



Tests der vielfältigen Sensorik und des ROV bestätigen die Leistungsfähigkeit von SeaML.

## DAS AUTONOME FORSCHUNGSBOOT SEAML FORSCHUNGSPLATTFORM FÜR MARITIME INNOVATIONEN

Unser erstes Forschungsboot ist ein autonomes Oberflächenfahrzeug (Autonomous Surface Vehicle, ASV) und heißt SeaML. SeaML verfügt über autonome Assistenz- und Navigationssysteme und dient als modulare Entwicklungs- und Demonstrationsplattform für verschiedene Innovationen aus Nautik, Sensorik und generell aus dem Bereich der maritimen Technologien.

Das Forschungsboot ist ein Katamaran mit den Abmessungen 1,5m Länge und 1,2m Breite. Die Rümpfe sind durch einen Aufbau verbunden, der als flexibler Träger für unterschiedliche Technologien dient. SeaML verfügt über 40 kg Nutzlast und kann daher mit umfangreicher Sensorik, z.B. zur hochgenauen Tiefenmessung, zur Umweltdatenerfassung und einem Unterwasser-Fahrzeug (Remotely Operated Vehicle, ROV) ausgerüstet werden. Für die Einsatzplanung von SeaML wurde speziell eine webbasierte Oberfläche entwickelt, mit der graphisch unterstützt

Dienstleistungen und Arbeitsaufgaben definiert, Aufträge gestartet und kontrolliert sowie in die Steuerung eingegriffen werden kann. Damit können die Dienste von SeaML ortsunabhängig angefordert und gesteuert werden. Über ein Kabel ist das ROV mit einer Kamera und weiterer Sensorik mit SeaML verbunden. Erste Einsätze, die mit SeaML in diesem Sommer durchgeführt wurden, umfassten die Entwicklung innovativer Dienstleistungen für Häfen und den Test einer neuartigen Rumpfbeschichtung: Robotergestützte Unterwasserinspektionen und automatisierte Echtzeit-Hydrografie-Messungen als Vorstufe zur Strandungsvermeidung konnten erfolgreich durchgeführt werden. Hierbei dient SeaML auch als Träger für innovative Kommunikationstechnologie und Sensoriken von Projektpartnern. Zudem unterstützte SeaML als Versuchsträger für eine lufthaltende Folie, welche die Reibung zwischen Schiffsrumpf und Wasser verringert

und damit den Treibstoffverbrauch senkt, die Beobachtung von Ergebnissen unter Fahrbedingungen.

Mit der Eigenentwicklung von SeaML haben wir eine flexible Plattform geschaffen, die für vielfältige unterschiedliche Forschungsaufgaben einsetzbar ist, unsere aktuellen Projekte unterstützt und für die Entwicklung neuer Ideen und Konzepte anpassbar ist. Die nächste Entwicklungsstufe wird die Kombination mit einer Flugdrohne sein, die SeaML als Start- und Landeplattform nutzen kann um eine höhere Reichweite zu gewinnen und luftbasierte innovative Dienste wie Inspektion oder Überwachung anzubieten. Eine besondere Herausforderung wird die Realisierung eines 'Sammelmechanismus' für maritimen Müll, dessen verkleinerter Prototyp mittels SeaML getestet werden soll. Ein zweites, größeres SeaML ist bereits in der Planung und wird die CML-Flotte im kommenden Jahr erweitern.

## NEUE ERKENNTNISSE DURCH KI-EINSATZ OPTIMIERUNGSPOTENZIALE FÜR LEERCONTAINER

Die rechtzeitige Bereitstellung von Leercontainern am jeweiligen Verladeort ist ein entscheidender Baustein globaler Lieferketten. Allein die hiermit verbundenen Transportkosten liegen nach aktuellen Schätzungen in einer Größenordnung von 20 Mrd. USD pro Jahr. Gegenwärtig untersucht das Fraunhofer CML mit dem Projektpartner xChange, einem weltweit führenden Logistikmarktplatz zur Vermittlung von Seecontainern, wie Künstliche Intelligenz dazu beitragen kann, diese Kosten effektiv zu verringern.

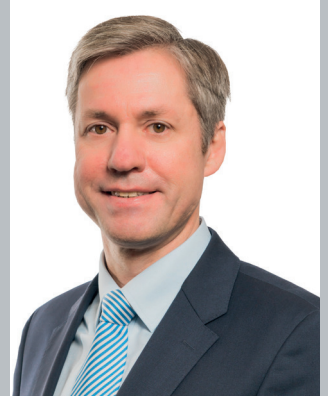
Ziel ist es, einen mit Techniken des Maschinellen Lernens entwickelten Container Availability Index zu prognostizieren, der Logistikunternehmen, Speditionen und Reedereien

als Informationsgrundlage bei der Planung und Steuerung von Containertransporten dient. Unter dem Projekttitel **C-TIMING** wird das Vorhaben vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Erste Projektergebnisse zeigen, dass oft schon eine gezielte Auswertung der vorhandenen Daten – in diesem Fall mehrere Millionen Containerreisen – Zusammenhänge offenbart, aus denen sich Einsparpotenziale direkt ableiten lassen. Im Speziellen lag der Fokus hierbei auf Zusatzkosten bei verspäteter Rückgabe von Containern in den Bestand der jeweiligen Reederei. Die Analyse zeigt, dass diese oft vermeidbaren Kosten in der Praxis schnell im vierstelligen Bereich für das einzelne Unterneh-

men liegen. Für eine kostenminimale Strategie sollten dabei die großen regionalen Unterschiede hinsichtlich „Demurrage & Detention“ (Liegegeld im Hafen bzw. Kosten für verspätete Rückgabe von Leercontainern) genutzt werden.

Die in C-TIMING eingesetzten Analyse- und Auswertungsmethoden für große Datenmengen sind universell und auf viele Problemstellungen übertragbar. Wir unterstützen Sie gerne bei der gezielten Auswertung vorhandener Daten und Identifikation von Kostensenkungspotenzialen mit der Schlüsseltechnologie Maschinelles Lernen und bei der Ermittlung geeigneter Kennzahlen und umsetzbarer Erkenntnisse für Ihr Unternehmen.

### VORWORT



Liebe Leserinnen und Leser,

angesichts der besonderen Umstände in diesem Jahr freuen wir uns, dass wir unsere Projekte weiterführen konnten und wieder spannende Forschungsergebnisse erzielt haben. In unserer Werkstatt ist trotz strenger Anwesenheitspläne und Abstandsregeln unser Forschungsboot SeaML fertiggestellt und erfolgreich getestet worden. SeaML dient in mehreren Forschungsprojekten als autonom agierendes Oberflächenfahrzeug, das um eine Unterwasser- und eine Flugdrohne ergänzt wird, um innovative Lösungen zu testen.

Lesen Sie darüber hinaus, welche weiteren Anwendungsbeispiele wir mit Hilfe der Digitalisierung im Hafen und in der maritimen Transportkette gerade vorantreiben.

Ich wünsche Ihnen und Ihrer Familie ein besonders ruhiges Weihnachtsfest und alles Gute für ein gesundes und erfolgreiches Neues Jahr, in dem wir uns hoffentlich auch einmal persönlich wiedersehen können!

Ihr Prof. Carlos Jahn  
Leiter Fraunhofer CML



© Fraunhofer IML

Das Internet der Dinge ermöglicht auch im Hafen effizientere und nachhaltigere Prozesse.

## INTERNET DER DINGE: DAS UNSICHTBARE NETZ IM HAFEN

In einem modernen Überseehafen wie Hamburg den Überblick zu behalten ist nicht leicht. Komplexe Logistikketten vom Seetransport über den Warenumschlag im Hafen bis zur Hinterlandanbindung erfordern die Koordination unzähliger Teilschritte und Beteiligten. Dabei sind Reibungsverluste kaum vermeidbar – jedenfalls bisher. Was lange unlösbar schien, macht das sogenannte Internet der Dinge (Internet of Things, IoT) inzwischen möglich: die digitale Vernetzung vieler Einzelteile eines Systems untereinander, die dann direkt, automatisch und in Echtzeit festgelegte Informationen austauschen. Geräte oder Fahrzeuge kommunizieren mittels kleiner Prozessoren und eingebetteter Sensoren. So können sie sich beispielsweise gegenseitig ihre Standorte übermitteln. Mit entsprechender Programmierung können Geräte, Maschinen und Anlagen vorher entsprechend definierte Aufgaben autonom annehmen und bearbeiten.

Im Forschungsprojekt **I2PANEMA** („Intelligent IoT-based Port Artefacts Communication, Administration & Maintenance“) werden die Rahmenbedingungen digitalisierter Häfen (Smart Ports) ausgelotet. Dazu wird unter Realbedingungen getestet, wie Häfen mithilfe der Digitalisierung von Prozessen durch IoT effizienter und umweltverträglicher werden können. Dies soll durch eine Reihe von Anwendungsexperimenten in ausgewählten Geschäftsszenarien pilotiert und nachgewiesen werden. Die Forscher- und Entwicklerteams arbeiten hierzu mit Hafenbehörden, Reedern, Telekommunikationsunternehmen und KV-Terminalbetreibern zusammen. Konkret werden in dem Projekt mit der HPA (Hamburg Port Authority), DeltaPort, Bayernhafen, der DSW21 (Dort-

munder Stadtwerke) und weiteren europäischen Projektpartnern IoT-Anwendungen in den Häfen Hamburg, Wesel, Dortmund, Nürnberg, Gijon (Spanien) und Derince (Türkei) entwickelt und eine IoT-Referenzarchitektur abgeleitet. In dieser sollen selbststeuernde Containerstapler, intelligente Lichtmasten und autonome Portalkräne – dank IoT – optimal ineinandergreifen. Auch der sich selbststeuernde Container in agilen Logistikketten findet sich in dieser Vision einer nahtlosen IoT-Interoperabilität europäischer Seehäfen wieder, an deren Ende ein Netzwerk von Smart Ports bzw. durchgehend digitalisierten Häfen stehen könnte. Die Vernetzung all dieser Komponenten wäre ohne IoT nicht möglich. Im Projekt I2PANEMA werden nun Erkenntnisse über die Optimierung des Zusammenspiels im jeweiligen digitalen „Ökosystem“ und die Auswertung der gewonnenen Informationen gesammelt.

Einen weiteren Ansatz zur Digitalisierung des Hafenbetriebs verfolgt das Projekt **dashPORT** – kurz für „Port Energy Management Dashboard“. Hier liegt der Fokus auf bislang ungenutzten Potenzialen zur Energieeinsparung. Das hat gleich zwei positive Effekte, da neben immensen Kosten auch Emissionen eingespart werden können. Um die elektrischen Verbräuche aller relevanten Konsumenten im gesamten Hafenumfeld auf dem Terminal detailliert und in Echtzeit zu erfassen, werden derzeit rund 500 digitale fernauslesbare Stromzähler installiert. Die Messwerte werden durch IoT übermittelt und laufend ausgewertet, sowie mittels Machine Learning aufbereitet. Durch das Ermitteln und Aufzeigen der Stromverbräuche in einem zentralen, anschaulichen Dashboard ermöglicht dashPORT den bewussteren Einsatz von

energieintensiven Verbrauchern und die Einsparung von vermeidbaren Energieverbräuchen. Neben der Informationsaufbereitung zur einfacheren Auswertung durch den Anwender können die Algorithmen Verbrauchsspitzen, die sich z. B. aus der Kenntnis anstehender Schiffsankünfte und den damit verbundenen Umschlag-tätigkeiten ergeben, zuverlässig prognostizieren. So wird das Energiemanagement im Hafen transparenter und besser steuerbar.

Bei allen neuen Möglichkeiten zur Digitalisierung der Häfen bleibt eine Herausforderung bestehen: Die reibungslose Kommunikation innerhalb des gesamten komplexen IoT-Systems zu gewährleisten, damit die Kompatibilität im Gesamtsystem funktioniert. Die Einsparpotenziale durch schlankere Logistik-Prozesse mittels Automatisierung und smarter Messtechnik sind enorm, diese erfordern aber einen gemeinsamen technischen Standard für IoT-Anwendungen. Für eine erfolgreiche Vernetzung und Informationsübermittlung müssen alle Komponenten über entsprechende Schnittstellen verfügen und die Datenformate aufeinander abgestimmt sein. Das erlaubt Hafen- und Terminalbetreibern künftig, die Effizienz von Arbeitsprozessen in Häfen zu verbessern und damit deren Warenumschlag zu erhöhen, Hafenverkehre besser und sicherer zu steuern sowie Emissionen (Lärm, Licht, Luft, Wasser) zu reduzieren. Die vorgestellten Projekte am Fraunhofer CML treiben diese Ansätze voran.

## KURZ NOTIERT

**Maritime Innovation Update**, kurz MIU: hinter diesem Titel verbirgt sich unsere neue Vortragsreihe. Jeden Freitag um 12 Uhr tragen unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ausgewählte Forschungsergebnisse vor. In nur 15 Minuten, zum Start in Ihre Mittagspause, gibt es spannende Einblicke in unsere vielfältigen Themen. Verbleibende Fragen können im Anschluss gestellt werden, oder Sie nehmen direkt Kontakt mit unseren Referenten auf. Im November und Dezember haben die Teilnehmer bereits zur autonomen Schifffahrt und ihre Auswirkungen auf die Häfen sowie über Personalplanungstools für die Seeschifffahrt gehört. Im Januar geht es weiter u.a. mit Emissionsmessung in der Seeschifffahrt und unseren Schiffssimulatoren. Finden Sie die aktuellen Vortragsthemen auf unserer [Homepage](#) und melden Sie sich gleich an. Wir freuen uns auf Sie!

Wer in Harburg am Binnenhafen unterwegs ist, kann es kaum noch übersehen: **unser Neubau** hat im November seine abschließende Höhe erreicht. Der Rohbau ist abgeschlossen und wird jetzt für die kalte Jahreszeit und den Innenausbau vorbereitet. Wir können weiter davon ausgehen, dass wir das Gebäude mit seinen 1.600 qm Büro- und 800 qm Werkstatt- und Laborflächen im Herbst 2021 beziehen werden. Darauf freuen wir uns sehr, denn unsere Mitarbeiteranzahl sowie unser Spektrum an Forschungsthemen wächst beständig. Ab Anfang 2021 wird unser neues Forschungsfeld „Hafentechnik“ seine Arbeit aufnehmen.

## +++ TERMINE +++

- **Maritime Innovation Update**, die digitale Vortragsreihe des CML, jeden Freitag um 12 Uhr
- **transport logistic**, 4. bis 7. Mai 2021, München

## IMPRESSUM

Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen  
 Institutsteil  
 des Fraunhofer IML  
 Am Schwarzenberg-Campus 4,  
 Gebäude D  
 21073 Hamburg  
 Tel.: +49 40 428 78-44 50  
 Fax: +49 40 427 31-44 78  
[info@cml.fraunhofer.de](mailto:info@cml.fraunhofer.de)  
[www.cml.fraunhofer.de](http://www.cml.fraunhofer.de)