



## AutonomSOW II

Entwicklung einer Informationsplattform auf der Basis von Wasserstraßen-, Verkehrs- und Transportprozessdaten zur Bereitstellung von Diensten für planbare und vernetzte Transportvorgänge auf Binnenwasserstraßen

mFUND-Konferenz Berlin, 12.12.2023

Jürgen Alberding



# Motivation

- **Staus** und **Emissionsbelastung** durch Anstieg des Gütertransportaufkommens auf der Straße
- Binnenwasserstraßentransport ist ökonomischer und umweltfreundlicher
- Es gibt noch **freie Transportkapazitäten** auf der Wasserstraße
- **Ziel: Steigerung der Attraktivität des Wasserstraßen- transports durch innovative Ansätze:**
  - **Integration** in multimodale Transportprozessketten
  - **Digitalisierung** der Frachtdokumente
  - **Automatisierung** im Bereich des Fahrens und Anlegens (Einsparpotential bei der Besatzung)
  - Emissionsreduzierung durch Nutzung von **alternativen Antrieben**



Quelle: rbb / Fred Pilarski



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

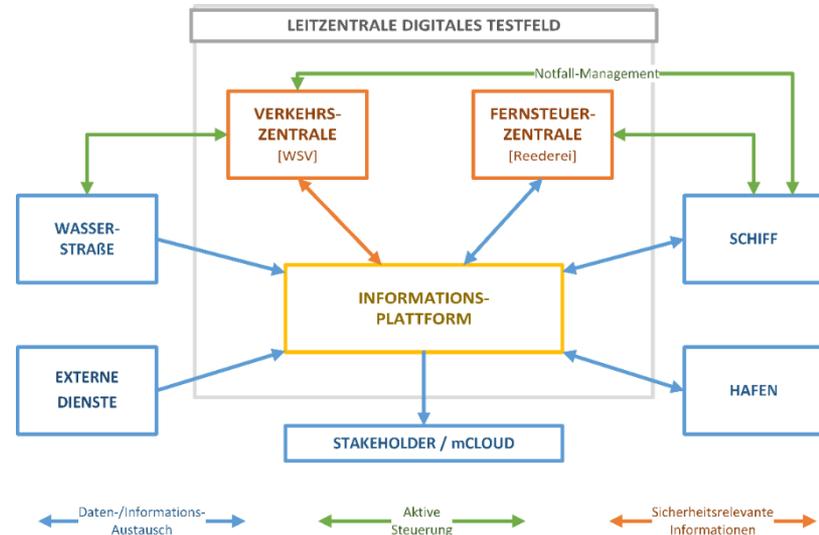
# Herausforderungen des Wasserstraßentransports

- **Wettbewerb** der Wasserstraße mit anderen Verkehrsträgern
- Erforderliche **Vernetzung** mit anderen Verkehrsträgern unter anderem für den Transport auf der „letzten Meile“
- Die Transportkapazität unterliegt ständigen **Veränderungen**:
  - Fahrrinne: Pegelstände, Fahrrinntiefenkontur, Engstellen
  - Bauwerke: Schleusen, Hebewerke, Brücken
  - Temporäre Einschränkungen: Baustellen, Havarien, Lotungen
  - Allgemeine Verkehrssituation: Verkehrsaufkommen, Fährverkehr
  - Verfügbare Slots an Schleusen oder Häfen (Wartezeiten)
- **Ausweichrouten** wie im Straßenverkehr für Wasserstraßen in der Regel **nicht** verfügbar

## Machbarkeitsstudie (BMDV, mFUND Förderlinie 1)

### Datenbasis für den automatisierten und autonomen Betrieb auf der Spree-Oder-Wasserstraße

- Identifikation von Anwendungen
- Analyse von Datenquellen
- Definition von Systemanforderungen
- Ableitung von Technologien
- zu nutzende Daten
- Handlungsempfehlungen zur Digitalisierung und Automatisierung der Binnenschifffahrt

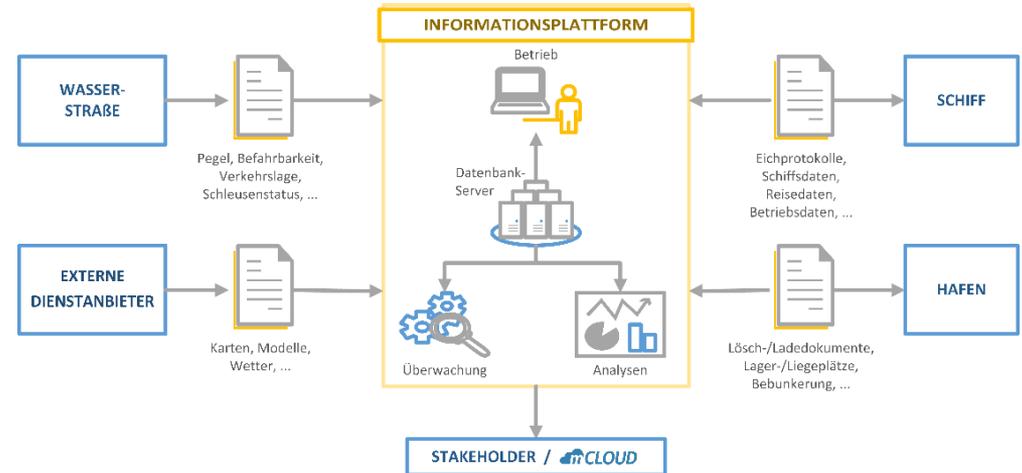


## Ziele:

- Transportprozess planbarer gestalten
- Bessere Integration in den Gesamtprozess des intermodalen Warentransports
- Informationen an die am Transport beteiligten Akteure

## Ansatz:

- Zusammenführung aller relevanter Informationen auf eine Plattform
- Ableitung transportrelevanter Informationen aus:
  - *Wasserstraßendaten*
  - *Verkehrsdaten*
  - *Transportprozessdaten*

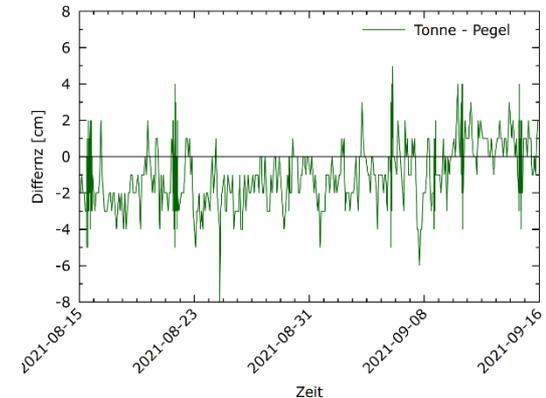
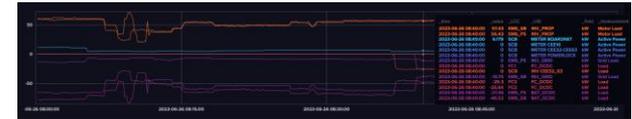
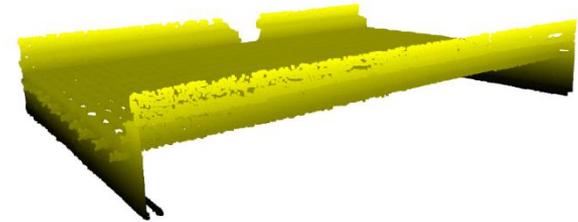


## Weitere Ziele von AutonomSOW II

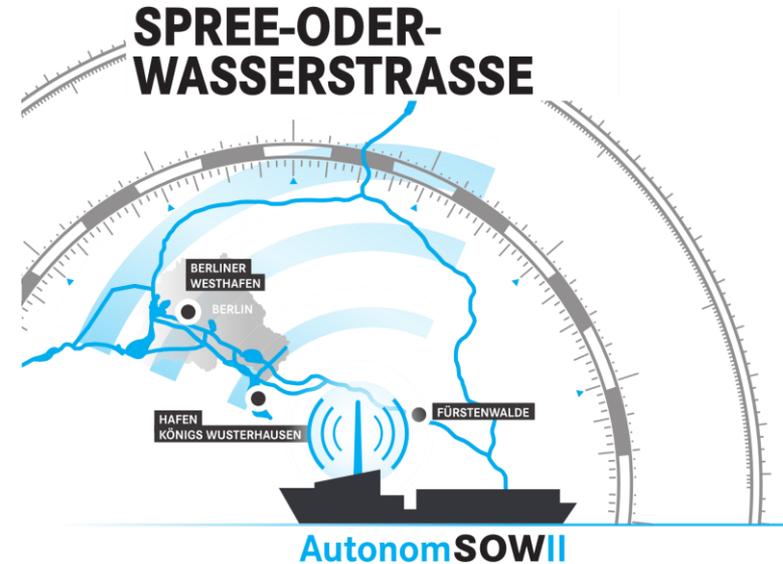
Automatisierte Erfassung von Echtzeitdaten aus der Wasserstraße:

- Dynamische Erfassung von Bauwerken (Brücken, Schleusen) während des Transportvorgangs über LiDAR-Messungen und einem SLAM-Ansatz (DLR)
- Erfassung von Maschinendaten des Schiffes zur Optimierung des Energiebedarfs (TU Berlin)
- Bestimmung des Wasserpegels durch präzise GNSS-Messungen an einer solarbetriebenen Tonne (Alberding GmbH)

Einbindung der Messdaten in die Informationsplattform

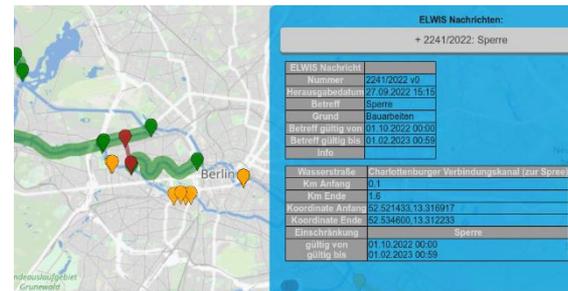


- gefördert vom BMDV, mFUND, Förderlinie 2
- Projektstart: 01.11.2020
- Laufzeit: 36 Monate
- Projektbudget: ~ 2 Mio. €
- Projektförderung: ~1.5 Mio. €
- Konsortialführer: Alberding GmbH

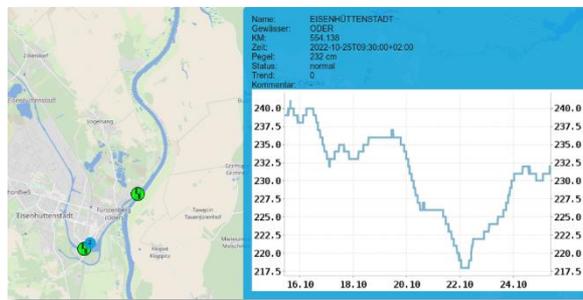




Wasserstraßendaten



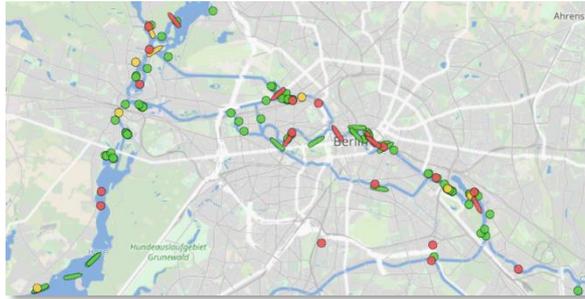
Nachrichten für die Binnenschifffahrt



Pegel



EuRIS-Portal



AIS-Daten



Telemetrie- und Positionierungssysteme



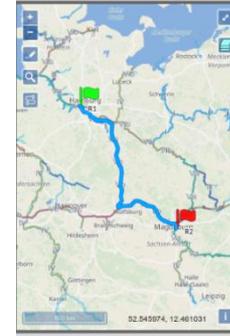
APP auf Smartphone



Punktuelle Verkehrserfassung



Schiffsinformationen



Routeninformationen

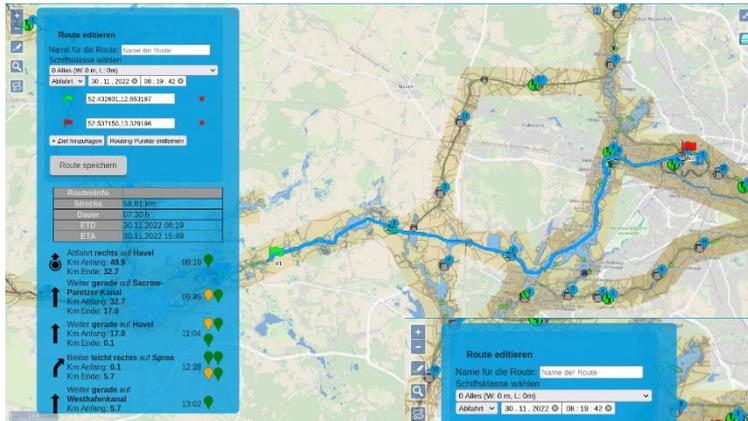


Informationen zur Ladung



Intermodale Schnittstellen

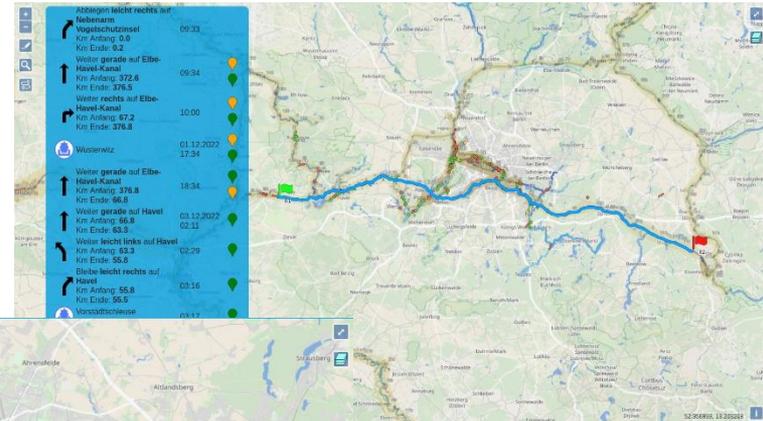
# Anwendungsfall – Routenplanung mit ETA Berechnung



**Route editieren**  
 Name für die Route:   
 Schriftkategorie wählen  
 O Alles (W, 0 m, L, Dm)  
 Abfahrt: 30.11.2022 08:19 42:00  
 ID: 527150.13.285330  
 ID: 527150.13.285330  
 + Ziel hinzufügen Routing Punkte entfernen  
 Route speichern

Routeninfo	
Strecke	58,81 km
Dauer	07:20 h
ETD	30.11.2022 08:19
ETA	30.11.2022 15:49

- Abfahrt rechts auf Havel  
Km Anfang: 49,9  
Km Ende: 08:19
- Weiter gerade auf Sacrow-Paretzer Kanal  
Km Anfang: 32,7  
Km Ende: 1:8
- Weiter gerade auf Havel  
Km Anfang: 17,0  
Km Ende: 0:1
- Weiter leicht rechts auf Spree  
Km Anfang: 5,7  
Km Ende: 12:28
- Weiter gerade auf Westhafenkanal  
Km Anfang: 5,7  
Km Ende: 13:02



**Abfahren leicht rechts auf Hebesaam**  
 Vogelschutzinsel  
Km Anfang: 0,0  
Km Ende: 0:2  
09:33

**Weiter gerade auf Elbe-Havel-Kanal**  
 Km Anfang: 372,6  
Km Ende: 376,5  
09:34

**Weiter rechts auf Elbe-Havel-Kanal**  
 Km Anfang: 57,2  
Km Ende: 376,5  
10:00

**Waldenitz**  
 01.12.2022 17:34

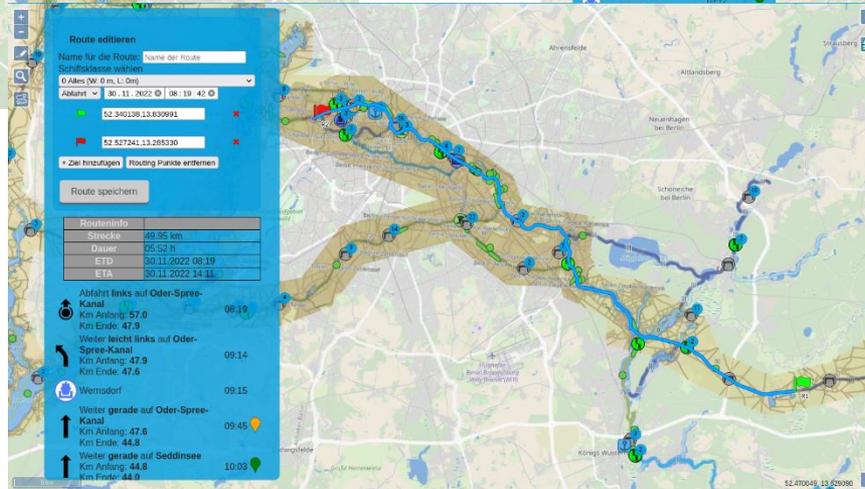
**Weiter gerade auf Elbe-Havel-Kanal**  
 Km Anfang: 376,8  
Km Ende: 46,8  
18:34

**Weiter gerade auf Havel**  
 Km Anfang: 86,8  
Km Ende: 83,8  
03.12.2022 02:31

**Weiter leicht links auf Havel**  
 Km Anfang: 63,3  
Km Ende: 55,5  
02:29

**Elbe leicht rechts auf Havel**  
 Km Anfang: 55,8  
Km Ende: 55,5  
03:16

**Vorstadtchwäne**  
 03:17

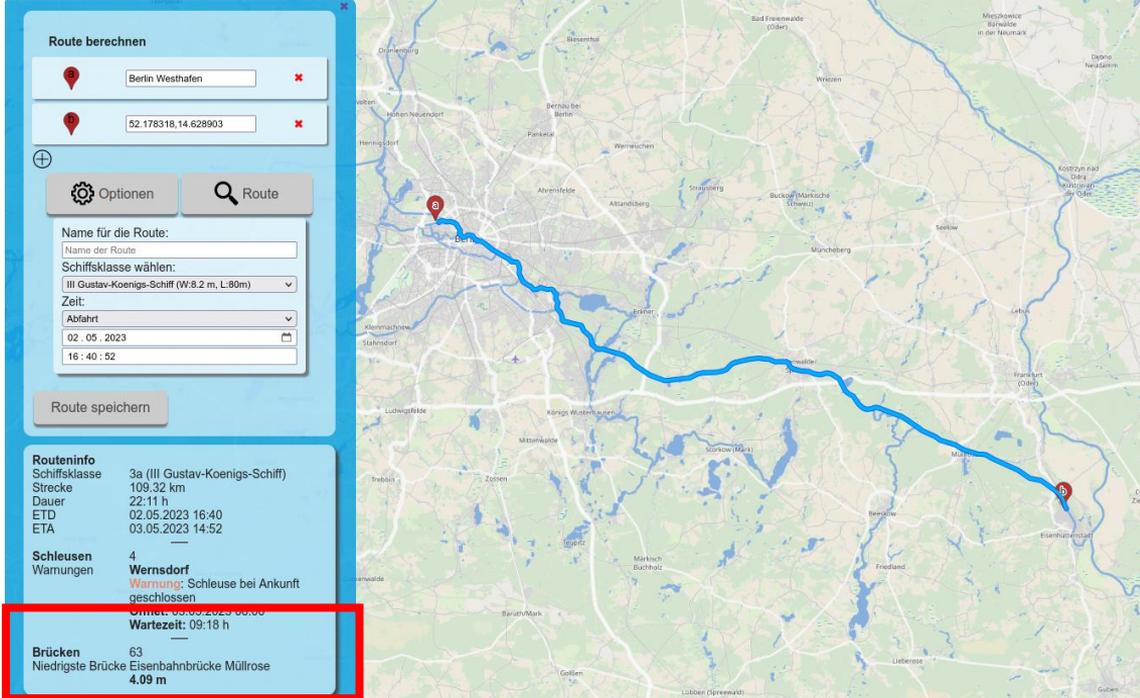


**Route editieren**  
 Name für die Route:   
 Schriftkategorie wählen  
 O Alles (W, 0 m, L, Dm)  
 Abfahrt: 30.11.2022 08:19 42:00  
 ID: 52340138.13.630991  
 ID: 527741.13.285330  
 + Ziel hinzufügen Routing Punkte entfernen  
 Route speichern

Routeninfo	
Strecke	49,95 km
Dauer	25:52 h
ETD	30.11.2022 08:19
ETA	30.11.2022 14:11

- Abfahrt links auf Oder-Spree-Kanal  
Km Anfang: 57,0  
Km Ende: 47,9  
08:19
- Weiter leicht links auf Oder-Spree-Kanal  
Km Anfang: 47,9  
Km Ende: 47,5  
09:14
- Wernsdorf  
09:15
- Weiter gerade auf Oder-Spree-Kanal  
Km Anfang: 47,6  
Km Ende: 44,8  
09:45
- Weiter gerade auf Seddinsee  
Km Anfang: 44,8  
Km Ende: 44,8  
10:03

- Berechnung der Durchfahrtshöhe mittels aktueller Pegelwerte
- Ableitung möglicher Aufbauhöhen



**Route berechnen**

Berlin Westhafen

52.178318, 14.628903

Optionen Route

Name für die Route:  
Name der Route

Schiffsklasse wählen:  
III Gustav-Koenigs-Schiff (W:8,2 m, L:80m)

Zeit:  
Abfahrt  
02.05.2023  
18:40:52

Route speichern

**Routeninfo**  
Schiffsklasse 3a (III Gustav-Koenigs-Schiff)  
Strecke 109,32 km  
Dauer 22:11 h  
ETD 02.05.2023 16:40  
ETA 03.05.2023 14:52

**Schleusen**  
4  
Warnungen **Wernsdorf**  
Warnung: Schleuse bei Ankunft geschlossen  
Schluss: 03.05.2023 06:00  
Wartezeit: 09:16 h

**Brücken**  
63  
Niedrigste Brücke Eisenbahnbrücke Müllrose  
4,09 m

- ETA-Berechnung unter Berücksichtigung aktueller Wasserstraßeninformationen
- Kontinuierliche ETA-Aktualisierung während der Fahrt
- Automatisierte Benachrichtigung bei Verzögerungen

Übersicht über verfolgte Schiffe (Für mehr Info auf Panels klicken)

KIEWITT	AIS Datenalter: 86 Sekunde(n)	1:00 h verfrühte Ankunft	
MARCEL	AIS Datenalter: 58 Sekunde(n)	16:54 h Verspätung	
ROLF	AIS Datenalter: 168 Sekunde(n)	2:45 h Verspätung	

Eingangsdaten:

- Start- und Zielhafen
- Datum
- Schiff
- Ladung
- Beteiligte Akteure
- etc.

Automatisierte Benachrichtigung  
der beteiligten Akteure über den  
Status des Transports

Transportauftrag ändern: Test (Transportprozess gestartet)

**Schiffe**

Schubschiff / Gütermotorschiff

ELEKTRA ✖

Leichter

URUSUS ✖

URUSUS II ✖

+ Leichter

Ladung

Schrott ✖

Kies ✖

+ Ladung

**Route**

Königs Wusterhausen  
Berlin Westhafen

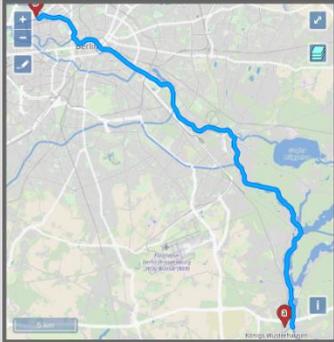
Transportprozess Startzeit

29. 03. 2023  
15: 00

Routeneinstellungen speichern

**Routeninfo**

Schiffsklasse 3a (III Gustav-Koenigs-Schiff)  
Strecke 42.50 km  
Dauer 04:01 h  
ETD 17.04.2023 16:37  
ETA 17.04.2023 20:38  
Brücken 41



Benachrichtigungseinstellungen

**Benachrichtigungen**

Starthafen: LUTRA GmbH  
Zielhafen: BEHALA GmbH  
Verlader: Cargo Ltd.  
Reeder: DBR GmbH & Co. KG

## Schiff als Sensor

- Binnenschiff mit erforderlicher Ausstattung
- **Für Geo-Navigation:** GNSS, IMU, GNSS Korrekturdaten
- **Für Umfelderfassung:** LiDARs, Kameras, SONAR

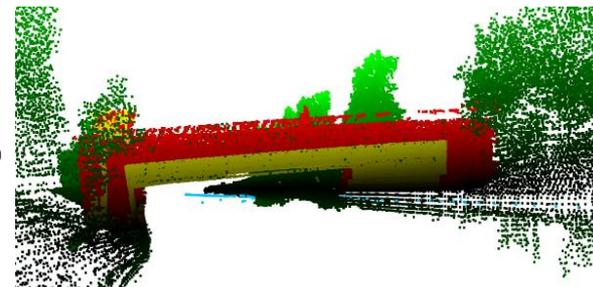
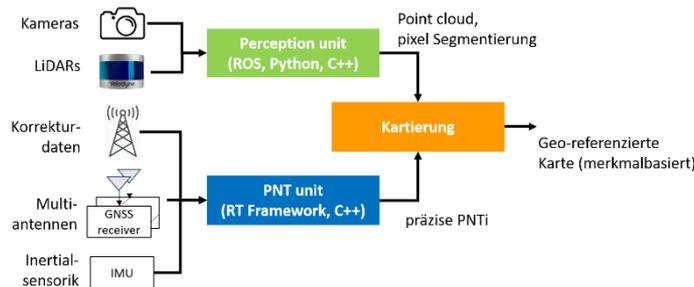


## Kartenerstellung

- **Global Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)** kombiniert Navigation & Umfelderfassung
- Representation mit voxels / alphashapes  
→ **geo-referenzierte 3D HD Karte**

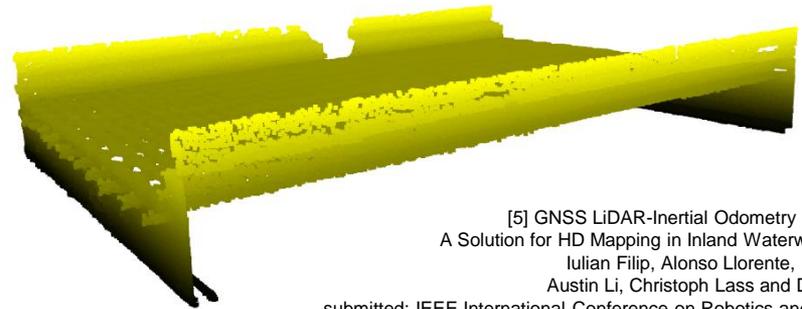
## Semantische Informationen

- Extraktion relevanter Merkmale aus der HD Karte
- **Geo-referenzierte Brückenkonturen**
- Erfassung von Verkehrsschildern / Liegeplätzen





- **Geo-referenzierte** (3D) Brückenkonturen
- Berechnet als Punktwolke (ECEF Koordinaten)
- In Informationsplattform: Darstellung der Außenfläche



[5] GNSS LiDAR-Inertial Odometry and Mapping:  
A Solution for HD Mapping in Inland Waterway Scenarios  
Iulian Filip, Alonso Llorente, Lukas Hösch,  
Austin Li, Christoph Lass and Daniel Medina  
submitted: IEEE International Conference on Robotics and Automation,  
13.-15.05.2024, Yokohama

# Anwendung mit Testdaten: Schleusenkonturen



- 3D Punktwolke → Segmentierung der Schleusenkammer
- Filtering:
  - Rauschen
  - Andere Fahrzeuge in der Schleusenkammer

# Anwendung mit Testdaten: Schleusenkonturen

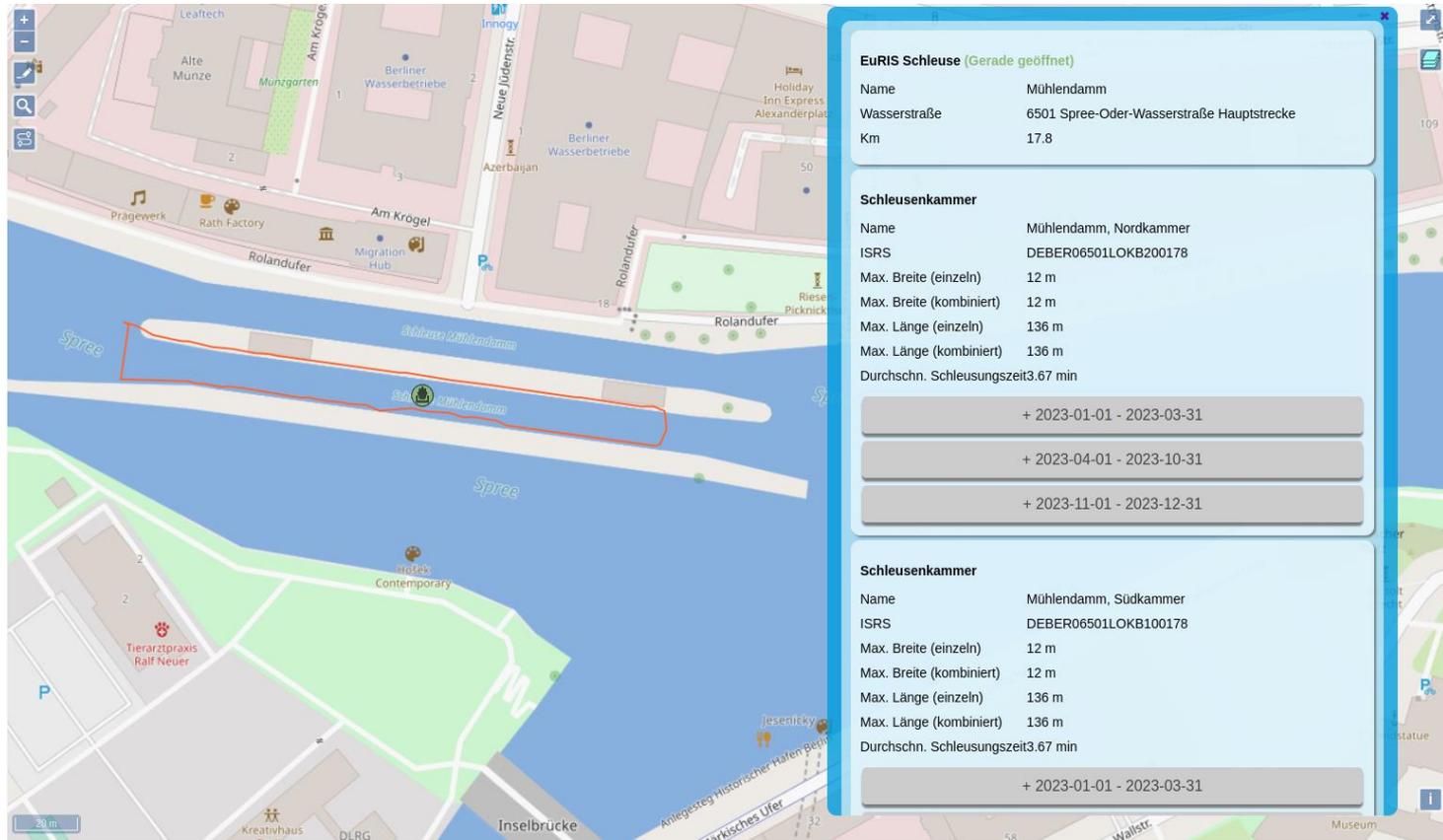


- Geo-referenzierte Schleusenkonturen
- Eckpunkte eines Polygons → Alberding GmbH
- **Validierung IENC Karte** möglich
  - Akkurate Konturen
  - Offset?





# Übernahme der Schleusenkonturen in die Informationsplattform



The screenshot shows a map of the Spree river area in Berlin. A lock, 'Mühlendamm', is highlighted with a red outline. To the right, a data panel provides details for the lock and its two chambers.

**EuRIS Schleuse (Gerade geöffnet)**

Name	Mühlendamm
Wasserstraße	6501 Spree-Oder-Wasserstraße Hauptstrecke
Km	17.8

**Schleusenkammer**

Name	Mühlendamm, Nordkammer
ISRS	DEBER06501LOKB200178
Max. Breite (einzeln)	12 m
Max. Breite (kombiniert)	12 m
Max. Länge (einzeln)	136 m
Max. Länge (kombiniert)	136 m
Durchschn. Schließzeit	3.67 min

+ 2023-01-01 - 2023-03-31

+ 2023-04-01 - 2023-10-31

+ 2023-11-01 - 2023-12-31

**Schleusenkammer**

Name	Mühlendamm, Südkammer
ISRS	DEBER06501LOKB100178
Max. Breite (einzeln)	12 m
Max. Breite (kombiniert)	12 m
Max. Länge (einzeln)	136 m
Max. Länge (kombiniert)	136 m
Durchschn. Schließzeit	3.67 min

+ 2023-01-01 - 2023-03-31

## Schiffsdaten

- Position und Lage
- Abmessungen (L/B/T/H)
  - Mit Leichter
  - Ohne Leichter

## Maschinendaten

- Antriebsleistung
- Hydraulik
- Betriebsrelevante Bordgeräte
- Hotelverbraucher

## Energiesystem

- Anliegende Gesamtleistung
- Akkumulatorenladestand
- Wasserstofffüllstand

## Unterwasserdaten

- Georeferenzierte Wassertiefen
- Pegelstände

## Verkehrsdaten

- Position und Routenverlauf
  - Andere Verkehrsteilnehmer
- Estimated time of arrival (ETA)
- Begegnungszeiten

## Daten Wasserstraße

- Fahrrinnenprofil
- Brückendurchfahrtshöhen
- Schleuseninformationen
- Verkehrsinformationen

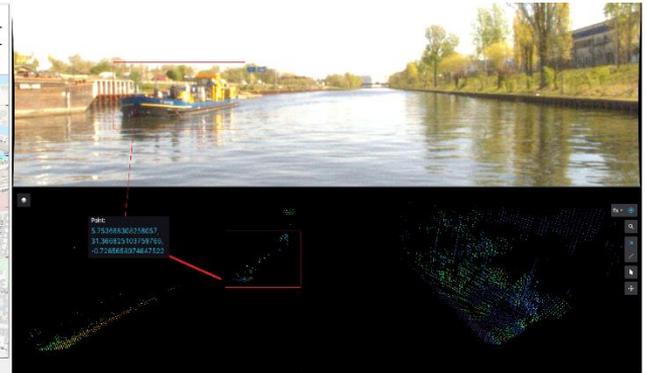
Verkehrsdaten & Unterwasserdaten	AIS	Schleuseninformationen, Information anderer VT
	Kamera	Objekterkennung von Infrastruktur und anderen VT
	Lidar	Entfernungsmessung zu erkannten Objekten
	GNSS	Georeferenzierung der gesammelten Verkehrsdaten
	Echolot	Wassertiefe
Daten Wasserstraße	Fahrrinnenprofile	Kartendaten, Echolot, Antriebsleistung
Abgeleitete Größen & öffentliche Daten (WSV, ELWIS, EuRIS)	Brückendurchfahrtshöhen	Lidar, Kamera, Echolot, Schiffsdaten, Pegelstände
	Schleuseninformationen	Betriebszeiten und Erreichbarkeiten, ETA
	Verkehrsinformationen	Sperrungen, Pegelstände, andere VT, AIS, Kamera, Lidar

Verkehrsdaten

Unterwasserdaten

Daten Wasserstraße

# Maschinen- & Verkehrsdatenaufbereitung

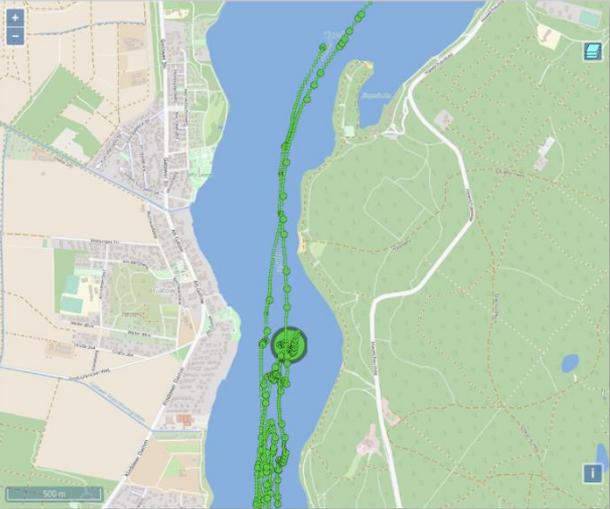


### Informationsplattform

23.11.2023 11:49:25

Hilfe  
zimmermann

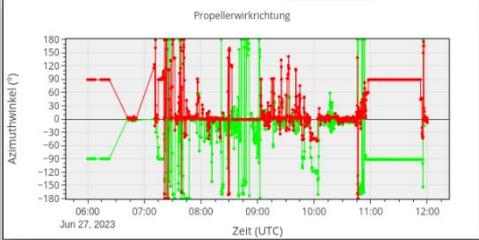
- Menü
- Karte +
- Flotte +
- Aufträge +
- Routenplanung +
- Fernsteuerungsserver +
- Verwaltung +



#### Antrieb

Steuerbord (green)  
Backbord (red)

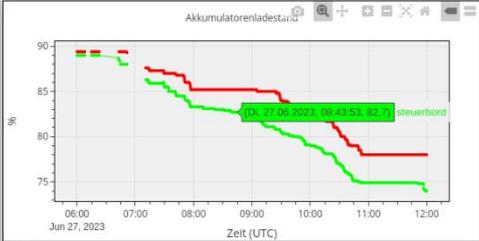
#### Propellerwirklrichtung



Zeit (UTC)	Steuerbord (°)	Backbord (°)
06:00	-90	90
07:00	-90	90
08:00	-90	90
09:00	-90	90
10:00	-90	90
11:00	-90	90
12:00	-90	90

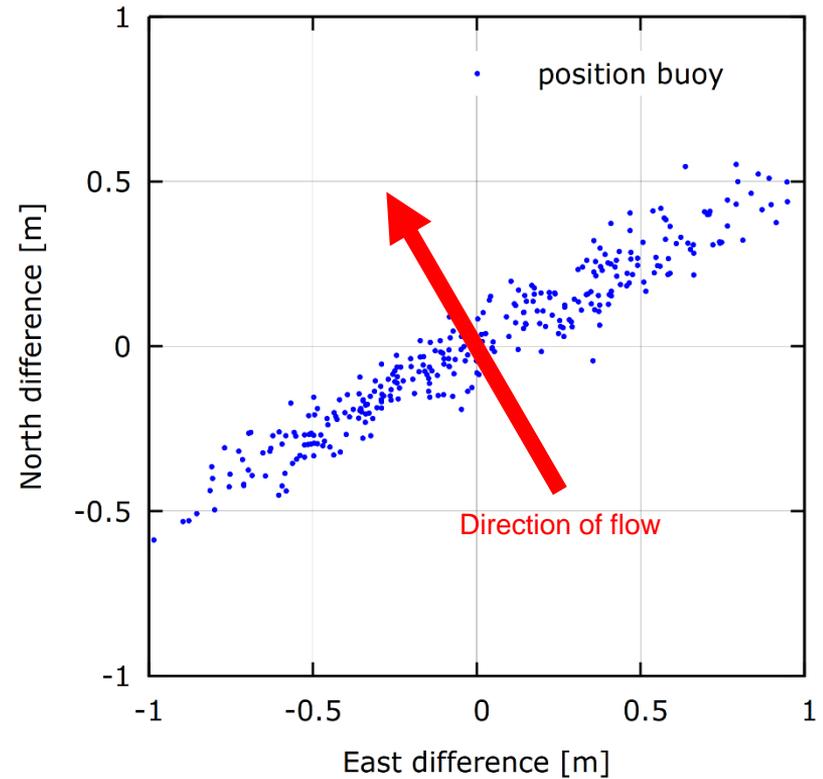
#### Batterie

Akkumulatorenledestatus



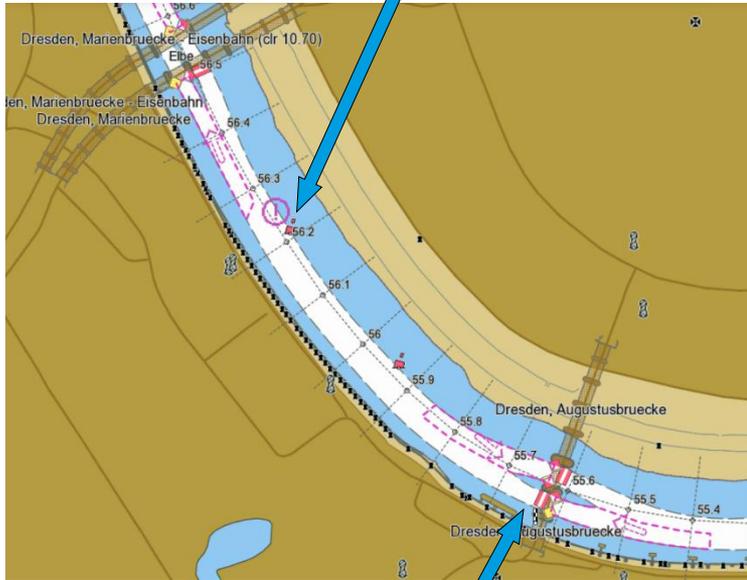
Zeit (UTC)	Steuerbord (%)	Backbord (%)
06:00	89	89
07:00	86	87
08:00	83	85
09:00	80	83
10:00	77	81
11:00	75	78
12:00	74	77

© Alberding GmbH 2023 | Datenschutz

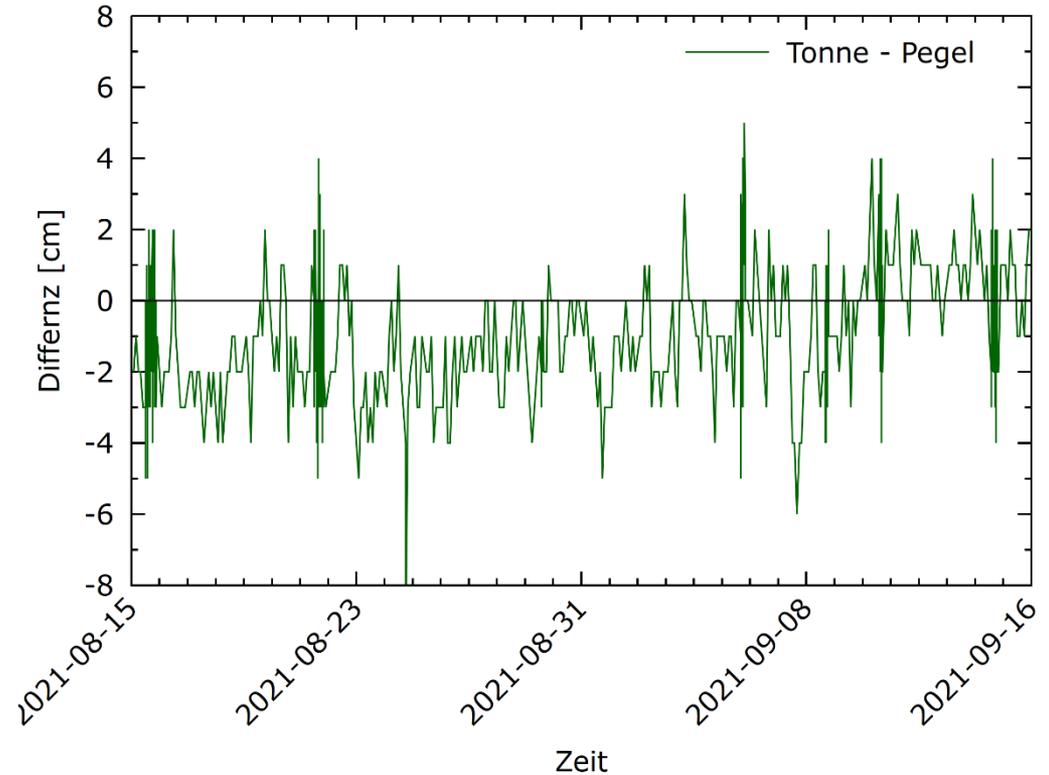


# Vergleich: Versuchstonne – Pegel Dresden

Tonne



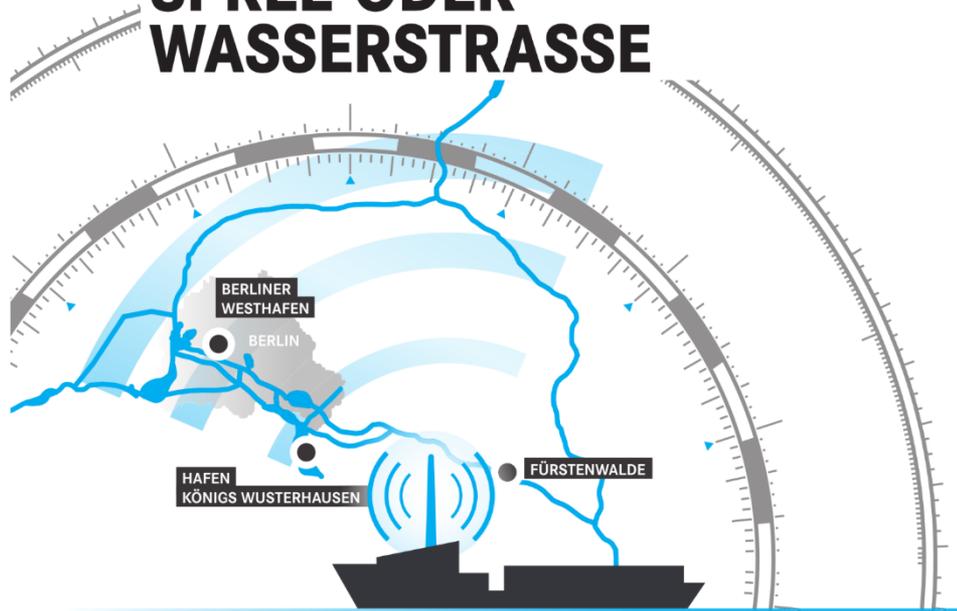
Pegel Dresden



# Intelligente Tonne 2.0 – Erfassung von Umweltparametern



# SPREE-ODER- WASSERSTRASSE



AutonomSOWII

Jürgen Alberding  
Alberding GmbH  
ja@alberding.eu

[www.autonomsoiw.de](http://www.autonomsoiw.de)