



Abb. 1: Konzept von Fraunhofer CMLs Innovationsimpuls Smart Ocean

Quelle für alle Abbildungen: Fraunhofer CML

# Unbemannte Schiffsflotte für robotische Assistenzdienste

**UXVs** Roboter als Dienstleistung, Big Data, Sensorfusion, künstliche Intelligenz und Roboterschwärme sind der Schlüssel für zukünftige maritime Operationen. Maritime robotische Assistenzdienste stellen ein neues Forschungsgebiet dar, das diese Technologietrends einbezieht, um die künftigen Anforderungen der maritimen Wirtschaft zu erfüllen. Das Team „Maritime Technologien und Bionik“ des Fraunhofer CML hat Überwasser-, Luft-, Unterwasser- und Kriechfahrzeuge (UXVs) zu einer einzigartigen Plattform verbunden, um solche Dienste zu erforschen und zu demonstrieren. Die Roboter sind modular aufgebaut, sodass sie mit vermessungsspezifischer Ausrüstung an Bord ausgestattet werden können, um unbemannte Dienste für Offshore-, Land- und Hafeneinsätze zu erbringen. Die Flotte wurde auf der diesjährigen SMM präsentiert.

Johannes Oeffner

Die Fraunhofer Gesellschaft und zehn weitere führende europäische Forschungs- und Technologieorganisationen haben gemeinsam die Innovationsplattform Sustainable Sea and Ocean Solutions ISSS gegründet, um innovative Technologien für eine nachhaltige Blue Economy zu entwickeln und eine international wettbewerbsfähige europäische maritime Industrie zu fördern [1]. Das Fraunhofer CML richtet aktuell die Geschäftsstelle des ISSS-North Sea Hub ein, die sich auf den spezifischen Forschungsbedarf in der Nordsee konzentriert.

Die Blue Economy umfasst alle wirtschaftlichen maritimen oder meeresbezogenen Aktivitäten, die mit Ozeanen, Meeren und Küsten zu tun haben. Neben dem Schiffbau und der Schiffsreparatur umfasst sie mehrere Sektoren wie lebende und nicht lebende Meeresressourcen, erneuerbare Meeresenergie, Hafenaktivitäten, Seeverkehr und Küstentourismus, die enorme wirtschaftliche Auswirkungen haben (2019 erwirtschafteten diese Sektoren zusammen

einen Umsatz von 667,2 Mrd. Euro). Eine nachhaltige Blue Economy erfordert innovative maritime Dienstleistungen durch den verstärkten Einsatz von künstlicher Intelligenz, Konnektivität, Automatisierung und Robotik [2].

Das Fraunhofer CML betreibt Spitzenforschung auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit in den Ozeanen: Im EU-Projekt SCIPPER [3] werden Lösungen zur Fernüberwachung von Schiffsemissionen entwickelt, im EU-Projekt AIRCOAT [4] erhöhen neuartige bionische Rumpfschichtungen die Effizienz von Schiffen. Die autonome Schifffahrt und Navigation wurden und werden in den Projekten MU-

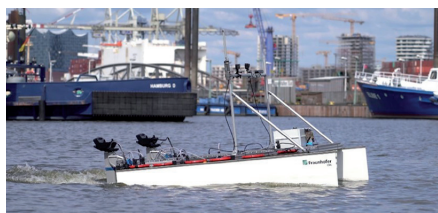


Abb. 2: Fraunhofer CMLs SeaML:SeaLion

NIN [5], FERNSAMS [6] und BZERO [7] untersucht.

Das Fraunhofer CML hat den Innovationsimpuls „Smart Ocean“ ins Leben gerufen. Er umfasst (Abbildung 1)

- › intelligente Assistenzsysteme,
- › fortschrittliche Sensorik,
- › virtuelle Realität,
- › nahtlos vernetzte Stakeholder,
- › Fernsteuerung,
- › Big Data und
- › KI.

Die Initiative zielt darauf ab, die maritime Industrie durch verstärkte Forschungs- und Innovationsaktivitäten zu stärken [8].

## Die UXV-Flotte

Im Rahmen von Smart Ocean hat das Team „Maritime Technologien und Bionik“ eine Roboterflotte aus Überwasser-, Luft-, Unterwasser- und Kriechfahrzeugen (UXVs) aufgebaut. Das Herzstück der Flotte ist das selbst entwickelte autonome Oberflächenfahrzeug (ASV) SeaML:SeaLion

EIGENSCHAFTEN	MODULARITÄT	SENSOREN	ROBOTIK INTEGRATION
Kompakte Größe von 1,5 x 2,2 m	Reconfigurable deck	LIDAR	Remotely operated vehicles (ROV) A-Frame
24 Stunden Ausdauer bei 8 Knoten	Einstellbare Nutzlast von bis zu 100 kg	Stereokameras, 360°-Kamera für VR-Kontrolle	Landeplattform für Flugdrohnen (UAV)
Robot Operating System - ROS	Modulares Stromnetz 5/12/24/48V bei 300 W	Echosounder, (Multibeam ready)	Battery Hot Swap
Elektrisch betrieben - 2 x 1 kW Leistung	Modulare Decksrüstung	Unterwasserortung (DVL)	Kriechroboter
Nutzlast 120 kg	Zylinderfächer für Elektronik	AIS, Radar	Autonome Unterwasserfahrzeuge (AUV)

Tabelle 1: Hauptmerkmale von SeaML:SeaLION

(Abbildung 2) [9]. Der Katamaran ist eine hochmodulare Forschungsplattform (Spezifikationen siehe Tabelle 1).

Durch die ROS-basierte Steuerungssoftware kann eine präzise autonome oder ferngesteuerte Navigation geschaffen werden, und die webbasierte Benutzeroberfläche (webUI) ermöglicht eine robuste und sichere Auftragszuweisung, Datenverarbeitung, Sensorüberwachung und Schiffsbedienung von jedem Gerät und Standort aus. SeaLion ist hydrodynamisch optimiert, um maximale Geschwindigkeit und hohe Stabilität zu gewährleisten. Es ist so konzipiert, dass es anpassbar ist, wobei die gesamte Elektronik im Rumpf untergebracht ist und das Bordstromnetz autonomen Industriestandards entspricht.

SeaML:SeaLion dient als Mutterschiff für die anderen UXVs: Das SeaML:ROV, ein kommerzielles ROV (BlueROV2), wird für Inspektionsdienste eingesetzt. Das SeaLion ist mit einem beweglichen A-Frame und einem maßgeschneiderten Windsystem für das autonome Launch and Rescue des ROV ausgestattet, das über das elektrische Bordnetz betrieben wird. Der SeaML:Magic ist ein handelsüblicher magnetischer Kriechroboter (Deeptrecker DT640) mit einer Frontkamera, die mit Dickenmesssensor ausgestattet wurde. Der SeaML:EyeML ist eine kommerzielle, aber angepasste DJI M300 Drohne, die mit einer autonomen Landungssoftware und Gassensoren zur Überwachung der Luftqualität ausgestattet ist. Es wurde eine Landeplattform entwickelt, die mit einem Battery-Hot-Swap-System ausgestattet ist, um die Reichweite zu erhöhen. Alle Systeme werden über eine Web-service-Schicht gesteuert, die es mehreren Betreibern ermöglicht, mehrere Robotersysteme gleichzeitig aus der Ferne zu steuern. Die Integrität und Rückverfolgbarkeit der Daten wird durch den Authentifizierungs- und Zugangskontrollmechanismus gewährleistet.

### Maritime robotic assistance services

Die modularen Roboter sind mit surveyspezifischen Messgeräten ausgestattet. Eine vorgegebene Aufgabenbeschreibung wird in das Softwaresystem des UXV eingegeben. Die Informationen werden dem Benutzer zur Live-Überwachung der Aufgabe zur Verfügung gestellt und in der Cloud zur späteren Datenanalyse gespeichert. Um den Menschen nicht aus den Augen zu verlieren, wird der gesamte Vorgang von einem Operator überwacht, der alle Sicherheitsanforderungen für das sichere Aussetzen und Einholen des Roboterschiffs im Zielgebiet gewährleistet.

Eine Vielzahl von Diensten wurde bereits demonstriert. Innerhalb von RoboVaaS [10] wurde ein Schwerpunkt auf die Inspektion von Schiffs- und Kaimauern und die Erhebung von Umweltdaten gelegt. Im Rahmen des EU-Projekts RAPID [11] werden vom SeaLion aus Drohnen zur Inspektion der Hafeninfrastuktur (z.B. Brückenpfeiler) gestartet. Im EU-Projekt SeaClear werden die Roboter als kleinmaßstäblicher Teststand eingesetzt. Hier wird eine Flotte autonomer Roboterfahrzeuge in der Luft, auf und unter dem Wasser eingesetzt, um Abfall im Wasser zu erkennen und

einzusammeln. Im Projekt VISION wurde ein Konzept für die Inspektion und Dickenmessung von Schiffsrümpfen entwickelt, um die Zeiten für das Trockendock zu verkürzen und schnelle und einfache Untersuchungen von Zwischenfällen zu ermöglichen.

Die Flotte kann modifiziert und für andere Hilfsdienste wie die Reinigung des Schiffskörpers, die Erkennung illegaler Waren oder Bedrohungen und z.B. für hochwertige, kostengünstige autonome bathymetrische Untersuchungen eingesetzt werden. Zukünftige Arbeiten zielen darauf ab, die Autonomie des Systems durch COLREGS, autonomes Andocken, autonome SLAM-Navigation, Objekterkennung und robuste Positionierung zur effektiven Kollisionsvermeidung im Betrieb zu verbessern. Eine skalierte und offshorefähige Version ist in Planung, die die Erforschung der autonomen UWO-Entfernung und Lösungen für den Offshore-Energiesektor ermöglicht.

### Literatur

- [1] Fraunhofer-Gesellschaft e.V. (2021) Sustainable Sea and Ocean Solutions Intelligent Technologies for the Blue Economy
- [2] European Commission, Directorate-General for Maritime Affairs and Fisheries, Addamo A, Calvo Santos A, Guillén J, Neehus S, Peralta Baptista A, Quatrini S, Telsnig T, Petrucco G (2022) The EU blue economy report 2022. Publications Office of the European Union
- [3] (2022) SCIPPER – Shipping Contributions to Inland Pollution Push for the Enforcement of Regulations. <https://www.scipper-project.eu/>. Zugegriffen: 29. Juli 2022
- [4] AIRCOAT (2021) Home | AIRCOAT.
- [5] (2022) MUNIN | MUNIN – Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks. <http://www.unmanned-ship.org/munin/>. Zugegriffen: 29. Juli 2022
- [6] Fraunhofer Center for Maritime Logistics and Services (2022) FernSAMS - Fraunhofer CML. <https://www.cml.fraunhofer.de/en/research-projects/FernSAMS.html>. Zugegriffen: 29. Juli 2022
- [7] Fraunhofer Center for Maritime Logistics and Services (2022) B ZERO - Fraunhofer CML. <https://www.cml.fraunhofer.de/en/research-projects/B-ZERO.html>. Zugegriffen: 29. Juli 2022
- [8] Fraunhofer CML Auf Kurs: 10 Jahre Fraunhofer CML
- [9] Fraunhofer CML Produktblatt-SeaLion
- [10] Schneider VE, Delea C, Oeffner J, Sarpong B, Burmeister H-C, Jahn C (2020) Robotic service concepts for the port of tomorrow: Developed via a small-scale demonstration testbed 2020 European Navigation Conference (ENC). IEEE
- [11] RAPID (2017) Home ~ RAPID. RAPID

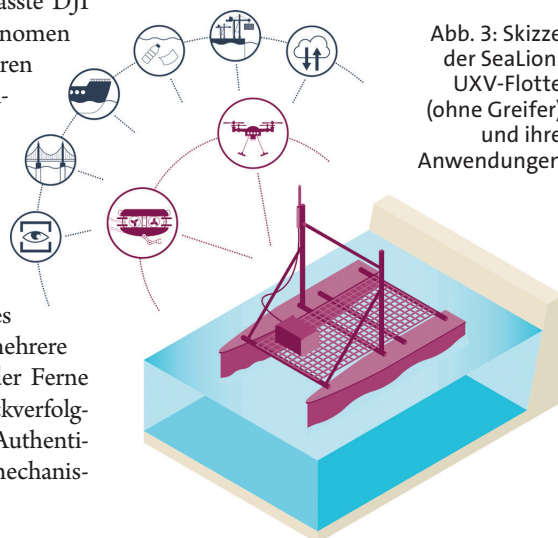


Abb. 3: Skizze der SeaLion: UXV-Flotte (ohne Greifer) und ihre Anwendungen

Der Autor:

Johannes Oeffner, Teamleiter "Maritime Technologies and Bionik", Fraunhofer CML