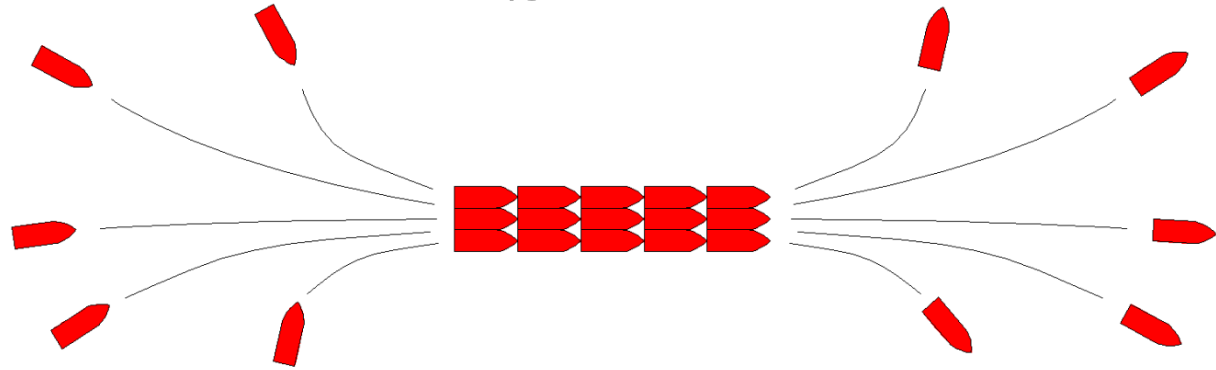


# A-SWARM



Autonome elektrische Schiffahrt auf  
WAsserstrassen in Metropolenregionen



Dipl.-Ing. Klaus-Günter Lichtfuß



Prof. Dr. Gerd Holbach



Dr. Christian Meyne



Dr. Christian Masilge

Universität  
Rostock



Prof. Dr. Torsten Jeinsch

VEINLAND<sub>GmbH</sub>

Dipl.-Ing. Gerald Rynkowski

## Ausgangslage:

- Warentransport wird in Zukunft weiter wachsen
- Schon jetzt Verkehrsüberlastung auf der Straße
- Hohe Umweltbelastung der Ballungsräume
- Binnenschifffahrt fällt im Wettbewerb zurück
- Binnenschifffahrt ist auf große Transportmengen ausgelegt

## Motivation:

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



## Ziel:

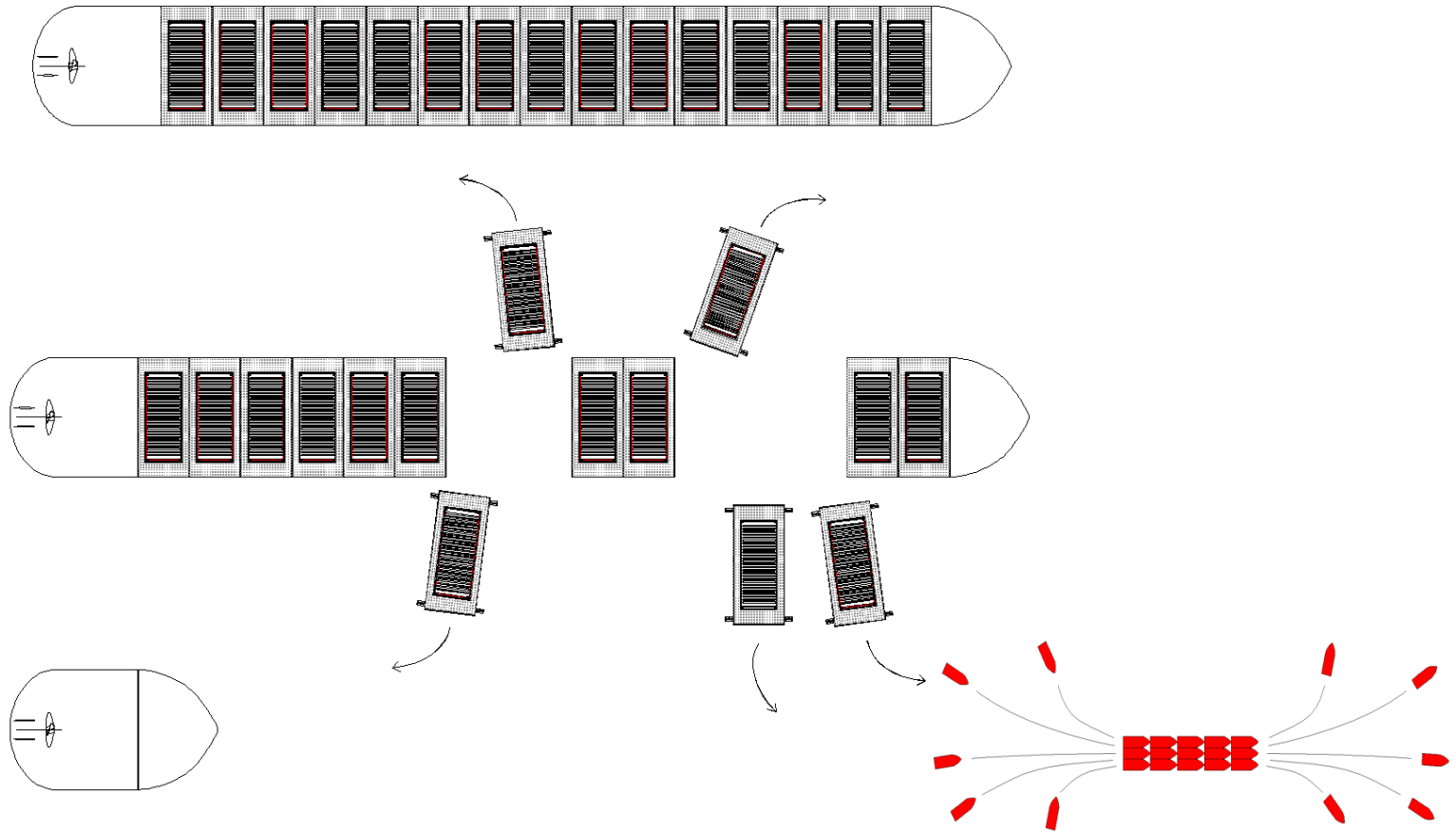
Betrieb von Gefäßen (Binnenschiffen) auf dem Wasser unter Einsatz neuer Technologien, d.h. Entwicklung von autonomen Einheiten mit den Fähigkeiten:

- Fahren in begrenztem Fahrwasser, Schleusen
- Einfluss von Wind, Strömung, Hydromorphologie
- Kollisionsgefahrerkennung und –vermeidung
- Koppelung und Entkoppelung von Einheiten

 **Ein altes Verkehrsmittel neu denken**

## 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 jeglicher Art bis 20' - Container

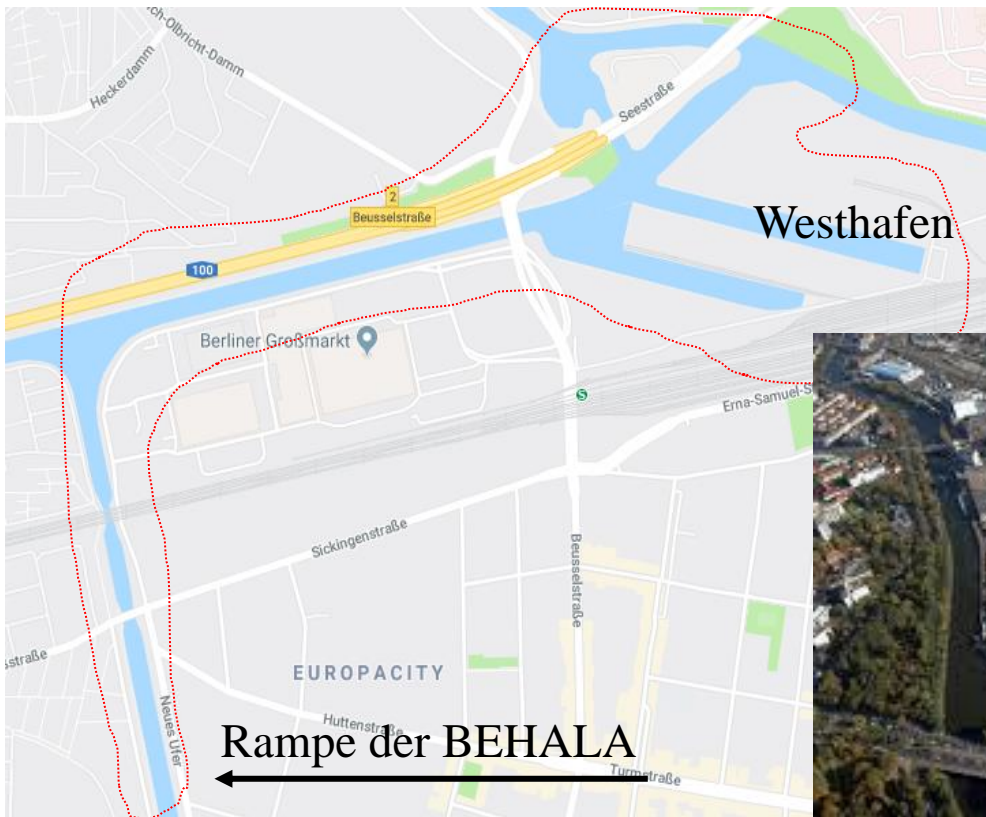


## Herausforderungen:

- Bewegung in einem Fluid
- Einfluss der Hydromorphologie auf das Bewegungsverhalten
- Wind, Strömung
- Hydrodynamik von Begegnungen
- Spundwandannäherung, Schleusen
- Koppeln / Entkoppeln von Einheiten
- Tiefgangsunterschiede

☞ **Testumgebung ist vonnöten!**



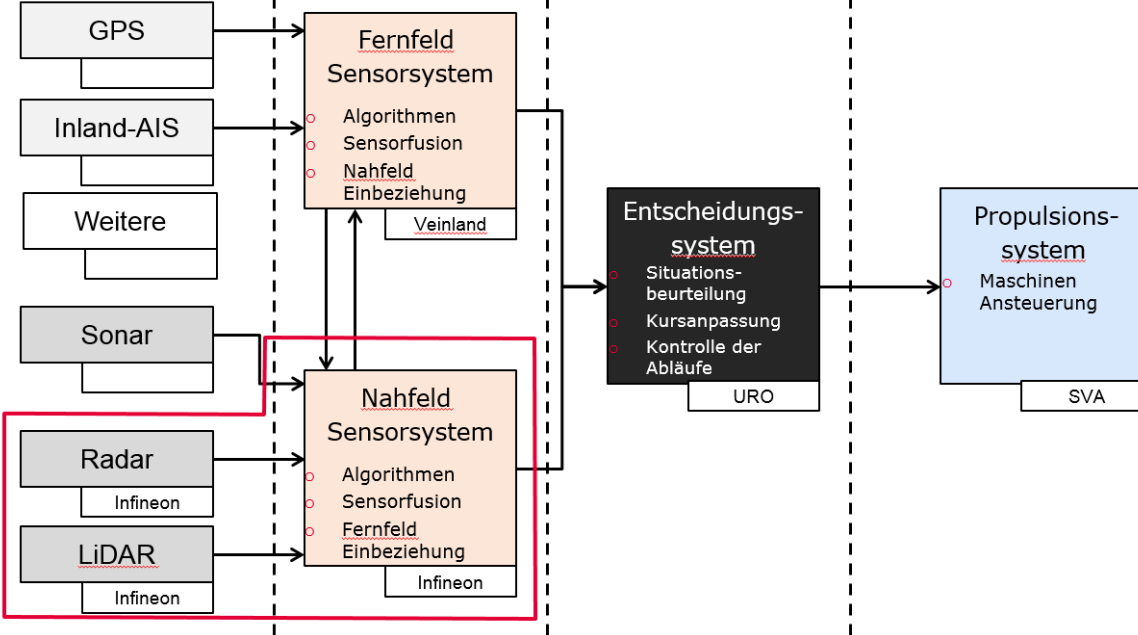


Bildquellen: [www.schiffbilder.de](http://www.schiffbilder.de), [www.behala.de](http://www.behala.de),  
[www.weddingweiser.de](http://www.weddingweiser.de)

## A-Swarm System



### Sensoren / Datenquellen



## Sensordaten am Beispiel A-SWARM:

- 5 GNSS-Empfänger (GPS, GLONASS, BeiDou-2, Galileo)
- 1 IMU (inertial measurement unit)
- 4 Radarsensoren 24 GHz.
- 4 Radarsensoren 60 GHz.
- 4 Lidar-Sensoren
- 4 Videokameras
- Herausforderung: Alle Sensordaten müssen zu einem einheitlichen Bild zusammengefügt werden.

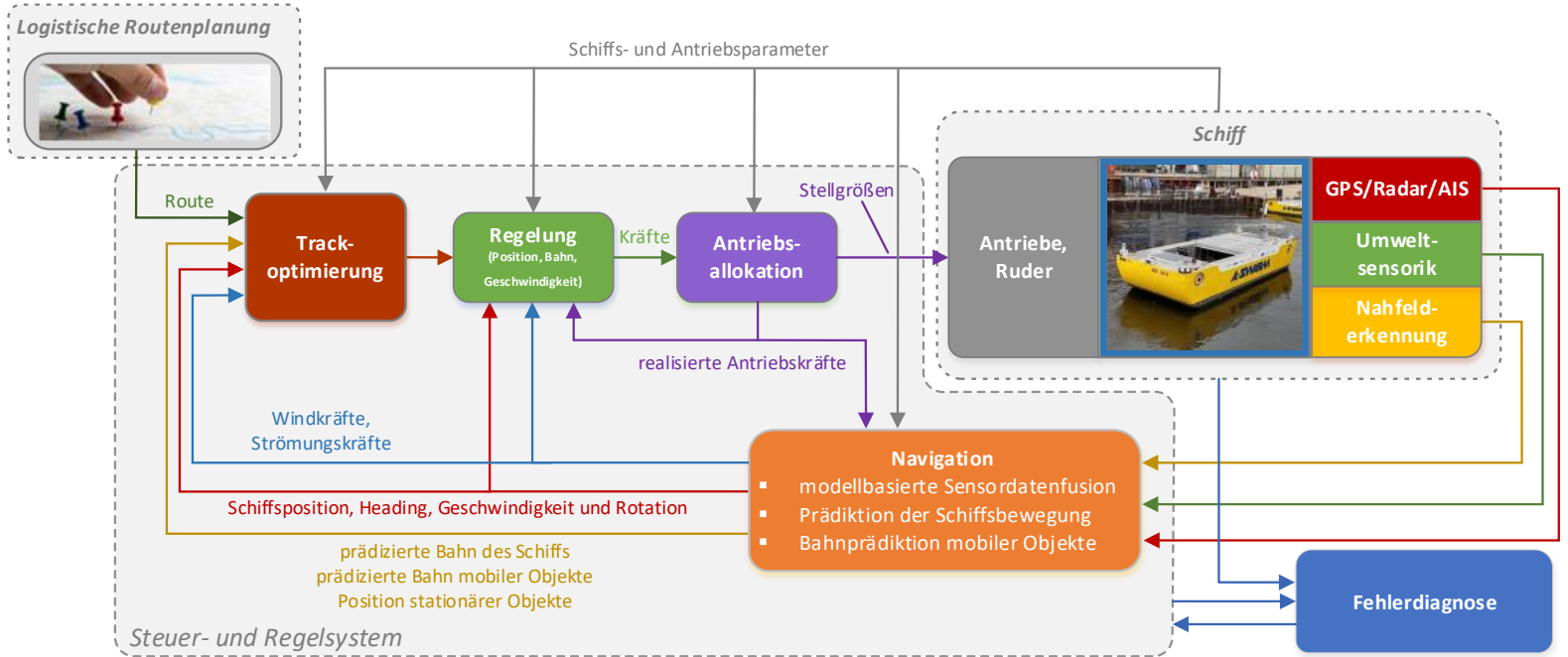
👉 **Sensordatenfusion durch KI**

## Lagebeurteilung:

- Das System muss nicht nur das Umfeld scannen und erkennen, sondern auch die richtigen Schlüsse daraus ziehen.
- Angestrebt wird, mittels KI z.B. den Kopf eines Schwimmers von einer Ente zu unterscheiden

# Steuerungskonzept A-SWARM

A-SWARM





# A-SWARM

Autonomous Electric Shipping on Waterways in Metropolitan Regions



## Bisher erreicht:

- Schwarmkonzept umgesetzt, Typfahrzeug entwickelt
- Antriebe (RIM-Drives) und Steuerungstechnik erprobt
- Regelungsalgorithmen entwickelt und erprobt
- Bahnverfolgung implementiert
- Sensordateneinbindung, Work in Progress
- Algorithmen für Ausweichmanöver implementiert und erprobt
- Automatisches Anlegen und Koppeln erfolgreich realisiert
- Ausstehend:    verschiedene Beladungszustände  
                  Schleusenpassagen  
                  Start-Ziel-Fahrt mit Ladung  
                  Objektklassifizierung mittels KI  
                  ....



## Herausforderung Rechtliche Randbedingungen:

- BinSchStrO § 1.02:  
„Der Schiffsführer muss während der Fahrt an Bord sein“
- Wer hat die Verantwortung für ein autonom operierendes Fahrzeug?
- Wer haftet im Falle einer Havarie (zivil- und strafrechtlich)
- Wem gehören die Daten, die ein autonomes Fahrzeug generiert?
- Testbetrieb u.U. nur bei vollständiger Sperrung der Wasserstraße für Dritte
- Verpflichtung zur Hilfeleistung (§ 323c StGB, § 1.16 BinSchStrO)
  - 1. Der Schiffsführer muss bei einem Unfall, der die Besatzung oder Fahrgäste gefährdet, zu ihrer Rettung alle verfügbaren Mittel anbieten.
  - 2. Sind bei dem Unfall eines Fahrzeugs oder Schwimmkörpers Menschen in Gefahr oder droht infolge des Unfalls eine Sperrung des Fahrwassers oder einer Schleuse nach § 6.28 Nummer 1, ist der Schiffsführer jedes in der Nähe befindlichen Fahrzeugs verpflichtet, unverzüglich Hilfe zu leisten, soweit dies mit der Sicherheit seines eigenen Fahrzeugs vereinbar ist.

## Weitere Fragestellungen:

- Neues Berufsfeld Verkehrsleitzentrale (analog Luftverkehr)
- Wegerechtsfragen - Verkehrsvorschriftenanpassung
- Kommunikation zw. autonomen und bemannten Fahrzeugen
- Fail safe mode autonomer Fahrzeuge (stoppen? / ankern?)
- Zeithorizont Bedarf < 10 Jahre
- Zeithorizont technische Entwicklung >15 Jahre (?)
- Zeithorizont Vorschriftenentwicklung ??

**A-SWARM wurde vom BMWK ab dem 1.9.19 unter dem Kennzeichen 03SX485A mit einer Laufzeit von 3 Jahren gefördert. Wir bedanken uns für die Förderung unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Ein Nachfolgevorhaben ist beantragt.**

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit!**

