



Autonome Systeme auf Kurs

—
Integration in die hydrographische Praxis

Lukas Klatt, Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen

Autonome Systeme auf Kurs

Vorstellung Fraunhofer CML und seine Robotikprojekte

Bericht vom Arbeitskreis „Autonome Systeme“

Bedarf

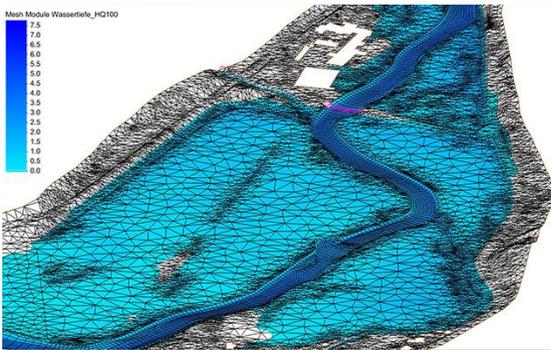
Treiber für zivile Anwendungen

Klassische Vermessungsaufgaben

Klimawandel

Überwachung kritische Infrastruktur

Quelle: WTU GmbH



Datengetriebene Informations-Modelle
&
Digital Twinning

Digital Twin von Gewässern und Strukturen

Optimierung und Vorhersage durch Echtzeitdaten

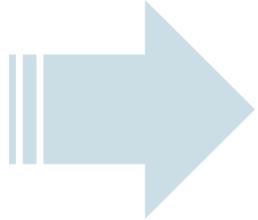


Quelle: Schwedische
Küstenwache

Vision

Wie sieht das Monitoring der Zukunft aus

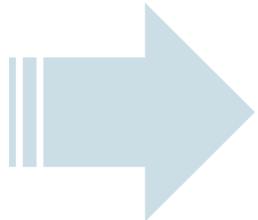
Automatisierte Datenerhebung



Kontinuierlicher Betrieb

Geringer Eingriff

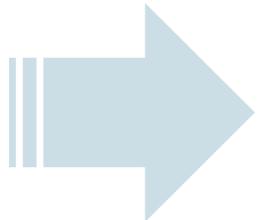
Data-on-Demand statt Data-if-Possible



Schneller Zugriff

Flexibilität

Wirtschaftlichkeit und Schonung von Personalressourcen



Kosteneffizienz

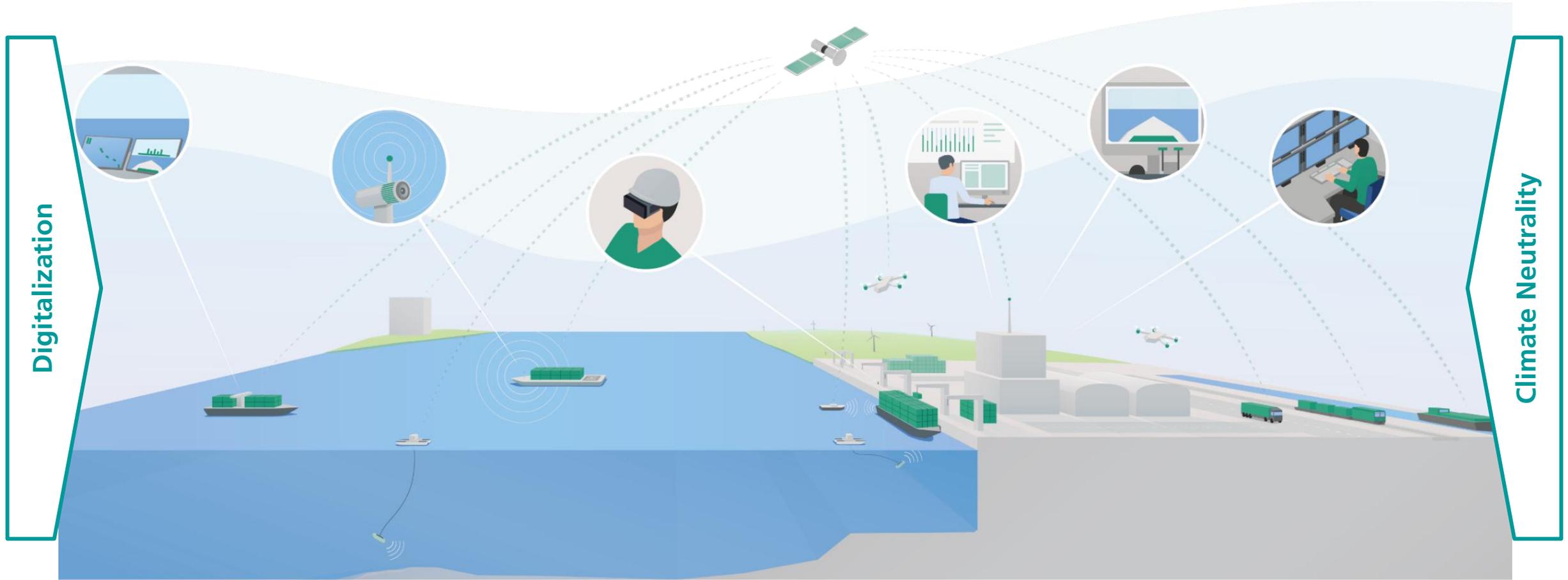
Personalentlastung



Generiert mit DALL·3

Das Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen

Forschungsbereiche Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen



Fraunhofer CML

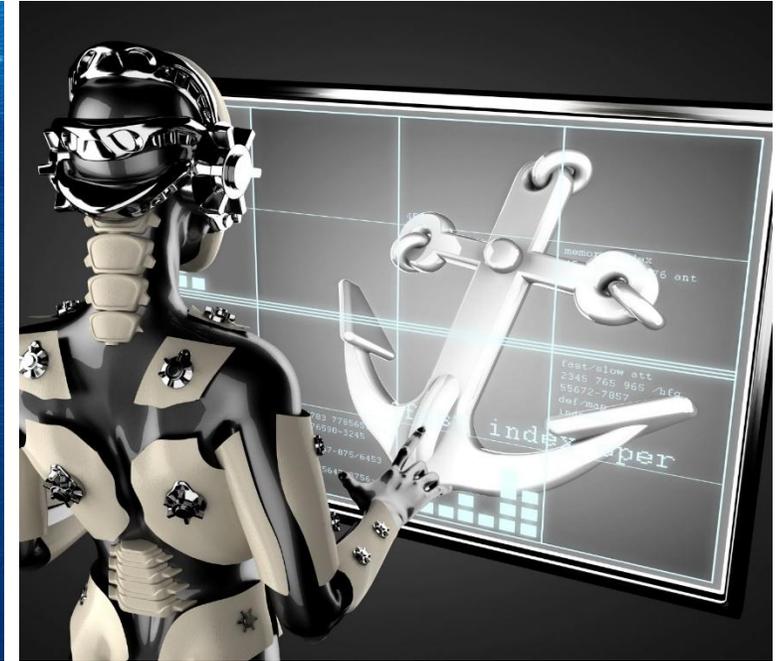
Kompetenzfelder



Port Automation
and Transport Markets



Ship and Information
Management



Sea Traffic and Nautical
Solutions

Uncrewed Surface Vehicle & Autonomous Surface Vehicle

Remote Operating
Vehicle



Shiphull Crawler

Unmanned Aerial Vehicle

Schiffshüllenreinigung ROV

Was tut das CML?

Unbesetzte Fahrzeuge als Entwicklungsplattformen: Demonstratoren und Prototypen



SeaLion

Internes Entwicklungsprojekt

Mission

- USV für kleinere und mittlere Gewässer wie Hafenbereiche

Technische Daten

- 2.2m x 1.5m
- Payload bis 100 kg
- Geschwindigkeit: 8 Knoten
- Vielseitige Sensoren: LIDAR, Stereo Kamera, SONAR, DVL, AIS, GNSS, LARS für ROV uvm.



SeaDragon

Internes Entwicklungsprojekt

Mission

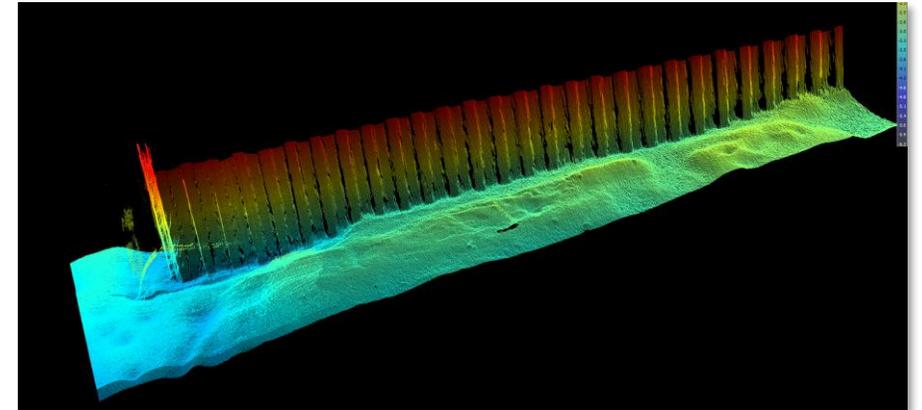
- USV für mittlere und größere Gewässer sowie geschützte Küstenbereiche

Technische Daten

- 5,5 m x 2,1 m, Payload bis 350 kg
- Sensorik: MBES, LIDAR, Stereo Kamera, DVL, AIS uvm.

Nächste Schritte

- Implementierung für Mapping, Autonomie und Situational Awareness
- Interaktion mit weiteren Systemen



DTE: Digitales Testfeld Elbe

Herausforderung

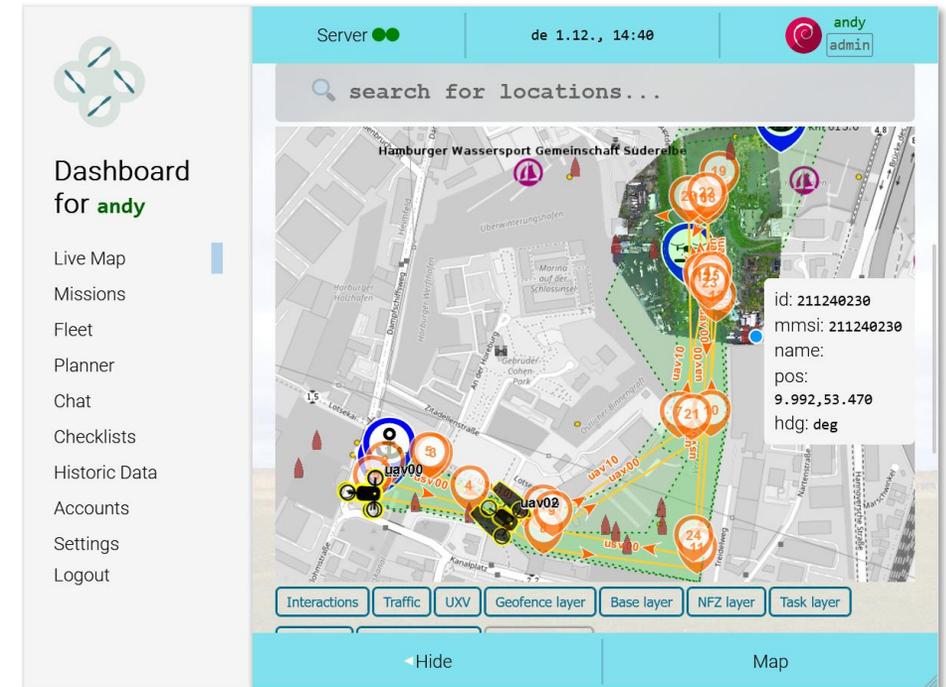
- Überwachung von Wasserstraßen und Fahrrinnen ist zeit- und ressourcenintensiv

Projektziel

- Automatisierte Digitalisierung von Fahrrinnen
- Einbindung von Binnenschiffen: Vessel of opportunity

Umsetzung

- Datenaustausch zwischen Fahrzeugen und Landeinheiten (Häfen, Schleusen, Brücken etc.)
- V2X: Definition geeigneter Schnittstellen und Kommunikationswege



RAPID: ASV-Drone-based emission monitoring



Herausforderung

- Flugdrohnen haben beschränkte Reichweite: Batterie und Freigabe

Projektziel

- Erhöhung der Arbeitsreichweite von Flugdrohnen
- Autonomes Monitoring in Hafengebieten
- Überwachung von Emissionen

Umsetzung

- Batterietauschsystem auf USV
- Visualisierung der Datenanalyse über webbasierte UI
- Wetterfestes Gesamtsystem



Hugin2Scout

Herausforderung

- Seeminen und Sprengstoffe gefährden Binnengewässer und Wasserstraßen

Projektziel

- Detektion von Minen in der Wassersäule in Binnengewässern
- Einsatz von USV-Flotte als Schwarm mit selbstständiger Missionsplanung
- Eskortierung von Handelsschiffen

Umsetzung

- Analyse von hydrographischen Daten
- Entwicklung eines herstellerunabhängigen Autonomieframeworks



Herausforderung

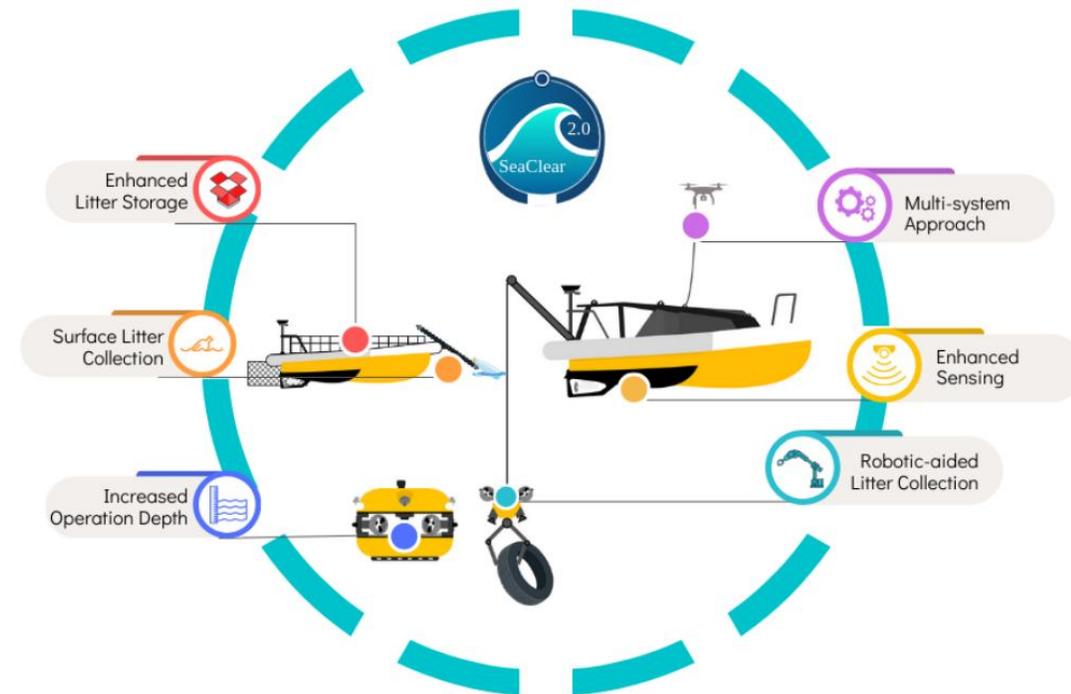
- Müll und Abfall befindet sich in Hafengebieten und Küstengebieten

Projektziel

- Detektion, Sammlung und Transport an Land von Müll Gewässern mit einem Roboterverbund

Umsetzung

- Detektion von Müll mit Sonaren und Kameras durch Flugdrohnen, ASVs und ROVs
- Sammeln auf Oberfläche und Greifen vom Gewässergrund
- EU-Projekt mit Demonstrationen, Pilottest und Verbund aus Sieben Ländern



SeaDragon dockt an Seacat

Abtransport von übernommenem Müll



Was leistet das Fraunhofer CML für maritime Robotik?

Interaktion robotischer Systeme über verschiedene Medien hinweg

Steigerung der Entscheidungen auf Maschinenlevel

Weiterentwicklung der Perception Über- und Unterwasser

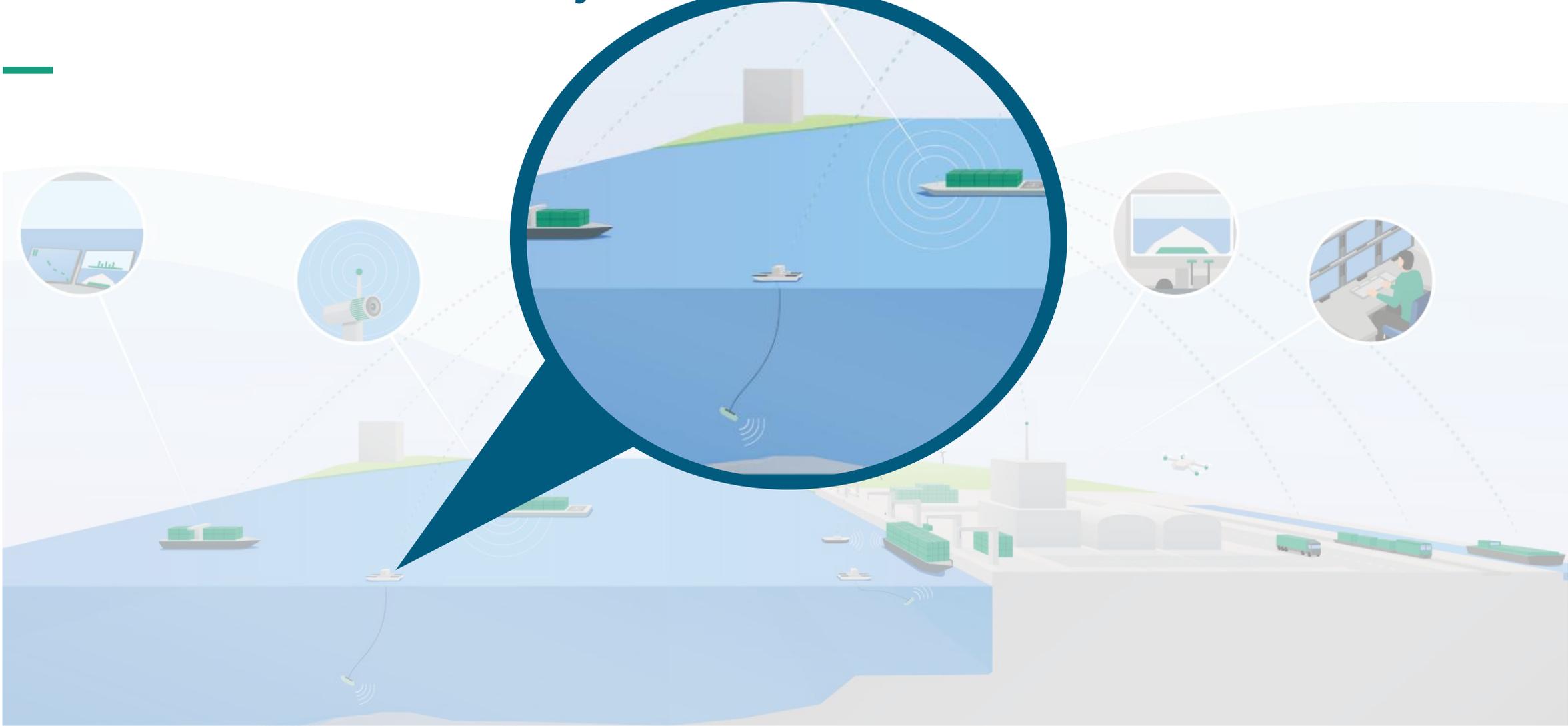


Konzeptskizze Hugin2Scout



Von Seadragon erkanntes potentielles Hindernis

Autonome und unbesetzte Systeme



Realität von ASVs und USVs

Autonome Systeme?



Unbesetzte Systeme?



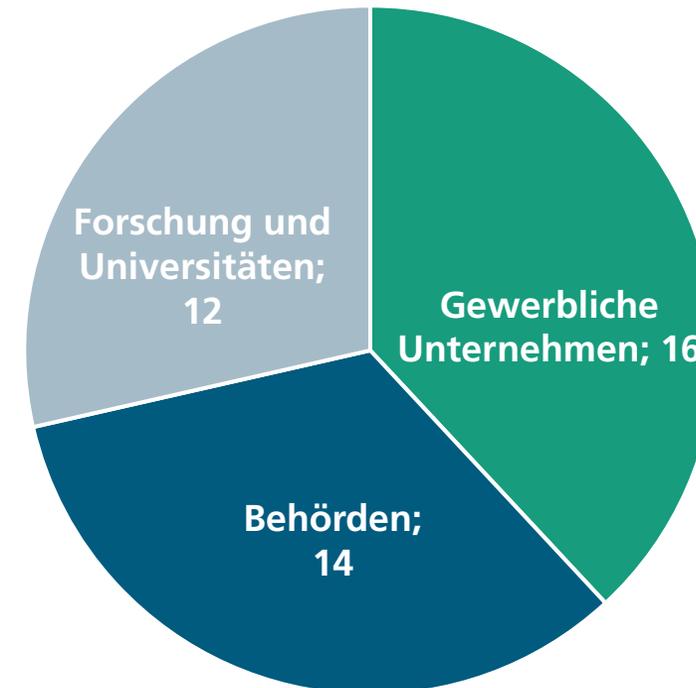
DHyG-Arbeitskreis Autonome Systeme

Besucher des Arbeitskreises

Ziel des Arbeitskreises

Der Arbeitskreis fördert die Integration unbesetzter und autonomer Systeme in die hydrographische Vermessungspraxis.

Teilnehmende von...



Ziele und Hemmnisse

Wir haben gefragt:

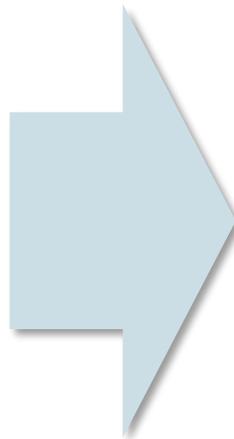
Was sind Hemmnisse bei der Einführung autonomer und unbesetzter Systeme in die Vermessungspraxis?



Ausbildung und Personal

Technische Ausstattung und Verfügbarkeit

Unklare rechtliche Situation



Technologische Beherrschung komplexer Systeme

Technische Robustheit bringt wirtschaftliche Sicherheit

Planungssicherheit für Early Adopters, Innovatoren und Start Ups

Was macht der Arbeitskreis?

Inhaltliche Diskussionen

Erfahrungsberichte: Wie werden aktuell Genehmigungen eingeholt? Was ist erforderlich?

Entwicklung eines Kompetenzprofil eines Operators

Einmessung im Feld für unbesetzte Systeme

Austausch mit anderen Fachverbänden



Erarbeiten des DHyG-Positionspapiers „Offene Klasse für unbesetzte schwimmende Vermessungssysteme“

Rechtliche Situation in Deutschland

BinSchStrO:

§1.01: In dieser Verordnung gelten als „Fahrzeug“ ein Binnenschiff, einschließlich Kleinfahrzeug und Fähre, sowie schwimmendes Gerät und ein Seeschiff (...).

und

§1.02: Der Schiffsführer muss während der Fahrt an Bord sein, auf einem schwimmenden Gerät ferner auch während des Betriebes.

Individuelle Ausnahmen für Genehmigungen durch Behörden möglich (insbesondere GDWS und BSH, Wasserschutzpolizei, Oberhafenamt etc.)

Alle Angaben ohne Gewähr auf Richtigkeit

Rechtliche Situation internationaler Vergleich



United Kingdom

Ergänzung zum Workboat Code durch MGN 702 (M); kleine MASS (<2,5m) können ohne besondere Genehmigung betrieben werden.



Canada

Vereinfachter Zulassungsweg in Ergänzung zum Canada Shipping Act für Fahrzeuge ≤ 2 m Länge und ≤ 100 kg, ohne Risikobewertung und Genehmigung vom Marine Technical Review Board.



Niederlande

Schaffung einer Ausnahmeregelung innerhalb des Binnenvaartpolitierglement für unbesetzte Systeme in der Klasse der Kleinfahrzeuge <20 m Länge.

Alle Angaben ohne Gewähr auf Richtigkeit

Positionspapier „Offene Klasse“

Inhalte des Papiers

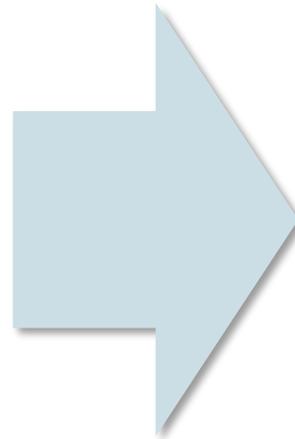
Praxisberichte von ersten Nutzern

Studienlage

Internationale Beispiele

Vorschlag für eine „Offene Klasse“

Einordnung und Ausblick



Zielsetzung

Vorschlag für eine risikofreie Klasse – für den Anfang!!

Schaffung einer Diskussion zu unbesetzten und autonomen Systemen innerhalb der hydrographischen Community

Positionierung der DHyG als Dialogpartner gegenüber den entsprechenden Behörden

Vorschlag für eine „Offene Klasse“



Max. Länge 2,5 m



Max. Gewicht 150 kg (einsatzbereit inkl. Sensorik)



Steuerung und Rückholung jederzeit möglich



Stabile Kommunikation zu PilotIn



Technische Ausstattung für Situational Awareness



Fähiger PilotIn

Risiko: Schifffahrt

Torflügel abgerissen

Schiff rammt Schleuse - Mosel bis März gesperrt

09.12.2024, 11:08 Uhr

[Artikel anhören](#)



Weshalb das Güterschiff zu früh in die Schleuse einfuhr, konnte bisher nicht geklärt werden. (Foto: dpa)

Quelle: N24

Rhein: Schiff rammt Schleusentor

Ein Schiff, das von Basel aus nach Karlsruhe fuhr, ramnte ein Schleusentor und verursachte einen Totalschaden. Das könnte den Verkehr lange behindern.



Das Frachtschiff «Primavera» ramnte ein Schleusentor entlang des Rheins - es handelt sich um einen Totalschaden. - keystone

Quelle: nau.ch

Schaden am Nord-Ostsee-Kanal

Schon wieder rammt ein Frachtschiff ein Schleusentor

02.01.2025, 11:23 Uhr

[Artikel anhören](#)



Der Nord-Ostsee-Kanal ist eine der meistbefahrenen künstliche Wasserstraße der Welt. (Foto: picture alliance/dpa)

Quelle: N24

Risiko: Warum genau diese Dimensionen

So klein wie nötig...

	Schubverband	Europaschiff	Sportboot maximal	Sportboot häufig	Kanu + 3 Personen	Offene Klasse USV
Gewicht (t)	2.234	1.675	40	3,5	0,275	0,150
Länge (m)	180	85	20	8	4,5	2,5
Geschw. (m/s)	1	1	1	1	1	1
Kinetische Energie (kNm)	1.117	837,5	20	1,75	0,138	0,075
Faktor	15.000	11.500	270	25	2	1

Systeme innerhalb der „Offenen Klasse“

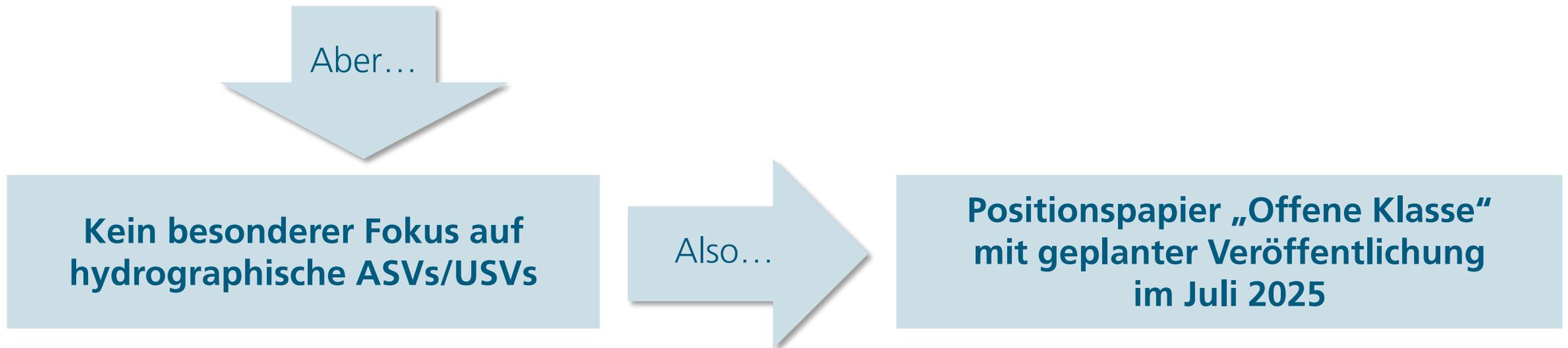
... aber so groß wie möglich!



Und weitere...

Aktuelle Tätigkeiten der Administrationen

- Im Frühjahr 2025 erfolgte zum IMO MASS-Code ein Meeting des BMV (ehemals BMDV) mit GDWS, BSH und Dienststelle Schiffsicherheit
- Evaluation der Studienlage: Untersuchung der Risiken
- Ggf. perspektivische Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle





Danke für Eure Arbeit!

Anmeldung und Rückfragen an autonome-systeme@dhyg.de

Nächster Termin am 23.09.2025 bei HPA, Hamburg

An aerial photograph of a city waterfront, likely Hamburg, Germany. The scene features a canal with a white boat in the foreground. A prominent orange building with a 'Fraunhofer' logo is the central focus. Other buildings, including a large brick industrial-style building, are visible in the background. The sky is clear and blue.

Danke für Eure Aufmerksamkeit!

M. Sc. Lukas Klatt

Department 'Sea Traffic and Nautical Solutions'

Team 'Maritime Technologies and Biomimetics'

Fraunhofer Center for Maritime Logistics and Services

Blohmstraße 32, 21079 Hamburg · Germany

lukas.klatt@cml.fraunhofer.de

WWW.CML.FRAUNHOFER.DE