

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Abschlussveranstaltung DigitalSOW

Digitales Testfeld für automatisierte und autonome Binnenschifffahrt auf der Spree-Oder-Wasserstraße (SOW)

Berlin, 21.06.2024



# Agenda

1. Begrüßung und Einführung
2. Grußwort des BMDV
3. Vorstellung der Projektergebnisse
4. Zukünftige Nutzung des Testfeldes und des Versuchsträgers
5. Imbiss und Networking
6. Taufe des Versuchsträgers
7. Live-Demonstrationen

# Agenda

1. Begrüßung und Einführung  
Jürgen Alberding, Alberding GmbH
2. Grußwort des BMDV
3. Vorstellung der Projektergebnisse
4. Zukünftige Nutzung des Testfeldes und des Versuchsträgers
5. Imbiss und Networking
6. Taufe des Versuchsträgers
7. Live-Demonstrationen

- 1994 – Gründung als GeoSurvey GmbH in Leipzig
  - *Vertrieb von Trimble GPS Positionierungssystemen*
- 2003 – Neuausrichtung und Umzug nach Brandenburg
  - *Ausgliederung der Trimble Vertriebspartie (neue GeoSurvey)*
  - *Beginn eigener GNSS-Softwareentwicklungen*
- 2024 – Technologieunternehmen (KMU) mit Firmensitz in Wildau
  - *17 Mitarbeiter (15 Ingenieure)*



## Leistungsspektrum:

Software, Sensoren, Systeme und Services für **automatisierte** Anwendungen der **präzisen** GNSS-Positionierung und Datenübertragung (Server/Client)

## Anwendungsbereiche:

Agrar- und Bauwirtschaft, Bergbau, **Binnenschifffahrt**, Forst, Geomonitoring, GIS, Verkehr und Vermessung



# Aktivitäten im Bereich Binnenschifffahrt

## Landseitige Dienste (seit 2010):

- Bereitstellung und Überwachung **integritätsgeprüfter** GNSS-Korrekturdaten (DGNSS, RTK, PPP)
- Bereitstellung von **Wasserstraßeninformationen**
- **Codierung** und Aussendung der Daten über AIS
- **Tracken** der Schiffe auf digitalen Karten (IENC)

## Sensorhardware (Telemetrie & Positionierung):

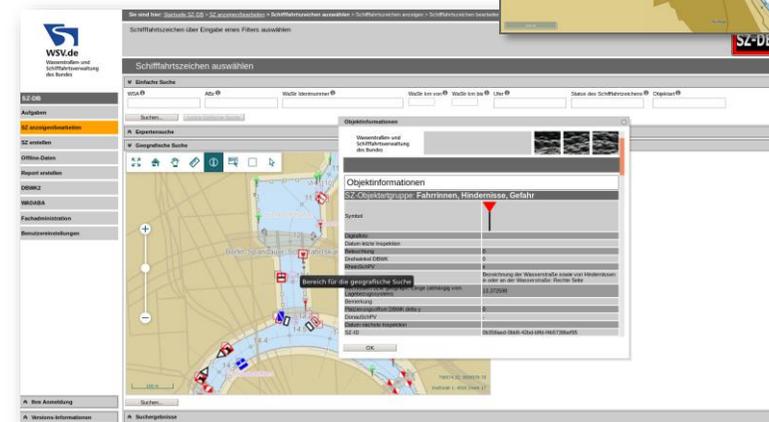
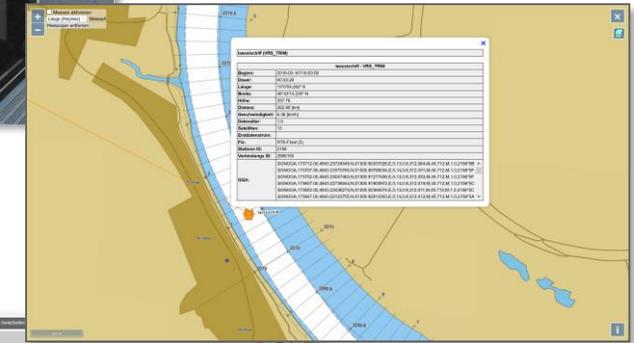
- Sensorsystem für die präzise **Positionierung, Richtungsbestimmung** und **Maschinendatenerfassung**

## Schifffahrtszeichendatenbank (SZ-DB):

- 2018 – 2025: **Weiterentwicklung** und **Pflege** der Schifffahrtszeichendatenbank (SZ-DB)

## F&E-Projekte:

- 2015 – 2018: LAESSI (BMW)
- 2018 – 2020: SCIPPER (BMW)
- 2019 – 2023: AutonomSOW I + II (BMDV/mFUND)
- **2021 – 2024: DigitalSOW (BMDV/DTW 1)**
- **2023 – 2025: SensorSOW (BMDV/DTW 2)**
- **2023 – 2025: RUBIN (BMDV/mFUND)**



# Der Weg zum Projektantrag DigitalSOW (1)

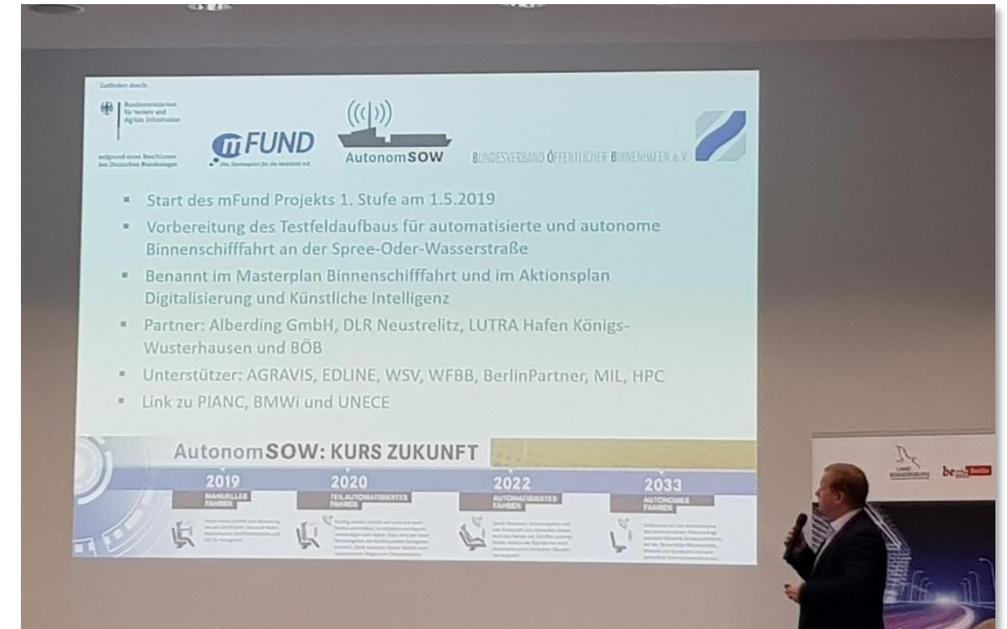
- 2015: Erste Digitalisierungs- und Automatisierungsprojekte im Bereich Binnenschifffahrt
- 2017: Erarbeitung des Masterplans Binnenschifffahrt und des Aktionsplans künstliche Intelligenz
- 2017: WFBB vergibt Auftrag zur Potenzialanalyse für die Wasserstraßen der CEMT-Klasse III in der Region Berlin-Brandenburg
- 2018: WFBB bringt J. Alberding mit B. Kluge und M. Fiedler zusammen -> „Infrastrukturgruppe Wasserstraße“
- 2019: Förderantrag des Projektes AutonomSOW (BMVI, mFUND, Förderlinie 1) – ALB, BÖB,DLR, LUTRA



Auftaktveranstaltung der Initiative „Autonome Verkehrssysteme“  
Wildau, 08.03.2019

## Der Weg zum Projektantrag DigitalSOW (2)

- 2019: Interessenbekundung der Alberding GmbH für ein Infrastrukturprojekt zum Aufbau und Betrieb eines digitalen Testfeldes für automatisierte und autonome Schifffahrt auf der SOW (05.04.2019)
- 2019: WFBB bringt die Gruppen „Infrastruktur“ und „Autonome Schiffseinheit“ (SVA Potsdam, BEHALA, TU Berlin, ...) zusammen
- 2020: Projekt AutonomSOW wird erfolgreich abgeschlossen (ALB, BÖB, DLR, LUTRA)
- 2020: Erfolgreiche Bewerbung des mFUND Förderlinie II Projektantrags (AutonomSOW II) – Projektkonsortium um die TU Berlin und die BEHALA erweitert



Vorstellung des Projektes AutonomSOW durch Boris Kluge auf der VML Clusterkonferenz am 15.08.2019

## Der Weg zum Projektantrag DigitalSOW (3)

- 31.07.2020: Förderaufruf für den Aufbau und Betrieb digitaler Testfelder an Bundeswasserstraßen
  - 4 x Interessenbekundung aus Brandenburg
  - 2 – 3 Abstimmungsgespräche
  - ALB übernimmt Koordinierung des Antrags
- Zwei Monate Zeit für: Partnersuche, Antragstellung, Setzen der thematischen Schwerpunkte, Aufstellen der Kosten- und Zeitplanung, ...
- Abgabe des Antrags am 30.09.2020 in Aurich
- 18.06.2021 Förderbescheid durch das Bundesamt für Verwaltungsangelegenheiten (BAV)
- Offizieller Projektstart DigitalSOW am 28.09.2021 in Wildau

### Konsortium um Wildauer Firma will Binnenschifffahrt revolutionieren

Klein, autonom, emissionsarm: So könnten Binnenschiffe der Zukunft aussehen. Ein großes Forschungsteam arbeitet in den nächsten zwei Jahren auf der Spree-Oder-Wasserstraße an dieser Vision, koordiniert von der Wildauer Firma Alberding.



Auszug aus einem Artikel der Märkischen Allgemeinen Zeitung (MAZ, Dahme Kurrier) vom 26.08.2021

## Danke Boris!!!!

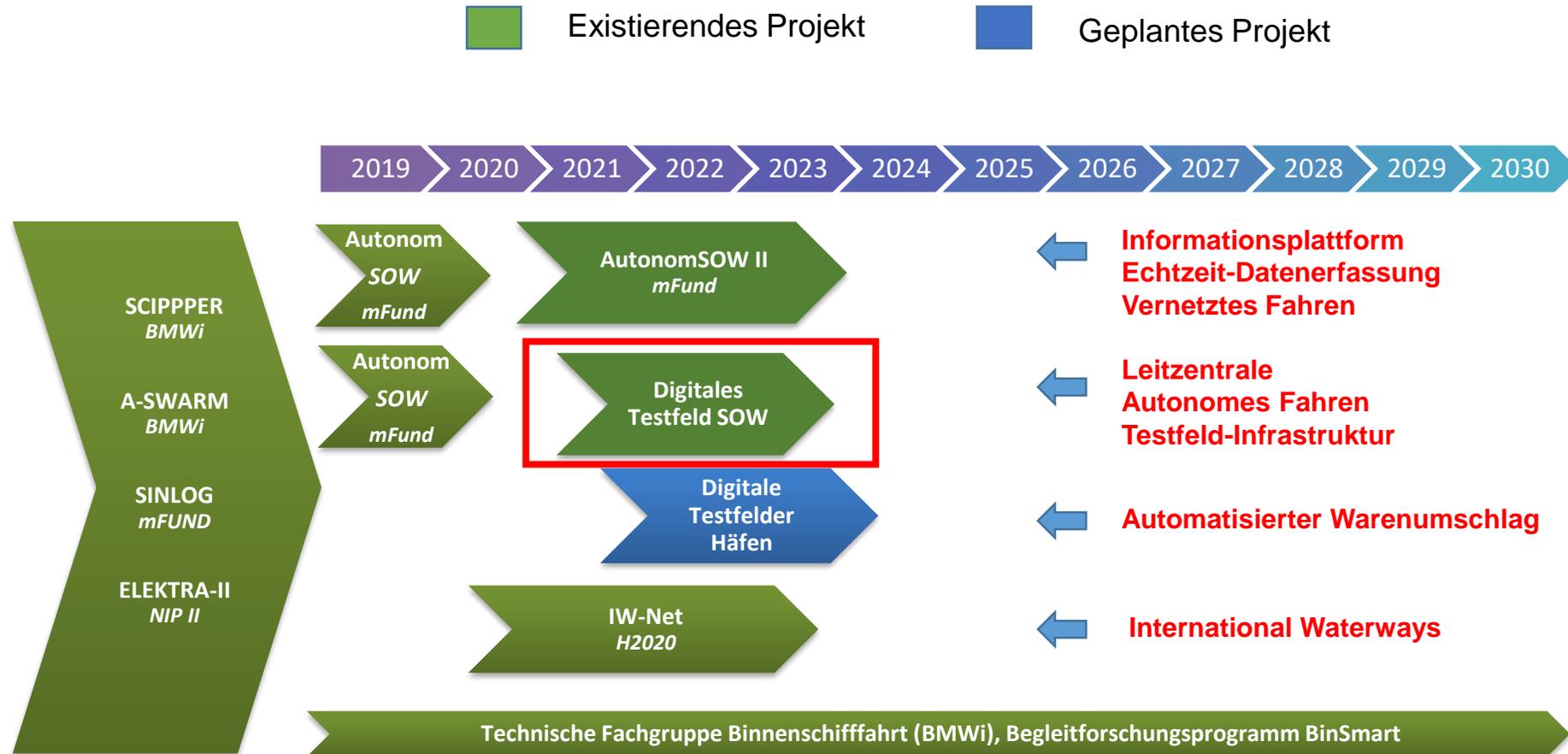
Boris Kluge hat als Geschäftsführer des Bundesverbandes Öffentlicher Binnenhäfen e.V. die Projekte zur Digitalisierung der Spee-Oder-Wasserstraße mit initiiert.

Er verstarb plötzlich und unerwartet mit nur 44 Jahren am 31.10.2019 in Berlin.

Wir sind ihm zu großem Dank verpflichtet und werden ihn und seine geleistete Arbeit nicht vergessen!



# Wasserstraßenprojekte in der Region Berlin (2020)



**SCIPPER:** PPP-RTK, AIS-VDES, Schleusen

**SINLOG:** Digitale Frachtdokumente

**A-SWARM:** Automatisiertes Fahren (kleine Einheiten)

**ELEKTRA II:** Elektrische Antriebe

- Gefördert über den 1. Förderaufruf „Digitale Testfelder an Bundeswasserstraßen“ (BMDV 2020)
- Projektstart: 21.06.2021
- Laufzeit: ca. 36 Monate (bis 30.06.2024)
- Projektförderung ~4,5 Mio. €
- Projektpartner:
  - Alberding GmbH (Konsortialführer)
  - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
  - Schiffbau-Versuchsanstalt Potsdam GmbH
  - Technische Universität Berlin, EMBS
  - Universität Rostock, Institut für Automatisierungstechnik
  - Verein für Europäische Binnenschifffahrt und Wasserstraßen

=> Sechs Partner mit **langjähriger Erfahrung** und **unterschiedlichen Kompetenzen** im Bereich Binnenschifffahrt



# DigitalSOW – Drei Themenkomplexe werden bearbeitet

## Transportprozessmodell

- Identifizierung und Einbeziehung der Nutzeranforderungen
- Definition eines Transportprozessmodells für den Bereich Citylogistik

## Umschlag- & Ladeinfrastruktur

- Infrastruktur zum automatisierten Anlegen und Umschlag (Mikrohubs)
- Infrastruktur für das Aufladen von batteriegetriebenen Schiffen

## Automatisiertes Fahren

- Identifikation des Bewegungsverhaltens
- Automatisierte Bahnführung
- Schleusen- und Brückenanfahrt
- Automatisiertes Anlegen

BERLINER WESTHAFEN

BERLIN

FÜRSTENWALDE

HAFEN KÖNIGS WUSTERHAUSEN

## Versuchsträger

- Entwicklung und Fertigung eines, auf das Testgebiet und die Aufgabenstellung angepassten Versuchsträgers mit elektrischen Antrieben

## Leitzentrale

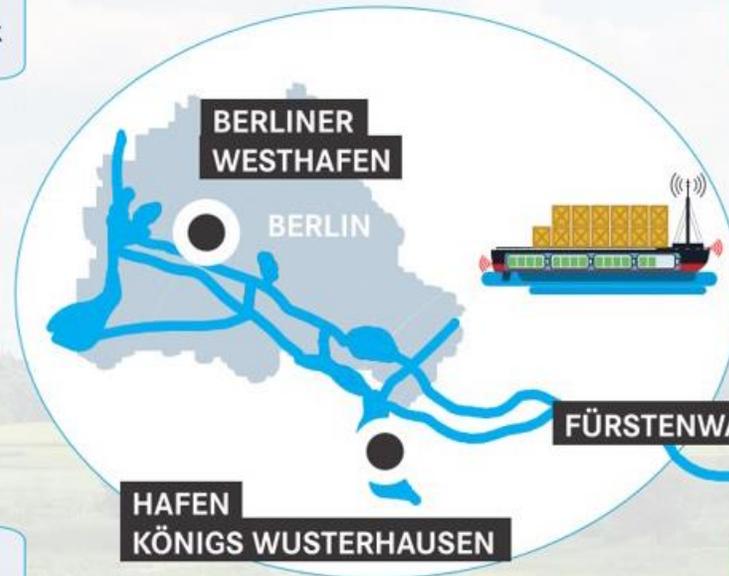
- Verkehrsüberwachung (Kamera, AIS)
- Fernsteuerung des Versuchsträgers
- Kommunikation mit den Schiffen und der Informationsplattform (Vernetzung)

## Testfeldinfrastruktur

- Landseitige Sensorik zur Schiffslage- und Durchfahrtshöhenbestimmung
- Kommunikationsinfrastruktur Schiff zu Leitzentrale und Schiff zu Schiff
- Aktuelle Daten zur Wasserstraße

## Bordseitige Technik

- Modernste Sensorik für die Schiffslagebestimmung und -umfelderfassung
- Redundante Positionsbestimmung (Sensorfusion, R-Mode)
- Steuerung des Versuchsträgers



# Agenda

1. Begrüßung und Einführung
2. **Grußwort des BMDV**
  - Nicole Langrock BMDV
3. Vorstellung der Projektergebnisse
4. Zukünftige Nutzung des Testfeldes und des Versuchsträgers
5. Imbiss und Networking
6. Taufe des Versuchsträgers
7. Live-Demonstrationen

## 3. Vorstellung der Projektergebnisse

- Transportlogistikkonzepte für Metropolregionen
- Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik
- Automatisierter Umschlag und Energieversorgung
- Hochgenaue Positionierung & Umfelderkennung für automatisiertes Anlegen
- Backuppositionierung
- Automatisiertes Fahren und Anlegen
- Verkehrs- & Fernsteuerzentrale

## 3. Vorstellung der Projektergebnisse

- Transportlogistikkonzepte für Metropolregionen

Marcel Lohbeck, VBW

- Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik
- Automatisierter Umschlag und Energieversorgung
- Hochgenaue Positionierung & Umfelderkennung für automatisiertes Anlegen
- Backuppositionierung
- Automatisiertes Fahren und Anlegen
- Verkehrs- & Fernsteuerzentrale

# Transportprozess Citylogistik und Infrastruktur

Ziel des Arbeitspaketes - **Transportprozess Citylogistik:**

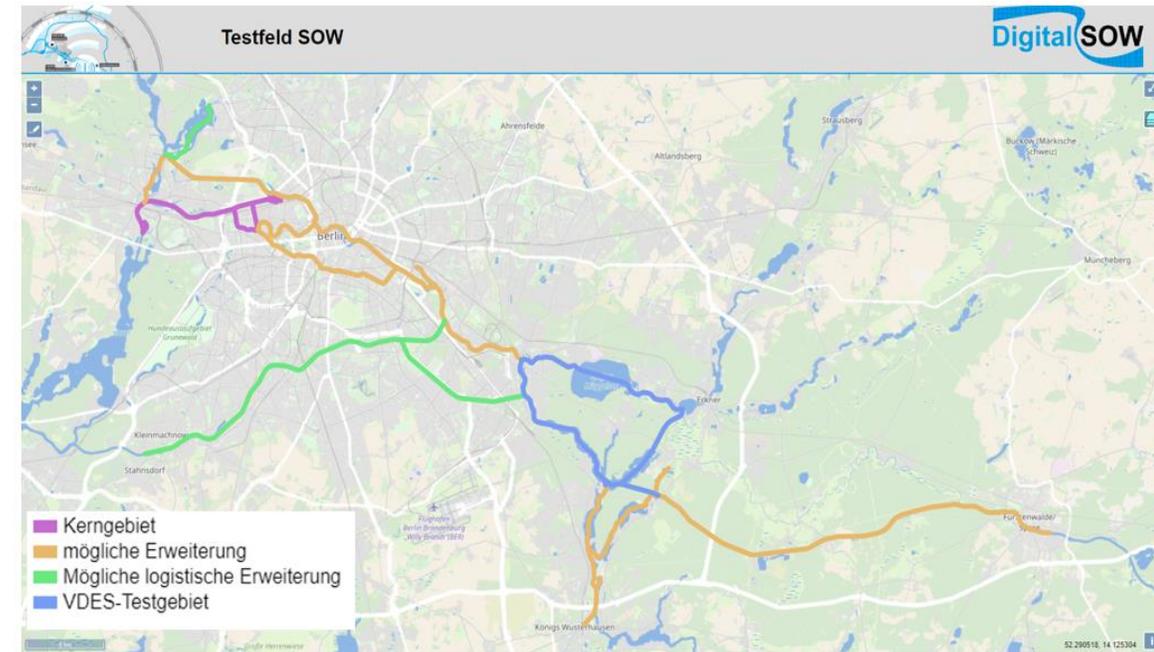
- Analyse der Nutzeranforderungen an das Testfeld
- Identifizierung konkreter Abschnitte der Wasserstraße für die Einrichtung des Testfeldes
- Prozessmodel zum Anlegen, Festmachen und Umschlag
- Erarbeitung eines Transportprozessmodells basierend auf die Rahmenbedingungen in der Region



# Das Testfeld

## Nutzung vorhandener Infrastruktur

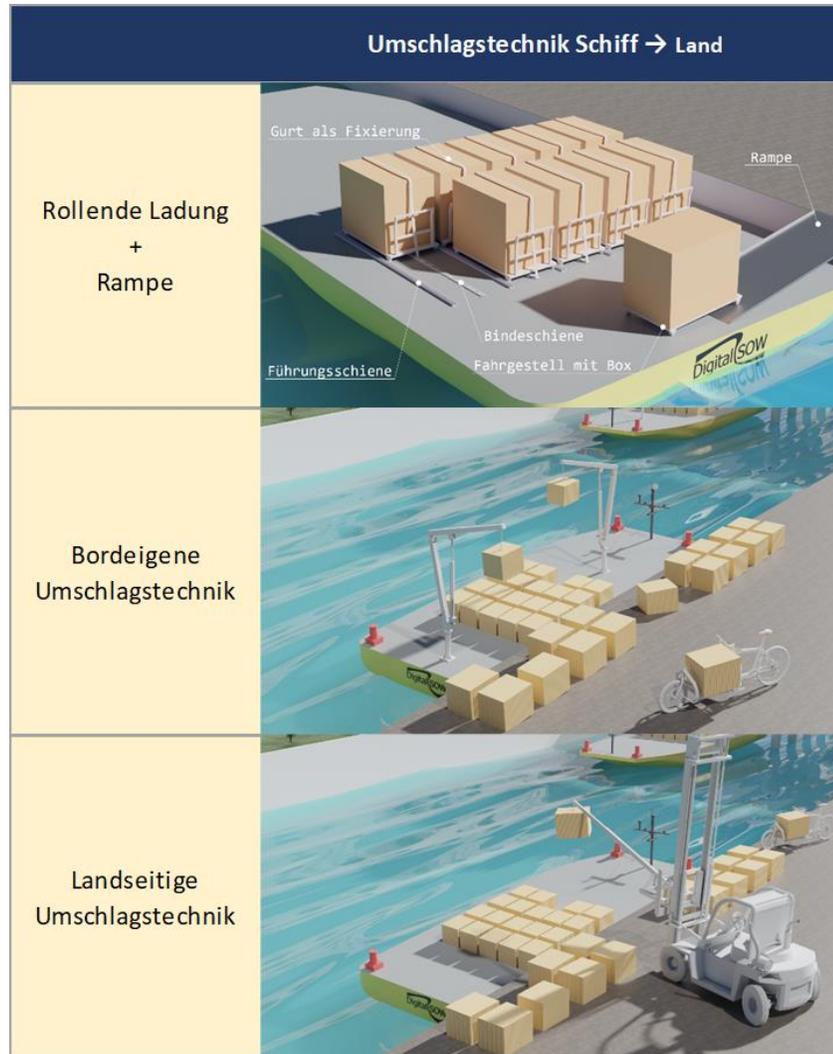
- Dichtes Wasserstraßennetz mit geringer Auslastung
- Mehrere trimodale Häfen in Berlin und Brandenburg
- **Geografische und technische Anforderungen:** Spezifische Anforderungen wurden festgelegt, die Netzwerkverfügbarkeit, physische Infrastruktur und Nähe zu Logistikpartnern umfassen, und bieten vielfältige Nutzungsmöglichkeiten des Testfeldes.
- **Testfeld-Kernbereich:** Das Kerngebiet des Testfeldes erfüllt alle notwendigen Voraussetzungen, einschließlich spezifischer Infrastrukturen wie Antennenstandorte und Hafenanlagen, und ermöglicht diverse Testschwerpunkte.
- **Erweiterungsmöglichkeiten:** Die Erweiterung des Testfeldes ermöglicht eingehendere Tests spezieller Aspekte und die Verbindung verschiedener Teststrecken zur Reichweitenerhöhung.
- **Grundlage für autonome Binnenschiffe:** Durch die Identifizierung des Testfeldes wurde eine Basis für die Förderung autonomer Binnenschiffe in urbanen Gewässern geschaffen, die für zukünftige Entwicklungen genutzt werden kann.



# Nutzeranforderung an das Testfeld und die künftige Citylogistik

Kategorien	Basisvoraussetzungen	Erfolgsfaktoren	Optionale Bedingungen
technisch	Verfügbarkeit der Wasserstraßeninfrastruktur, zugängliche Ladestellen, störungsfreie ausreichende Mobilfunkabdeckung	klimafreundliche Antriebstechnik geringe Lärmimmissionen	
logistisch	Skalierbarer Versuchsträger und Durchführung von realen Versuchen, Güterflexibilität des Verkehrsträgers, standardisierte Ladeeinheiten	Multimodale Anschlussfähigkeit Digitale Vernetzung der Transportteilnehmer (Versand, Transportüberwachung) Datenaustausch	Automatisierung des Umschlags, Tools zur Routenoptimierung, Beladung, Datenaustausch und Datenanalyse
Sicherheit	Fernsteuerung, Notfallsteuerung/-abschaltung Cybersicherheit		Fähigkeit zum Umschlag von ADN-Gütern
Regulatorik	ausreichender Rechtsrahmen, d.h. Experimentierklauseln, schrittweise Vorschriftenentwicklung (Verkehrs- Ausrüstungs- und Haftungsvorschriften)		
Wirtschaftlichkeit	Selbstständiges, automatisiertes Fahren	Nutzbarkeit vorhandener Umschlagsprozesse,	finanzielle Anreize für den Transport auf der Wasserstraße
Benutzerfreundlichkeit			Interaktive Karte des Testfeldes, digitale Testfeld-Community

# Anlegen, Festmachen, Umschlag



## Innovation in der Schifffahrt:

Durch den Einsatz moderner Technologien wie GNSS (Global Navigation Satellite System) für genaue Positionierung und den Einsatz automatischer Festmacheinrichtungen, wie Elektro-Permanent-Magneten, für sicheres Anlegen, werden Präzision und Sicherheit erhöht, was die Effizienz des gesamten Anlegevorgangs steigert.

## Verbesserungen im Ladungsumschlag:

Bisher ist ein landseitiger Umschlagsbetrieb mit herkömmlichen Geräten und Fahrzeugen vorgesehen.

Die Einführung des rollenden Ladungsumschlags, unterstützt durch automatisierte Systeme und Rampen, könnten den Transportprozess zwischen Schiff und Land effizienter gestalten. Diese Methode bietet erhöhte Flexibilität und Sicherheit, insbesondere bei schweren Lasten, und ermöglicht eine effektive Integration in die städtische Logistikkette und die Bewältigung der Herausforderungen der letzten Meile.

## Herausforderungen

Keine einheitlichen Standards der Transportbehälter für die letzte Meile.

# Simulation: Tatsächlicher Anwendungsfall ADM

## Ausgangssituation:

**Platzmangel bei ADM:** Das ADM-Werk am Spandauer Südhafen hat zu wenig Lagerkapazitäten, täglich müssen 3-5 LKW-Ladungen nach Velten transportiert werden.  
**Lager in Velten:** Das Velten-Lager liegt günstig an der Wasserstraße.

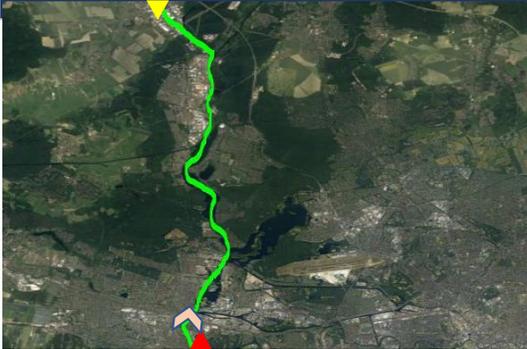
**Simulationsziel:** Ziel ist es, die LKW-Transporte auf die Wasserstraße zu verlagern, unter

**Verpackung und Ladung:** Europaletten sind der Hauptladungsträger

	Distanz km	Zeit	Personaleinsatz	Verbrauch	Einheit	Gewicht (in Tonnen)**
<b>LKW</b>	18,5	00:45	1 LKW Fahrer	7,6	Diesel*	12
<b>Versuchsträger</b>	20	02:35	0	221	kWh	12

\*Annahme von BGL : Euro VI LKW durchschnittlicher Verbrauch im Nahverkehr auf 100 Km = 41 Liter

\*\*20 Europaletten jeweils 600 KG

Route	Von ▲	Nach ▼	Gesamtdistanz (m)	Gesamtdauer* (h:min:s)	Fahrdauer** (h:min:s)	Fahrdauer (ohne Stop)	Wartezeit an der Schleuse (min)	Anzahl Schleusen ▶	Energiebedarf (Kwh)
	Südhafen Spandau	Veltenener Hafen	20.461	03:16:57	02:35:37	02:15:30	20	1	134

\* Inklusive Be- und Entladen sowie Schleusenzeit

\*\* Inklusive Schleusenzeit ohne Be- und Entladen

## 3. Vorstellung der Projektergebnisse

- Transportlogistikkonzepte für Metropolregionen
- Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik  
Dr. Christian Masilge, SVA Potsdam
- Automatisierter Umschlag und Energieversorgung
- Hochgenaue Positionierung & Umfelderkennung für automatisiertes Anlegen
- Backuppositionierung
- Automatisiertes Fahren und Anlegen
- Verkehrs- & Fernsteuerzentrale

## **AP 6000 – Versuchsträger für Citylogistik und Autonomes Fahren**

Das Ziel dieses Arbeitspakets ist der Entwurf, der Bau und die Bereitstellung von zwei Versuchsträgern, die zum einen der Erprobung der Testfeldumgebung dienen sollen und zum anderen als Plattformen für Drittprojekte dienen sollen. Die Versuchsträger sind modular aufgebaut und können sowohl im Zweierverbund agieren als auch zu größeren Einheiten zusammengekoppelt und wieder entkoppelt werden.

### **DigitalSOW:**

- Entwicklung eines multifunktionalen Versuchsträgers, Kombination mit A-SWARM soll möglich sein
- Separates Bug- und Heckteil mit eigenständigen Propulsionseinrichtungen, die ein bahngeführtes Fahren bis hin zur Entwicklung autonomer Systeme ermöglichen
- Leistungsfähige Antriebe im Heckteil für die Streckenfahrt des zusammengekoppelten Schwarms
- Einziehbare Bugpropulsoren für eine energieoptimierte Streckenfahrt
- „Offene“ Struktur mit vielfältigen Möglichkeiten für zukünftige Projekte

## Motivation Citylogistik:

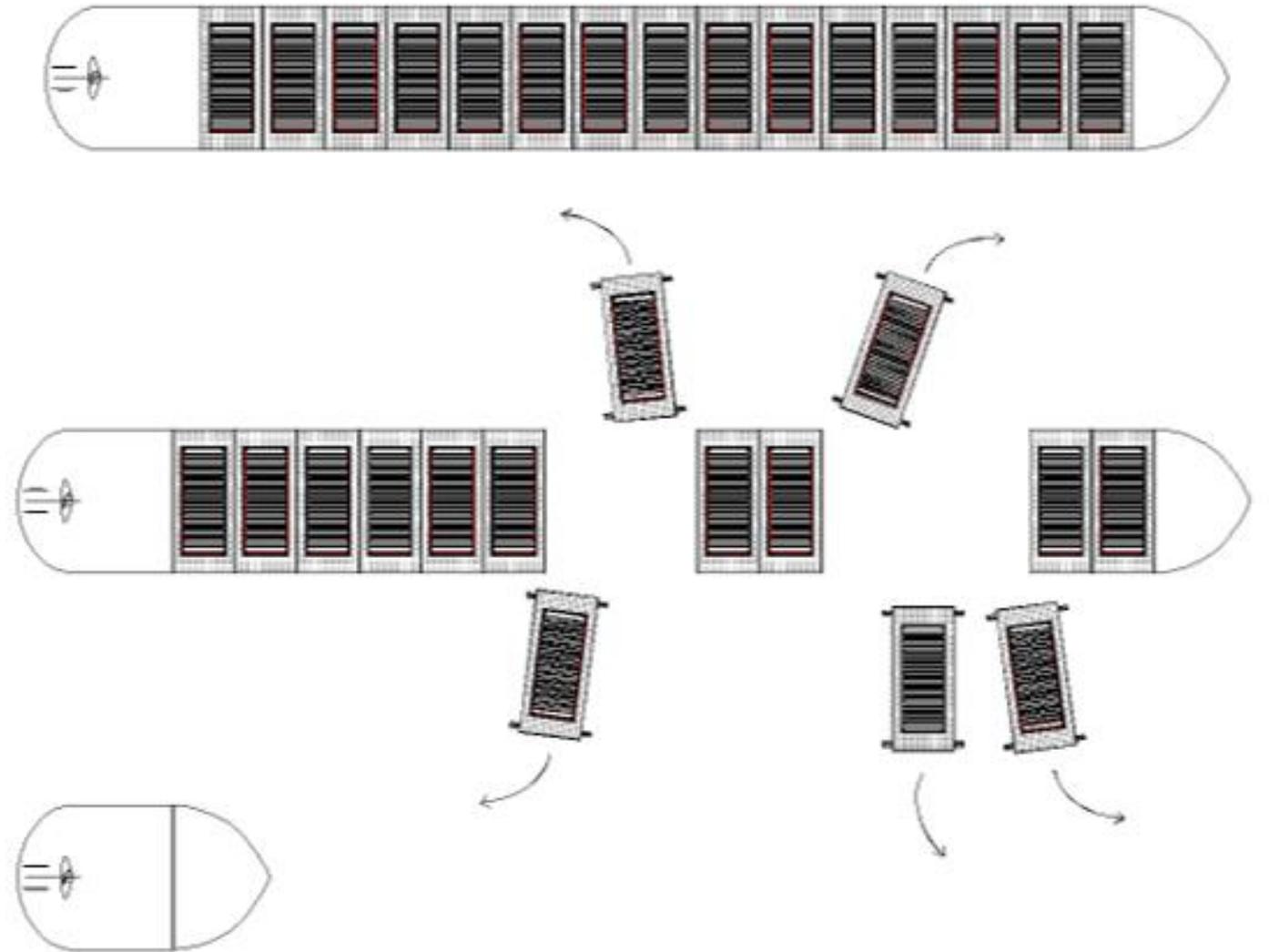
- Freie Kapazitäten auf Wasserstraßen in Metropolenregionen
- Kleinere Transportmengen, Stückgut
- Erschließung neuer (alter) Transportwege
- Elektrisch, sensorisch, emissionsfrei, dezentral
- Lärmarm
- Perspektivisch autonomer 24/7-Betrieb



## Schwarmtechnologie:

Schubschiffahrt neu gedacht:

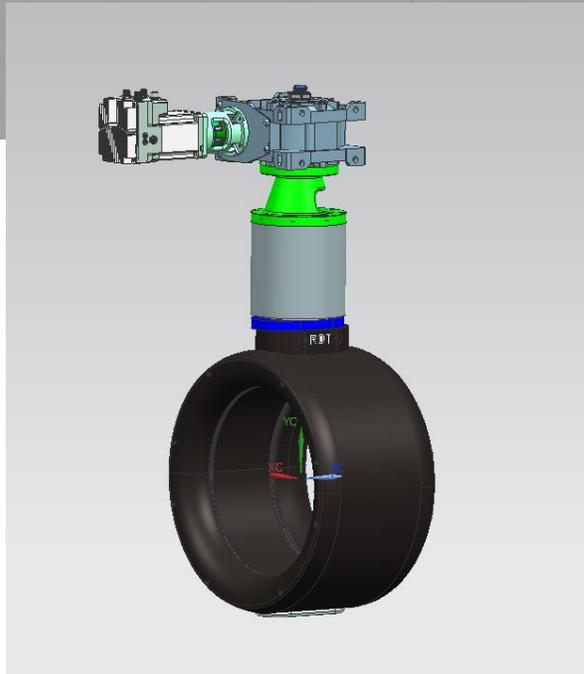
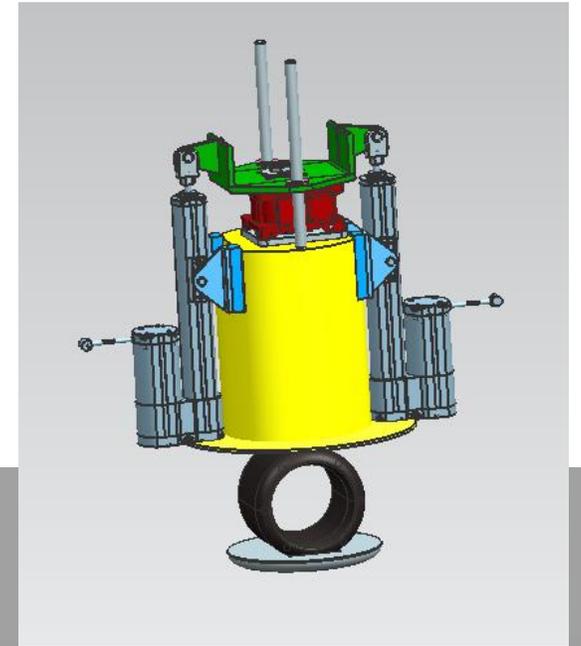
- In der Streckenfahrt werden alle Units zusammengekoppelt
- Beim Erreichen der Zielregion „zerfällt“ der Schwarm bedarfsgerecht
- Die einzelnen Units fahren automatisch/autonom zur Destination
- Der Umschlag wird ebenfalls automatisiert



## Schwarmtechnologie

- (+) Kleine Einheiten für „vorletzte Meile“ -> hohe Flexibilität, neue Güter
- (-) Viele kleine Einheiten -> hohe Verkehrsbelastung der Wasserstraße
- (+) Zusammenfassung zu einem Schwarm: Reduzierung der Objektanzahl
- (+) Verminderung des Gesamtenergieaufwandes, sofern:
  - geringe Zusatzwiderstände an den Koppelungsstellen
  - günstige Propulsionsdaten im gekoppelten Zustand
- (+) Ladung Behälter und Waren jeglicher Art bis 20' - Container
- (+) Ein- und Auskoppeln von Energie-Units

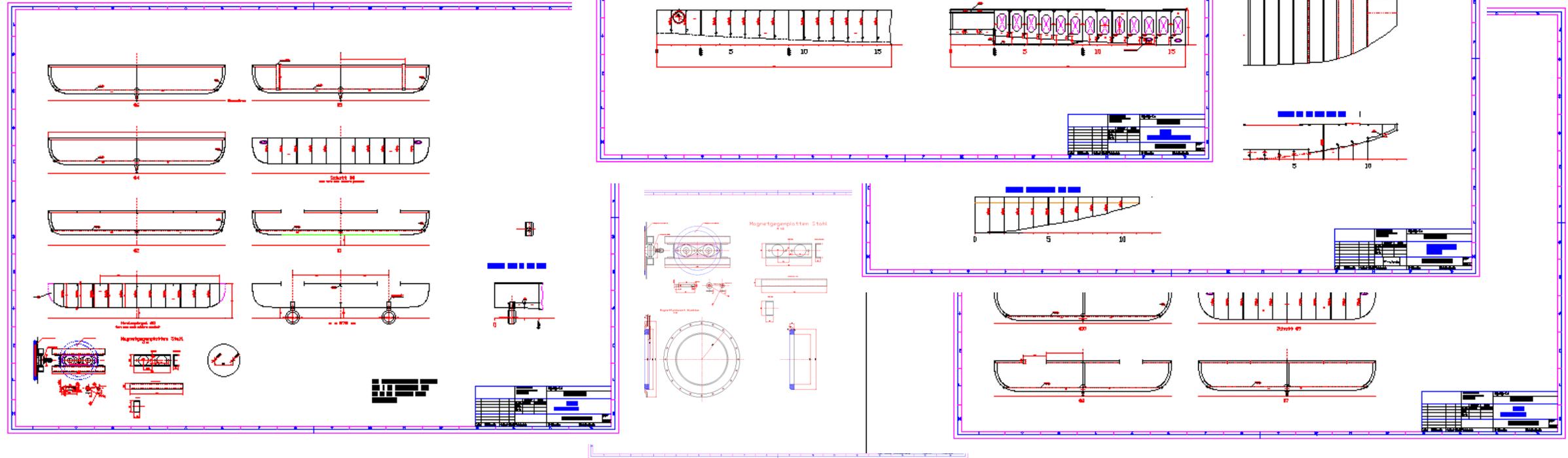
# Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik



# Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik

## Schiffbauliche Konstruktion:

Aluminium AlMg5, AlMgSi4.5Mn  
5 mm Wandstärke



# Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik



# Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik



← Steuerbord – Bugantrieb 5 kW



Backbord – Heckantrieb 25 kW →

# Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik



$L_{\text{üa}}$	14 m
$B_{\text{üa}}$	6 m
$P_{\text{Heck}}$	50 kW
$P_{\text{Bug}}$	10 kW

## 3. Vorstellung der Projektergebnisse

- Transportlogistikkonzepte für Metropolregionen
- Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik
- **Automatisierter Umschlag und Energieversorgung**  
    **Enrico Schütz, EBMS TU Berlin**
- Hochgenaue Positionierung & Umfelderkennung für automatisiertes Anlegen
- Backuppositionierung
- Automatisiertes Fahren und Anlegen
- Verkehrs- & Fernsteuerzentrale

# Automatisierter Umschlag und Energieversorgung

## Frage

*Welche innovativen Technologien und Lösungen können dazu beitragen, die Anlegestellen von autonomen Wasserfahrzeugen so zu gestalten, dass sie eine nahtlose Energiebereitstellung, einen automatisierten Güterumschlag und eine effiziente letzte Meile im innerstädtischen Raum ermöglichen?*

## Ziele

- Technische Konzeption der Energiebereitstellung an Anlegestellen für autonome Wasserfahrzeuge.
- Erarbeitung eines technischen Konzepts für den automatisierten Güterumschlag an Anlegestellen.
- Erstellung eines Transportkonzepts für die letzte Meile und Implementierung einer Schnittstelle an Anlegestellen.
- Vorbereitung und Demonstration manueller Umschlagslösungen von Paletten und Fahrradwechselcontainern
- Konzeptionierung der infrastrukturellen Voraussetzungen für automatisiertes An- und Ablegen sowie Festmachen.

# Energieversorgung

## Verdrahtetes Laden



- Geringe Verluste beim Ladevorgang, mechanischer Verschleiß
- Automatisierbar, siehe Zinus Power Port [1] oder FerryCHARGER [2]
- Präzise Ausrichtung des Kabels (meist vertikal) beim anschließen
- Schnellöffnungsmechanismus



## Induktives Laden



- Leichte Verluste durch konduktive Ladung, kein mechanischer Verschleiß
- Automatisierbar, siehe ENRX [3]
- Geringer Abstand zwischen beiden Spulen entscheidend (4mm...500mm)
- Relativbewegung zwischen den Spulen kritisch



## Austausch der Batterien



- Standardisiertes Batterietauschsystem erforderlich
- Optimierte Aufladungszyklen können im Hafen vorbereitet werden
- Platzbedarf auf dem Schiff für Batteriewechsel
- Automatisierbar, siehe SHIFTR [4]

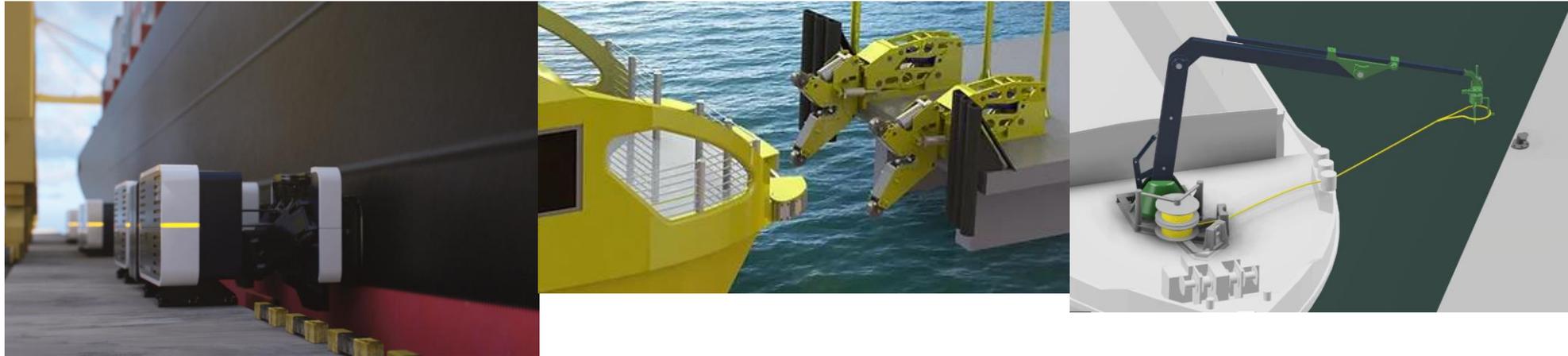


[1] <https://www.ferrycharger.com/en/ferry-charger>

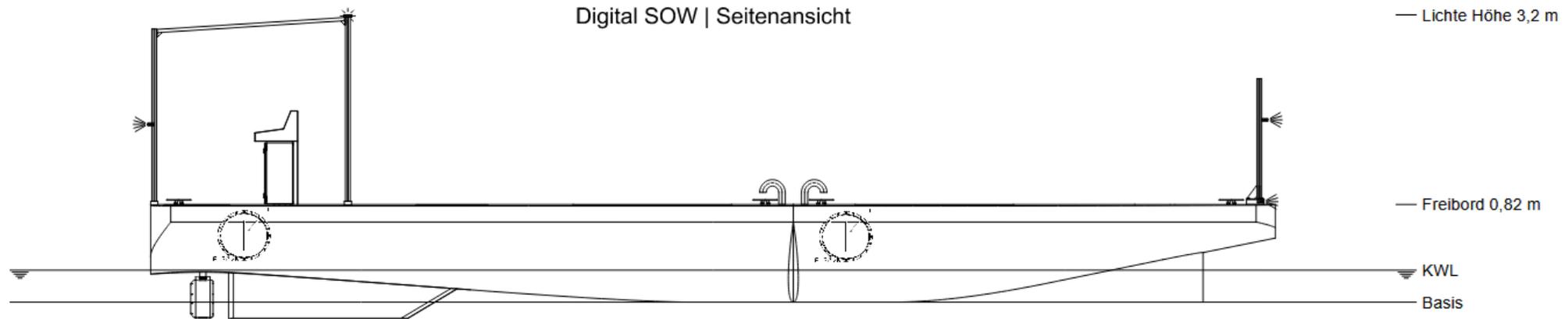
[2] <https://zinuspower.com/product/charging-telescopic-autonomous/#hero>

[3] <https://www.enrx.com/Induction-Applications/Inductive-charging-and-power-applications/Marine-and-ships>

[4] <https://shiftr.no/>

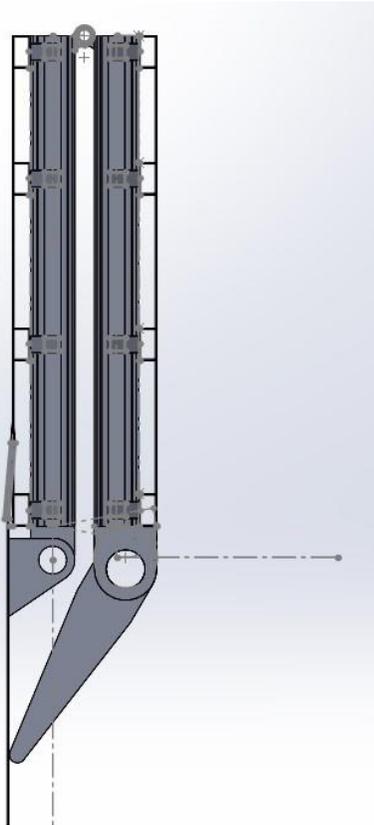
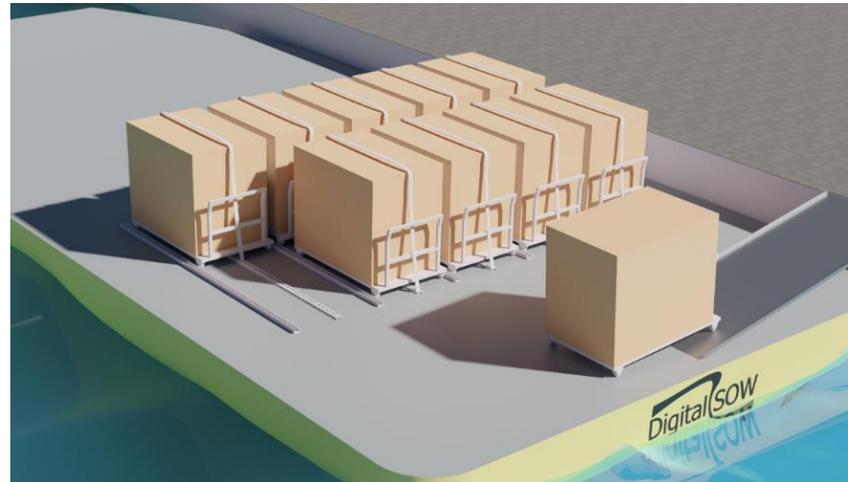


Digital SOW | Seitenansicht



# Transportkonzept und Umschlagsmethodik

- Bi-faltbares Rampendesign für die Schnittstelle zwischen Hafen und Schiff



# Transportkonzept und Umschlagsmethodik

## Bi-faltbares Rampendesign für die Schnittstelle zwischen Hafen

1. Jedes Teil ist ungefähr 1,5 m lang und 2m breit
2. +/- 10° Neigung
3. Tragfähigkeit: 2 Tonnen

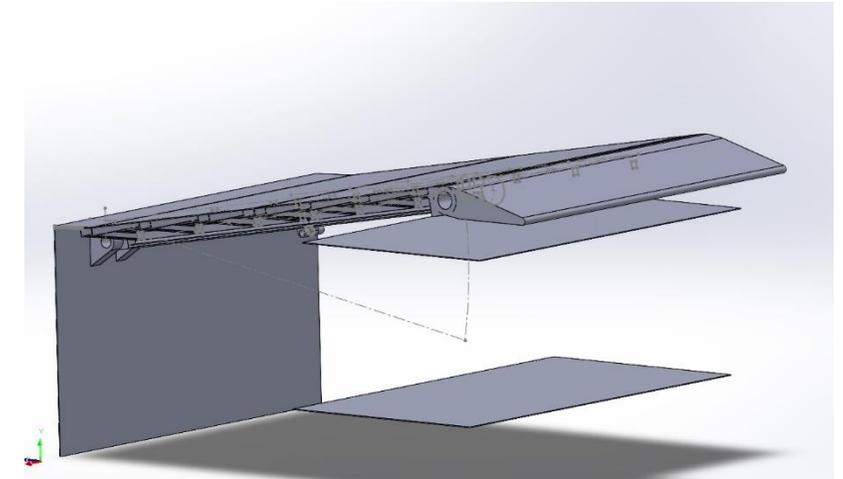


Abbildung a. Die Bi-Faltrampe mit Schnittstellen (+10-Grad-Position)

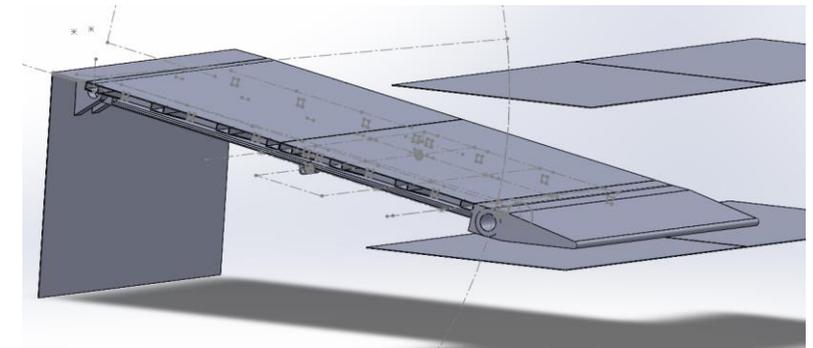
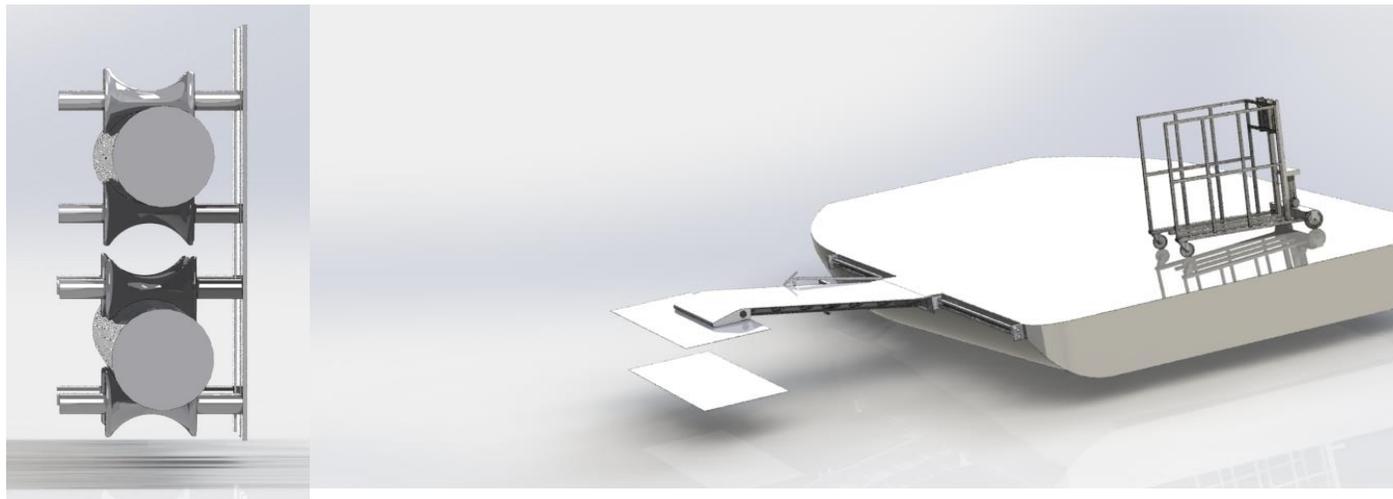


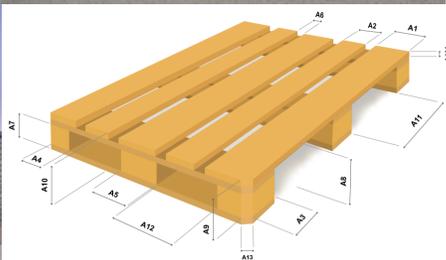
Abbildung b. Die Bi-Folding-Rampe mit Schnittstellen (-10-Grad-Position)



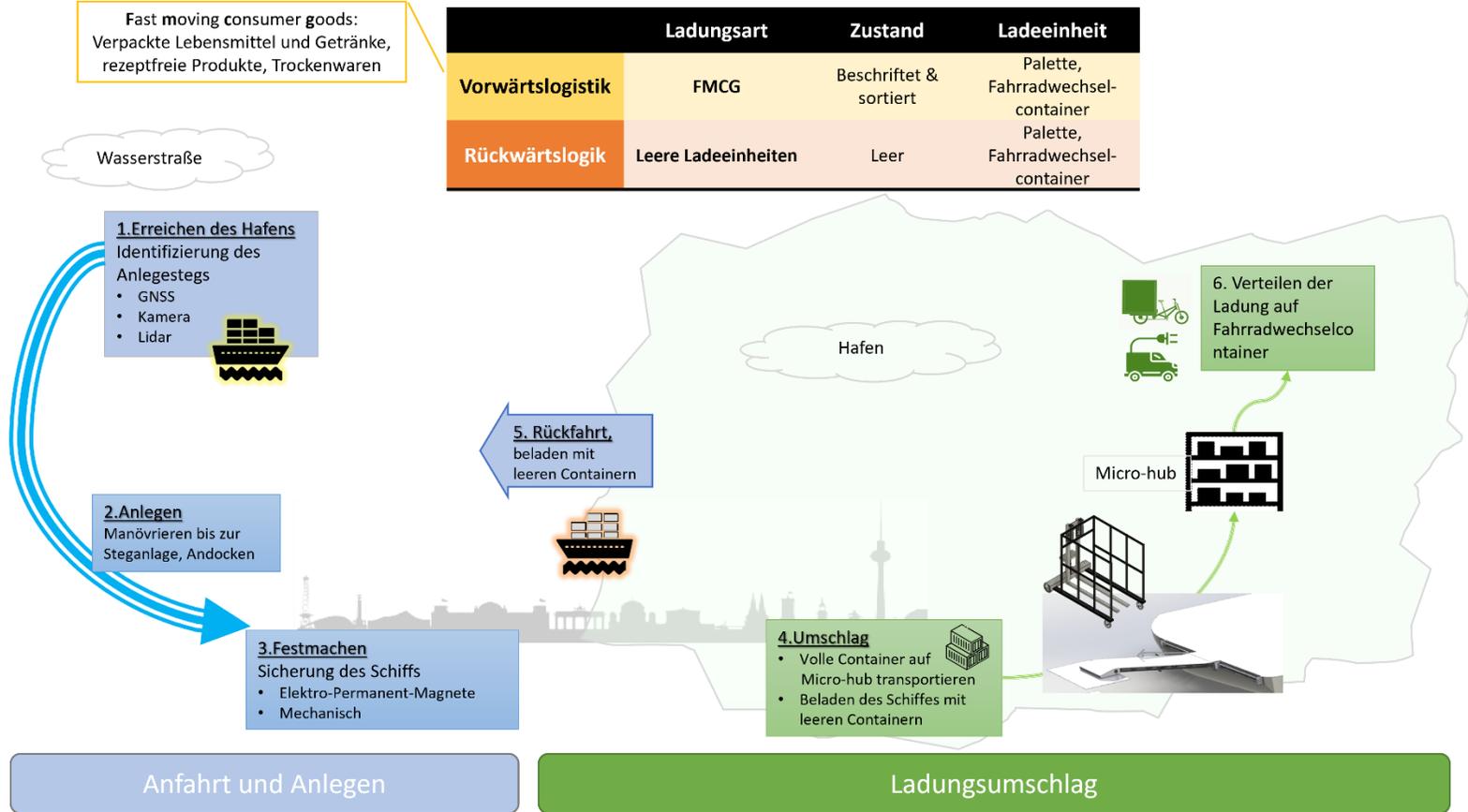
# Transportkonzept und Umschlagsmethodik



Innen L 166cm B 72cm H 168cm  
 Außen L 170cm B 80cm H 175cm



Fast moving consumer goods:  
 Verpackte Lebensmittel und Getränke,  
 rezeptfreie Produkte, Trockenwaren



	Ladungsart	Zustand	Ladeinheit
<b>Vorwärtslogistik</b>	FMCG	Beschriftet & sortiert	Palette, Fahrradwechselcontainer
<b>Rückwärtslogik</b>	Leere Ladeeinheiten	Leer	Palette, Fahrradwechselcontainer

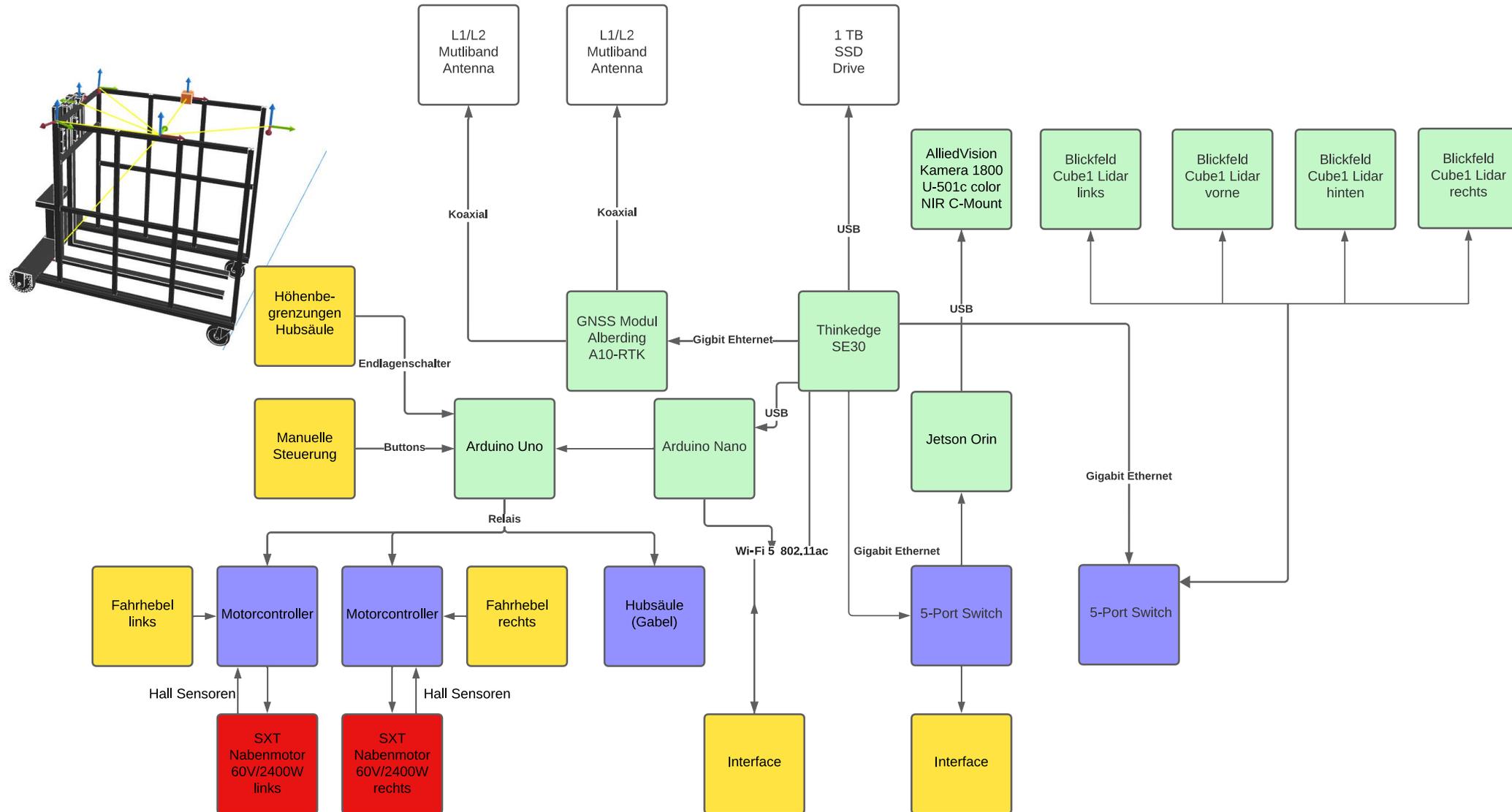
# Transportkonzept und Umschlagsmethodik

## Fahrerloses Transportsystem für den automatisierten Umschlag

- Das Transportsystem ist mit zwei passiven Lenkrollen (vorne) und zwei Antriebsrädern (hinten) betrieben. Das Manövrieren erfolgt durch eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen den hinteren Antriebsrädern.
- Die Gabelzinken werden über eine Hubsäule auf dem hinteren Teil des Systems bewegt.
- Tragfähigkeit: 250 kg, Ladung: Fahrradcontainer / Europalette



# Transportkonzept und Umschlagsmethodik





## 3. Vorstellung der Projektergebnisse

- Transportlogistikkonzepte für Metropolregionen
- Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik
- Automatisierter Umschlag und Energieversorgung
- **Hochgenaue Positionierung & Umfelderkennung für automatisiertes Anlegen**  
Dr. Ralf Ziebold, IKN DLR
- Backuppositionierung
- Automatisiertes Fahren und Anlegen
- Verkehrs- & Fernsteuerzentrale

## Ziel: Hochgenaue und zuverlässige Bestimmung von Position und Lage des Schiffes als Basis für Automatisierung in der Binnenschifffahrt

### Globale satellitenbasierte Positionierung

- Notwendig für Navigation mit elektronischer Karte (inland ENC) Trackpilot ect

#### *Herausforderungen*

- Abschattung + Mehrwegeausbreitung von Satellitensignale in Binnenschifffahrts-umgebungen: Schleusen, Brücken, Häfen
- Geringe Signalstärke=> Jamming Spoofing
- Genauigkeit: Zusammenspiel Genauigkeit der Positionierung + Genauigkeit der Karte

### Relativpositionierung mit Nahbereichssensoren (LIDAR, RADAR)

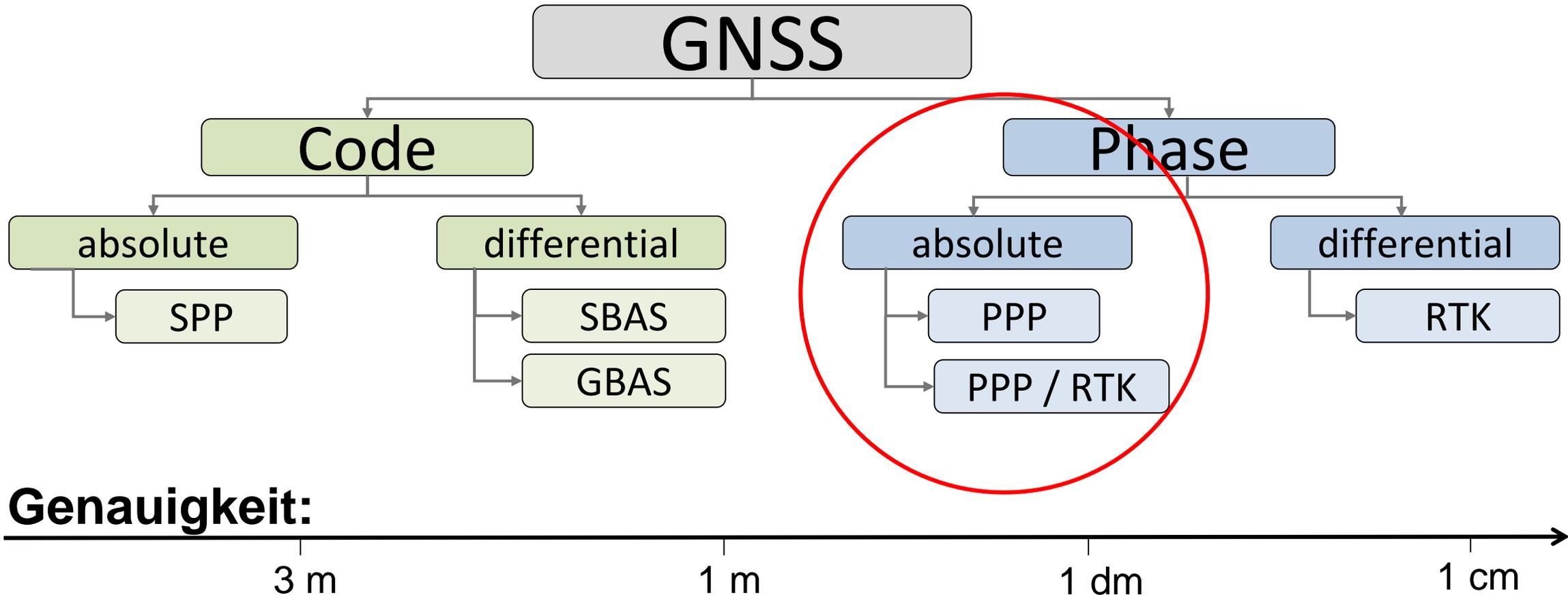
- Unabhängig von externen Signalen und Karteninformationen
- Funktioniert am besten in stark strukturierten Umgebungen: Schleusen, Brücken, Häfen

#### *Herausforderungen*

- Nur relative Positionierung zur detektierten Umgebung

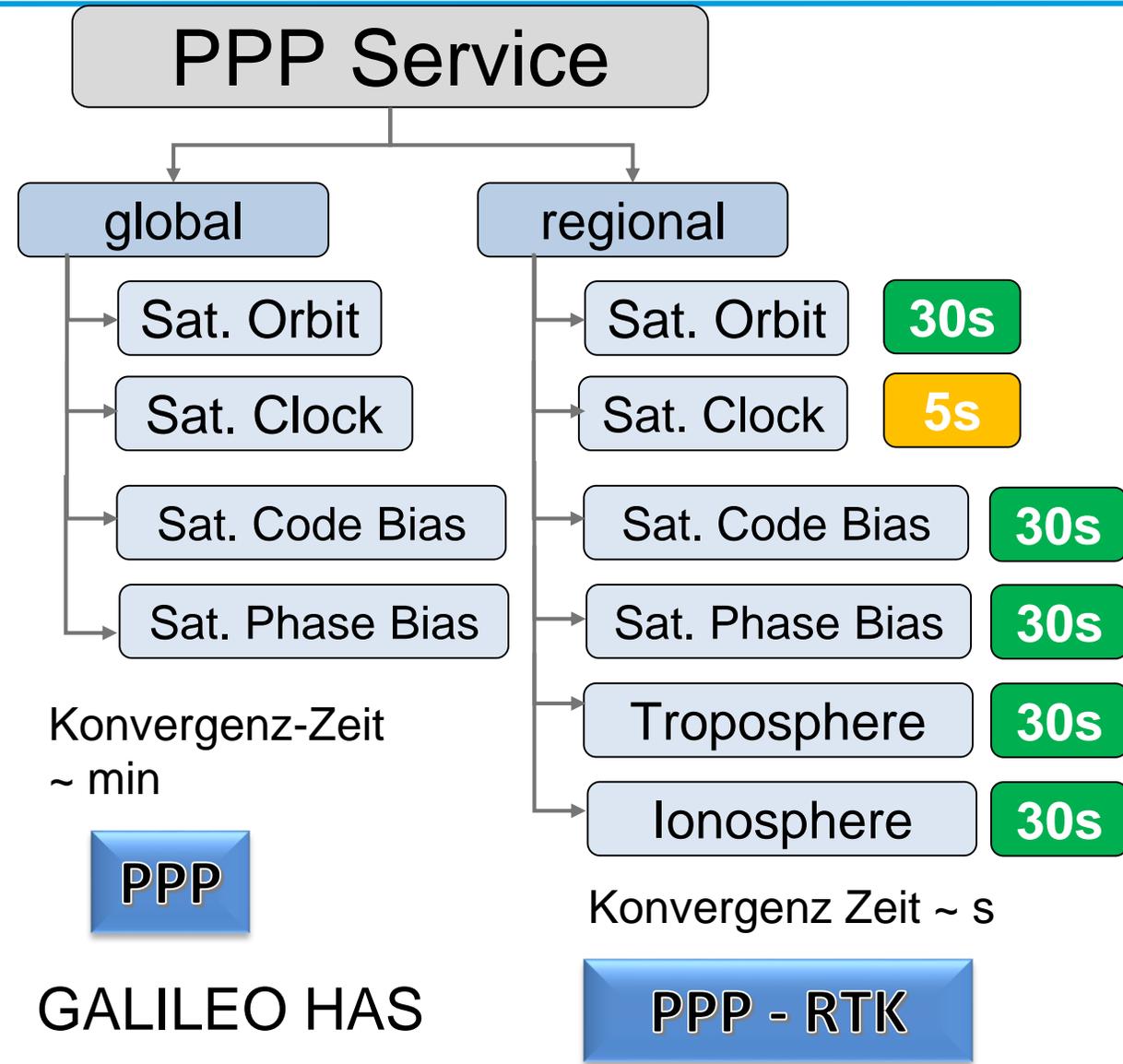
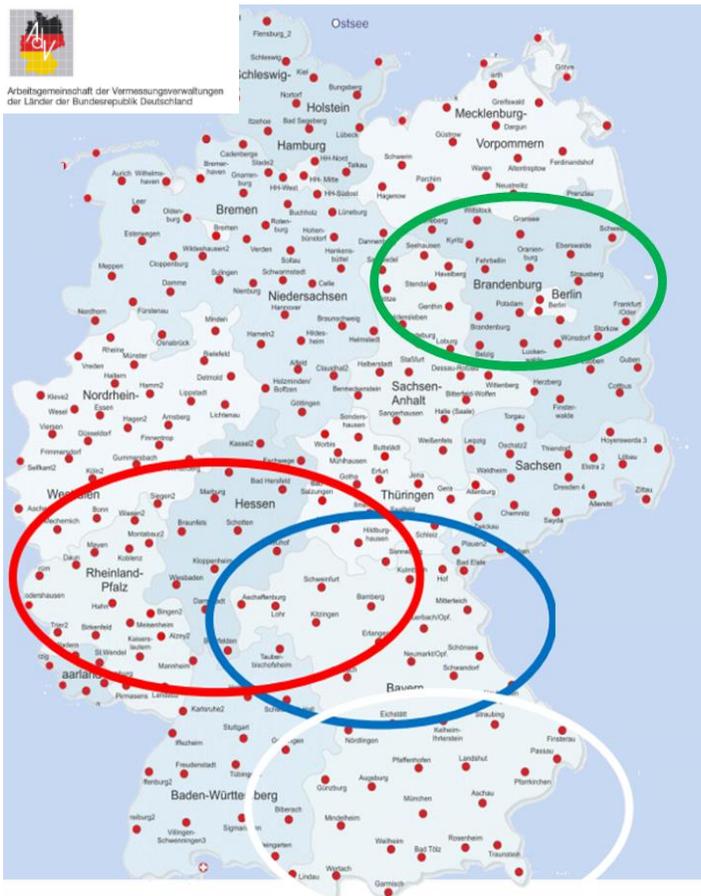
# Satellitenbasierte Absolutpositionierung

Anforderung: 10cm Genauigkeit



# Überblick PPP Services

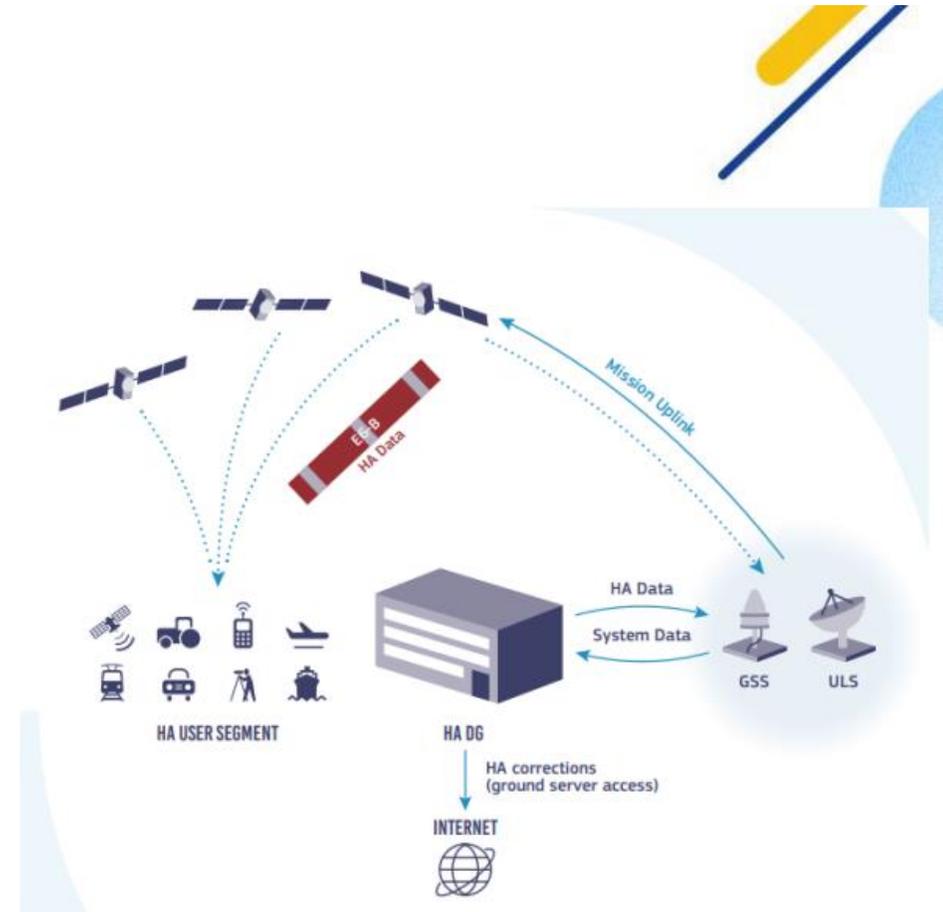
Kooperation mit SAPOS  
 “Deutschlandvernetzung”



# Galileo High Accuracy Service (HAS): Weltweit verfügbarer PPP Service

## WHAT IS THE GALILEO HAS

- Galileo HAS provides precise corrections for satellite orbit, clock and signal biases
- Galileo HAS corrections distributed via
  - Galileo satellites, E6-B signal (1278.75 MHz)
  - Internet
- Typical accuracy in the decimetre level (after convergence), with Precise Point Positioning (PPP) receivers
- (Almost\*) global coverage and free

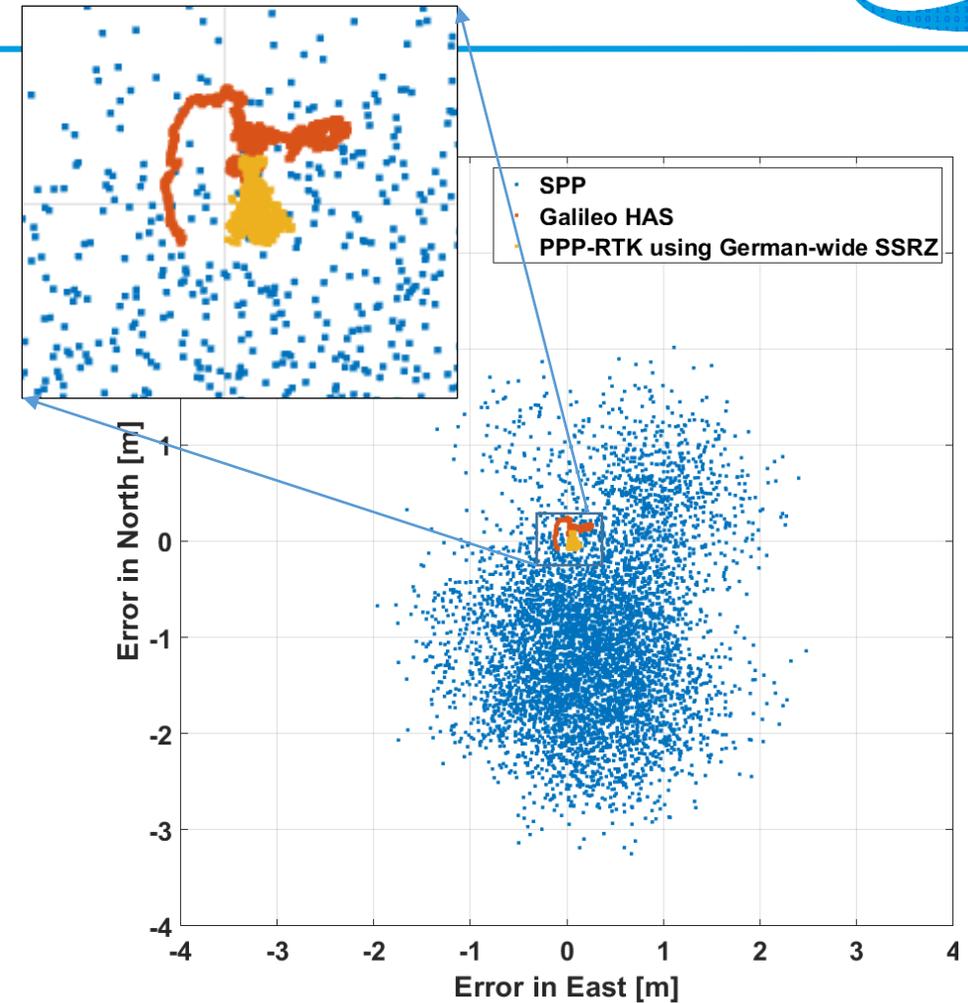
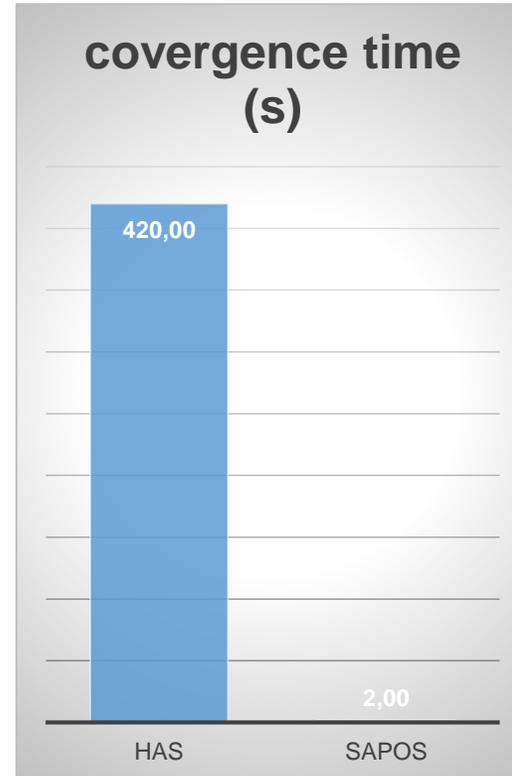
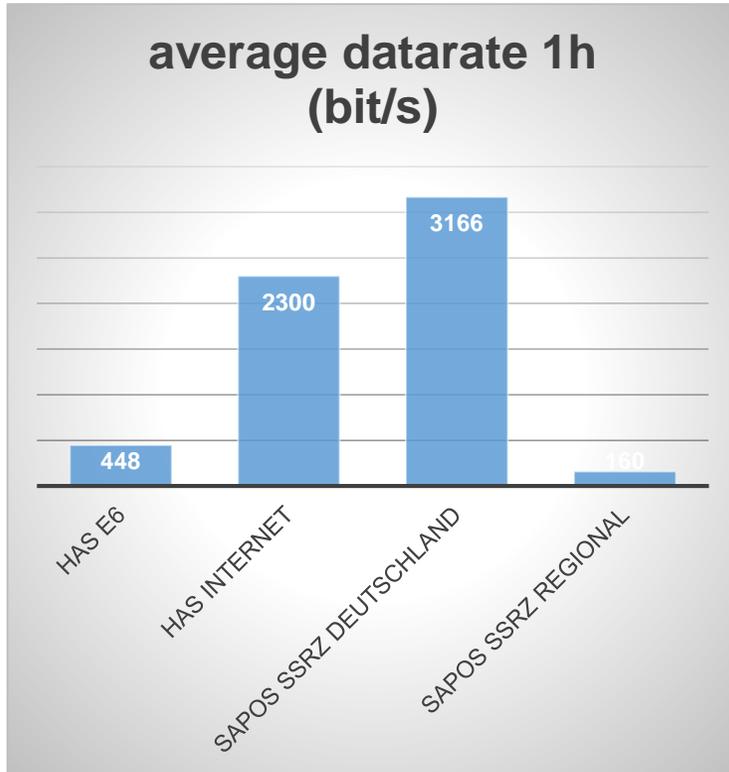


#EUSpace

Target Genauigkeit: 20cm (horizontal 95%)  
Konvergenz-Zeit: 300s



# Ergebnisse PPP + PPP/RTK



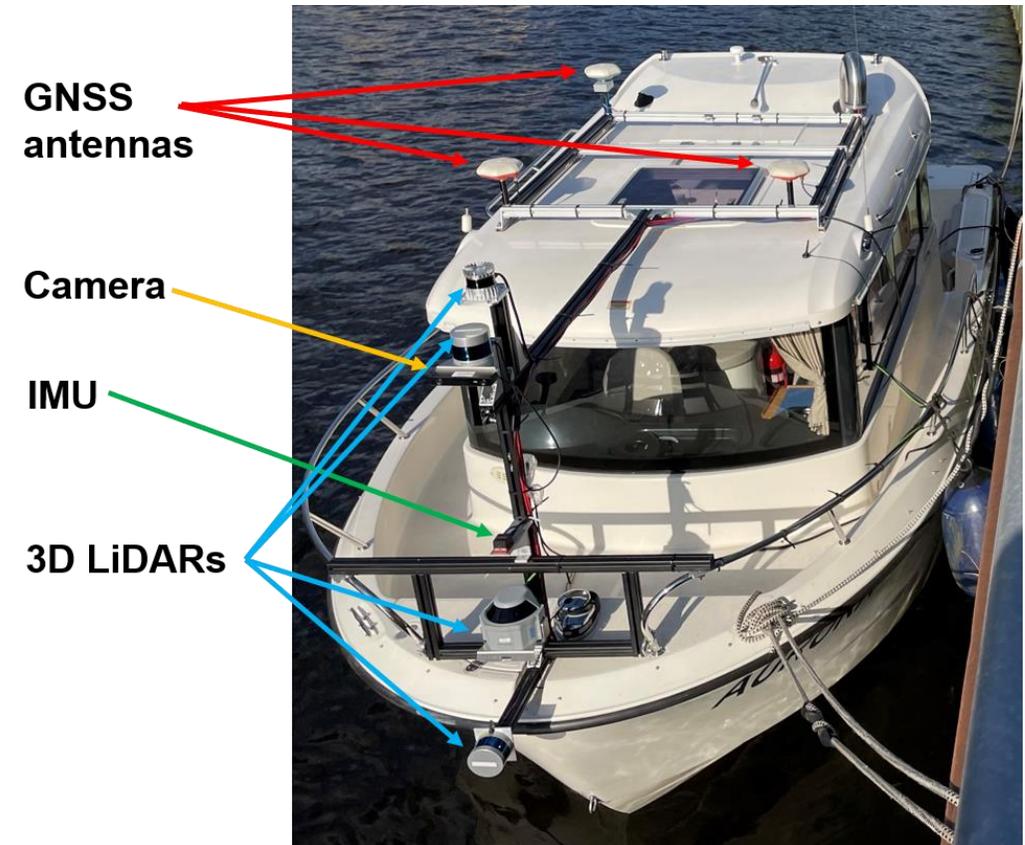
SPP hor  $1\sigma$ : 95 cm  
 HAS hor  $1\sigma$ : 8 cm  
 SAPOS: hor  $1\sigma$ : 5 cm

# Relativpositionierung unter Nutzung Nahbereichssensoren: LIDAR

Ziel: Relativpositionierung zur Kaikante für automatisiertes Anlegen von Versuchsträger

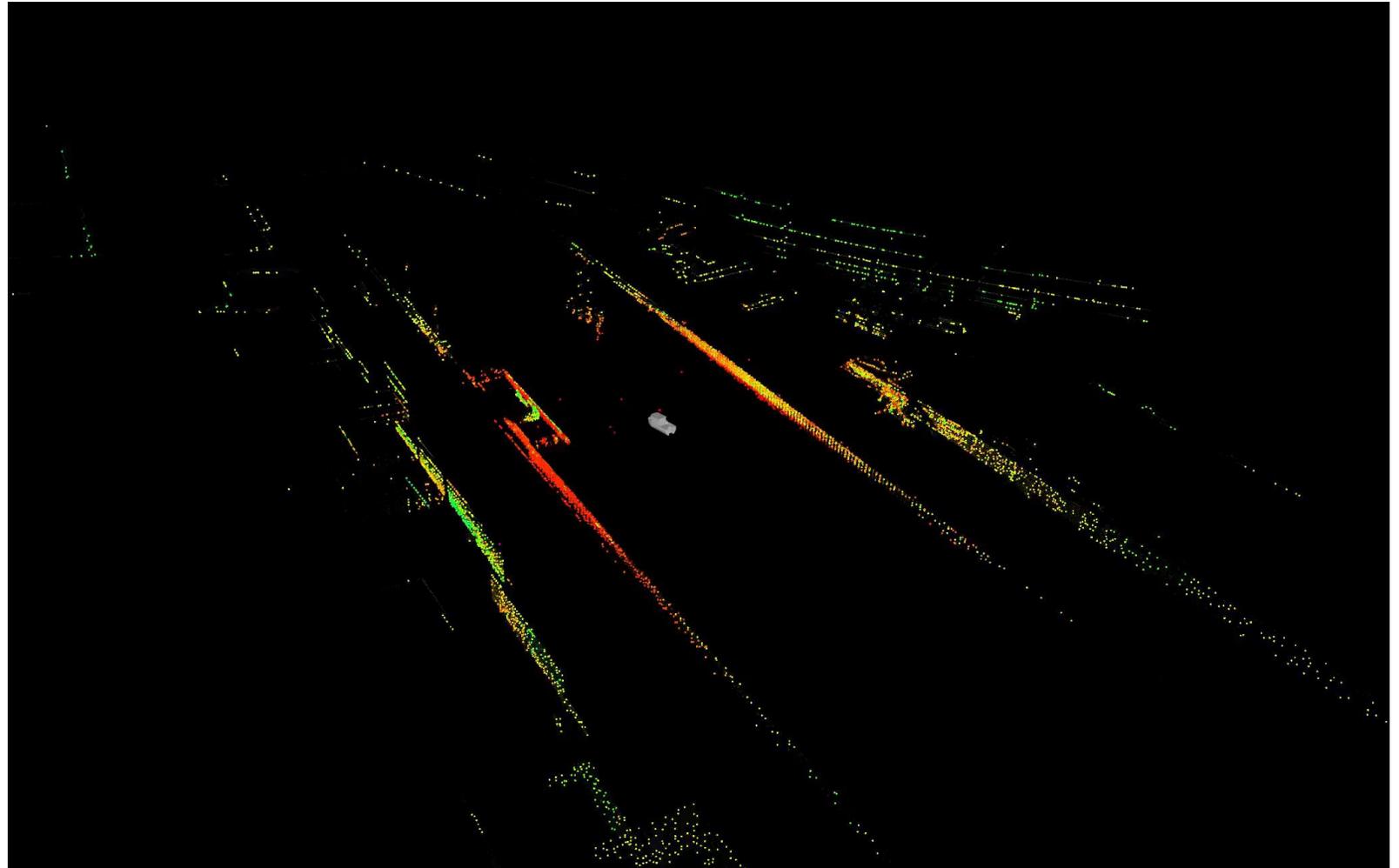
Herausforderung:  
Verfügbarkeit des Versuchsträgers

Nutzung von DLR Forschungsboot  
Aurora für Testdatengenerierung +  
Validierung (ohne Automatisierung)



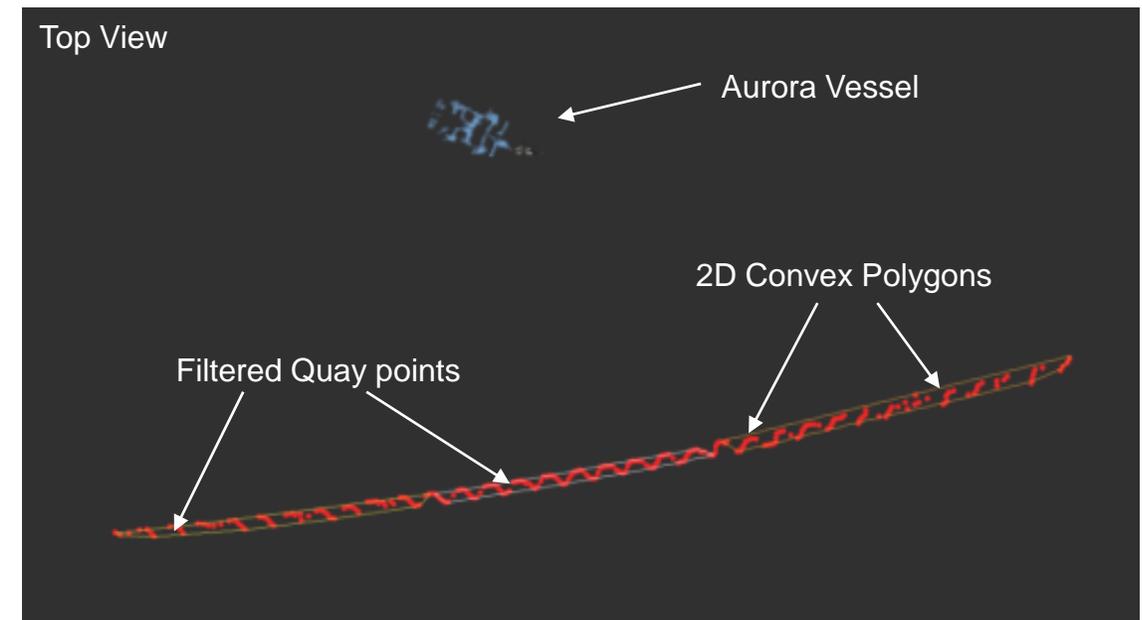
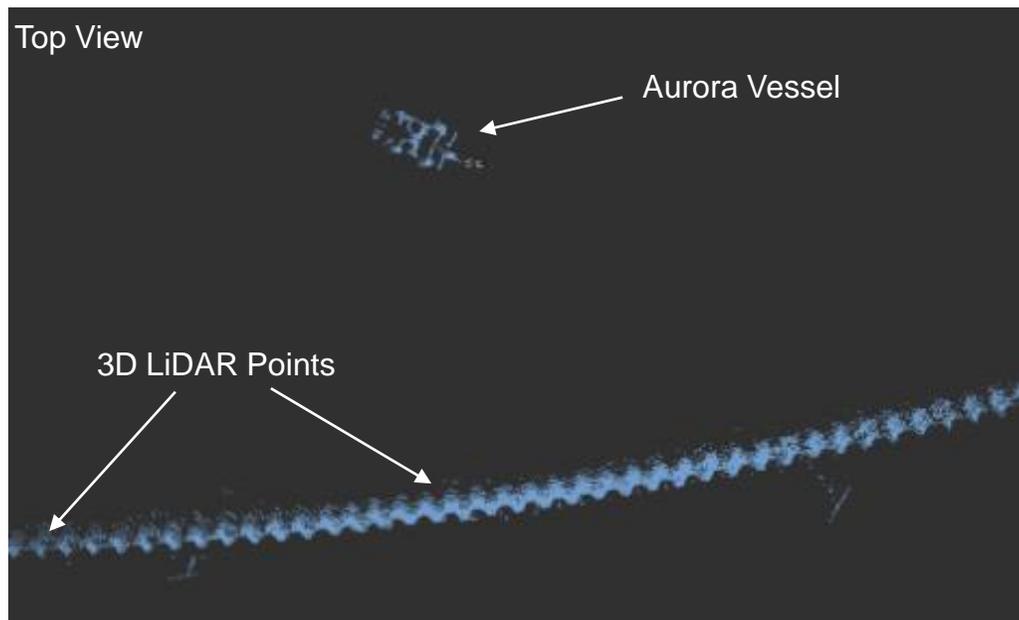
# Automatische Kartierung im Hafenbecken

- Verwendung des SLAM-Algorithmus in Echtzeit (10 Hz):
- Kartierung der Umgebung
- Bestimmung von Position und Ausrichtung des Schiffes : Aurora
- Sensoren: -3D LiDAR - IMU



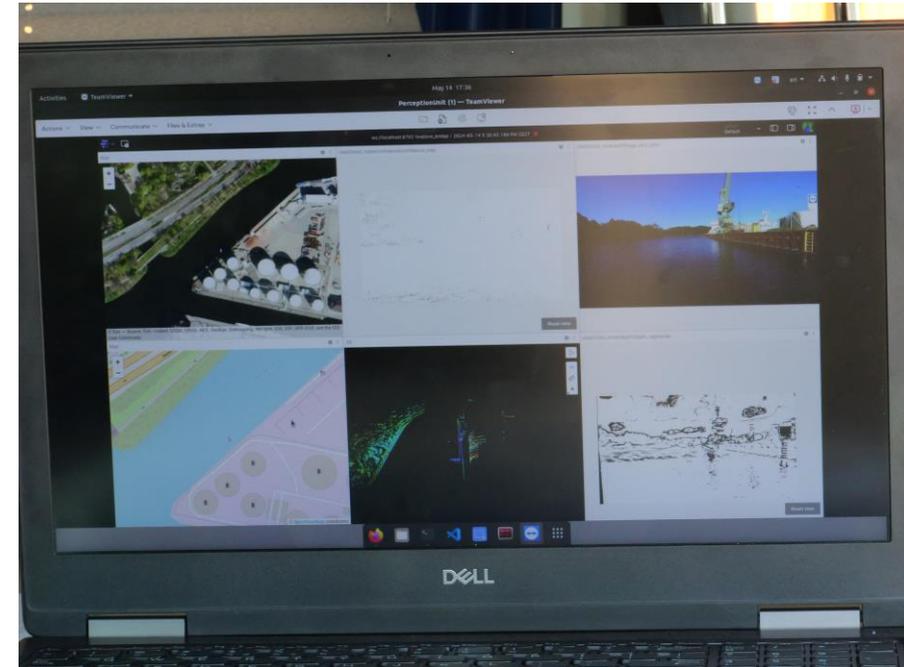
## Detektion der Kaikante

- Extraktion von Kaimauerpunkte aus den 3D-LiDAR-Daten und Konvertierung eine Liste von konvexen 2D-Polygonen
- Implementierung von UDP-Kommunikationsschnittstelle zur automatischen Schiffssteuerung (Uni Rostock)



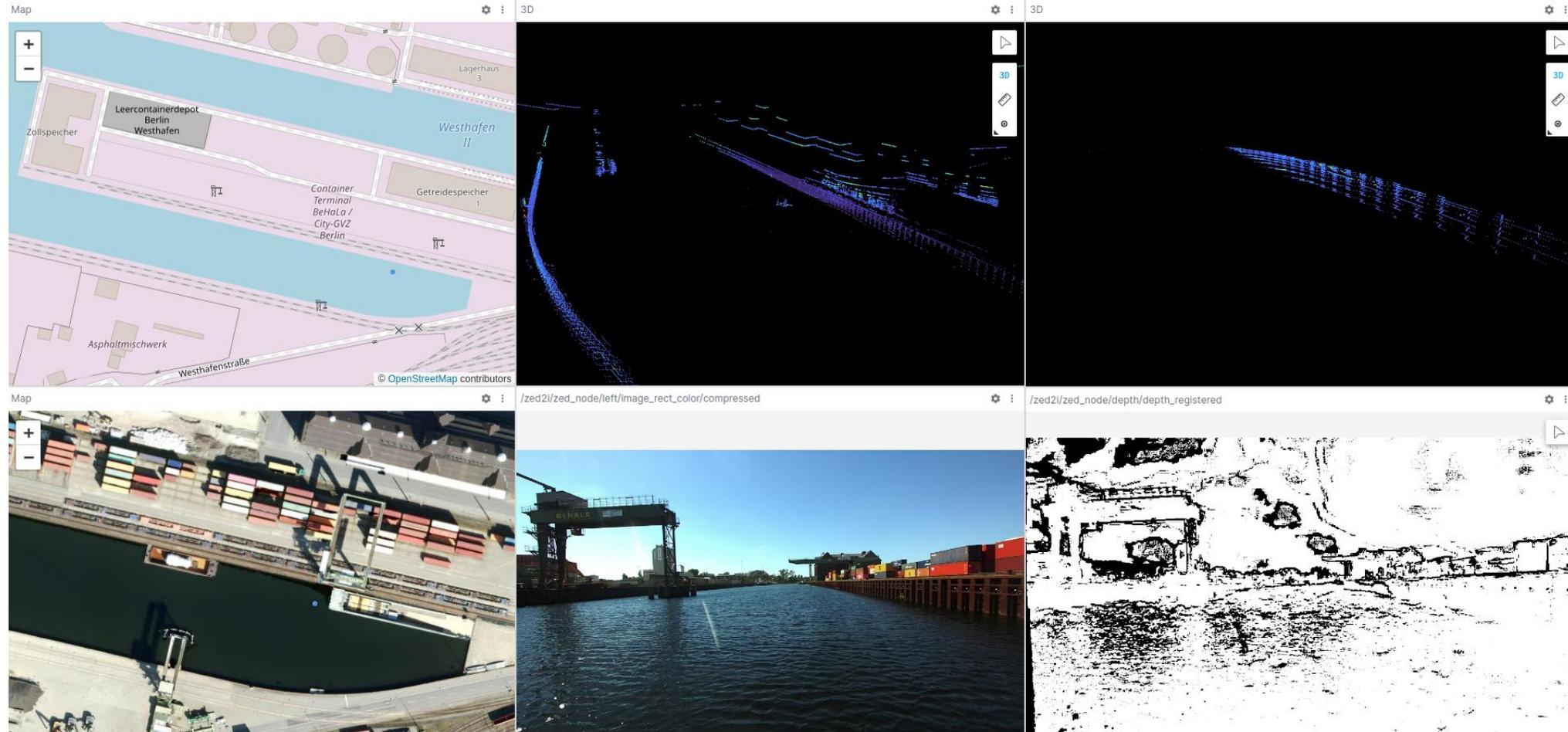
# Perception Unit – Visualisierung + Kommunikation

- Teamviewer für remote PC Kontrolle um Sensor Daten zu visualisieren
- Nutzung vom mobilem Internet als Kommunikationskanal



# Echtzeit Demonstration

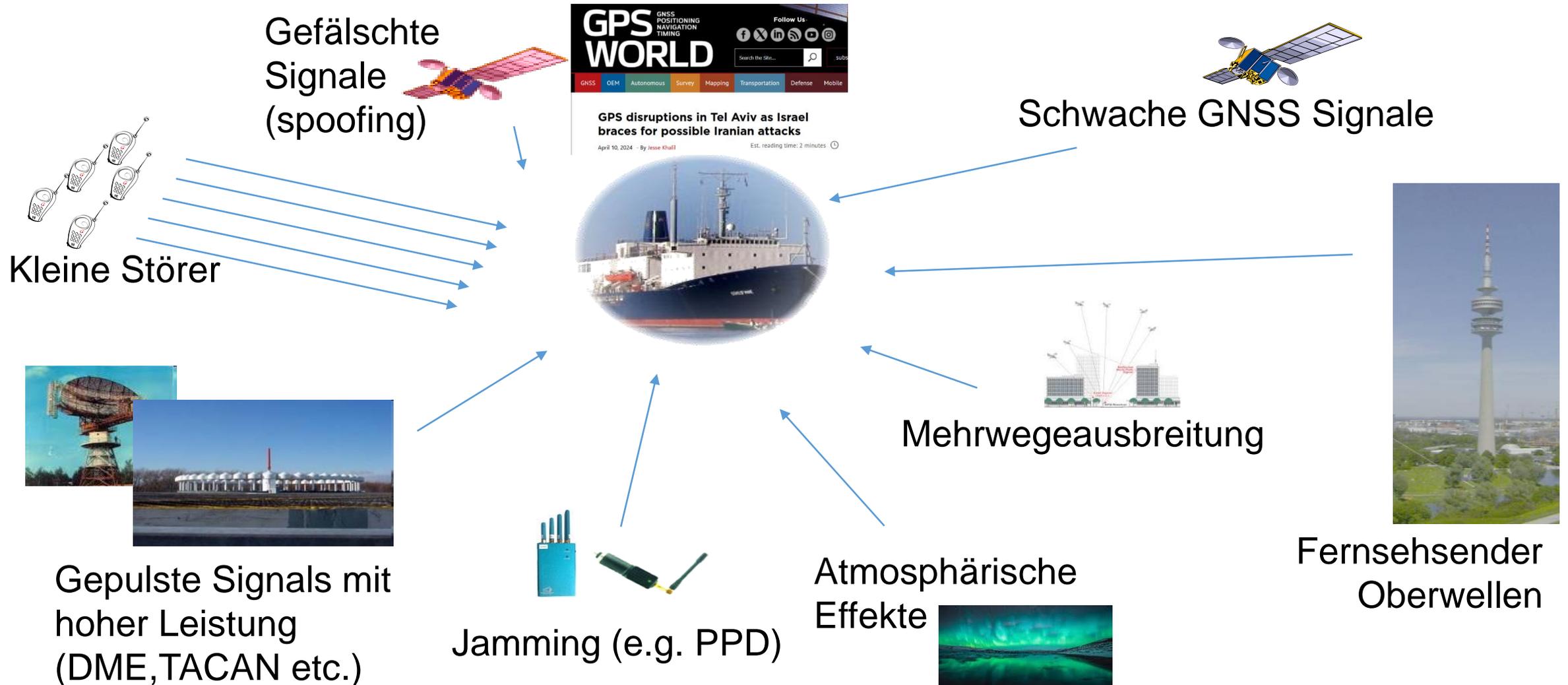
- Präzise Kartenpositionierung, 3D-LiDAR- und Kameravisualisierung, Kaimauererkennung



## 3. Vorstellung der Projektergebnisse

- Transportlogistikkonzepte für Metropolregionen
- Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik
- Automatisierter Umschlag und Energieversorgung
- Hochgenaue Positionierung & Umfelderkennung für automatisiertes Anlegen
- **Backuppositionierung**  
Markus Wirsing & Niklas Hehenkamp, IKN DLR
- Automatisiertes Fahren und Anlegen
- Verkehrs- & Fernsteuerzentrale

# GNSS: Störquellen



News Opinion Sport Culture Lifestyle More ▾

World UK Climate crisis Ukraine Environment **Science** Global development Football Tech Business Obituaries

## Space

# Space warfare: how the military could be forced to give up GPS and return to navigating by the stars

If satellites get taken out during war, defence forces will need personnel trained to switch from digital back to analog tools

● Get our [morning and afternoon news emails](#), [free app](#) or [daily news podcast](#)



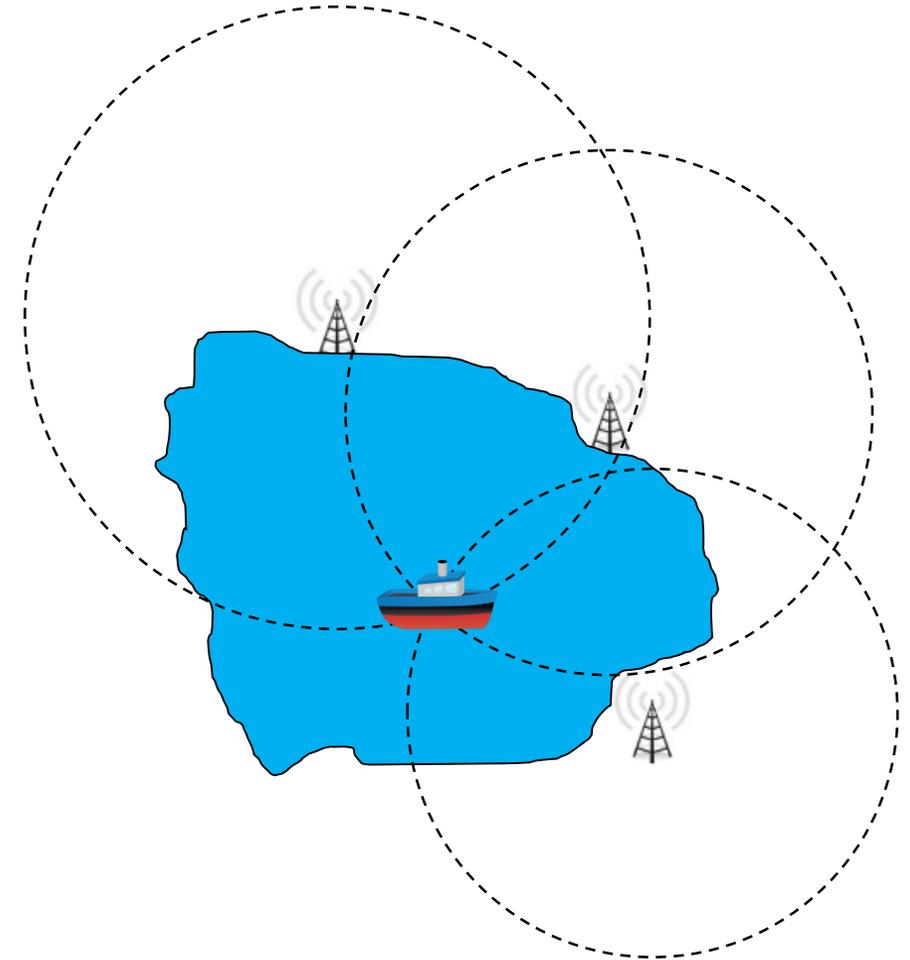
Elektronische

## Wie R Flugv

30. April 2024, 1

# Alternative Navigationslösungen

- Keine guten Alternativen verfügbar
- R-Mode (Ranging Mode)
- Von Satelliten unabhängiges Backupsystem
  - Erweiterung eines Kommunikationssystems um Entfernungsmessung
  - Multilateration zur Positionsbestimmung



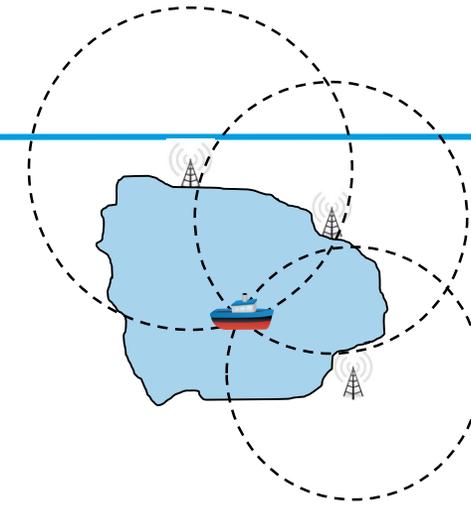
## Was ist VDES?

- **Maritimes Kommunikationssystem: VHF Data Exchange System**
- Nachfolger von AIS
- Februar 2022 als Standard bei der ITU veröffentlicht (M.2092-1)

VDES besteht aus vier Bestandteilen:

1. AIS                                    2x 25 kHz Kanäle
2. Neu: ASM                                2x 25 kHz Kanäle (Application Specific Messaging)
3. **Neu: VDE-TER                        2x 100 kHz Kanäle für up- und downlink (incl. ship-to-ship)**
4. Neu: VDE-SAT                         2x 150 kHz Kanäle für up- and downlink

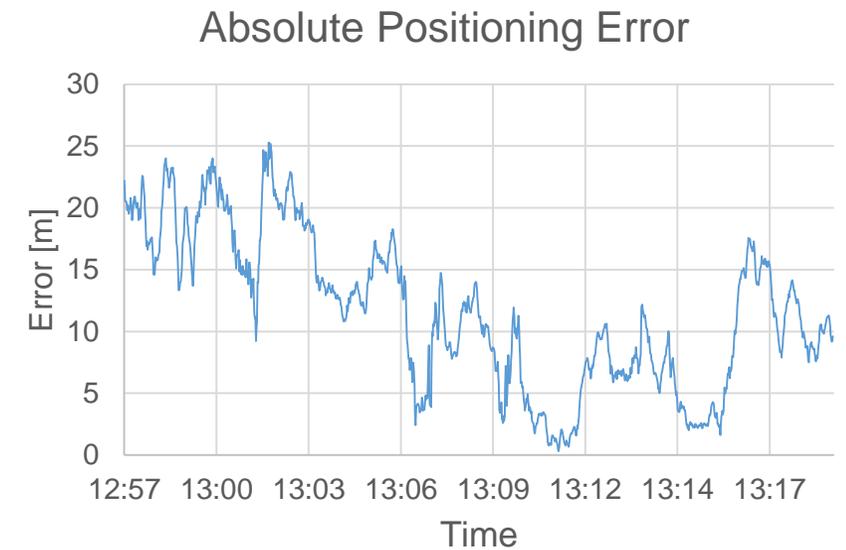
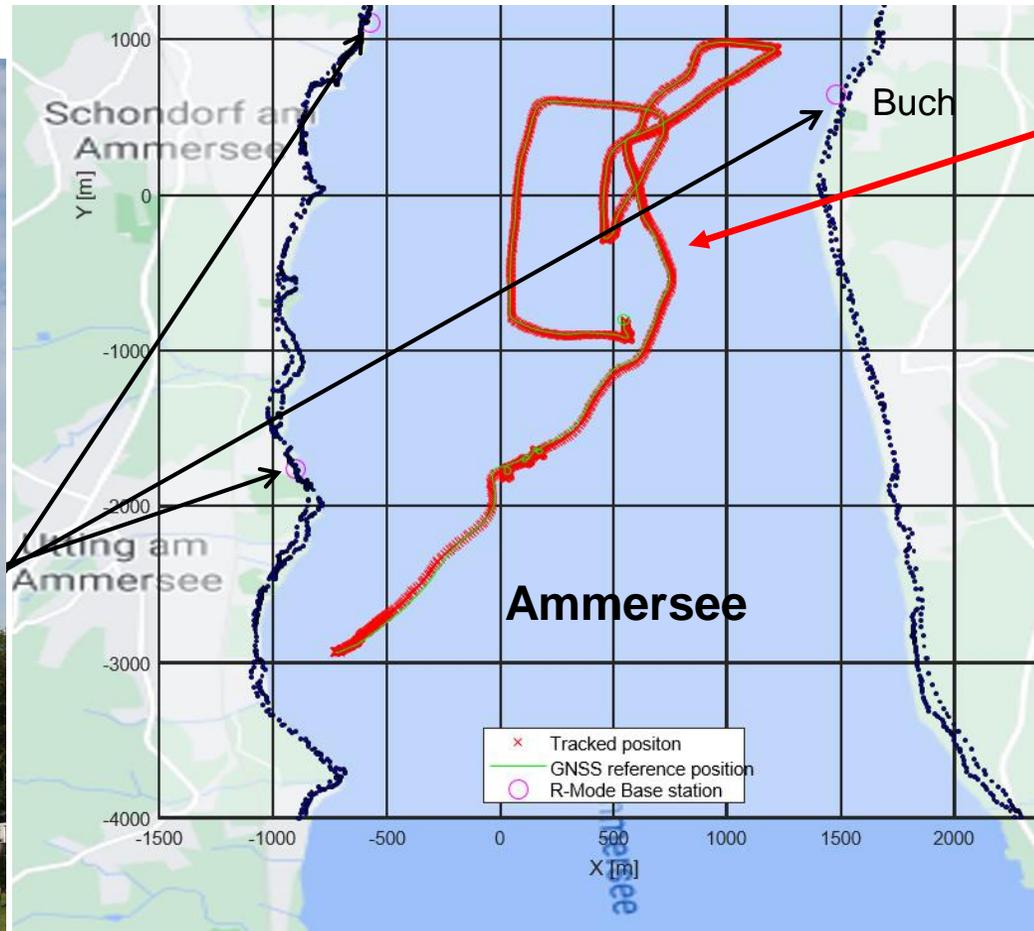
## Warum VDES für R-Mode?



### Vorteile des VHF Data Exchange Systems (VDES)

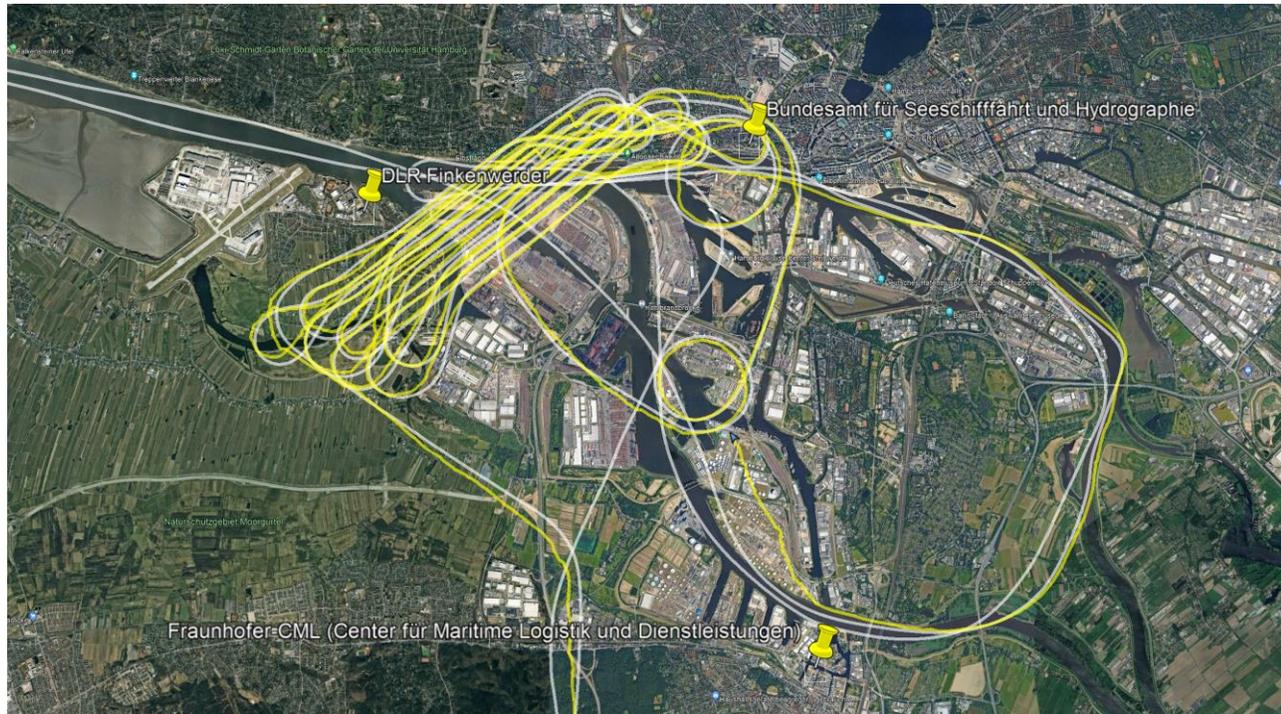
- **VDES** ist standardisiert mit **weltweiter Frequenzzuweisung**
- VDE-TER bietet 100 kHz vs 25 kHz Bandbreite → Höhere Bandbreite erlaubt genauere Messungen
- VDE-TER deckt mit WSV-Standorten die relevanten Gebiete ab
- VDE-TER zur Nutzung von VDES R-Mode als Navigationsanwendung
  - VDE-TER Datenkanal transportiert zusätzliche Navigationsinformationen (Position der Basis)
  - VDE-TER erlaubt Authentifizierung (bspw. authentifizierte Positionreports)

# VDES R-Mode Validierung (2020)

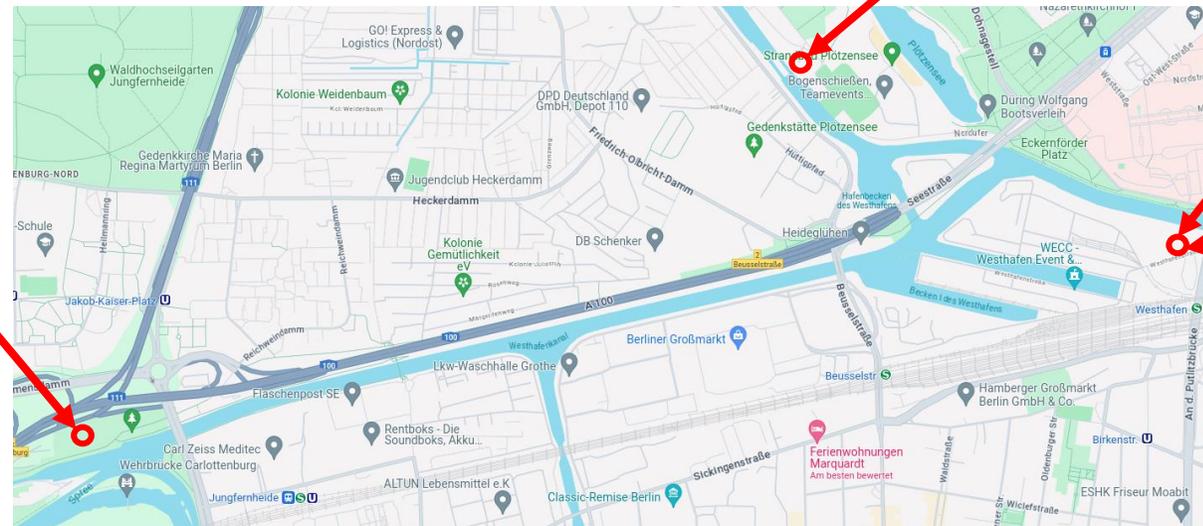
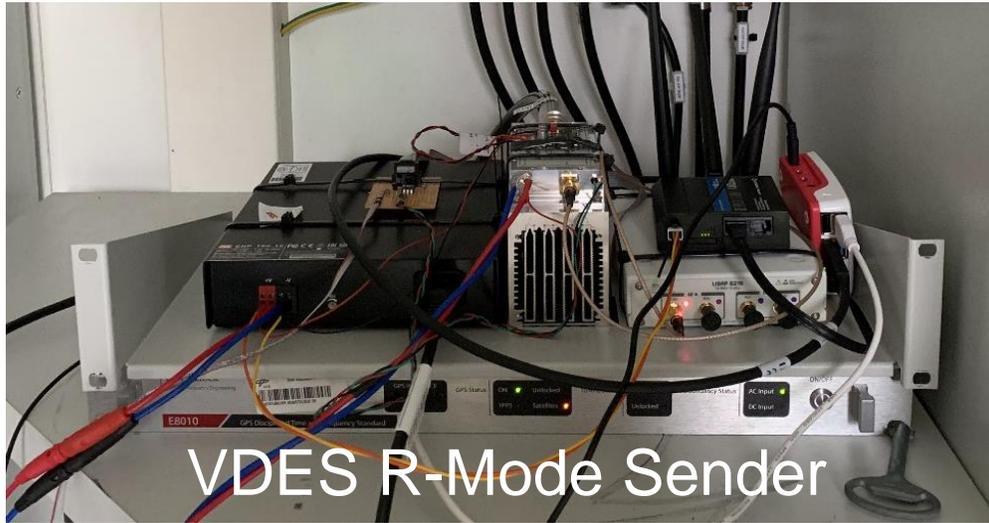


# Validierung für SAR Flugzeuge (Hamburger Hafen)

- Erste Validierung von VDES R-Mode im Flugzeug
- Ausreichende Performance für SAR-Operationen

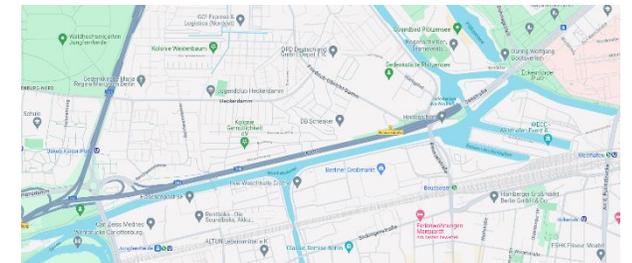


# DigitalSOW VDES R-Mode Installation



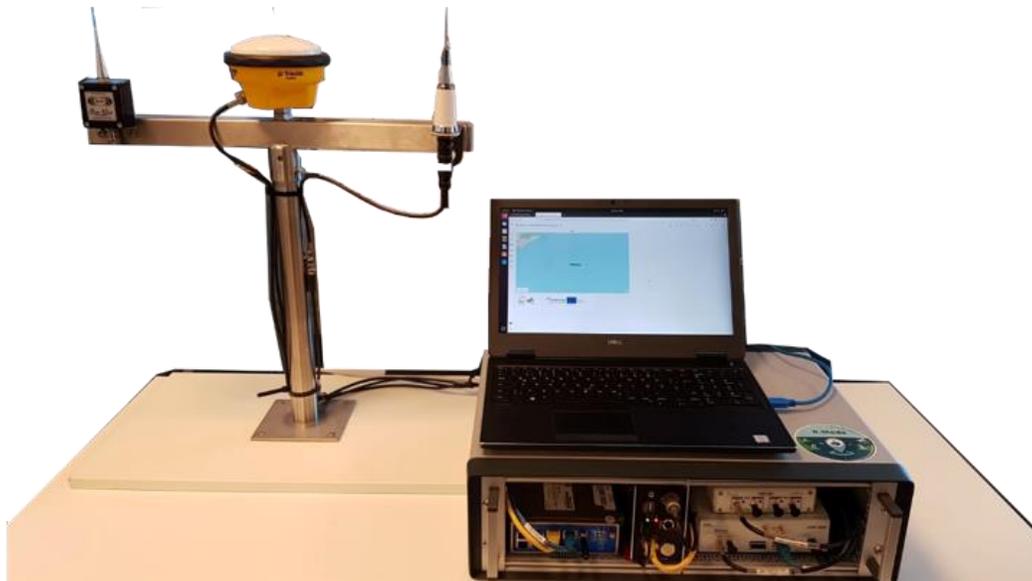
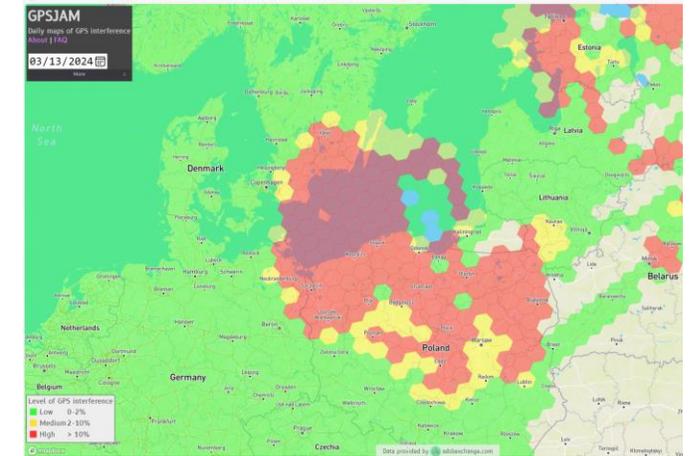
## Zusammenfassung: VDES R-Mode

- GNSS ist wichtig aber fragil
- **Weltweit erstes urbanes Testfeld für VDES R-Mode**
  - Positionsgenauigkeit und Verfügbarkeit: Vielversprechend
  - Integrität von GNSS validierbar (Spoofing Detektion)
  - Position über VDES R-Mode als Reports über VDE-TER authentifizierbar
- Ausblick:
  - Pilotbetrieb an den WSV-Standorten an der Ostsee
  - Kombination mit MF R-Mode

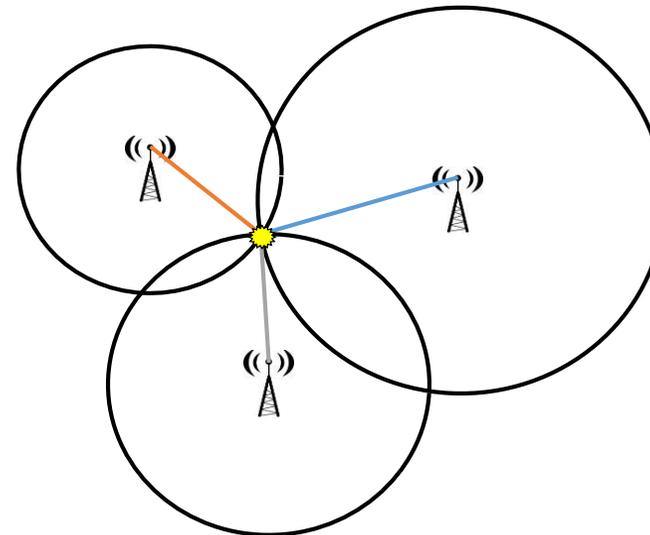


# MF R-Mode Binnenschiffahrtsempfänger

- MF R-Mode Testfeld in der Ostsee wurde um einen Sender in Sachsen-Anhalt erweitert
- MF R-Mode kann die Binnenschiffahrt unterstützen:
  - GNSS Backup für Position, Navigation und Timing
  - GNSS Integritätsüberwachung



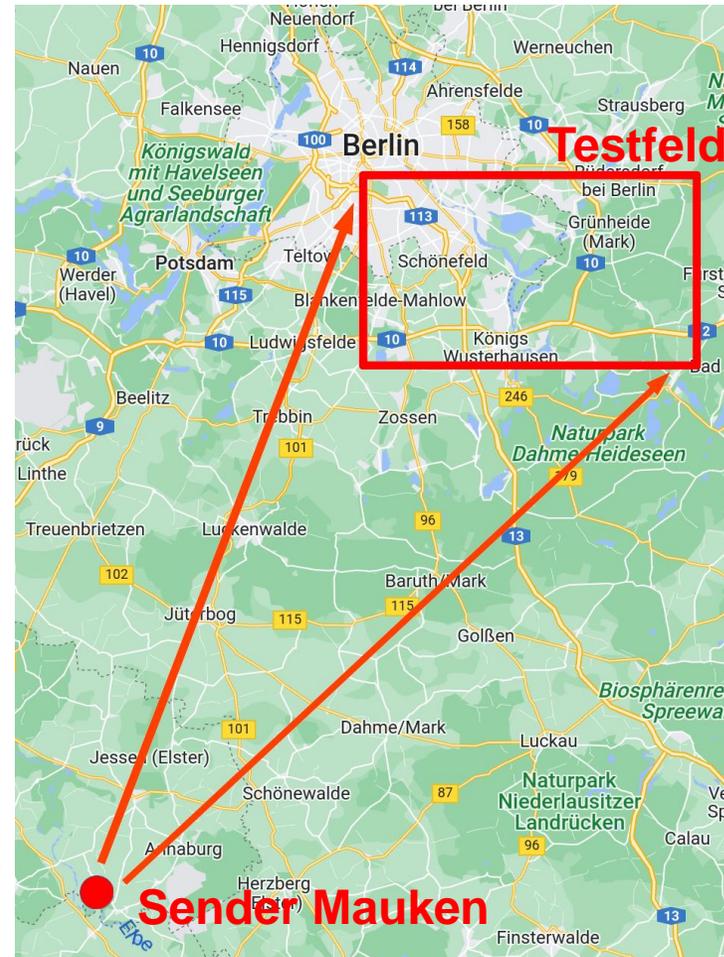
MF R-Mode Receiver



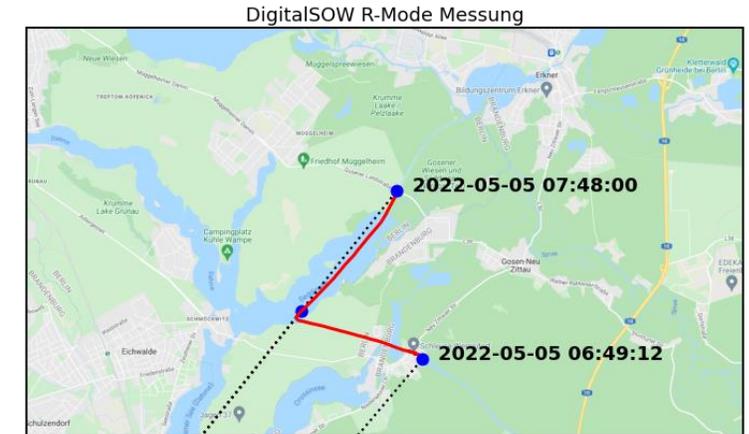
Sendeantenne

# Herausforderung im Projekt: Laufzeitfehler

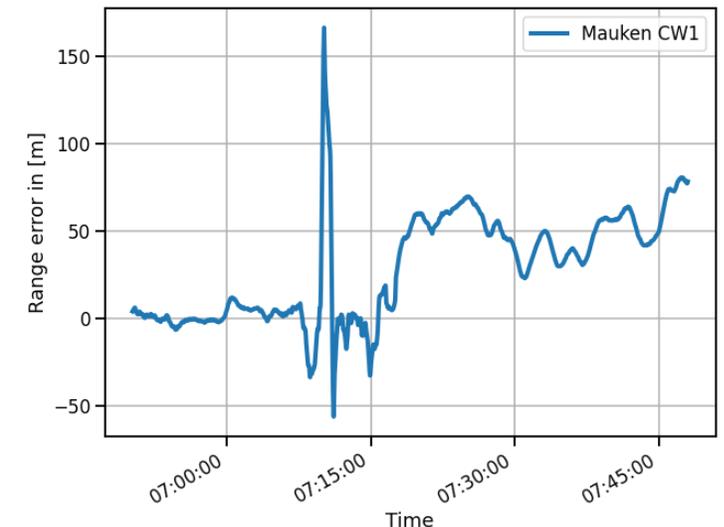
- MF R-Mode Genauigkeit wird durch Fehlerquellen beeinflusst:
  - Instabilität der Sender
  - Laufzeitfehler durch Ausbreitungseffekte
  - Uhrenfehler
- Laufzeitfehler werden durch statische und dynamische Korrekturdaten (AGDF) kompensiert
- Ziel: MF R-Mode Korrekturdatendienst und Bereitstellung im Testfeld



DigitalSOW MF R-Mode Testfeld



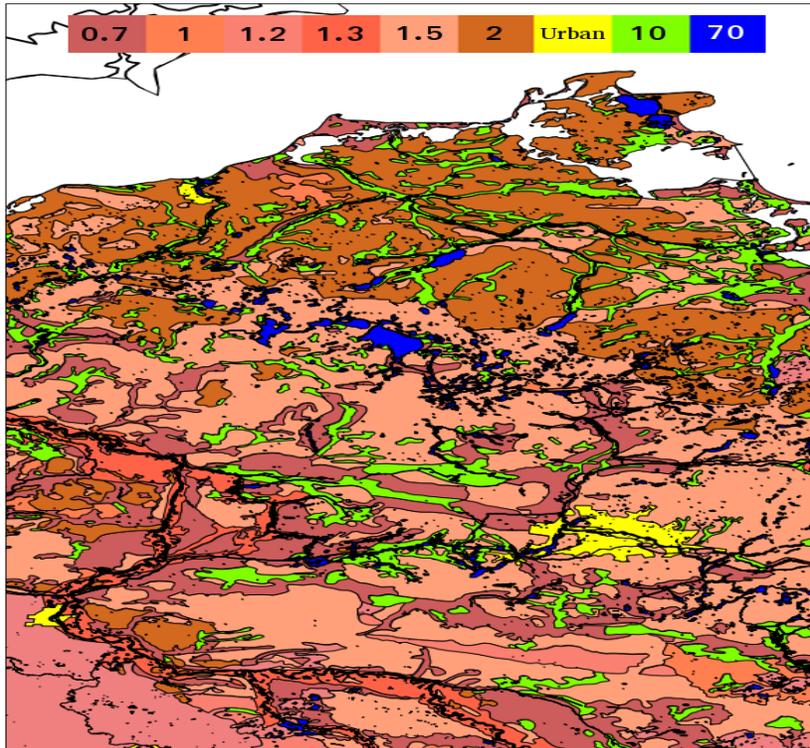
Trajektorie der Messung im Mai 2022



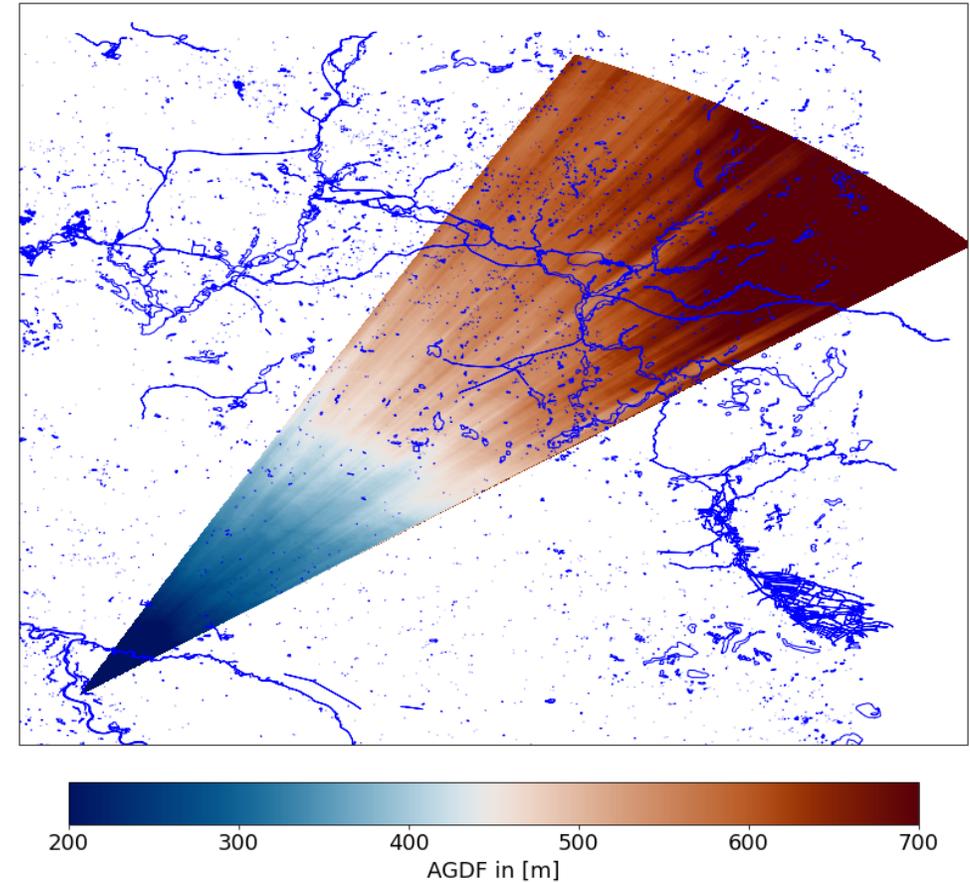
Range-Fehler während der Messung

# Optimiertes MF R-Mode Ausbreitungsmodell

Detaillierte Bodenleitfähigkeitskarte auf Basis von Bodenart, Landbedeckung sowie Umweltparameter aus Erdbeobachtungsdaten

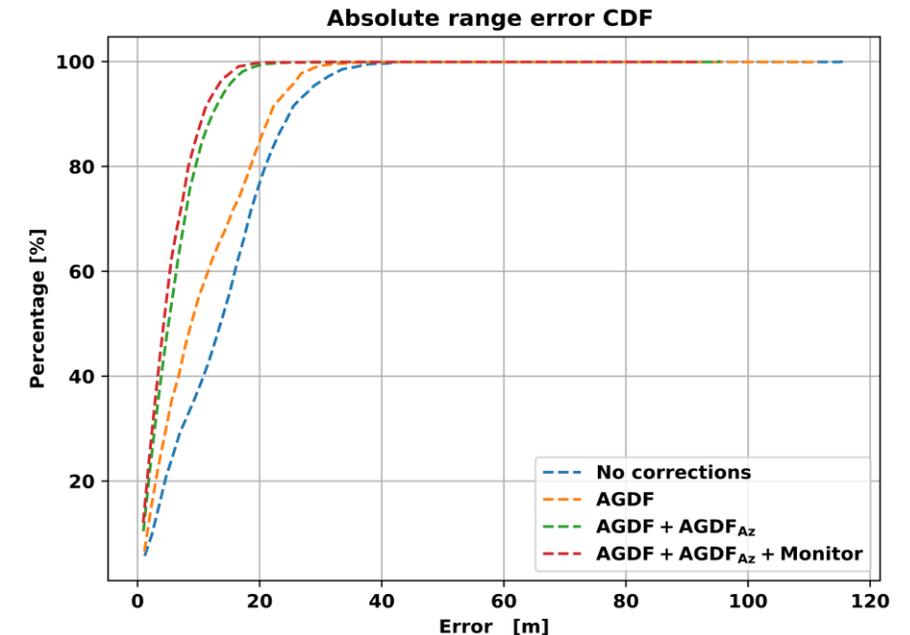
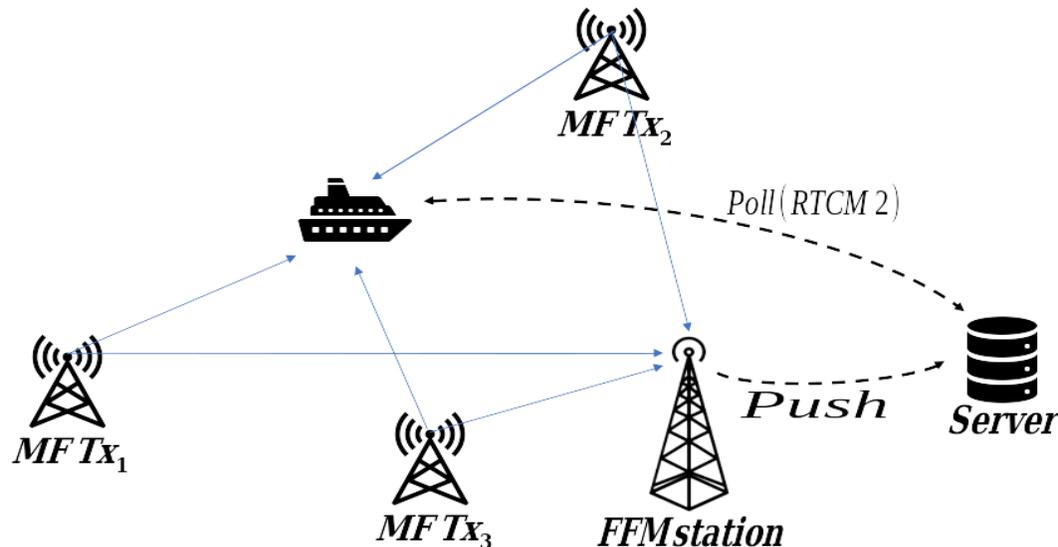
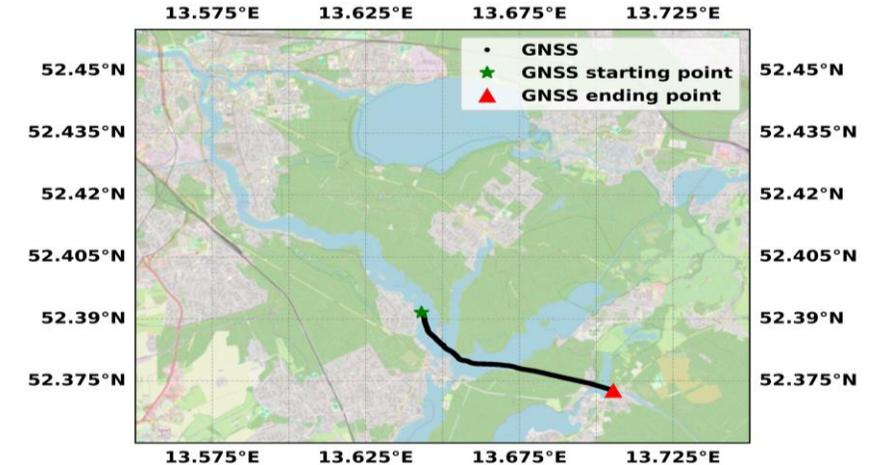


Optimierte AGDF Karte: Berücksichtigung von Bodenart, Geländeprofil, Landnutzung, Bodenfeuchte und Temperatur → höhere Genauigkeit



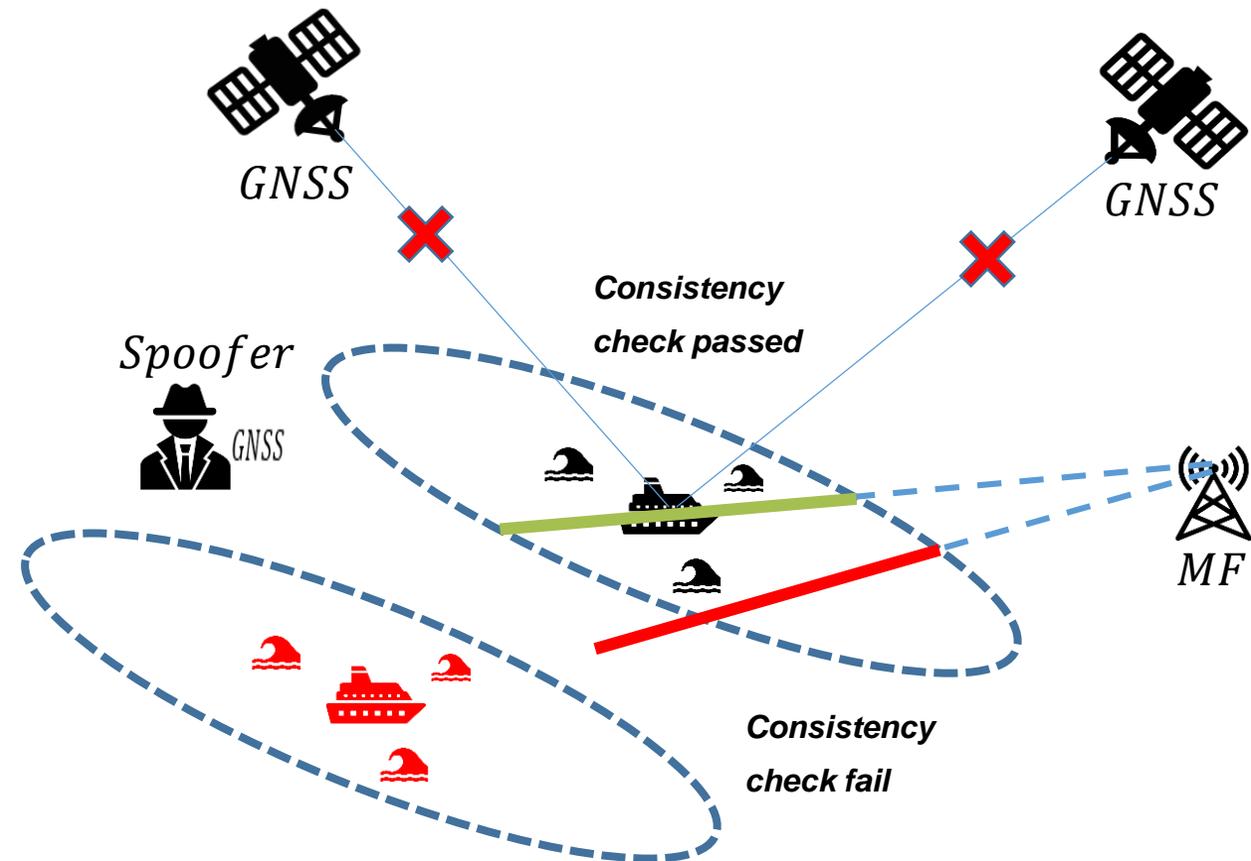
# MF R-Mode Korrekturdatendienst

- Zeitlich variante Fehler auf der Sendeseite sowie im Funkkanal werden im Testfeld durch Referenzstationen erfasst
- Korrekturdaten werden an den Binnenschiffahrtsempfänger übertragen
- Genauigkeit von MF R-Mode: < 20 m



# Kombination: MF R-Mode und GNSS

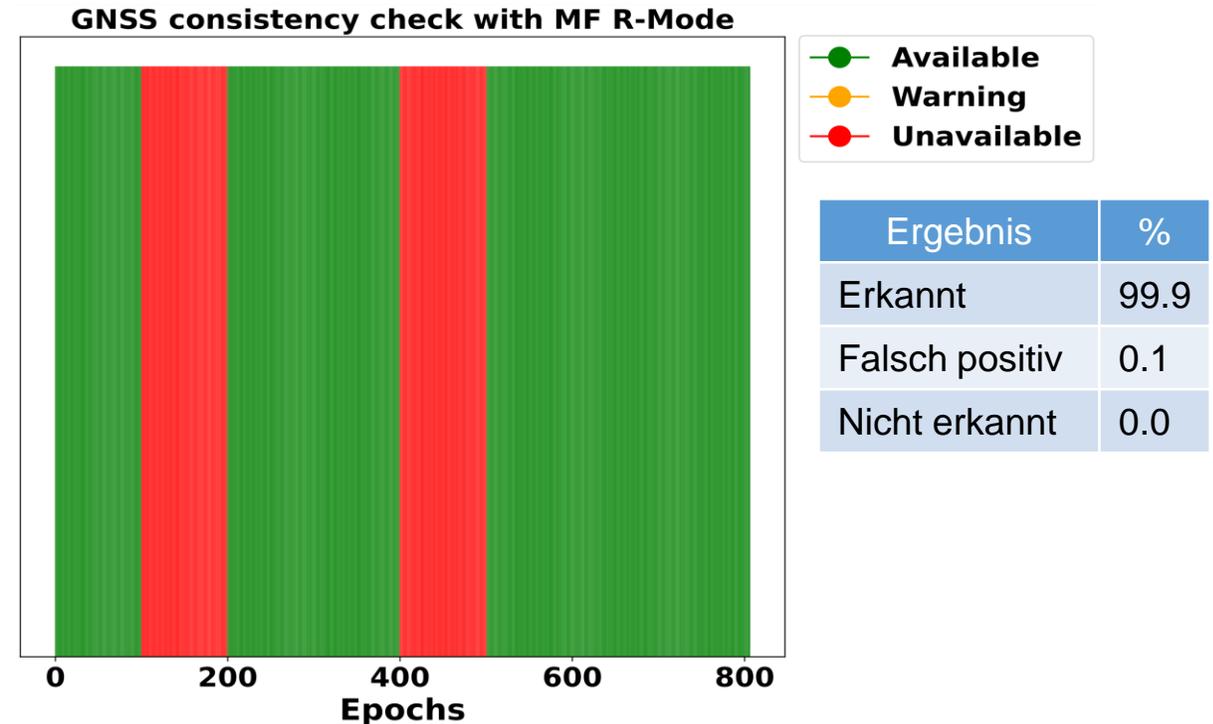
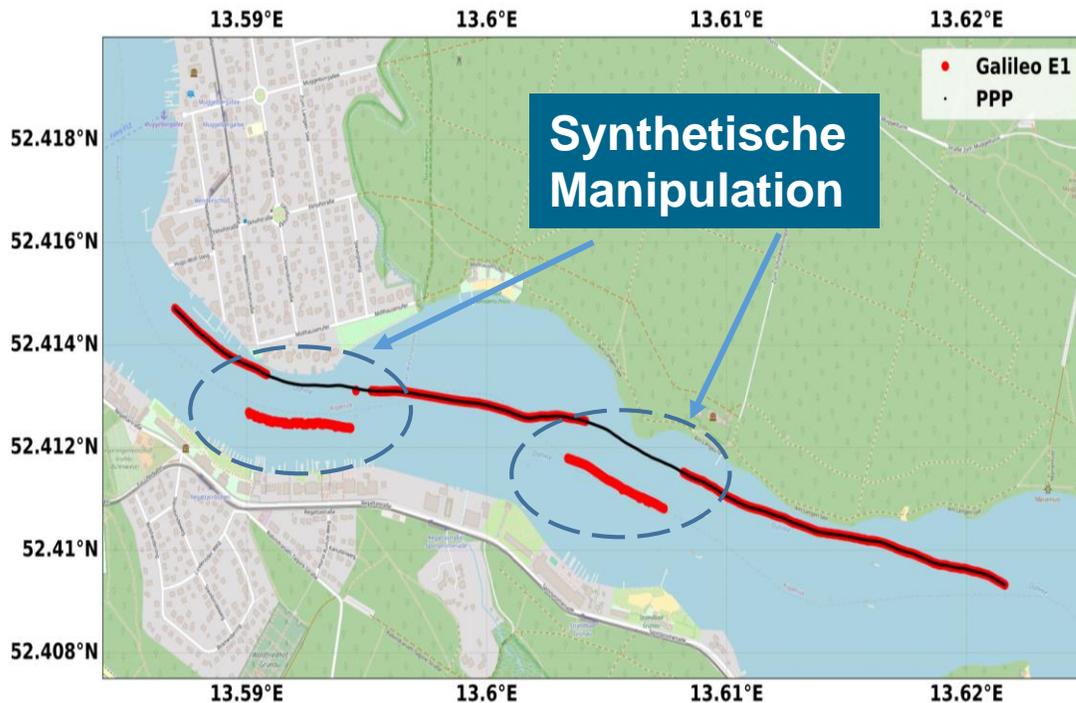
- Entfernungsangaben von einer einzelnen Station können eine Konsistenzprüfung der GNSS-Position ermöglichen
- Die zur Durchführung der Prüfung erforderlichen Informationen sind Rauschpegel der GNSS- und MF-Messungen sowie Geometrische Verteilung (DOP) der GNSS- und MF-Messungen
- Benutzerdefiniertes Vertrauensniveau für statistische Tests



# Kombination: MF R-Mode und GNSS

- Position auf Basis von Galileo E1
- Referenz auf Basis von PPP
- Synthetische Spoofing Ereignisse von 100 Sekunden Dauer

MF R-Mode kann Informationen zur Erkennung von GNSS-Ausfällen, Leistungsverlusten und potenziellen Spoofing-Angriffen liefern



## 3. Vorstellung der Projektergebnisse

- Transportlogistikkonzepte für Metropolregionen
- Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik
- Automatisierter Umschlag- und Energieversorgung
- Hochgenaue Positionierung & Umfelderkennung für automatisiertes Anlegen
- Back-uppositionierung
- **Automatisiertes Fahren und Anlegen**
  - Dr. Björn Kolewe, Lehrstuhl Regelungstechnik der Universität Rostock
- Verkehrs- & Fernsteuerzentrale

# Automatisiertes Fahren und Anlegen

## Voraussetzungen für eine autonome Schiffssteuerung:

### Erfassung der Umgebung

- Fahrwasser, Hindernisse, andere Verkehrsteilnehmer und Verkehrszeichen
- eigenen Position und Geschwindigkeit
- auf das Fahrzeug wirkende Umwelteinflüsse



Quelle:  
[helpster.de](http://helpster.de)  
[segelrevier.ch](http://segelrevier.ch)  
[badische-zeitung.de](http://badische-zeitung.de)  
[ptj.de](http://ptj.de)  
[rimdrivetechology.nl](http://rimdrivetechology.nl)

### Beeinflussung des Schiffs

- präzise Umsetzung der geforderten Antriebskräfte
- schnelle Reaktionen auf Änderungen der geforderten Antriebskräfte



**Aktorik/Sensorik muss per Rechner ansteuerbar und auslesbar sein**

# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

## Experimentalkatamaran „Bernhard Lampe“



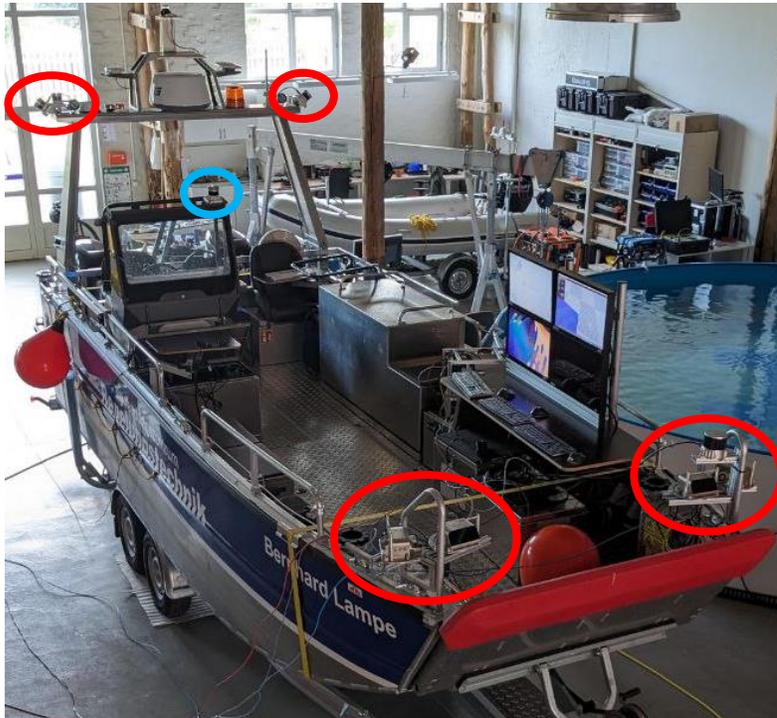
### Ausgangsbasis

- Länge: 7,36m / Breite: 2,44m / Tiefgang: 0,35m
- 2x 140PS Jet-Drives Außenborder
- typische maritime Sensorik (Simrad),
- Steuerung: Optimus 360 (elektrohydraulisch, NMEA2000)

# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

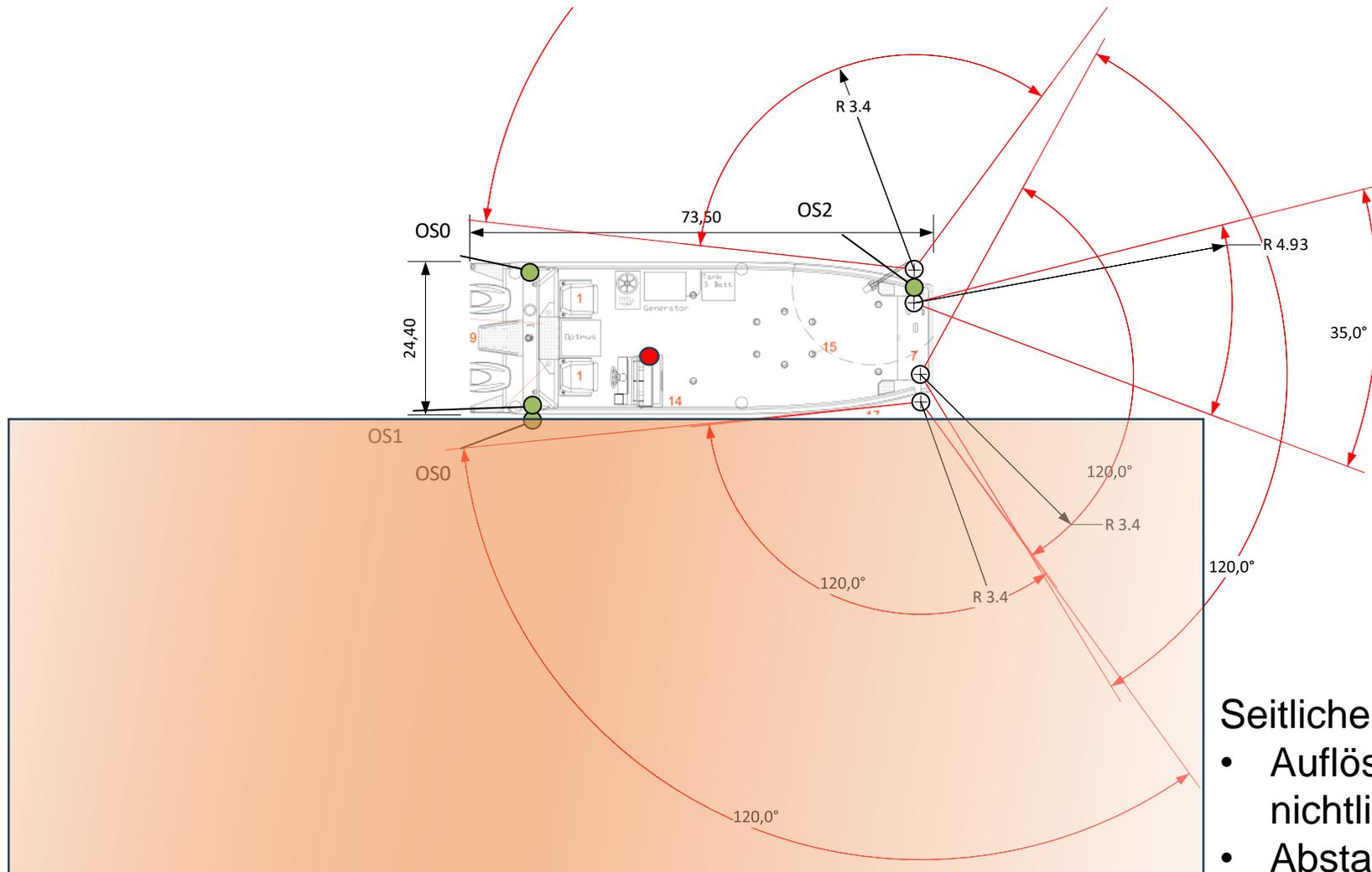
## Erweiterungen für die Nutzung als Testfahrzeug für autonome Fahrfunktionen:

- 3x Lidar Aeva Aeries II (120° horizontal, 30° vertikal), 1x Aeva Aeries II (35° horizontal)
- 2x Ouster OS0 360°/ 90°, 1x Ouster OS1 230°/ 45°, 1x Ouster OS2 360°/ 22,5°
- 1x Ouster OS0 360°/ 90° zur Kalibrierung
- 1x inertiales Navigationssystem (Genauigkeit: 0,01° Roll/Pitch; 0,02° Heading, max. 500Hz)



# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

## Abdeckungsgebiete Aeva Aeries-LiDARs



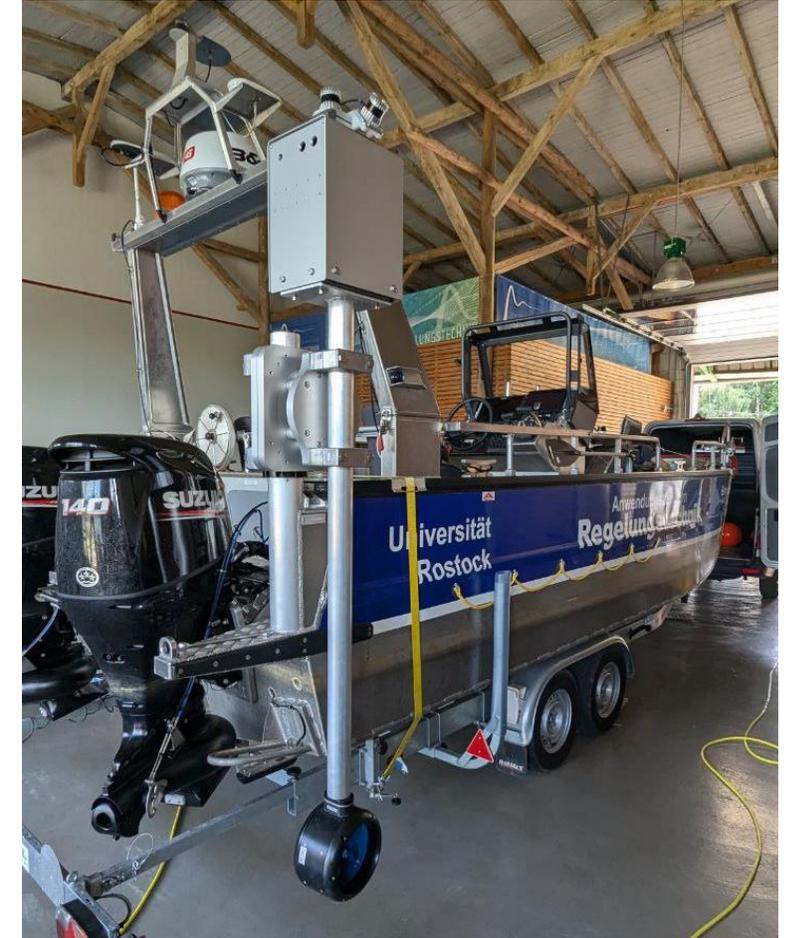
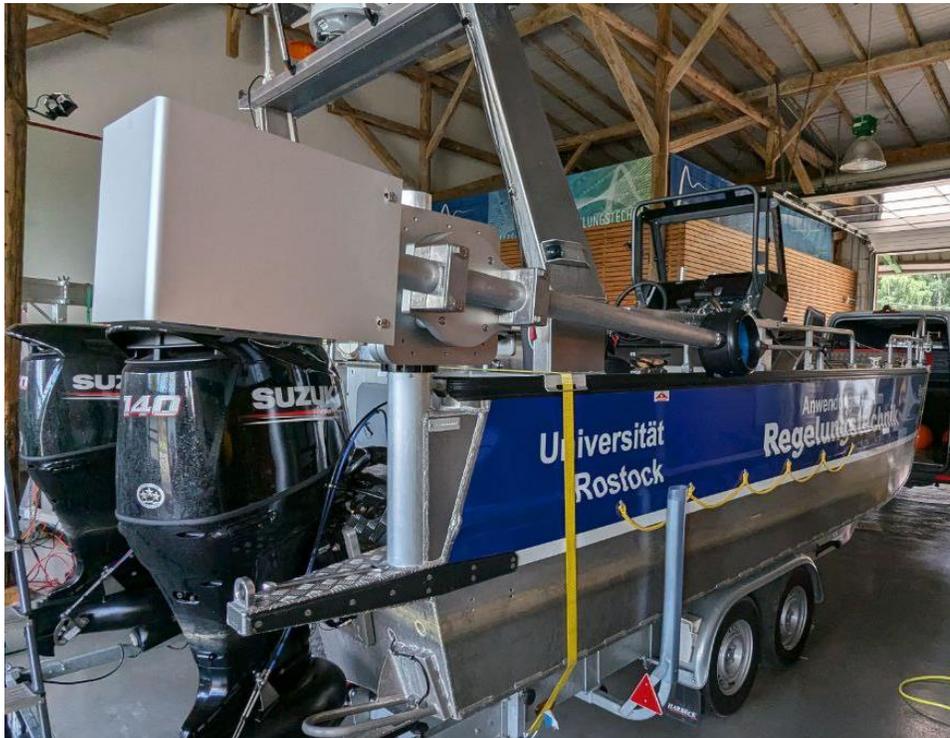
Seitlicher Abdeckungsgebiet Ouster OS0

- Auflösung ca. 1 Punkt/cm<sup>2</sup> mit nichtlinearem Verlauf
- Abstand zur Bordwand <10cm

# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

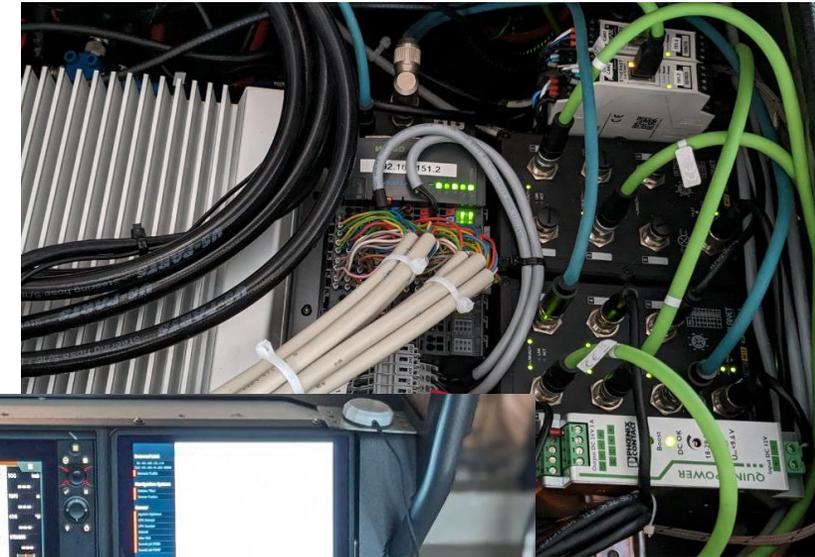
## Erweiterungen für die Nutzung als Testfahrzeug für autonome Fahrfunktionen:

- 2x 11kW 360°-RIM-Drive, optional montierbar
- schwenkbar per Einhand-Bedienung
- Nanotec-Servomotoren zur Azimutverstellung



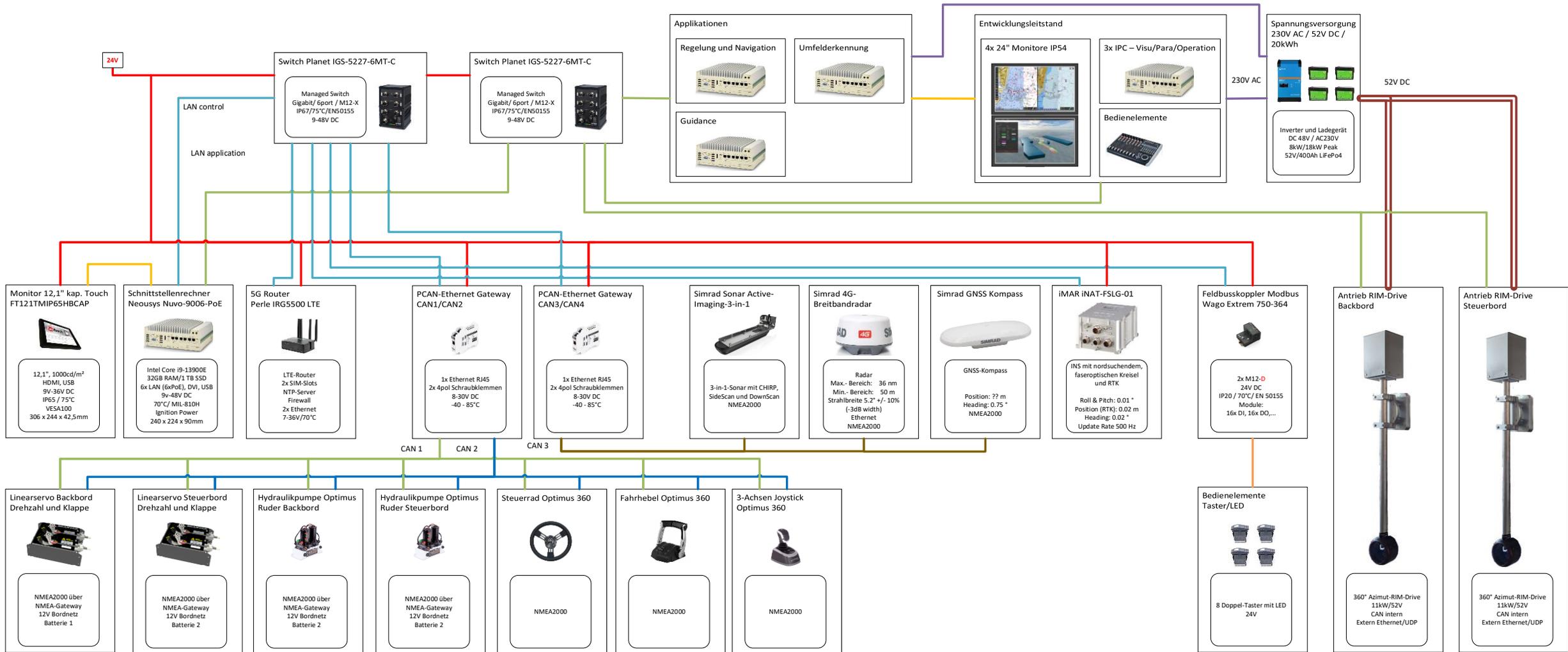
# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

- kombinierte Spannungsversorgung für Rechentechnik 230V AC und 52V DC / max. 600A Spitzenstrom / 20kWh Kapazität
- Steuerrechner und Steuerinterface
- Entwicklung und Integration automatischer Basisfahrfunktionen
- Schnittstellen für höhere autonome Funktionen



# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

## Schema des Systemaufbaus auf der Bernhard Lampe



# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

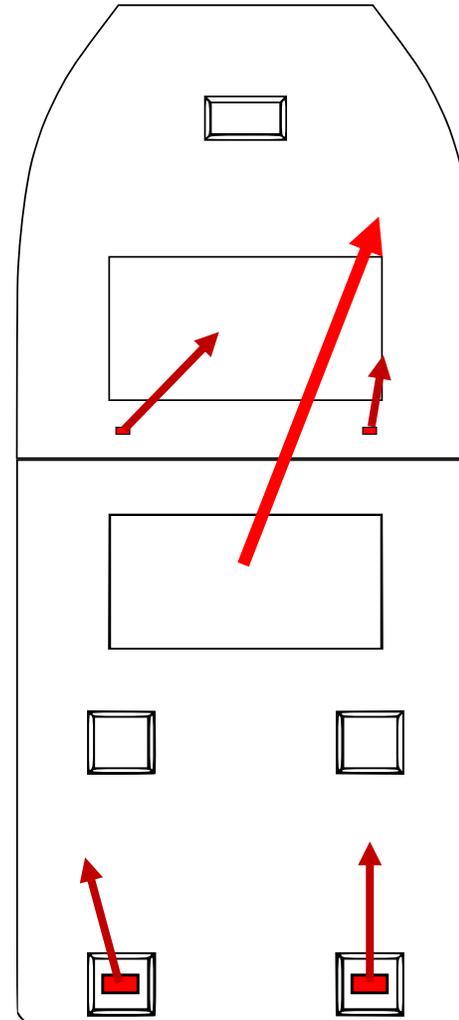
## Basisfahrfunktionen, die Grundlage autonomer Algorithmen

Los!



- Sehen
- Gleichgewicht
- Druckverteilung im Fuß
- Muskelbelastung
- Rumpfmuskulatur sowie Arme und Schultern
- Oberschenkel- und Gesäßmuskulatur
- Wadenmuskulatur
- Fußmuskulatur

Timing und Zusammenspiel aller Muskelgruppen, Ausgleich von Störungen etc.



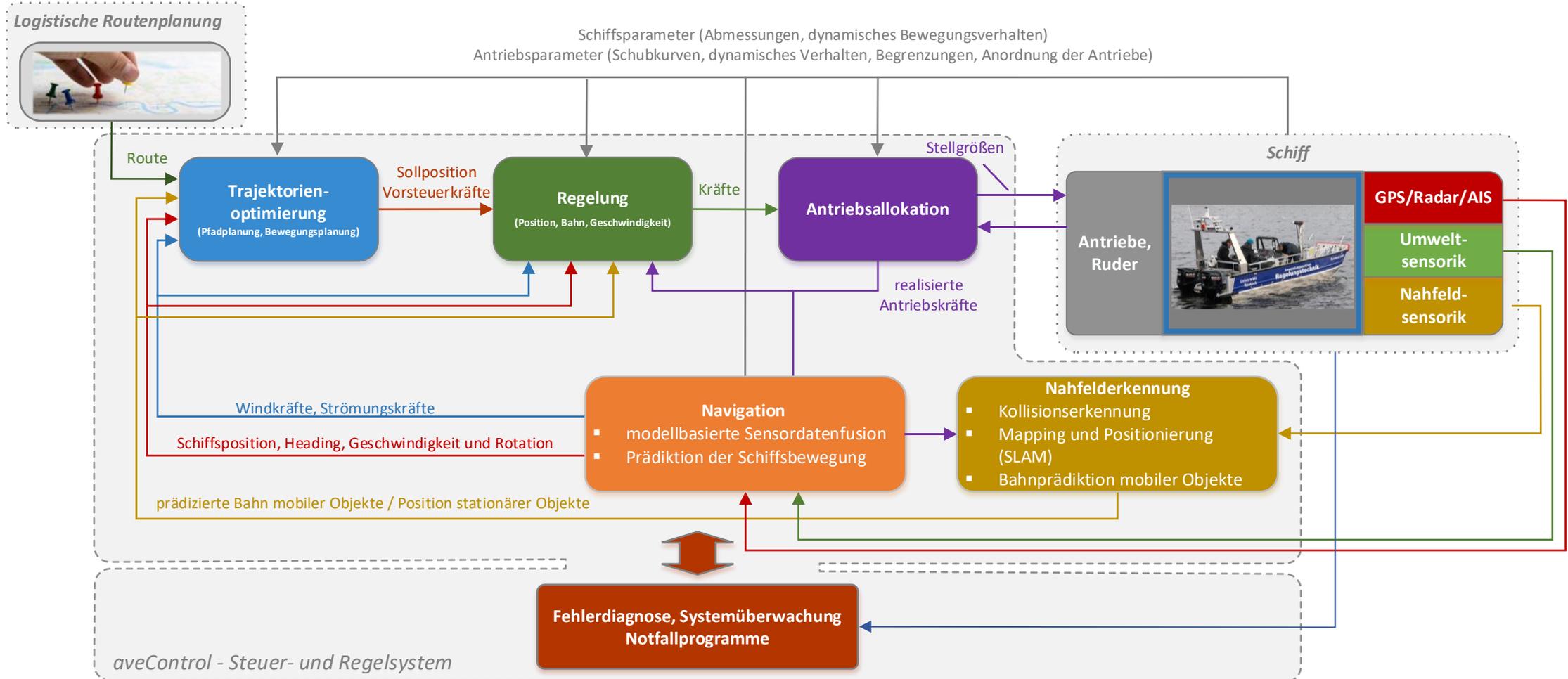
Fahrt voraus, Drehung 30° steuerbord!

- Geschwindigkeiten?
- Welche Strömungskräfte?
- Welche Windkräfte?
- Hindernisse? Kaikante?
- Position und Lage des Schiffs?
- Wassertiefe, Strömung?
- Welche Kraft muss ich erzeugen?
- Wie muss ich dafür die Antriebe stellen?
- Wie muss ich Störungen kompensieren?
- ...

Quelle: de.freepik.com/autor/katerina51

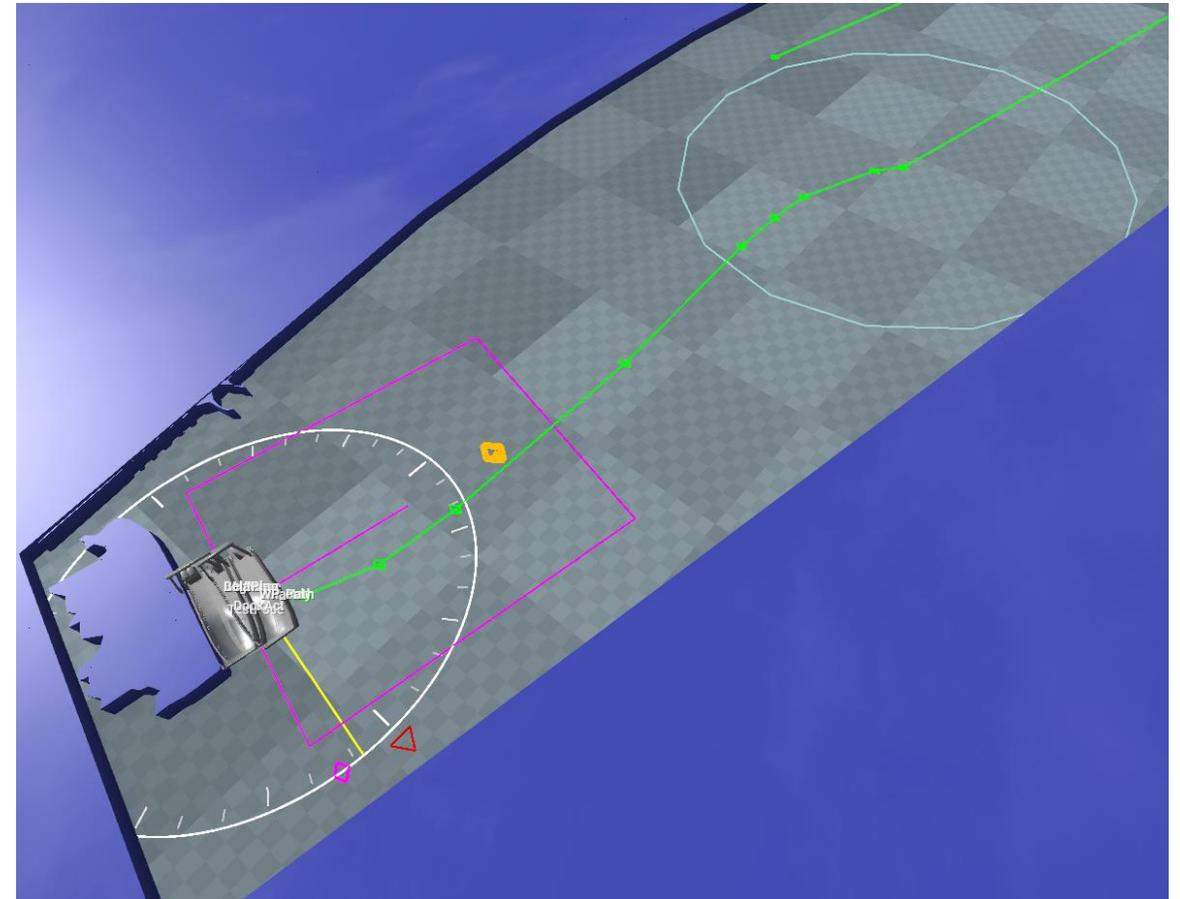
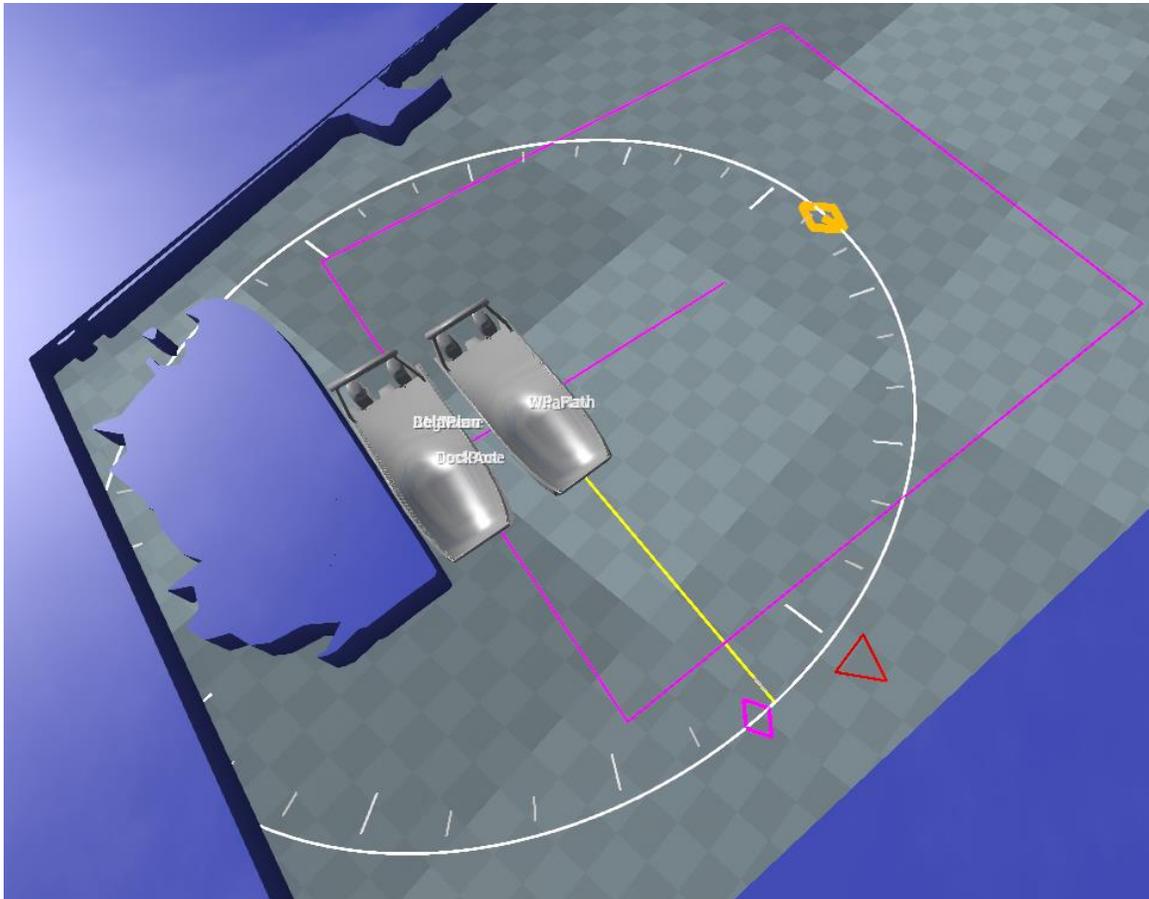
# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

## aveControl / Steuer- und Regelsystem für autonome Schiffe



# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

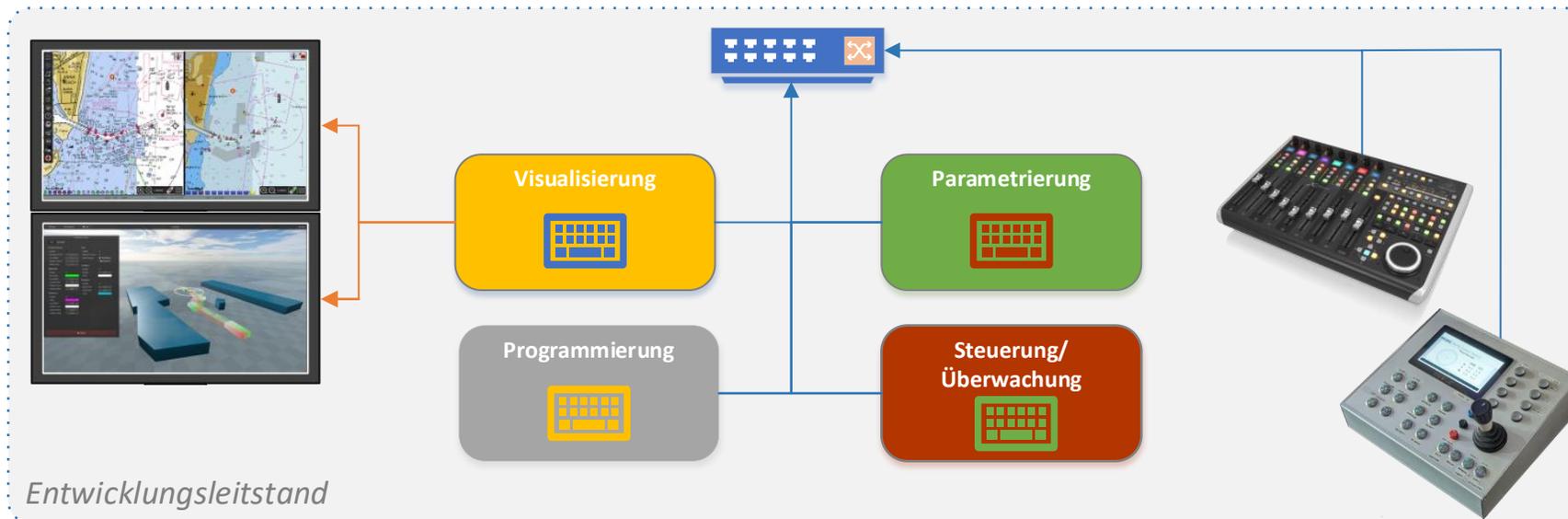
## Höhere automatische Fahrfunktionen – automatisches Anlegen



# Versuchsträger zur Entwicklung autonomer Fahrfunktionen

## Leitstand für autonome Fahrzeuge

- flexibel nutzbaren Bedienelementen
- Visualisierung der Steuerungs- und Fahrzeugzustände
- Überwachung und Alarmierung



## 3. Vorstellung der Projektergebnisse

- Transportlogistikkonzepte für Metropolregionen
- Entwicklung und Bau eines Versuchsträgers für die Citylogistik
- Automatisierter Umschlag und Energieversorgung
- Hochgenaue Positionierung & Umfelderkennung für automatisiertes Anlegen
- Back-uppositionierung
- Automatisiertes Fahren und Anlegen
- Verkehrs- & Fernsteuerzentrale

Jörg Zimmermann, Alberding GmbH

# Abgrenzung der Begriffe

## Verkehrszentrale

- Überwachung, Steuerung und Sicherung
- Informieren und unterstützen
- Alle Informationen aus der Wasserstraße

## Fernsteuerzentrale

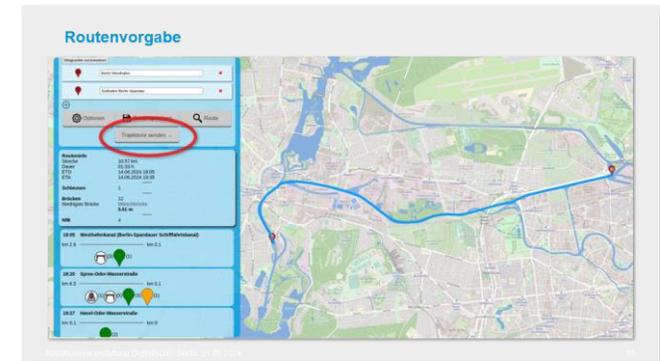
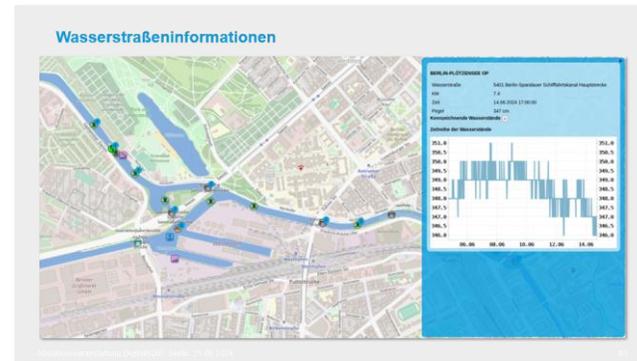
- Navigieren eines Schiffes von einem an Land installierten Fahrstand aus
- Schiff ausgestattet mit Sensorik und Aktorik
- Datenübertragung zw. Schiff und Fernsteuerung

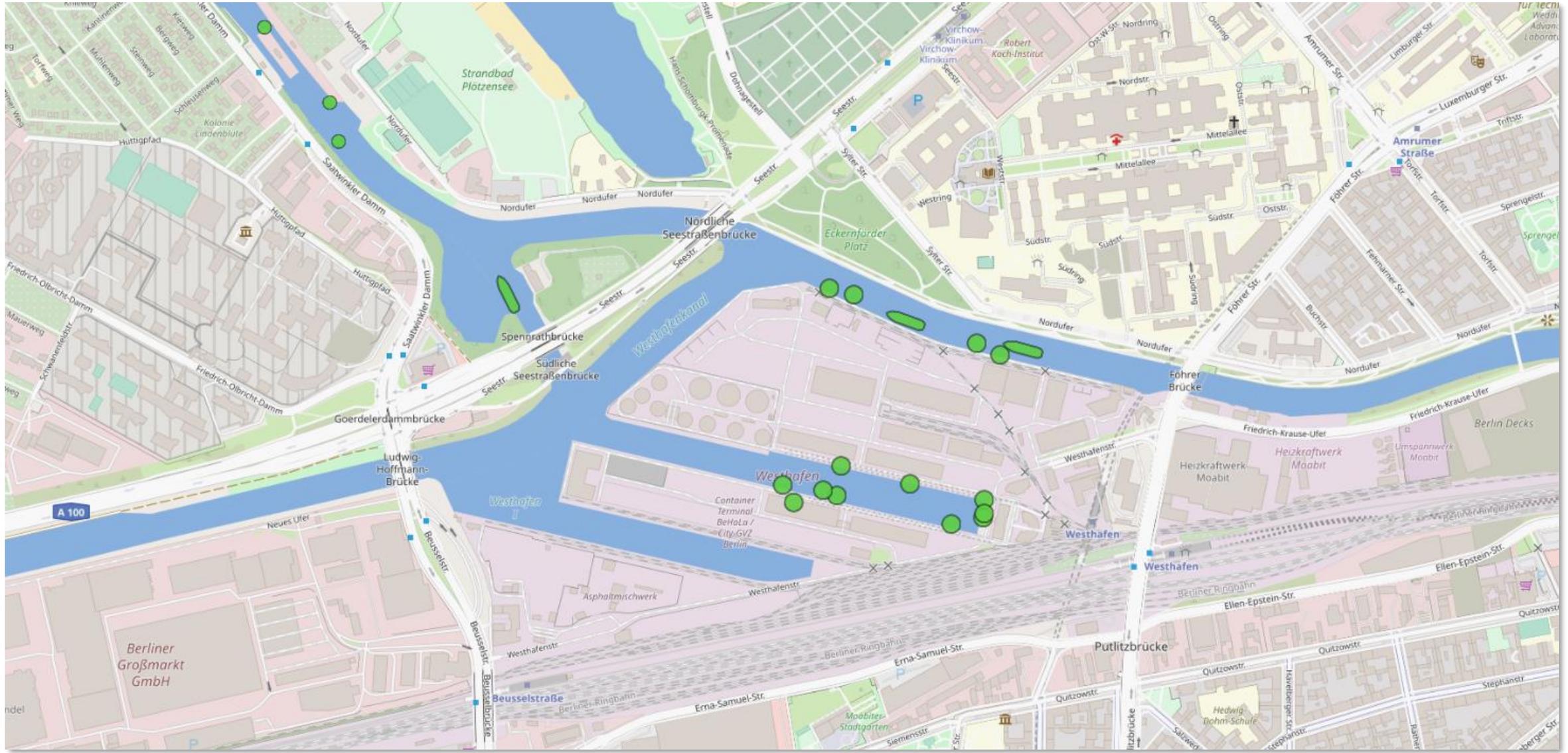


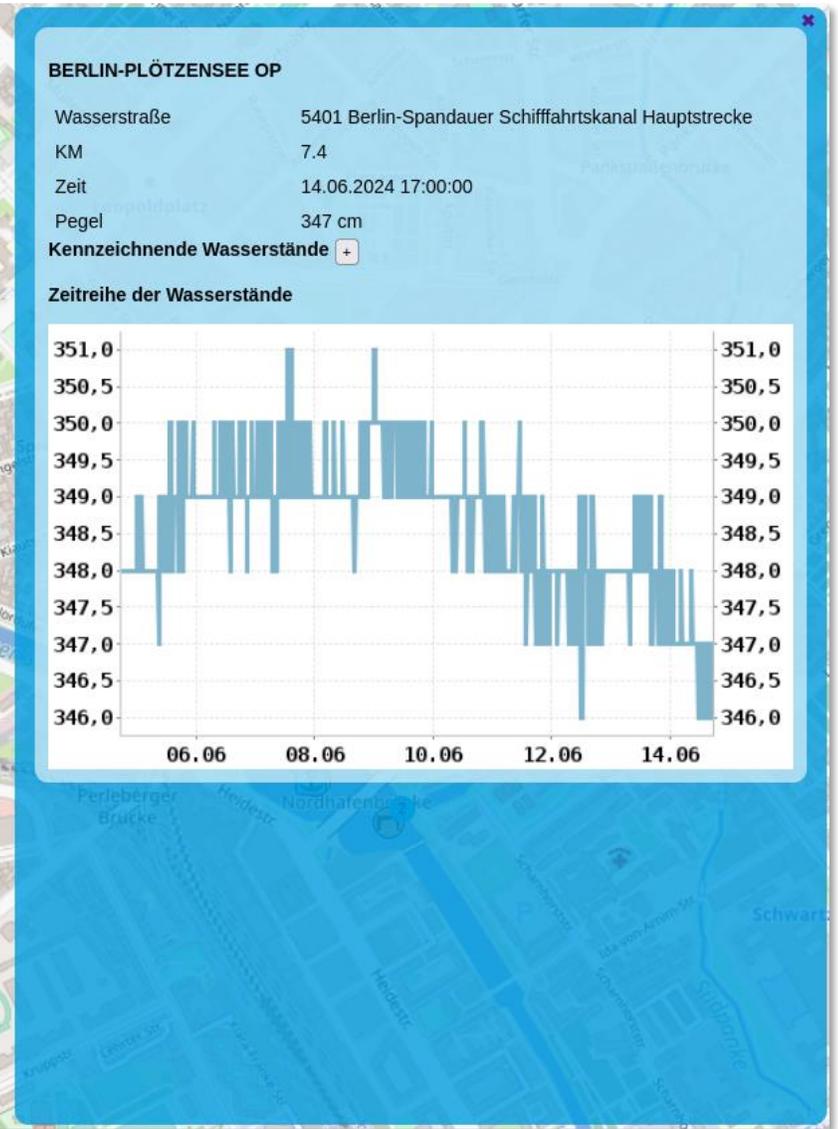
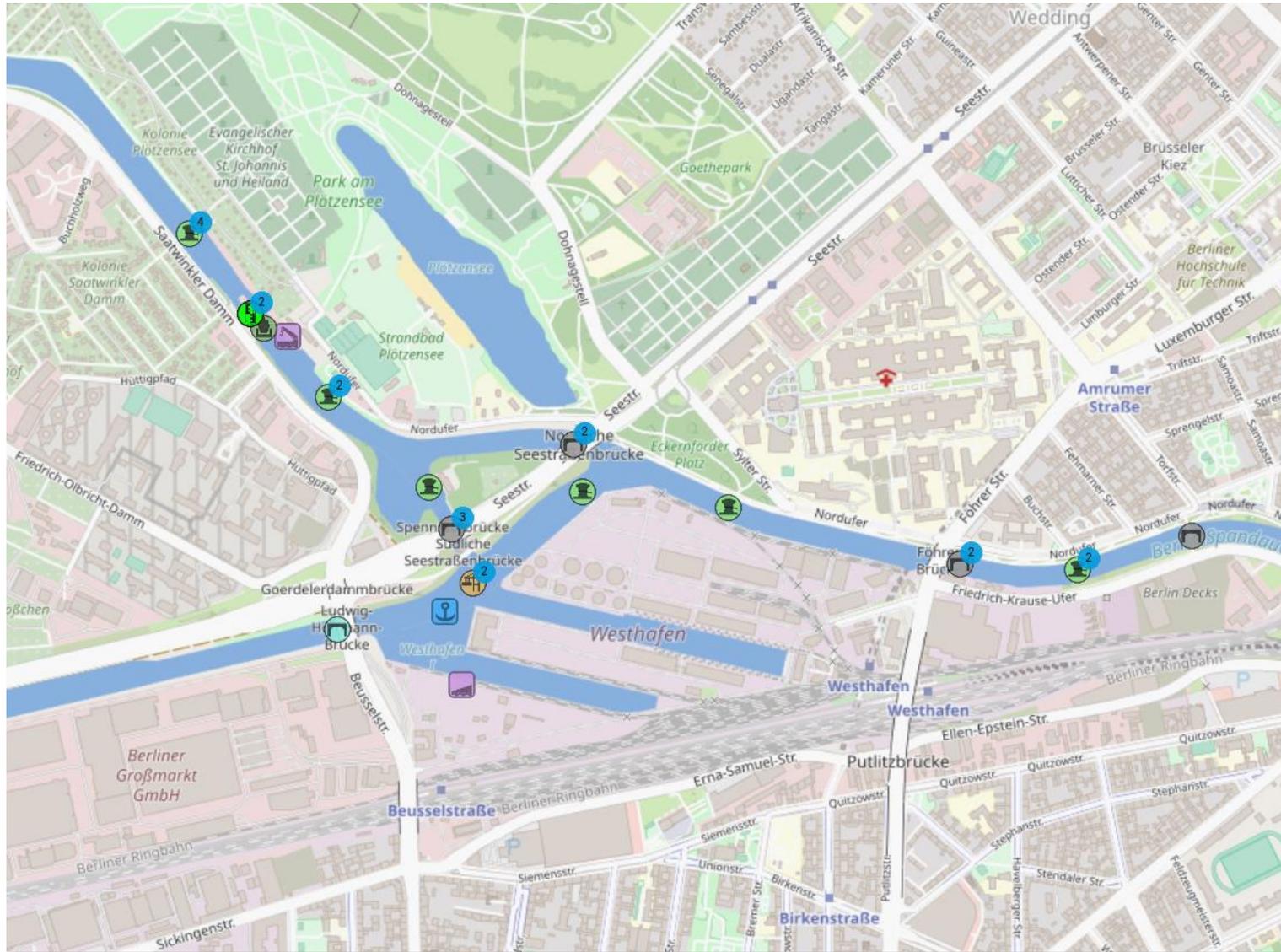
Verkehrszentrale Brunsbüttel [Quelle: <https://www.gdws.wsv.bund.de>]

# Verkehrszentrale

- Anzeige aktuelle Verkehrslage im Testfeld erhalten über
  - AIS-Infrastruktur (BEHALA)
  - Alberding Positionierungssysteme bei ausgestatteten Testschiffen
- Anzeige aller verfügbaren Wasserstraßeninformationen (Informationsplattform)
- Routenvorgabe an entsprechend ausgestattete Schiffe (Bernhard Lampe, Versuchsträger)







# Routenvorgabe

**Wegpunkte zurücksetzen**

**a** Berlin Westhafen ✖

**b** Südhafen Berlin Spandau ✖

**+**

**Optionen** **Route speichern** **Route**

**Trajektorie senden →**

**Routeninfo**

Strecke	10.57 km
Dauer	01:33 h
ETD	14.06.2024 18:05
ETA	14.06.2024 19:39

**Schleusen** 1

**Brücken** 12

**Niedrigste Brücke** Mörschbrücke

**5.51 m**

**NfB** 4

**18:05 Westhafenkanal (Berlin-Spandauer Schiffahrtskanal)**

km 2.6 — km 0.1

**18:20 Spree-Oder-Wasserstraße**

km 6.5 — km 0.1

**19:27 Havel-Oder-Wasserstraße**

km 0.1 — km 0

# Fernsteuerung

- 3 Fahrhebel, 3 Monitore
- Anzeige
  - Kartenansicht, IENC
  - Fahrhebel, Instrumente
  - Kamerabilder
- Verschiedene Fahrmodi
  - Stellgrößen der Antriebe (Fahrhebel 360°)
  - Kraft (Joystick)
  - Geschwindigkeit (Joystick)

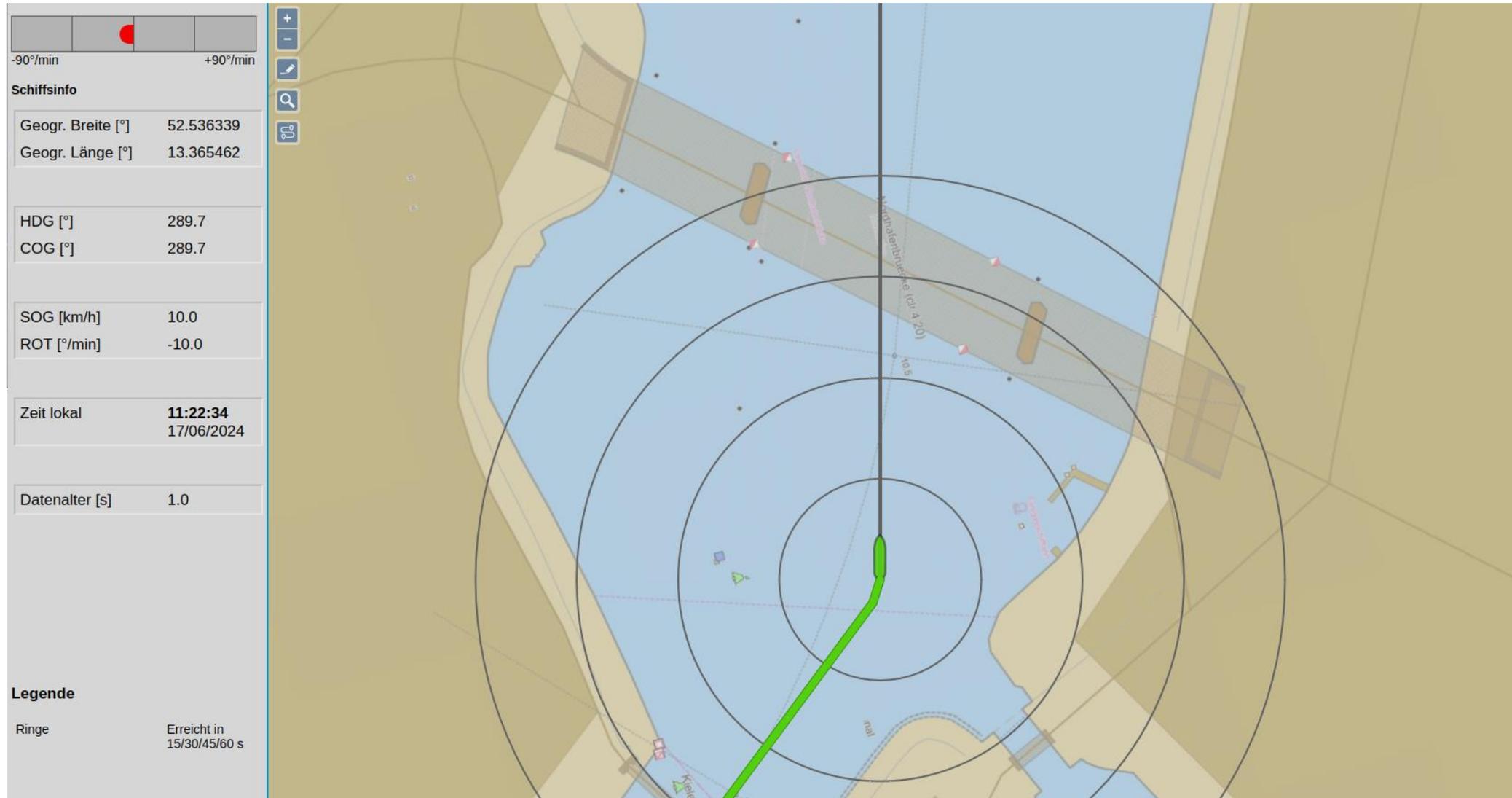


## Stellgrößen



## Kraft oder Geschwindigkeit





# Sicherheit in der Kommunikation

- OpenSource-Betriebssystem
  - Einsatz aktiv entwickelter Software mit hohen Standards
  - Reduzierte Angriffsfläche: nur notwendige Softwarekomponenten
- Rollen- und Rechtemanagement
- Vielfache, redundante Übertragung bei UDP (verbindungsloses Protokoll)
- Verwendung von TLS/DTLS
  - Verschlüsselung
  - Authentifizierung
  - Autorisierung
- Fahrzeug geht bei Kommunikationsstörung in sicheren Modus



# Testfeldinfrastruktur

- Aufbau und Betrieb von je einer VDES-Basisstation in Wernsdorf, Woltersdorf und Bauhof Berlin (temporär)
  - Aufbau und Betrieb einer AIS-Basisstation in Fürstenwalde
  - Datenübertragung von GNSS-Korrekturdaten (RTCM-3 (SSRZ))
- 
- Nur möglich durch Unterstützung von GDWS und WSA Spree-Havel



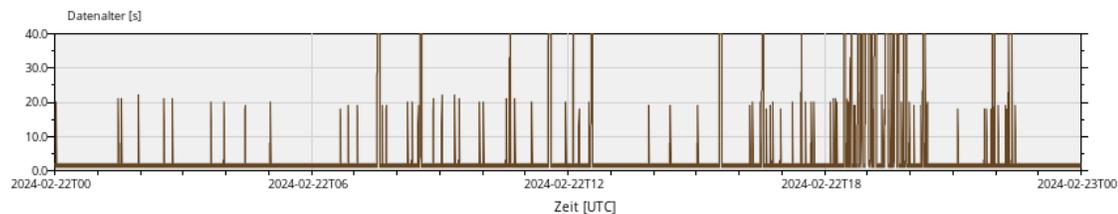
# Far-Field-Monitoring

- **Woltersdorf**

- Holen der PPP-RTK-Korrekturdaten von SAPOS
- Kodieren der Korrekturdaten in VDES-Nachrichten (Binary Message)
- Aussendung der Nachrichten über VDES mittels VDES1000 von CML

- **Wernsdorf**

- Empfang, Dekodierung und Konvertierung der Daten
- Hochgenaue Positionslösung in GNSS-Empfänger
- Beurteilung der Güte der ausgesendeten Korrekturdaten



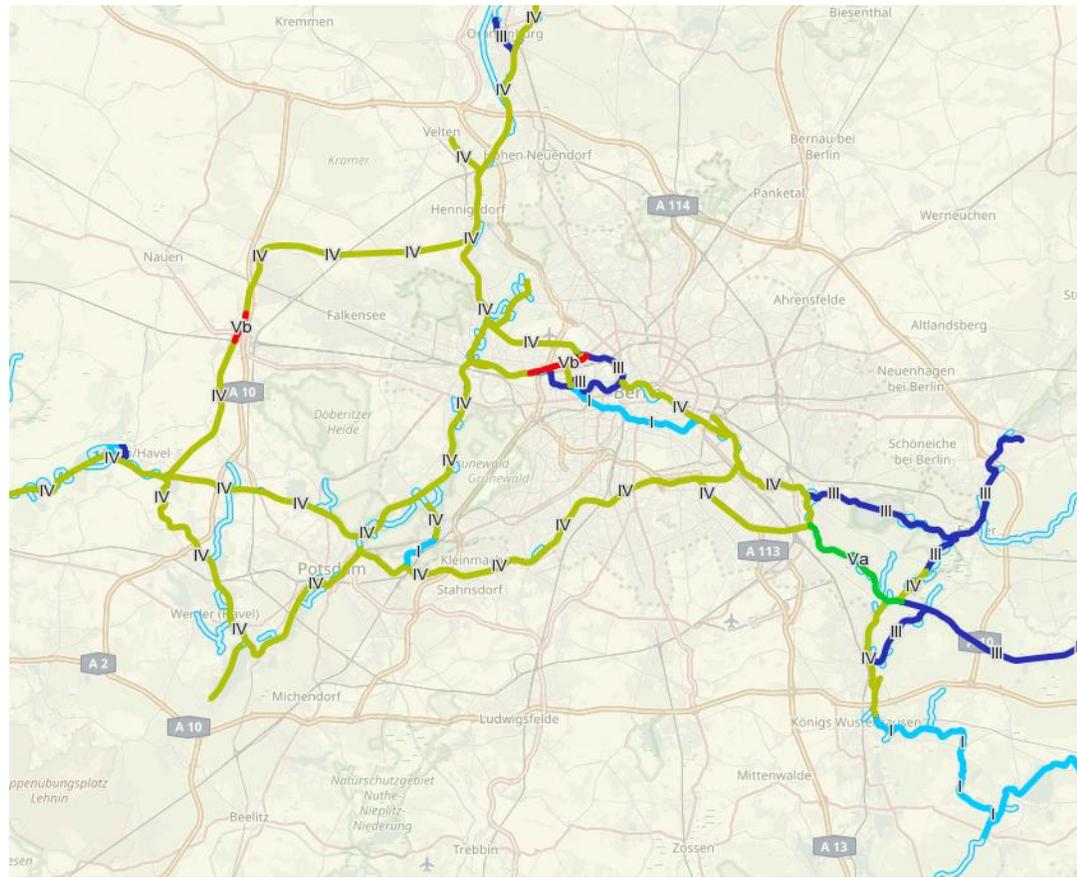
# Agenda

1. Begrüßung und Einführung
2. Grußwort des BMDV
3. Vorstellung der Projektergebnisse
- 4. Zukünftige Nutzung des digitalen Testfeldes und des Versuchsträgers**
5. Imbiss und Networking
6. Taufe des Versuchsträgers
7. Live-Demonstrationen

- Angespannte Straßenverkehrssituation:
  - Einwohner, Pendler, Touristen, Demonstrierende, ...
  - Wachsender Lieferverkehr mit prognostizierten Zuwachs
- Weitere Einschränkungen des Verkehrsraums durch:
  - Baustellen und andere Sperrungen
  - Beanspruchung durch ÖPNV-Taktung
  - Umwidmung von Fahrspuren zu Radwegen
  - Einschränkung der Parkmöglichkeiten
- Green Deal der EU:
  - Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2050 um 90 % im Verkehrssektor
  - Verlagerung von Verkehren auf alternative, umweltfreundliche Verkehrsträger
  - Steigerung der Anteile alternativer Verkehrsträger am Modal Split zwischen
    - 2005 – 2030 auf 35 %
    - 2005 – 2050 auf 50 %



# Wasserstraßentransport in der Region Berlin-Brandenburg



## Vorhandene Basisinfrastruktur:

- Dichtes Wasserstraßennetz (u.a. Nebenwasserstraßen) mit geringer Auslastung
- Trimodale Häfen in Brandenburg und in Berlin
- Wassernahe Umschlagsanlagen in direkter Nähe zu Industrie und Handel mit hervorragender Anbindung an rund 20 Logistikstandorte

## Regionale Akteure im Bereich Wasserstraße:

- Hochschulen und Forschungsinstitute: TU Berlin, TH Wildau, SVA Potsdam, DLR, ...
- Technologiefirmen: Alberding GmbH, Veinland GmbH
- Verbände: BÖB, VBW, ....
- Logistiker: Deutsche Binnenreederei, DHL, andere

# Optimierungsbedarf des Wasserstraßentransports

## Automatisierung:

- Automatisiertes und autonomes Fahren und Anlegen
- Automatisierter Umschlag

## Transportprozess und Vernetzung:

- Bessere Integration in multimodale Transportketten
- Digitalisierung von Frachtdokumenten
- Entwicklung und Einführung neuer Transportprozessmodelle
- Verstärkte Einbindung von Nebenwasserstraßen mit kleineren Transporteinheiten

## Energieoptimierung:

- Energieoptimiertes Fahren
- Alternative Antriebe mit Ladeinfrastruktur

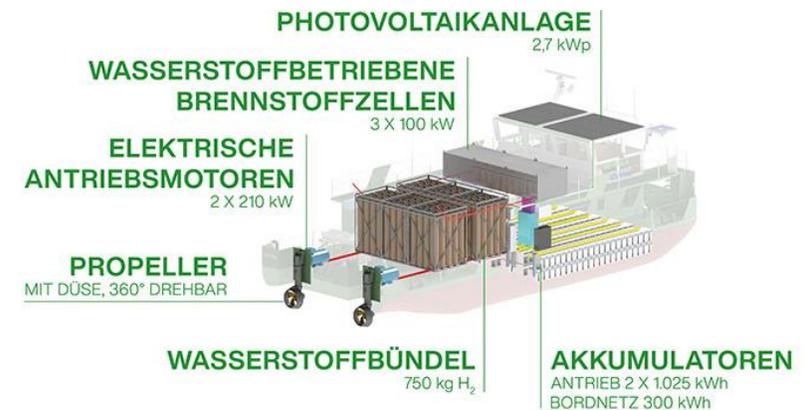
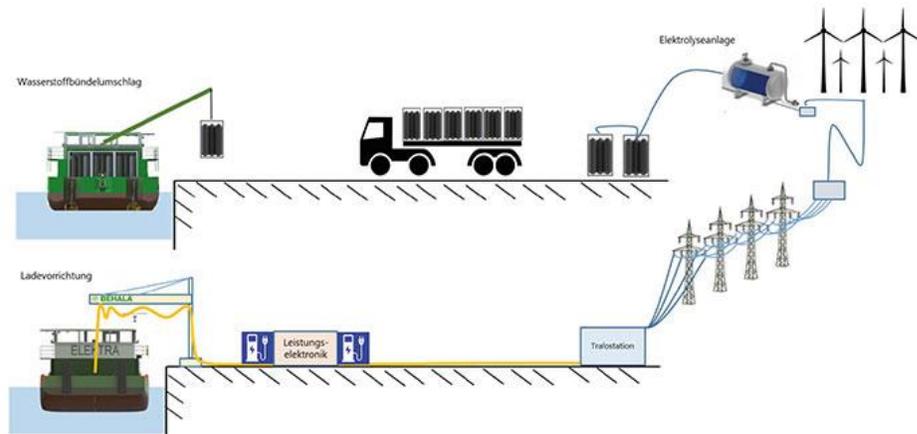


Quelle: <https://www.hafenkw.de>

# Projekt ELEKTRA - Schubschiff mit neuem Energiesystem

## Schubschiff Elektra:

- Hybridbetriebenes Schubschiff: Brennstoffzelle und Akkumulatoren
- Projektleitung: Technische Universität Berlin – Fachgebiet Entwurf und
- Projektförderung: ca. 8 Mio. Euro BMDV
- <https://www.now-gmbh.de/projektfinder/elektra-ii/>

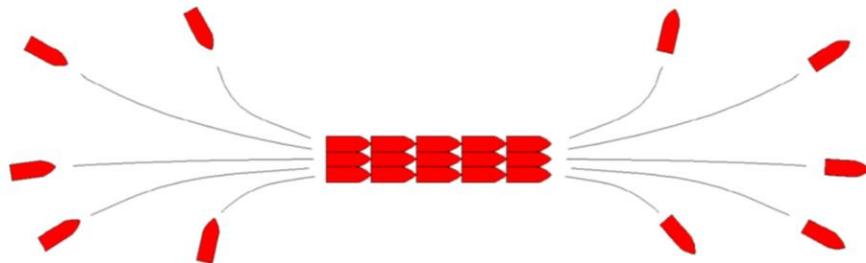


Graphiken: <https://www.behala.de/elektra/>

# Projekt A-SWARM II – kleine automatisiert fahrende Einheiten

## Versuchsträger:

- Kleine Einheiten (ca. 6m lang, 2m breit) mit batterieelektrischen Antrieb auf Wasserstraßen in Metropolregionen
- Einsatz:
  - Im Verband z.B. mit Schubschiff
  - Einzeln abkoppelbar – autonom fahrend
- Projektleitung: Schiffbau-Versuchsanstalt Potsdam
- Projektförderung: ca. 4 Mio. Euro (BMWK)

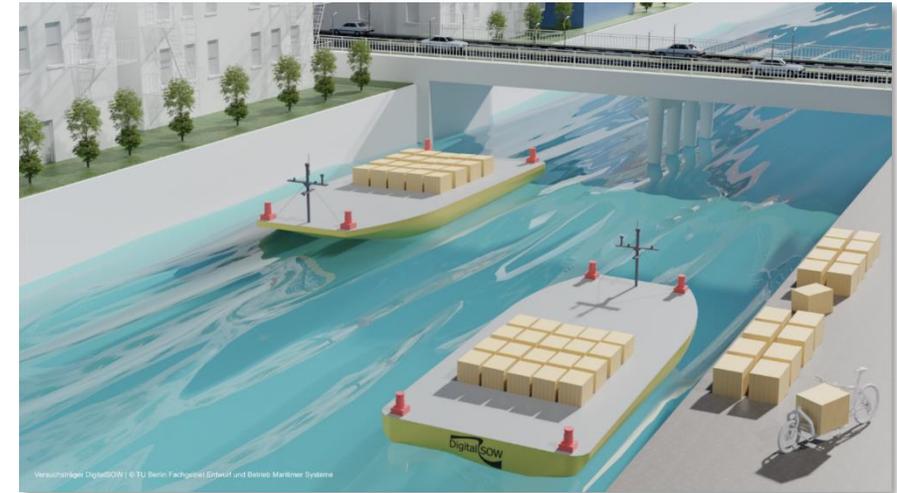


Graphiken: Schiffbau-Versuchsanstalt Potsdam GmbH,  
Technische Universität Berlin, EBMS

# Versuchsträger mit elektrischem Antrieb

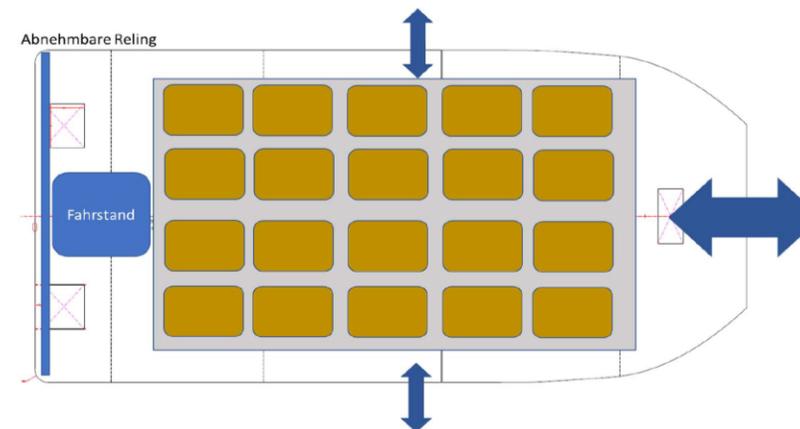
## Versuchsträger:

- Auf die Wasserstraße und die Aufgabenstellung angepasst (ca. 6m breit, 14m lang)
- Adaptierbar für vorhandene Trägerplattformen (z.B. Schubschiff Elektra)
- Heck- und Bugteil -> Koppelbar mit A-SWARM Versuchsträger (Gesamtlänge < 20m)
- Schnittstelle für Steuerung und Fernsteuerung



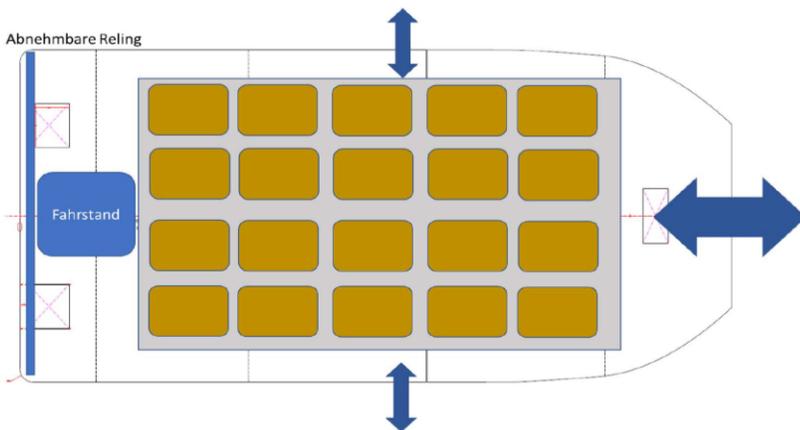
## Elektrischer Antrieb:

- Elektromotoren
- Lithium-Ionen Energiespeicher
- Schnittstelle Ladeinfrastruktur



- Transport von ca 20 Containern
- > 120 x 80 x 180cm Rytle-Box
- Abstand zwischen den Containern 60 cm zum sichern
- > Ladefläche ca. 9 m \* 5,6 m
- Bb, Stb, Bugseiteig beladbar
- Fahrstand soll 40 cm erhöht sein (Umsicht)
- Rampenbreite mind. 1,40 m

# Versuchsträger für autonomen Betrieb auf der SOW



- Transport von ca 20 Containern
- >120 x 80 x 180cm Rytle-Box
- Abstand zwischen den Containern 60 cm zum sichern
- > Ladefläche ca. 9 m \* 5,6 m
- Bb, Stb, Bugseiteig beladbar
- Fahrstand soll 40 cm erhöht sein (Umsicht)
- Rampenbreite mind. 1,40 m



# Digitales Testfeld mit Versuchsträger

- Technische Erprobung und Optimierung unter Realbedingungen
  - Automatisierung: Fahren, Koppeln und Anlegen
  - Leitzentrale, Fernsteuerung, Assistenzsysteme
  - Automatisierter Umschlag
  - Vernetzung mit Schiene und Straße (Transporter, Lastenrad)
- Einbeziehung unterschiedlicher Nutzer aus der Logistik
  - Anpassung der Transportprozesse durch die Einbeziehung der Wasserstraße (multimodal)
  - Anpassung der Abläufe, Sensorik, Fahrzeuge
- Ableitung von Anforderungen
  - Autonom fahrenden Schiffseinheiten (Technik, Logistik)
  - Ausstattung der dezentrale Umschlagstellen
  - Energieversorgung (grün?) und Ladestellen



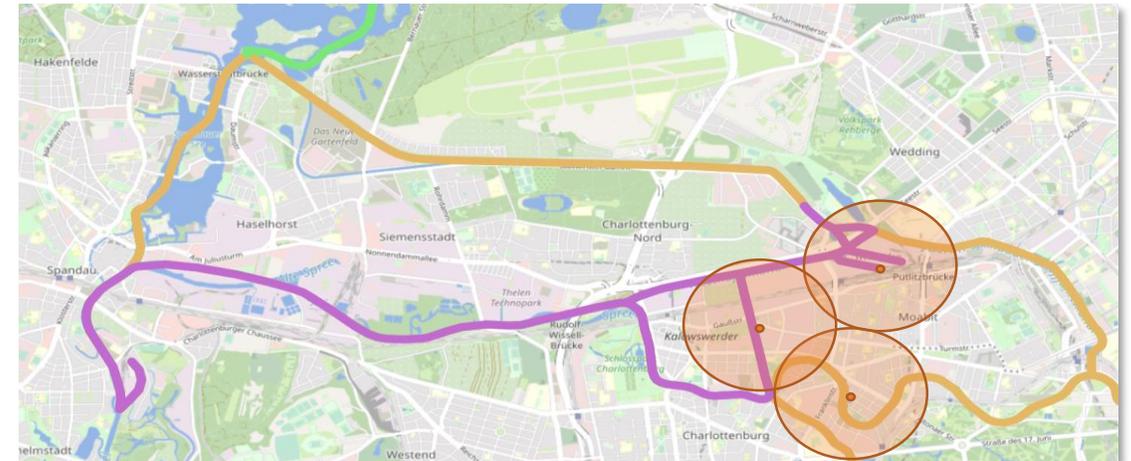
# Herausforderungen bei der Umsetzung der Forschungsergebnisse

- Rechtliche Rahmenbedingungen für autonomes Fahren und Anlegen
- Zertifizierung der Systeme und Prozesse
- Schaffung und Betrieb dezentraler Umschlaganlagen an der Wasserstraße
- Betrieb von Schiffsflotten zur Einbindung der Wasserstraße in multimodale Transportprozesse
  - Zwischen den Verteilzentren (LKW – Schiff, Bahn – Schiff)
  - Umschlag zur letzten Meile (Schiff - Fahrradkurier)
- Technische Umsetzung der Ergebnisse in marktfähige Produkte
  - Automatisiertes Fahren, Fernsteuerung, Leitzentrale
  - Produktion des „Berliner Watertrucks“
  - Produktion von Verteilzentren (Microhubs, Container, etc.)



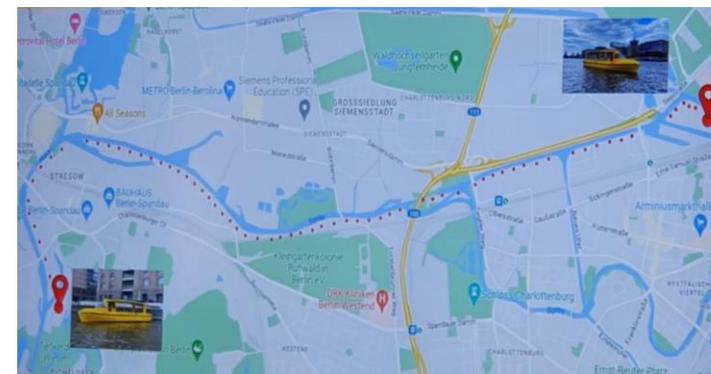
# Wie geht es weiter?

- Nutzung des Versuchsträgers „Boris Kluge“ durch Folgeprojekte:
  - SensorSOW (BMDV, DTW 2)
  - A-SWARM II (BMW, Maritime Technologien)
  - DTW3, ....
- Einbindung der Nutzer aus der Logistik
  - Erzielen einer Wirtschaftlichkeit durch Förderung oder geringere Bestrafung
- Offene Fragen:
  - Wer sichert die Grundstücke und Zugänge für die dezentralen Umschlagstellen ?
  - Wer baut die Umschlagstellen (Rampen) ?
  - Wer betreibt die Ladeinfrastruktur (grüner Strom) ?
  - Wer betreibt die Umschlagstellen (BEHALA?)
  - Wer betreibt die Flotten ?



# Praxisbeispiel: Solarboot der DHL Group

- Solarboot 10,50 m lang und 2,50 m breit
- Transportiert zweimal täglich Pakete bis zu 250 Pakete von Spandau in den Berliner Westhafen
- Umschlag auf Fahrradkuriere am Berliner Westhafen
- Pilotphase: 9 Monate
- Projekt wird bis 2029 verlängert
- Bereitstellung dezentraler Umschlagstationen an den Berliner Wasserstraßen



Graphiken: A. Schwager, DHL Group

# Agenda

1. Begrüßung und Einführung
2. Grußwort des BMDV
3. Vorstellung der Projektergebnisse
4. Zukünftige Nutzung des Testfeldes und des Versuchsträgers
- 5. Imbiss und Networking**
- 6. Taufe des Versuchsträgers (13:00 Uhr)**
- 7. Live-Demonstrationen (13:30 Uhr)**



Universität  
Rostock

