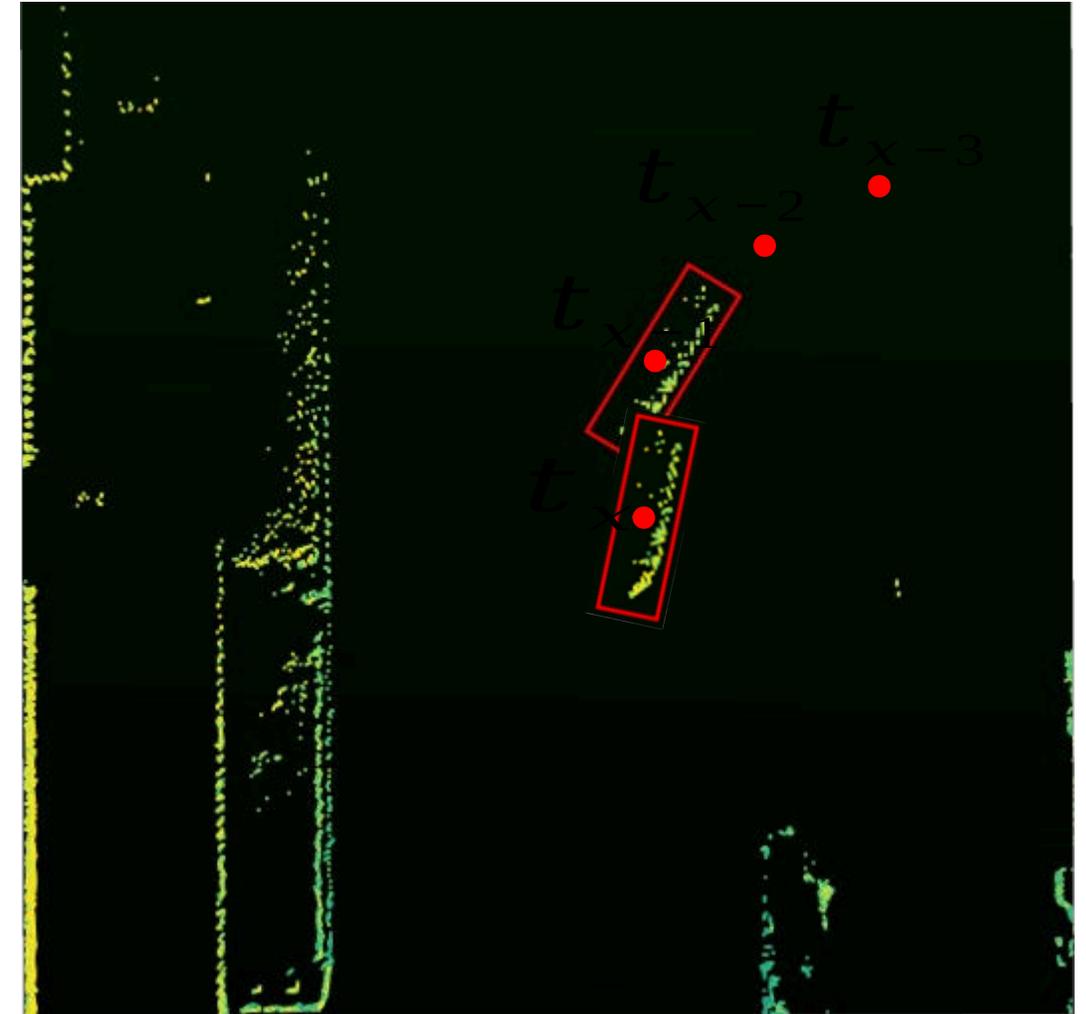


## Modellierung

- 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



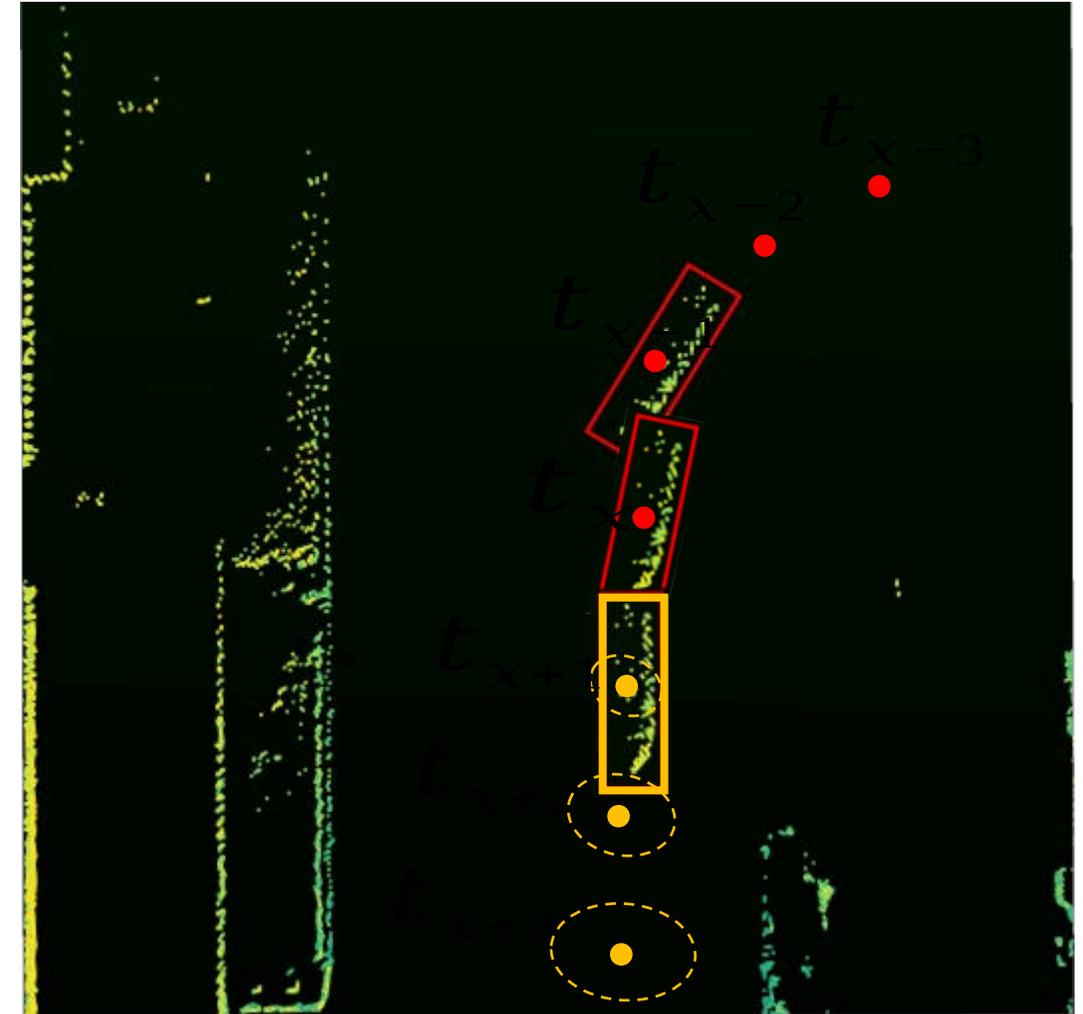
# AP 4000: Klassifikation, Modellierung und Prädiktion

verbesserte Klassifizierung von erkannten Objekten durch physikalische Modelle



## Prädiktion

- Prädiktion des Fahrwegs auf Grundlage des Bewegungsmodells des Objektes
- Ermittlung von Konfidenzbereichen
- Ergebnis: Prädiktion des Fahrweges eines Objektes inkl. Konfidenzbereich
- Nutzung dieser Informationen zur verbesserten Planung der eigenen Fahrwege





Fachgebiet Entwurf und Betrieb Maritimer Systeme

Technische Universität Berlin

Salzufer 17-19 Geb. 4.1

10587 Berlin

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Gerd Holbach

Wiss. Mitarbeiter: NN M. Sc. , Enrico Schütz M. Sc.

## Zielsetzung:

- **Fahrdynamik** durch den Einsatz eines bathymetrischen Echtzeit-Sensorsystems optimieren
- Die **Unterwasserdatengenerierung** soll zusätzliche Informationen über das physische Testfeld bereitstellen und mit Daten bestehender Technologien verknüpft werden
- Auswertung der Unterwasserdaten, um dem Schiffsführer auf nicht sichtbare Hindernisse in einem **Assistenzsystem** hinzuweisen
- Definition einer **Mensch-Maschine-Schnittstelle**
- **Erweiterung des bestehenden digitalen Testfeldes** um zusätzliche Forschungs- und Entwicklungsmöglichkeiten
- **Erprobung und Evaluierung** des Echtzeitsonarsystems in der zweiten Projektphase

- **Hauptziele des AP**

- Integration eines bathymetrischen Echtzeit-Sensorsystems in den Versuchsträger aus DigitalSOW
- Echtzeiterfassung der Unterwassertopologie im Testfeld ermöglichen
- Bereitstellung der Daten für Nutzer des Testfeldes/Versuchsträgers

- **Erwartete Ergebnisse**

- Aufnahme und Echtzeitverarbeitung von bathymetrischen Daten
- bathymetrisches Echtzeit-Sensorsystem mit offener Datenschnittstelle an Bord des Versuchsträgers
- Bathymetrie-Rohdatensatz von einer Testfahrt des DigitalSOW-Versuchsträgers

- **Konzeption und Entwicklung** (01.01.2023 - 30.06.2023)
  - Evaluation vom Stand der Wissenschaft und Technik mit Fokus auf den Anwendungsbereich Wasserstraße
  - Auswahl geeigneter Sensoren und Peripheriegeräte unter Berücksichtigung der Schnittstellen des Versuchsträgers
- **Umsetzung und Implementierung** (01.06.2023 - 30.09.2023)
  - Anschaffung und Integration der Komponenten
  - Einbau, Anschluss und Verknüpfung von Sensorik und Peripheriegeräten
  - Integration einer offenen Schnittstelle
- **Test und Inbetriebnahme** (01.09.2023 – 31.12.2023)
  - Aufnahme von Testdaten an einem statischen Ort
  - Fehleranalyse und -behebung, Prüfen der offenen Schnittstelle
  - Aufzeichnung einer ersten Testfahrt

- **Hauptziele des AP**

- Aufnahme, Auswertung und Analyse von Echtzeit-Bathymetriedaten
- Datensatz als Grundlage für die Entwicklung von Algorithmen für die Daten-Integration, -Fusion und -Auswertung
- Reduktion der Datenmengen durch echtzeitfähige Algorithmen für eine zielgerichtete Datenübertragung an ein landseitiges System oder andere Verkehrsteilnehmer

- **Erwartete Ergebnisse**

- aufbereiteter Bathymetriedatensatz für einen Abschnitt der SOW für das Postprocessing und die Algorithmenentwicklung
- Echtzeit-Algorithmus zur Integration, Fusion und Auswertung der Bathymetriedaten im Versuchsträger
- Demonstration der Übertragung von Bathymetriedaten an die Landseite

- **Konzeption und Durchführung einer systematischen Bathymetriedaten-Aufnahme**  
(01.01.2024 – 30.09.2024)
  - Statistische Versuchsplanung zur Erzeugung eines repräsentativen Datensatzes
  - Datenerzeugung durch systematische Versuchsfahrten mit dem DigitalSOW Versuchsträger
  
- **Aufbereitung der Datensätze und Bereitstellung eines nachbearbeiteten Datensatzes**  
(01.08.2024 – 30.09.2024)
  - Sichtung der Datensätze
  - Filterung und Normierung der Daten, Integration in eine Echtzeitdatenauswertung
  - Erzeugung eines nachbearbeiteten Datensatzes zur Algorithmenentwicklung

- **Integration, Fusion und Auswertung der Bathymetriedaten** (01.07.2024 – 31.12.2024)
  - Fusion der Bathymetriedaten mit:
    - hochgenauer Position des Versuchsträgers
    - vorhandenen Daten zur Unterwassertopologie aus ENC-Karten
    - Maschinendaten des Antriebs- und Energiesystems vom DigitalSOW-Versuchsträger
  - Algorithmenentwicklung zur Auswertung der fusionierten Echtzeitdaten
  - Ableitung von Handlungsempfehlungen
  - Weiterentwicklung und Anwendung der Algorithmen (Erstellung von Kartenmaterial/SLAM, Vorhersage der Fahrzeugdynamik, Vorhersage des Energieverbrauchs)
- **Übertragung von Bathymetriedaten an landseitige Systeme oder andere Verkehrsteilnehmer** (01.10.2024 – 31.12.2024)
  - Entwicklung einer Datenstruktur für eine effiziente Übertragung
  - Demonstration der Datenübertragung in die vorhandene Kommunikationsinfrastruktur des Vorhabens

# AP 7000: Heading- und Bugsensor

- Entwicklung einer Multimedia-Korrekturdatenbox
- hohe Verfügbarkeit der SAPOS-Korrekturdaten entlang der Wasserstraße
- kombinierte Sensoreinheit am Bug des Schiffes zur präzisen 3D-Positionierung
- Höhenbestimmung des Wasserspiegels
- Übertragung der Bugsicht an das Assistenzsystem



## AP 7000: Heading- und Bugsensor

---

- AP 7100: Hardwareentwicklung Korrekturdatenbox
- AP 7200: Generierung eines vereinten Korrekturdatenstromes (Merger)
- AP 7300: Auswahl und Erprobung Einzelsensoren (Bugsensor)
- AP 7400: Systementwicklung und Fertigung Bugsensor
- AP 7500: Test und Inbetriebnahme
  
- Ergebnisse:
  - Demonstrator Korrekturdatenbox
  - Demonstrator Bugsensor

- Entwicklung eines bordseitigen Assistenzsystems zur Unterstützung des Schiffsführers
- Aufbereitung bzw. Interpretation der durch die Projektpartner bordseitig bereitgestellten Informationen zur
  - Schiffs- und Verkehrslage und Fahrrinne
  - der Schiffsdaten
  - der landseitig bereitgestellten Informationen zur Befahrbarkeit der Wasserstraße
  - Routeninformationen



## AP 8000: Assistenzsystem

- AP 8100: Realisierung Benutzeroberfläche
- AP 8200: Umsetzung Interface Sensorinformationen
- AP 8300: Umsetzung Interface Schiffsdaten
- AP 8400: Umsetzung Interface Leitzentrale
- AP 8500: Umsetzung der Assistenzfunktionen
- Ergebnisse:
  - Assistenzsystem als Demonstrationssystem
    - Schnittstellen zu den Bordsystemen
    - Schnittstelle zur Leitzentrale
    - läuft auf Embedded-Rechner
    - steht für praktische Feldtests bereit



- Erprobung der Funktionalität mit den Versuchsträgern und Testschiffen im digitalen Testfeld an der SOW
- AP 9100: Test und Inbetriebnahme Gesamtsystem
- AP 9200: Ausstattung von Testschiffen
- AP 9300: Betreuung und Betrieb des Testfeldes
- Ergebnisse
  - Demonstration der funktionsfähigen Sensorik und des Assistenzsystems
  - Weiterbetrieb des digitalen Testfeldes SOW und des Versuchsträgers bis zum 31.12.2024



# Übergabe des Förderbescheids von SensorSOW (28.06.2022)



## 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)

