



30.01.2024

# Projekt-Kick-Off

Vorbereitung der Binnenhäfen auf die automatisierte Binnenschifffahrt  
Inland Ports' Readiness for Automated Inland Navigation

# Agenda



<b>13:00 Uhr</b>	<b>Begrüßung</b>	Marcel Lohbeck (BÖB), Petra Cardinal (BEHALA)
	<b>Vorstellung BEHALA als Innovator</b>	Tim Holzki (BEHALA)
	<b>Grußwort</b>	Susanne Henckel Sts'in (BMDV)
	<b>Kurzüberblick Projekt und Vorstellung der Projektpartner</b>	Michael Seifert (BÖB)
	<b>Übergabe der Förderurkunden</b>	
	<b>Einführung in das Vorhaben RAIN mit Projektzielen und Methodik</b>	Michael Seifert (BÖB), Cyril Alias (DST), Patrick Specht (ISL)
	<b>Impuls „Binnenschifffahrt der Zukunft – ohne Personal?“</b>	Dr.-Ing. Björn Kolewe (Universität Rostock) Herbert Berger (Rhenus Schiffsmanagement GmbH)
<b>15:00 Uhr</b>	<b>Offene Gesprächsrunde beim Imbiss</b>	

# Der Überblick



## Verbundpartner

- Bundesverband Öffentlicher Binnenhäfen e. V. (BÖB)  
(Verbundkoordinator)
- Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und  
Transportsysteme e. V. (DST)
- Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL)

## Förderprogramm

Forschungsinitiative „Innovative Hafentechnologien II“  
(IHATEC II)

gefördert durch das Bundesministerium für Digitales und  
Verkehr (BMDV)

## Projektvolumen

981.437 €

(davon 84 % Förderanteil durch BMDV)

## Projektlaufzeit

01/2024 – 12/2025



Gefördert durch:



# Das Konsortium



## Bundesverband Öffentlicher Binnenhäfen

- Interessensvertretung und Sprachrohr der deutschen Binnenhäfen
- Rund 90 Mitgliedshäfen in regionalen Arbeitsgemeinschaften und fachlichen Ausschüssen
- Verkehrspolitische, betriebswirtschaftliche, juristische, und technische Kompetenz
- Erfahrungen aus Machbarkeitsstudien und Entwicklungsvorhaben zum Thema Digitalisierung und Automatisierung sowie Transformation



## Entwicklungszentrum für Schiffstechnik und Transportsysteme

- gemeinnütziger Verein
- Hauptsitz in Duisburg am Rhein, knapp 50 Mitarbeitende
- Forschung, Entwicklung, Beratung, Studien, Gutachten, Ingenieurdienstleistungen – rund um die Küsten- und Binnenschifffahrt
- Flachwasserhydrodynamik, Autonome Navigation, Konzeption, Entwurf und Konstruktion von Binnenschiffen, Logistik auf Binnenwasserstraßen, Emissionsfreie/alternative Antriebe, Aus- und Weiterbildung (Navigation), Schiff-Land-Interaktion im Binnenhafen, Strömungs- und Wellenenergieanlagen



## Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

- unabhängige gemeinnützige Stiftung privaten Rechts
- 45 Mitarbeitende an den Standorten Bremen und Bremerhaven
- Tätigkeiten in Forschung, Beratung und Entwicklung für die (maritime) Logistikwirtschaft
- Kompetenzen im Bereich maritimer Märkte, Transportkettenoptimierung, Umwelt und Nachhaltigkeit, Sicherheit, Simulation, Digitalisierung und Softwareentwicklung



# Die Projektziele

## Hauptziel: Vorbereitung der Binnenhäfen auf die automatisierte Binnenschifffahrt

- Lückenschluss in der bisherigen Forschungslandschaft
- Notwendige und geeignete Vorbereitungs- und Reaktionsmöglichkeiten durch hafenzentrierte Betrachtung
- Schwerpunktthemen: technische Aspekte, organisatorische Perspektiven und ökonomische Faktoren

## Wichtige Zwischenziele

- Intensiver Austausch mit den Akteuren durch Workshops und Interviews
- Start eines dauerhaften Fachdiskurses bei den betroffenen Akteuren durch ein Symposium
- Aufbau einer Wissenssammlung und strategische Unterstützung für Entscheidungen durch ein adressatengerechtes Kompendium



# Das Forschungsvorhaben RAIN

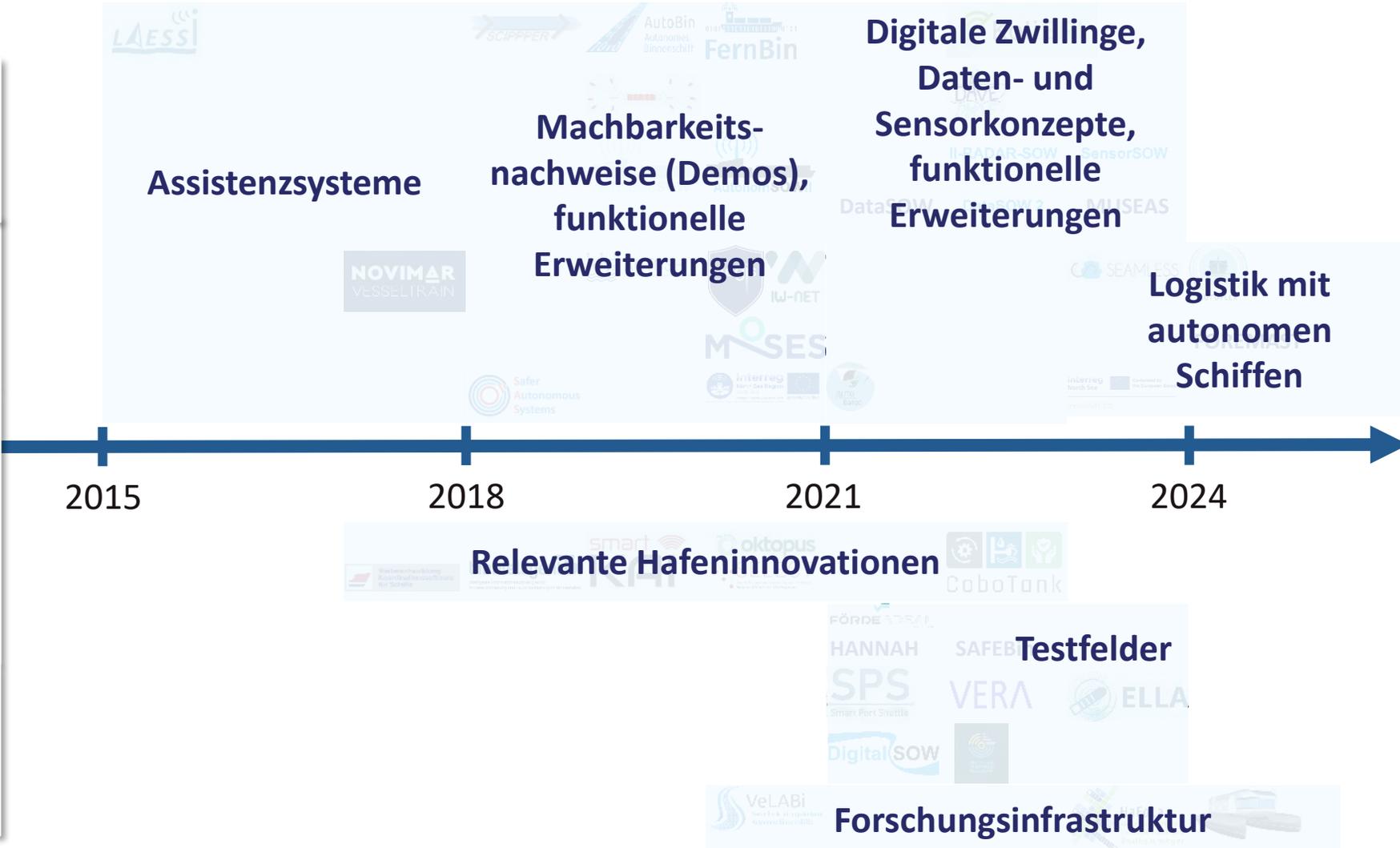
Einführung in das Vorhaben mit Projektzielen und Methodik

# Motivation





# Motivation





# Motivation

„[...] Die bisherigen Forschungsarbeiten sind dabei insbesondere schiffszentriert und fokussieren besonders die Automatisierung bestimmter schiffsbetrieblicher Funktionen, speziell der Navigation. [...]“

2015

2016

2021

2024



# Motivation



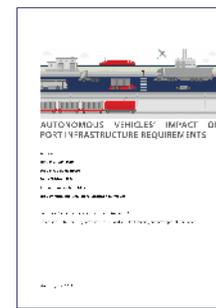
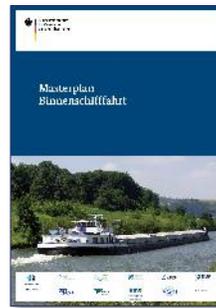
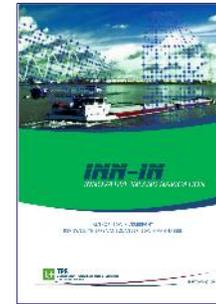
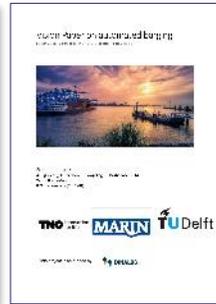
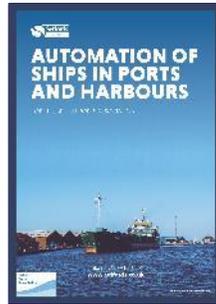
30.01.2024





# Motivation

Stadium	Beschreibung	Subjektive Messung (Skala 1-5)	Benutzerfreundlichkeit (Skala 1-5)	Technische Komplexität (Skala 1-5)	Handhabung
DER KONTAKT MIT DER VERKEHRSPARTNERIN (OBERFLÄCHENKOMMUNIKATION)	0 KEINE AUTOMATISIERUNG	1	1	1	Keine
	1 STEUERUNGSUNTERSTÜTZUNG	2	2	2	
	2 BEDEUTET AUTOMATISIERUNG	3	3	3	
DIE SYSTEM FÜR ALLE VERKEHRSPARTNERIN (KOMMUNIKATION)	3	4	4	4	In der Regel
	4	5	5	5	
	5 AUTONOMIE / VOLLAUTOMATISIERUNG	5	5	5	



Initiale **Definition** der Automatisierungsgrade

**Machbarkeitsstudien** „Automatisiertes Fahren auf der Wasserstraße“; **Handlungsempfehlungen**

Erste **Studien** und **wiss. Untersuchungen** zu Technik und Wirtschaft

2017



2018

**Konzepte “Smart Shipping”**: Testfeld, Forschungsschiffe, Testbetrieb, Ausnahmegenehmigungen, usw.

2019



2020

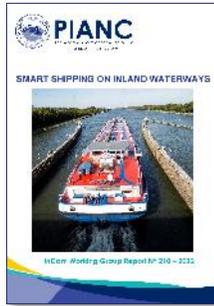


2021

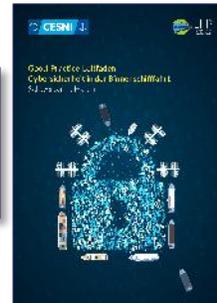
**Positionspapiere** zu Automatisierung und unbemannten Schiffen



# Motivation



Zukunftsvision ZKR,  
PIANC-Arbeitsgruppenbericht  
(Smart Shipping),  
diverse Übersichten,  
Fokusstudien



Autonomiegrad	Bezeichnung	Schifführung (Mensch, Fern, Reaktion auf Störungen usw.)	Überwachung (Mensch, Reaktion auf Störungen, Umgebung)	Risikofähigkeit (dynamischer Schiffverhaltensaufgaben)
DER SCHIFFFÜHRER FÜHRT ALLE DYNAMISCHEN SCHIFFFAHRTSAUFGABEN AUS	0 KEINE AUTOMATISIERUNG Basisweise Ausführung aller Aspekte der dynamischen Schiffverhaltensaufgaben durch den Schiffsführer, auch wenn diese durch Warn- oder Interventionsysteme unterstützt werden	[Icon: Person]	[Icon: Person]	[Icon: Person]
	1 STEUERUNGSUNTERSTÜTZUNG kontextspezifische Ausführung durch ein automatisiertes Steuerungsassistenzsystem unter Verwendung bestimmter Informationen über die Schiffverhaltensaufgaben, wobei davon ausgegangen wird, dass der Schiffsführer alle übrigen Aspekte der dynamischen Schiffverhaltensaufgaben ausführt	[Icon: Person]	[Icon: Person]	[Icon: Person]
	2 TEILAUTOMATISIERUNG kontextspezifische Ausführung durch ein automatisiertes Schiffverhaltenssystem (steuert die Steuerung) basierend auf den Informationen über die Schiffverhaltensaufgaben, wobei davon ausgegangen wird, dass der Schiffsführer alle übrigen Aspekte der dynamischen Schiffverhaltensaufgaben ausführt	[Icon: Person]	[Icon: Person]	[Icon: Person]
DAS SYSTEM FÜHRT ALLE DYNAMISCHEN SCHIFFFAHRTSAUFGABEN AUS (MENSCHLICHE ENTSCHIEDUNGEN)	3 BEDINGTE AUTOMATISIERUNG kontextspezifische Ausführung aller dynamischen Schiffverhaltensaufgaben durch ein automatisiertes Schiffverhaltenssystem (steuert die Steuerung) basierend auf den Informationen über die Schiffverhaltensaufgaben, wobei davon ausgegangen wird, dass der Schiffsführer auf Aufforderungen zum Eingreifen und Systemausfälle angemessen reagiert	[Icon: Person]	[Icon: Person]	[Icon: Person]
	4 HOHE AUTOMATISIERUNG kontextspezifische Ausführung und Entscheidungsfindung über dynamischen Schiffverhaltensaufgaben durch ein automatisiertes Schiffverhaltenssystem, (das das derzeit. Ausmaß erreicht, das ein Schiffsführer auf eine Aufforderung zum Eingreifen reagiert)	[Icon: Person]	[Icon: Person]	[Icon: Person]
	5 AUTONOM = VOLLAUTOMATISIERUNG kontextspezifische Ausführung und Rückmeldung aller dynamischen Schiffverhaltensaufgaben durch ein automatisiertes Schiffverhaltenssystem, (das das derzeit. Ausmaß erreicht, das ein Schiffsführer auf eine Aufforderung zum Eingreifen reagiert)	[Icon: Person]	[Icon: Person]	[Icon: Person]



Erneuerung der Definition  
der Automatisierungsgrade  
in der Binnenschifffahrt (ZKR)



# Motivation

„[...] Die meisten Studien behandelten bislang die prinzipielle Machbarkeit der Automatisierung der Binnenschifffahrt, technische Detailfragen sowie erste regulatorische Einschätzungen der Realisierbarkeit und ökonomische Rahmenbedingungen – alle mit dem (meist exklusiven) Fokus auf das Binnenschiff.“

Zukunftsvision ZKR, PIANC-Arbeitsgruppenbericht (Smart Shipping), diverse Übersichten, Fokusstudien



2024

2025

2026



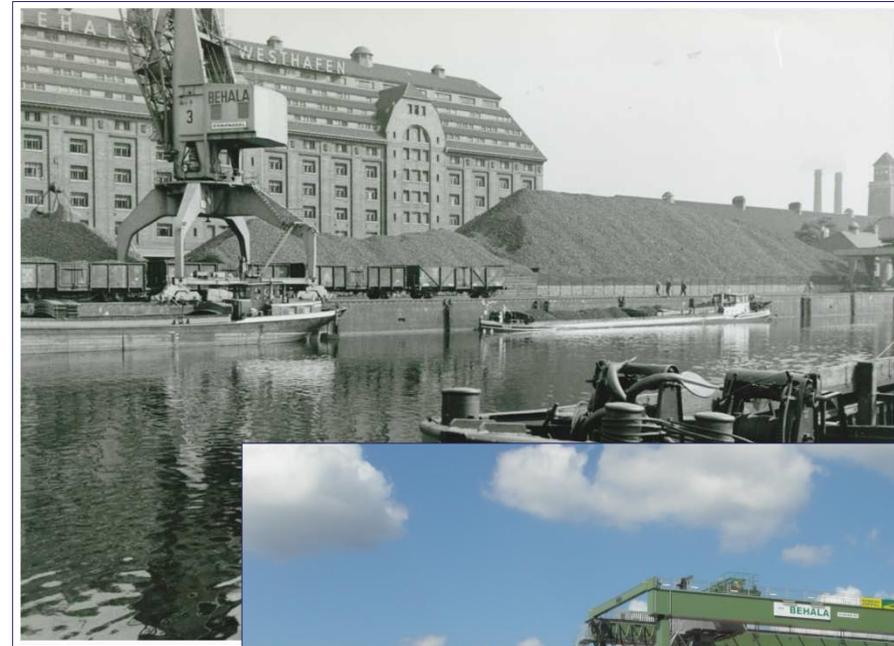
# Wozu das Projekt?

## Binnenschifffahrt im Wandel

- Alle Teilsysteme müssen reagieren
- „Das autonome Binnenschiff“ stellt neue Herausforderungen an die Häfen
- Infra- und Suprastrukturen haben lange Lebens- und Investitionszyklen

## Binnenhäfen als Anker

- Kommunale Hafengesellschaften
- Diverse Modelle von Landlord bis Service-Port



2024

2026



# Wozu das Projekt?

## Herausforderungen der Binnenhäfen

- Fachkräftemangel, Klimaneutralität, ...
- Unsicherheit sind Hemmnis und Risiken für die Investitionen und Zukunftsentwicklungen
  - Identifikation der Herausforderungen der Automatisierung der Binnenschifffahrt für die Binnenhäfen
  - Fehlender Systemansatz



2024

2026



# Ziel des Projektes

## Entscheidungsunterstützung für Binnenhäfen und Gesetzgeber

- Kompendium und Kurzbericht
  - Aufzeigen möglicher Entwicklungspfade
  - Angepasste Handlungsempfehlungen
  - Mögliche Vorbereitungs- und Anpassungsmaßnahmen

## Bedarfsorientierte Ergebnisse

- Intensiver Austausch mit Praxisakteuren
- Symposium
- Basis für einen dauerhaften Fachdiskurs



2024

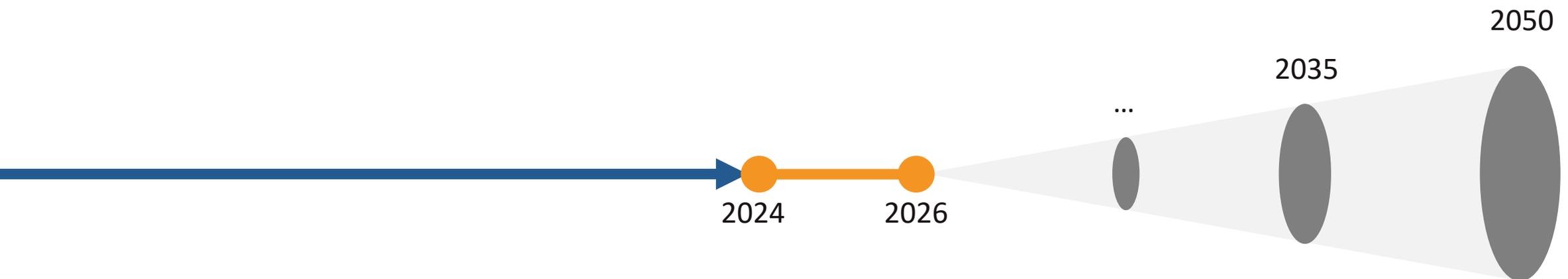
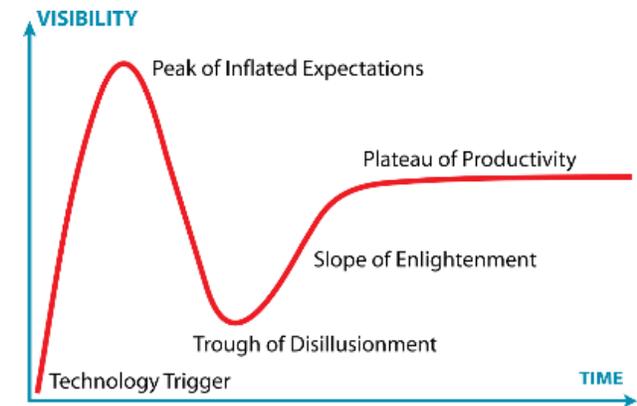
2026



# Aussagen über die Zukunft generieren

## Wir können nicht in die Zukunft gucken...

- Technologieentwicklung und -adoption sowie gesellschaftliche und ökonomische Trends verlaufen nicht „gradlinig“
- Systemdenken: Komplexe Wirkungsbeziehungen der verschiedenen Prognosegrößen
- Je weiter der Planungshorizont, desto unwahrscheinlicher, dass Trends fortbestehen

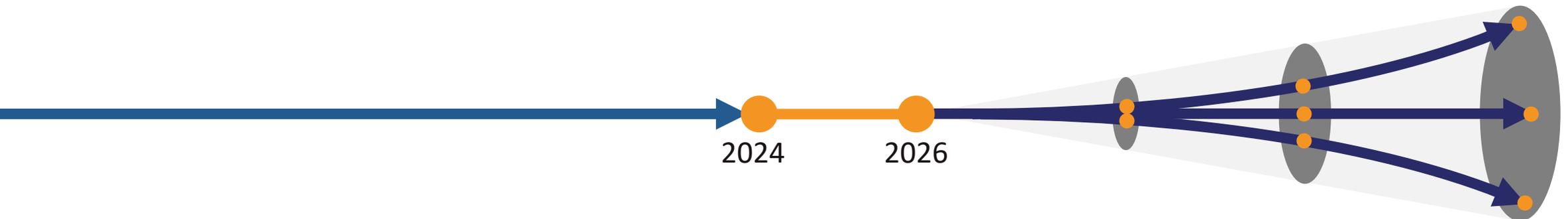




# Szenariotechnik als methodischer Zugang

## ...aber Zukunftsaussagen mit Methode generieren

- Auseinandersetzung mit der Vergangenheit und der gegenwärtigen Situation, um die Struktur des Untersuchungsbereichs zu verstehen
  - Verarbeitung qualitativer und quantitativer Daten
  - Plausible Annahmen für „unsichere“ Faktoren
  - Entwicklung mehrerer konsistenter Zukunftsbilder und der jeweiligen Entwicklungspfade
- Systematischer, transparenter und nachvollziehbarer Erkenntnisgewinn

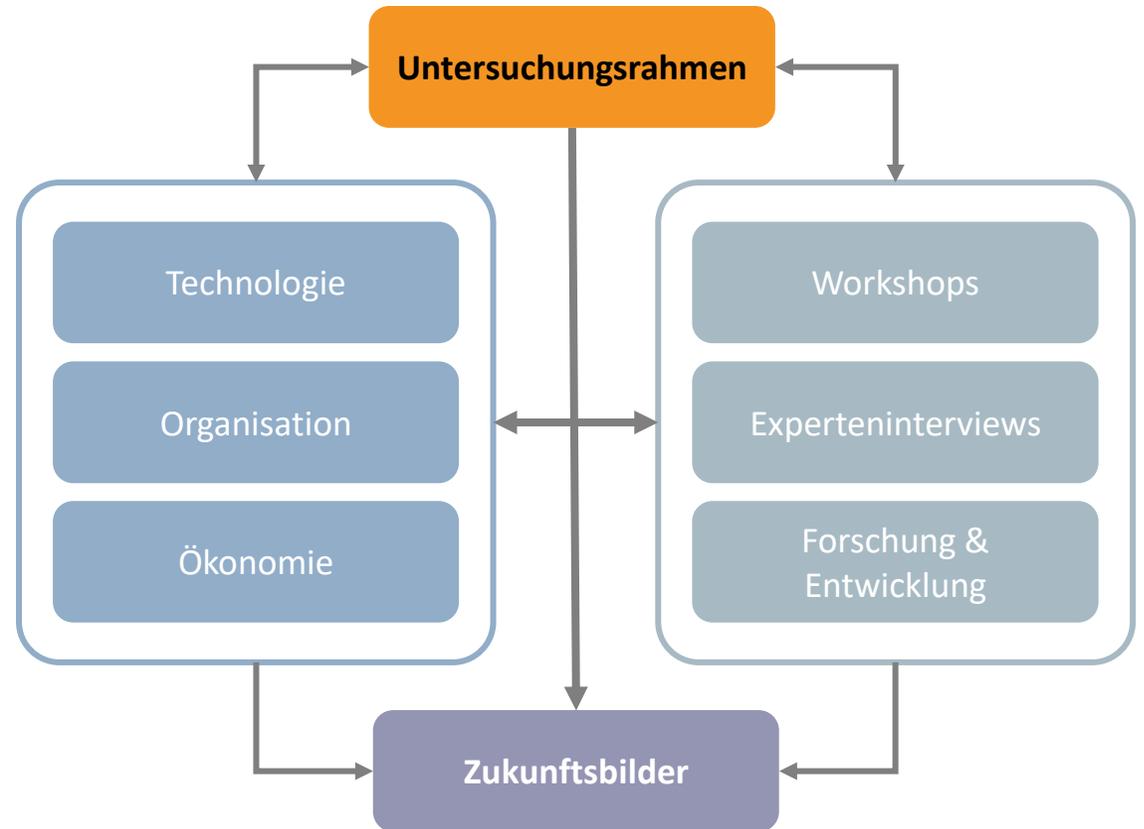




# Inhaltlicher Aufbau des Projekts

## Bestimmung des Untersuchungsrahmens

- Standortbestimmung und Identifikation globaler Trends
- Konkretisierung der Forschungsfragen
- Bestimmung von Annahmen über die Entwicklungspfade der automatisierten Binnenschifffahrt





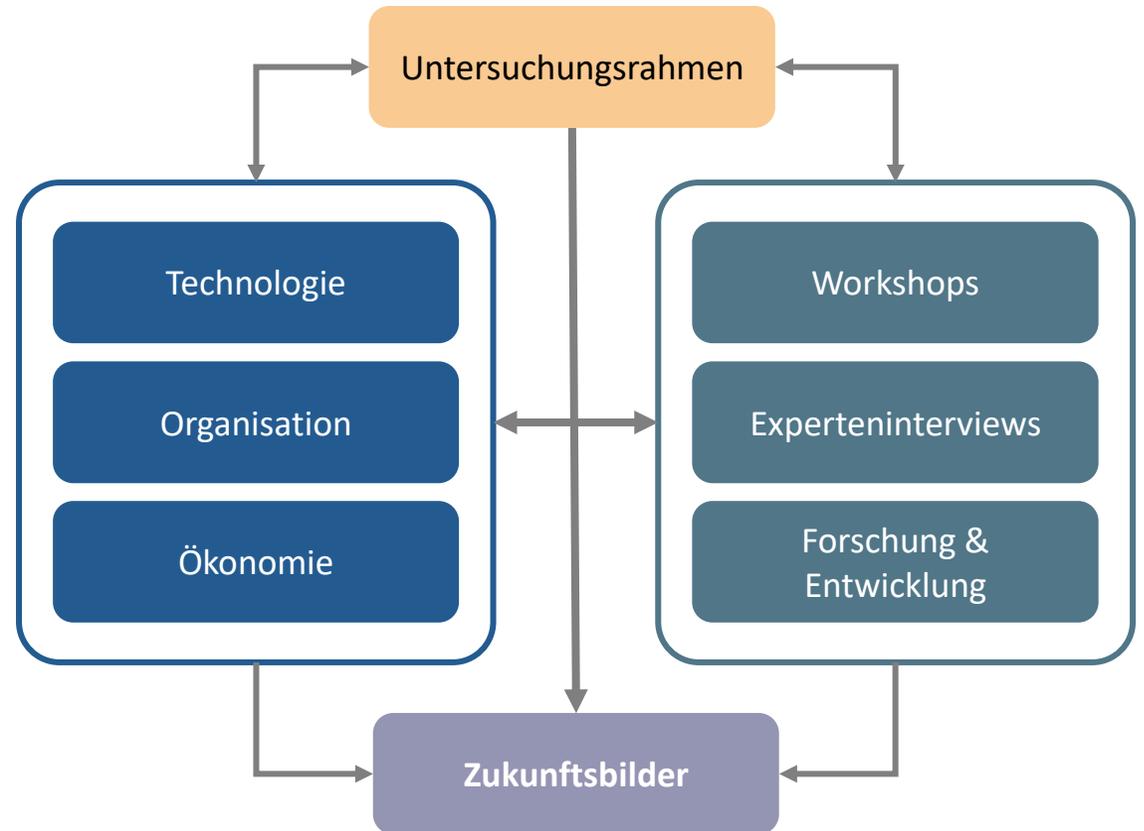
# Inhaltlicher Aufbau des Projekts

## Drei Handlungsfelder

- Technologie - Umschlagssysteme, Physische Infra- und Suprastruktur, Digitale Infrastruktur
- Organisation - Abläufe und Prozesse, Kompetenzprofile und Personaleinsatz, rechtliche Rahmenbedingungen und Standards
- Ökonomie - Betriebswirtschaftliche Perspektive, gesamtwirtschaftliche Potenziale und Effekte

## Einbeziehung von Stakeholdern

- Workshops
- Experteninterviews
- Austausch mit der Wissenschaftsgemeinde





# Inhaltlicher Aufbau des Projekts

## Zukunftsbilder und der Weg dorthin

- Zusammenstellung in sich stimmiger Szenarien der Hafenentwicklung bei unterschiedlichen schiffsseitigen Automatisierungspfaden
- Analyse der Szenarien (hinsichtlich technologischer, organisationaler und ökonomischer Implikationen...)
- Ableitung der Handlungsempfehlungen für die Hafen- und Terminalbetreiber ebenso wie die weiteren Stakeholder





# Wie geht es für Sie weiter?

## Bis Ende 2024

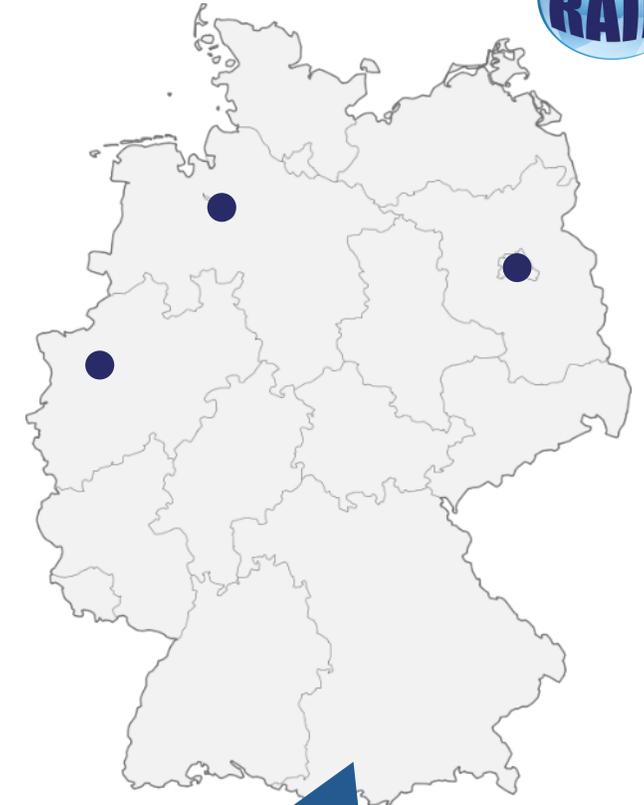
- Durchführung von Interviews und Workshops mit relevanten Akteuren
  - Erwartungen, Anforderungen und Gestaltungselemente
  - Abdeckung der Vielfalt der deutschen Binnenhäfen

## Ende 2025

- RAIN-Symposium
- Kompendium und Kurzberichts, welche Leitfäden und Handlungsempfehlungen enthalten

## Ab 2026

- Dauerhafter Diskurs zur **Vorbereitung der deutschen Binnenhäfen auf eine hochautomatisierte Binnenschifffahrt**



Gastgeber und  
Teilnehmende  
gesucht!



## „Binnenschifffahrt der Zukunft – ohne Personal?“

# Käpt'n von Bord - Autonomer Gütertransport auf dem Wasserweg

Björn Kolewe

Universität  
Rostock

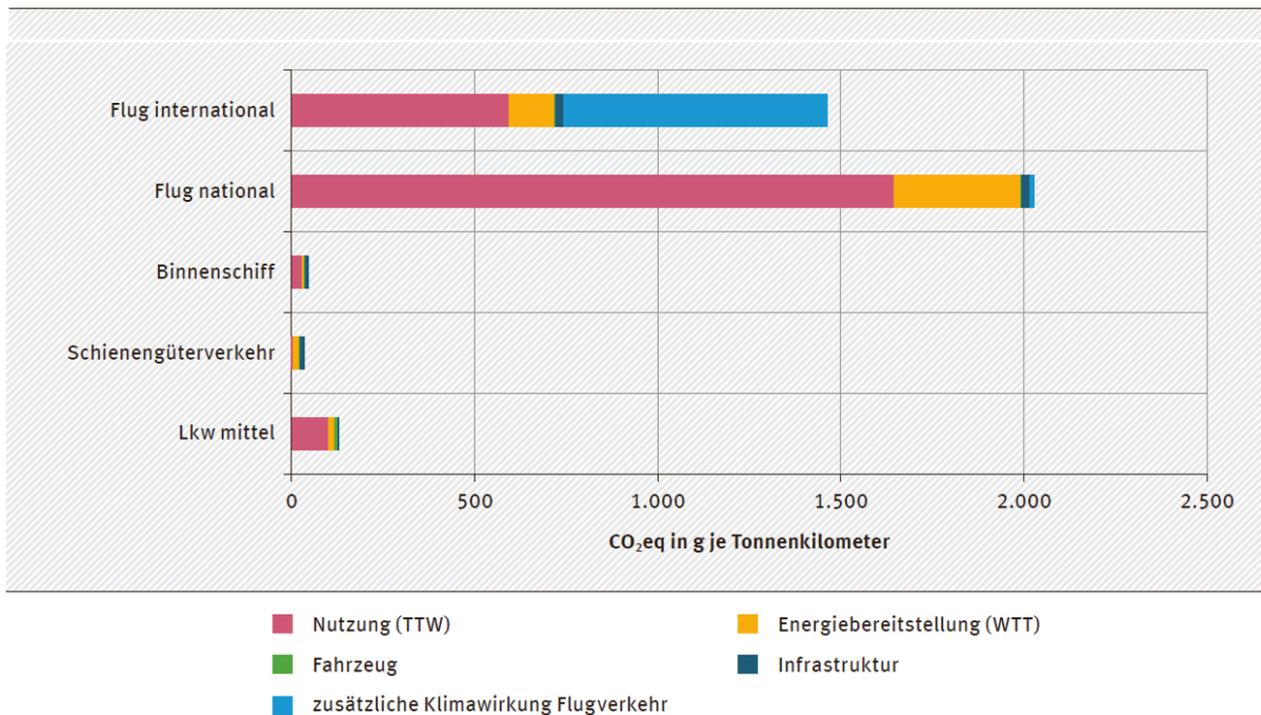


Lehrstuhl Regelungstechnik  
Prof. - Dr. Torsten Jeinsch  
Institut für Automatisierungstechnik

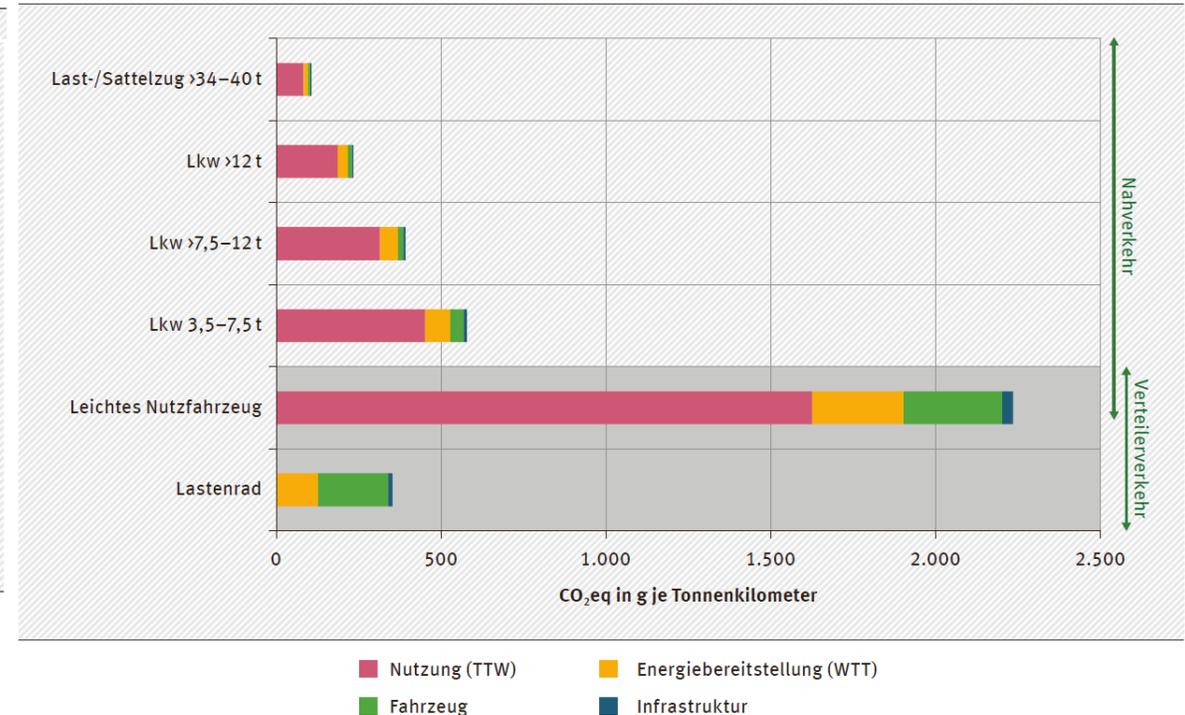


## Klimawirkung des Güterverkehrs

Klimawirkung des Güterfernverkehrs

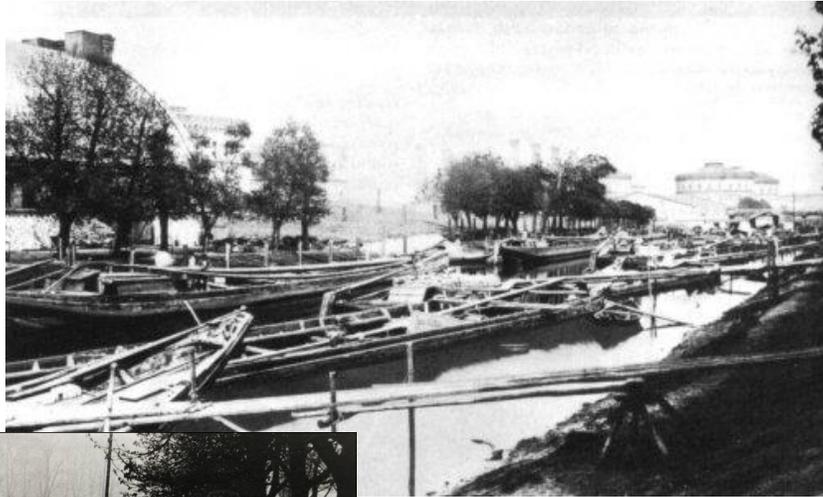


Klimawirkung des Nah- und Verteilerverkehrs

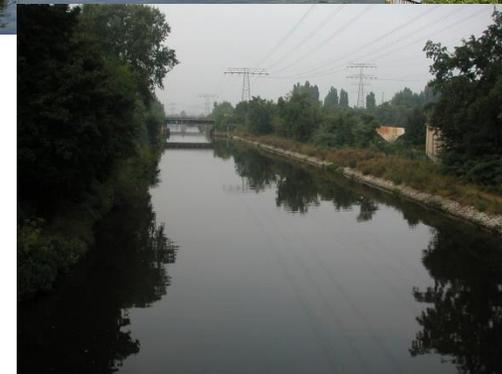


Quelle: Umweltbundesamt

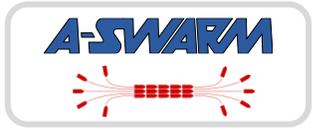
## Berliner Wasserstraßen aktuell



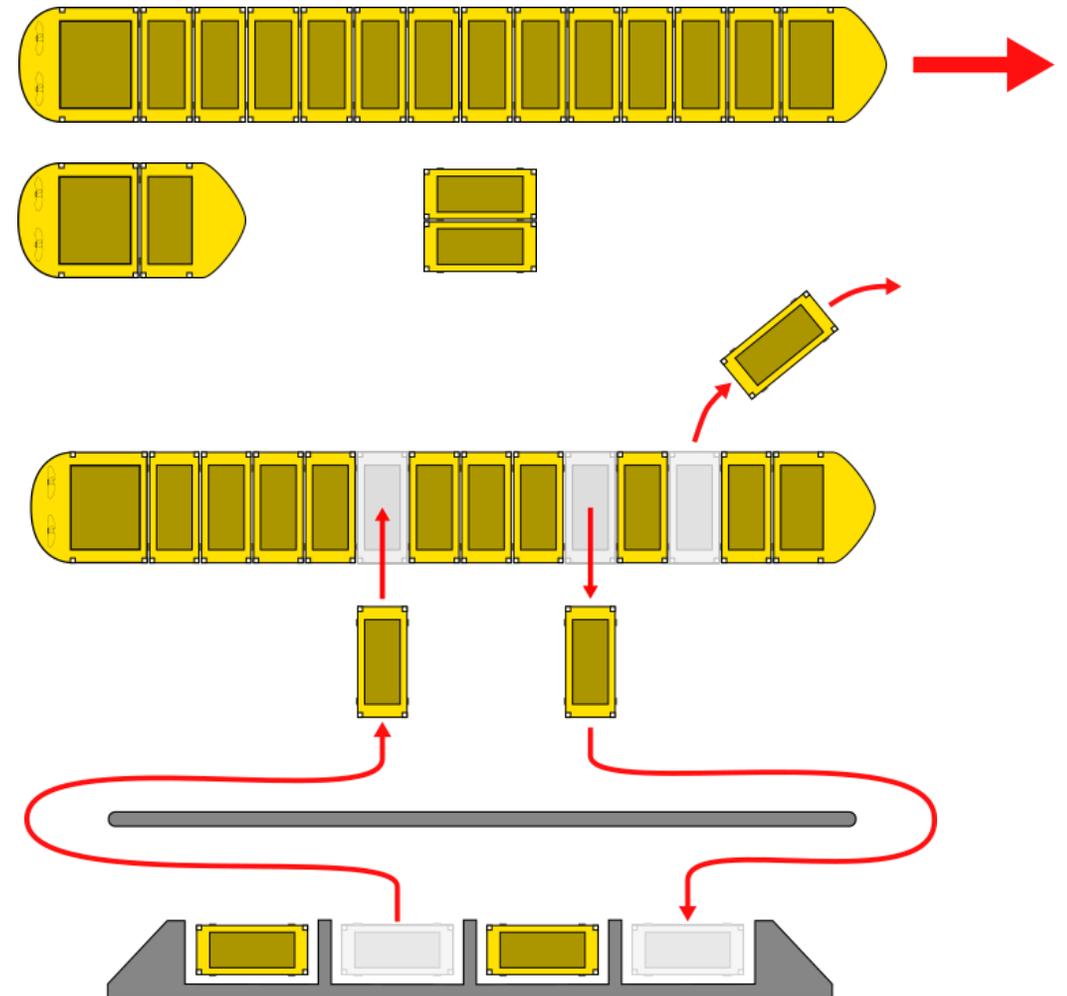
## Kaffenkähne in Berlin im 19. Jahrhundert



# Von flexibel bis effizient – Transport im Schwarm



- kleine Einheiten für flexible Transportaufgaben
- wirtschaftlicher, autonomer Betrieb
- emissionsfreie, elektrische Antriebe
- gekoppelte Formationen für effizienten Betrieb



# Flexibler Nah- und Verteilerverkehr per Binnenschiff



- standardisierte Transportbehälter
- automatischer Umschlag an kleinen Terminals
- automatisches Vertäuen und Lösen an der Kaikante
- automatisiertes Laden der Antriebsbatterien



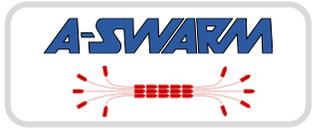
Wikimedia, Joscha Ferth



Foto: DHL



# Schiffsrumpf und Antriebe



- Aluminiumrumpf 6m x 2,5m / Gewicht >1,5t
- 2 x 360° rotierbarer RIM-Propeller, 5kW, Ø 133mm
- 48V LiFePO4-Antriebsbatterie
- 2x abschaltbare Permanentmagnete  
a 30kN Haltekraft



BEHALA

VEINLAND

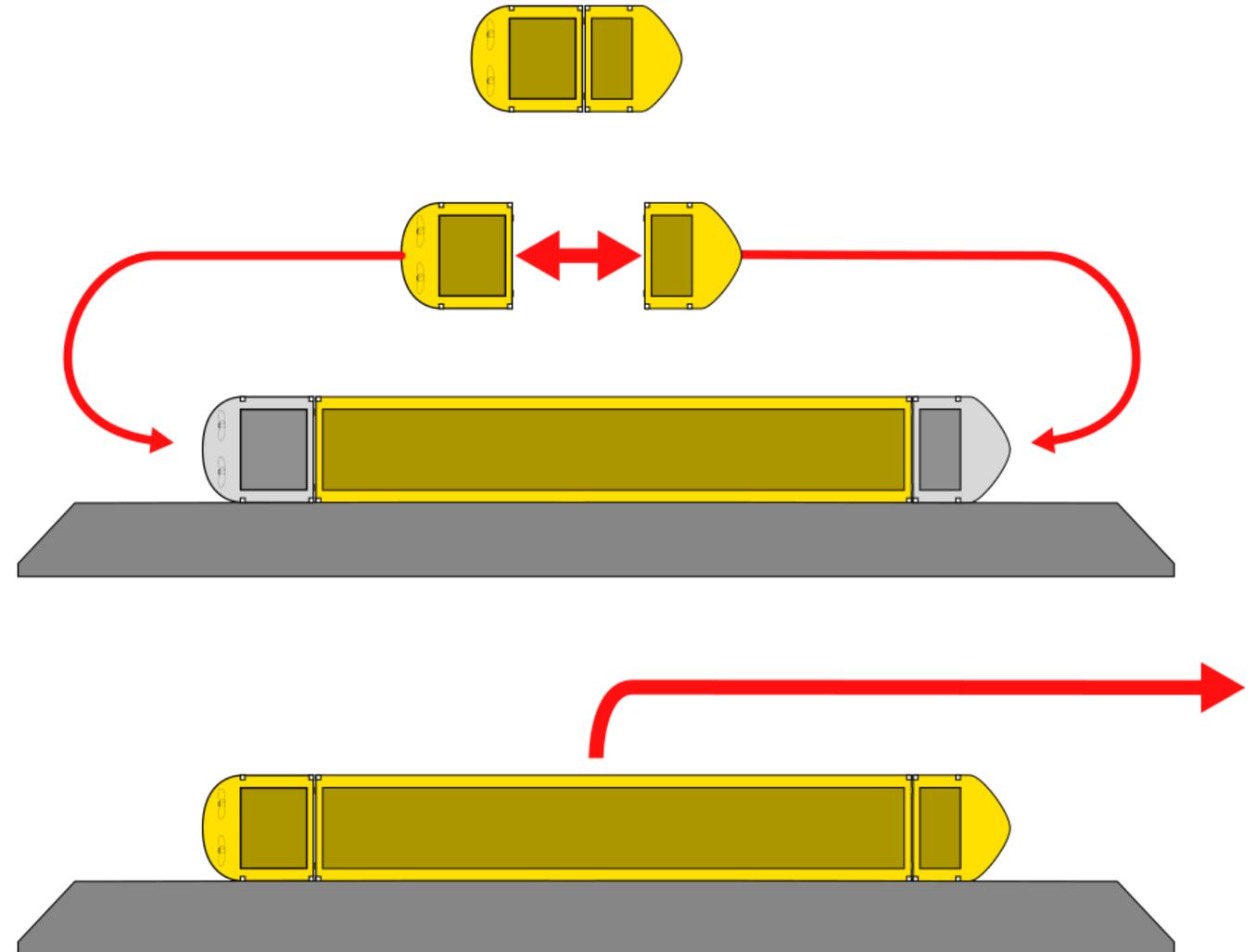


Universität  
Rostock



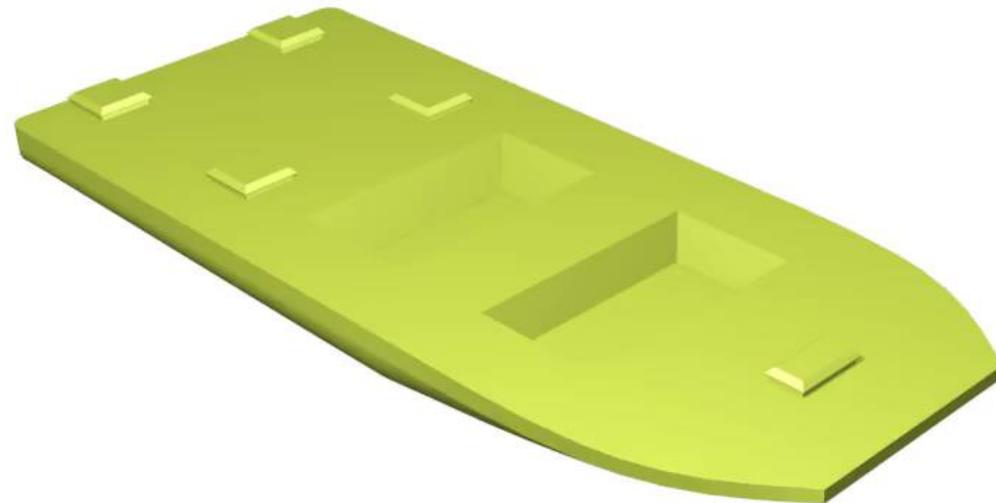
## Flexibler Güterfernverkehr per Binnenschiff

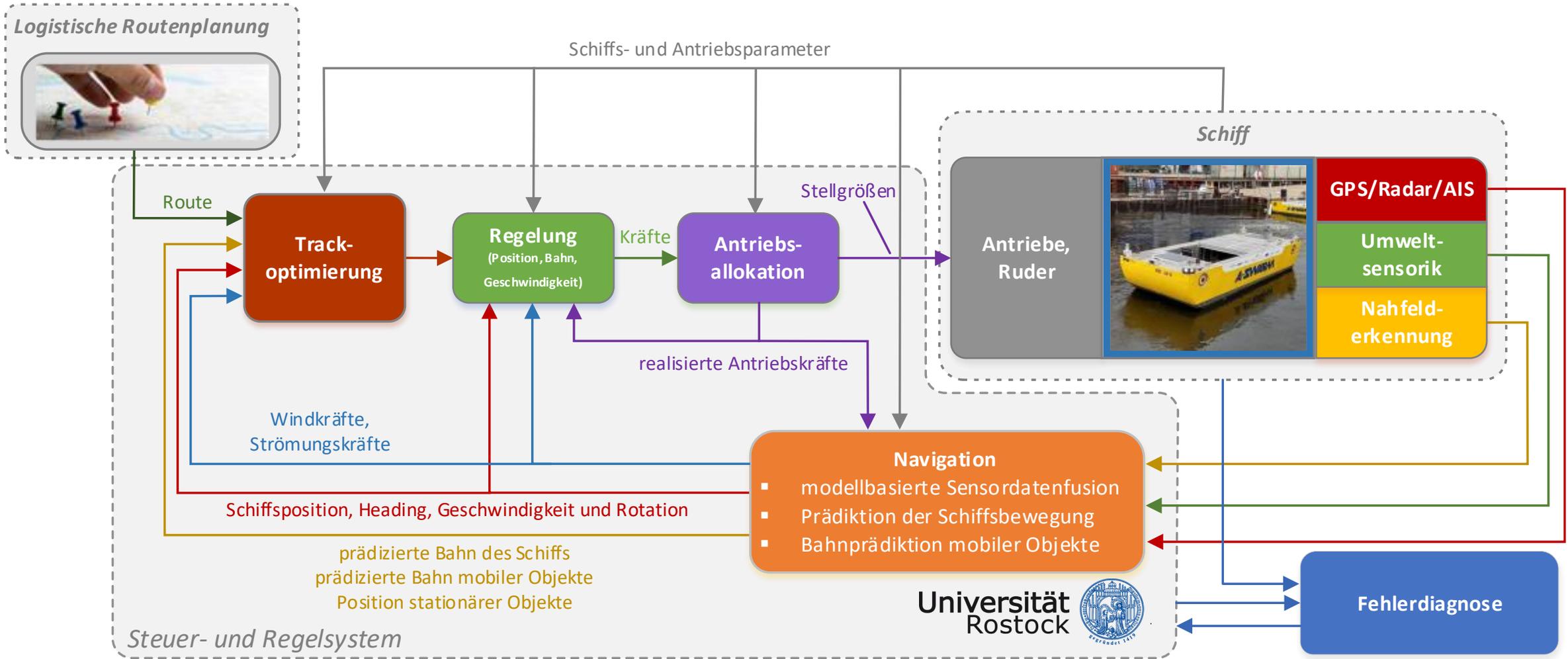
- Flexibilität durch Aufteilung in Antriebs- und Transporteinheit
- verschiedene Größen der Transporteinheit möglich
- emissionsfreie, elektrische Antriebe
- magnetischer Koppelmechanismus



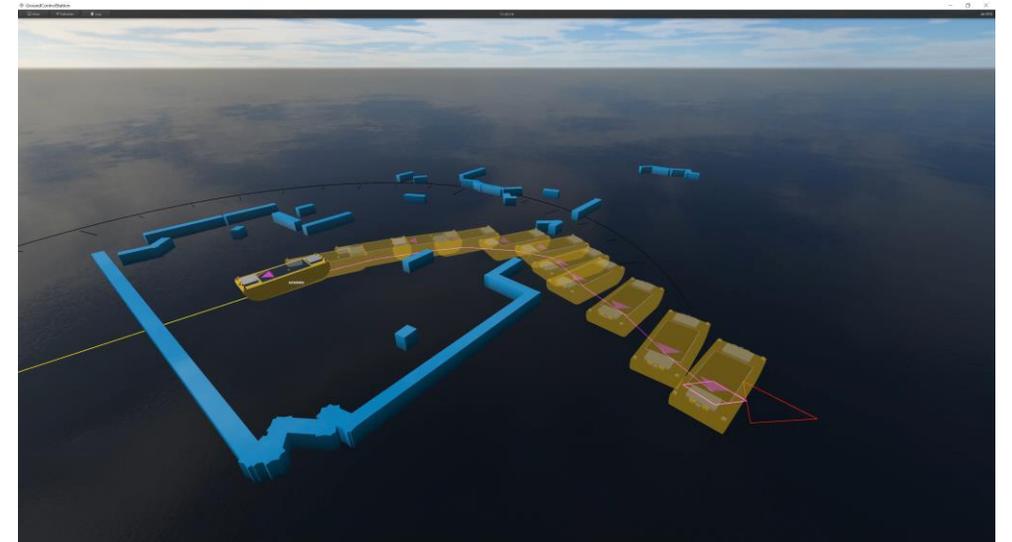
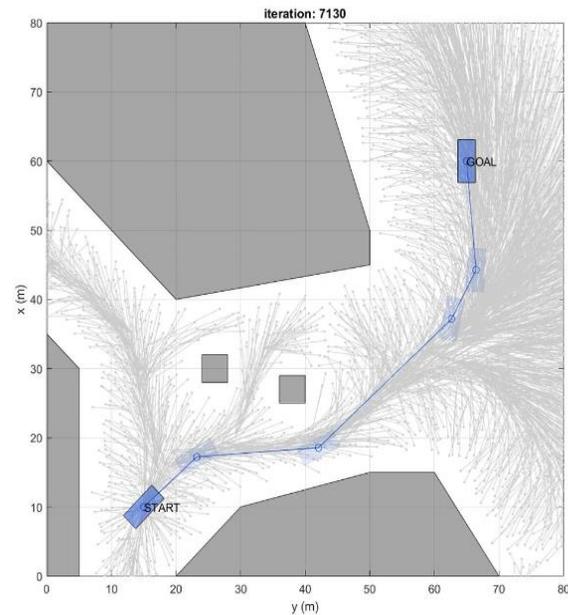
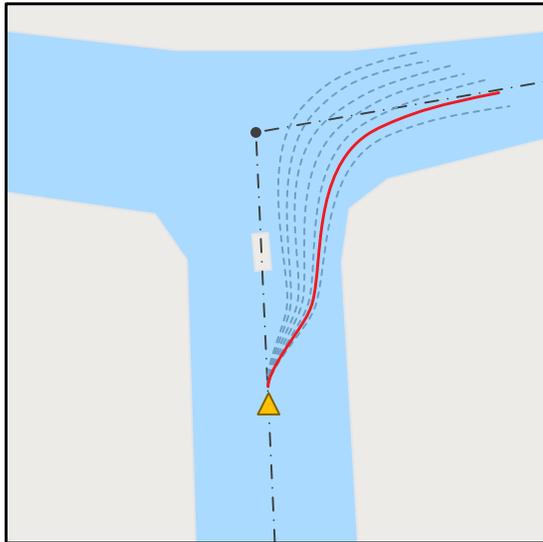
## Versuchsträger DigitalSOW

- Aluminiumrumpf geteilt in Bug und Heckteil
  - Heckteil: 8m x 6m mit 2x 360° rotierbare RIM-Propeller 25kW, 350kgf Durchmesser 341/470mm, 96V
  - Bugteil: 6m x 6m mit 2x 360° rotierbare und einziehbare RIM-Propeller 5kW, 62kgf Durchmesser 131/191mm, 48V
- 96V/48V LiFePO4-Antriebsbatterie
- 2x abschaltbare Permanentmagnete a 30kN Haltekraft

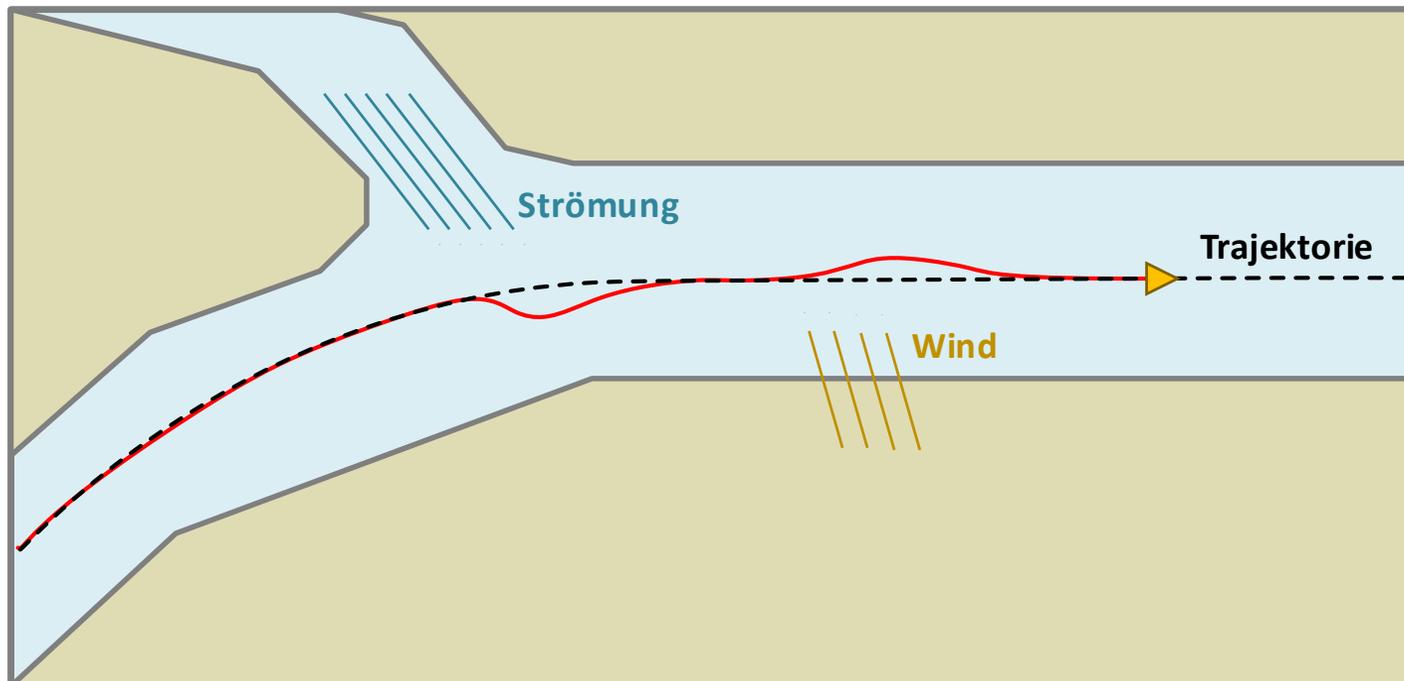


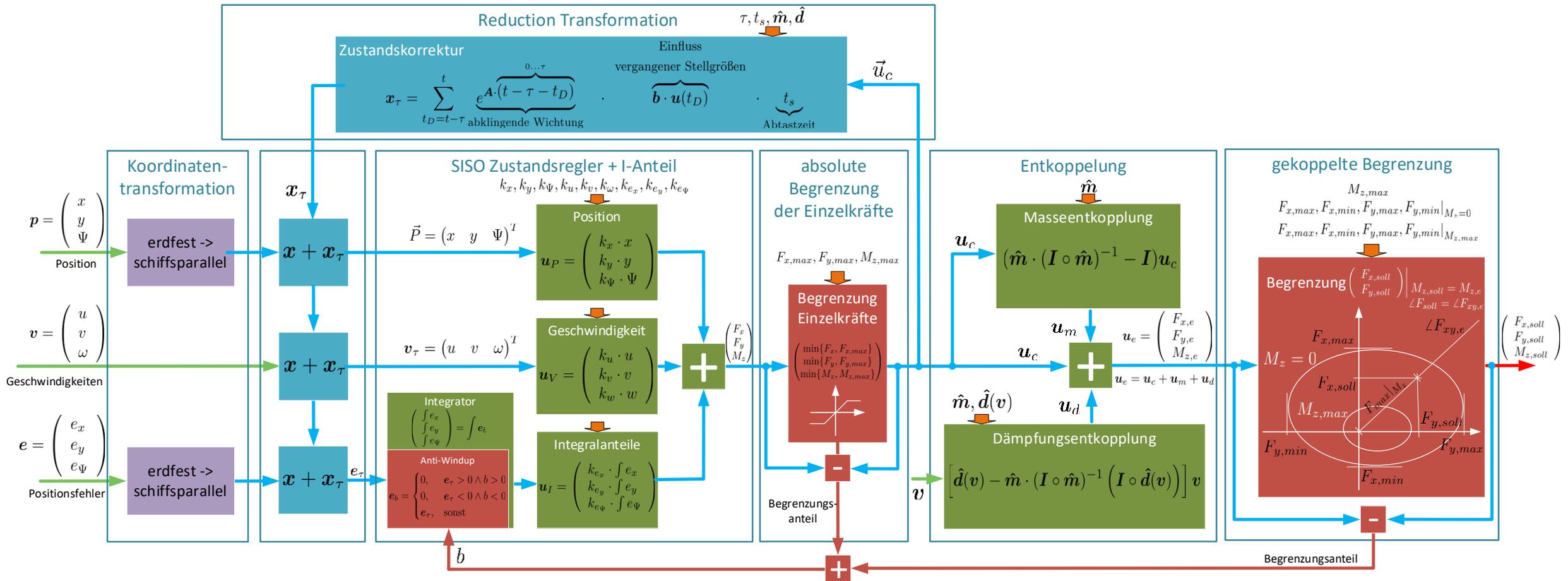


- Vorgabe: Logistisch geplante Route (globale Wegpunkte mit Zeitangaben)
- 1. Schritt: lokale Pfadplanung (Wo ist Platz? Wo komme ich wie durch? Wohin weiche ich aus?)
- 2. Schritt: Bewegungsplanung (Wie kann ich den Pfad mit meinem Fahrzeug und Antrieben abfahren?)



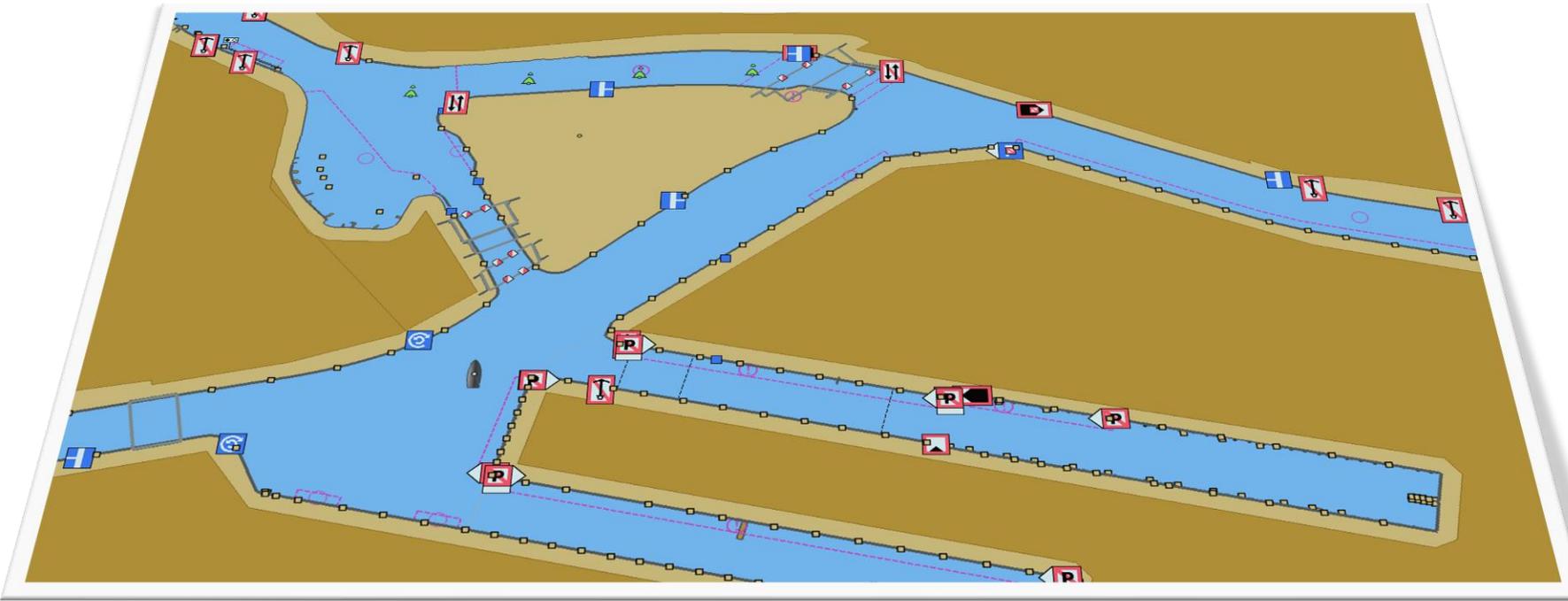
- Reglerstruktur aus 2 x 3 Reglern: Positions- und Geschwindigkeitsregler für jeweils 3 Freiheitsgrade
- Bahnregler inkl. Vorsteuerung über Trajektorienoptimierung und Störgrößenausregelung
- Spezieller Regler für Koppelvorgang (Folgeregelung und harte Positionsbegrenzung) Präzision  $\pm 1,5\text{cm}$





# Testfeld Spree-Oder-Wasserstrasse

- Berliner Westhafen und nähere Umgebung



- Entwicklungsleitstand auf einem Arbeitsboot
- Kommunikation über 5Ghz-Wifi mit dem Versuchsträger
- diverse Bedienelemente (Joystick, DAW-Controller, Displays, Sprachausgabe)
- manuelle Kontrolle kann später durch Dispatcherleitstand erfolgen



## A-SWARM

Autonomous Electric Shipping on Waterways in Metropolitan Regions



Videolink: [A-SWARM - docking and collision avoidance](#)

- autonome Steuerungen ermöglichen wirtschaftlichen Betrieb auch für kleine Einheiten
- Trennung von Antriebs- und Transporteinheiten erhöht Flexibilität

## und im Hafen

- Festmachen und Lösen im Hafen muss automatisch erfolgen
- ausreichende Kapazitäten (Liegeplätze und elektrische Leistung) zum Laden der Fahrakus im Hafen, Standardisierung der Ladevorrichtung notwendig
- klar geregelte, möglichst kreuzungsfreie Fahrwege im Hafen
- Datenaustausch z.B. elektronische Zuweisung von Liegeplätzen



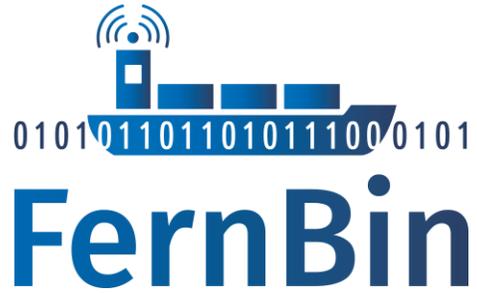
# Käpt'n von Bord - Autonomer Gütertransport auf dem Wasserweg

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

Universität  
Rostock



Björn Kolewe  
bjoern.kolewe@uni-rostock.de  
Lehrstuhl Regelungstechnik  
Institut für Automatisierungstechnik



# FernBin

**Ferngesteuertes Binnenschiff –  
Ferngesteuertes, koordiniertes Fahren in der Binnenschifffahrt**

Projektlaufzeit: 07/2020 – 03/2024

gefördert vom



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

# Projektpartner



*Offen im Denken*



**MECHATRONIK**   
Universität Duisburg-Essen | www.imech.de



**ingenieurbüro kauppert**



# Motivation



- **Fachkräftemangel**

- Neues Arbeitsprofil für den Schiffsführer: „Bürotätigkeit“ an Land mit regelmäßigen täglichen Arbeitszeiten

- **Übergangstechnologie zum automatisierten Fahren**

- Entwicklung von Assistenzfunktionen, die für das automatisierte Fahren unabdingbar sind

# Projektziele



- **Steuerung eines Binnengüterschiffs von einem Fahrstand an Land**
  - bei allen Fahrten im Forschungsprojekt vollständige Besatzung an Bord
- **Entwicklung von Assistenzfunktionen**
  - Bahnregelung
  - Verkehrsprädiktion
  - Kollisionswarnung
  - ▶ Der fernsteuernde Schiffsführer wird von Automatisierungsfunktionen an Bord unterstützt
- **Schulungskonzepte für die Besonderheiten der Fernsteuerung**

# Binnengüterschiff

- **GMS ERNST KRAMER**
- **Technische Daten**
  - Länge 105,00 m
  - Breite 9,50 m
  - Tiefgang 3,15 m
  - Baujahr 1974



# Binnengüterschiff

- **GMS ERNST KRAMER**
  - Ein-Mann-Steuerstand
  - Rheinzulassung
  - Betriebsform A 1 Fahrt
  - 3 Mann Besatzung



# Fernfahrstand

- **Fahrstand an Land**
  - Datenübertragung <1 Sek.
  - 360° Kamerarundumsicht
  - Radarbildübertragung
  - Direkter Kontakt



# Demonstrationsfahrt

Nationale Maritime Konferenz (14.09.2023)



# Umsetzung in die Praxis



- **Technisch möglich**
- **Fernsteuerung regelmäßig nicht zulässig**
  - Sondergenehmigung für den Rhein möglich
  - Genehmigung für die Binnenwasserstraßen nur für Einzelfahrten
- **Ziel**
  - Personalreduktion an Bord
  - Evtl. Änderung der Qualifikationen
  - Dauerhafte Genehmigung der Fernsteuerung
  - Schließen der Mobilfunklücken auf allen Wasserstraßen

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



**Michael Seifert**

[michael.seifert@binnenhafen.de](mailto:michael.seifert@binnenhafen.de)

+49 30 4036 6618



**Cyril Alias**

[alias@dst-org.de](mailto:alias@dst-org.de)

+49 203 99369 52



**Patrick Specht**

[specht@isl.org](mailto:specht@isl.org)

+49 421 22096 28