



Analyse, Auswertung und Ausblick des zukünftigen Marktes Autonomer Maritimer Systeme (AMS)

Im Auftrag des Deutschen Maritimen Zentrum e.V.

Auftragnehmer & Herausgeber

Michael Bergmann

Geschäftsführer BM Bergmann-Marine GmbH
michael.bergmann@bergmann-marine.com

Autoren

Hans-Christoph Burmeister

Fraunhofer CML
hans-christoph.burmeister@cml.fraunhofer.de

Jonathan Weisheit

Fraunhofer CML

Julius Kühle

Fraunhofer CML

Luka-Franziska Bluhm

Fraunhofer FKIE

Dirk Mönicke

Fraunhofer CML

Anastasia Schwarze

Fraunhofer FKIE

Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML

Blohmstraße 32
21079 Hamburg-Harburg

pr@cml.fraunhofer.de
www.cml.fraunhofer.de

Textsatz & Layout: Benedikt Beck

Version 1.0

Auftraggeber

Deutsches Maritimes Zentrum e.V.

Hermann-Blohm- Str. 3
20457 Hamburg

Management Summary

Die vorliegende Studie „Analyse, Auswertung und Ausblick des zukünftigen Marktes Autonomer Maritimer Systeme (AMS)“ wurde vom Deutsche Maritimen Zentrum e.V. (DMZ) beauftragt. Sie wurde erstellt von der BM Bergmann-Marine GmbH (Auftragnehmerin) und der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. (Unterauftragnehmerin) mit ihren Einrichtungen Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML und Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE.

Die Studie befasst sich mit der Betrachtung der deutschen und europäischen Marktakteure im Bereich AMS. Auf Basis einer Marktrecherche mit anschließender Branchenumfrage wurde der entstehende AMS-Markt erfasst, charakterisiert, beschrieben und Trends analysiert. Für den sich entwickelnden Markt wurde sowohl das Marktpotential als auch mögliche Markteintrittsbarrieren aus Sicht der maritimen Industrie im Rahmen dieser Studie untersucht.

Die Studie schließt an die vom DMZ beauftragte Studie „Internationale Umfeldanalyse zu Anwendungsfällen von Autonomen Maritimen Systemen (AMS)“ von 2022 an. Diese hat gezeigt, dass vollautonome AMS ein großes ökonomische Potential mit sich bringen, den Verkehrssektor national wie grenzüberschreitend zu transformieren und Chancen für den Zulieferermarkt, den Arbeitsmarkt und für die Nachhaltigkeit im Schiffsverkehr bieten. Diese theoretische externe Betrachtung wird nun um die interne Sicht der Marktteilnehmer, sowie um die teilautonomen und ferngesteuerten AMS ergänzt.

Wie ist der Stand des Marktes für AMS?

Im Bereich Autonome Maritime Systeme sind mittlerweile hohe Technologiereifegrade sowie die Produktreife einzelner Systeme erreicht. National wie international wird aktiv an der Entwicklung eines verbindlichen Rechtsrahmens für AMS gearbeitet. Parallel entwickelt sich aktuell der kommerzielle Markt. Als AMS werden dabei alle Systeme, Produkte und Konzepte verstanden, die im Zusammenhang stehen mit zivilen Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) entsprechend den Definitionen der International Maritime Organization (IMO), kleinen Autonomous oder Unmanned Surface Vessels auf See oder dem Anwendungsfall der automatisierten Navigation im Sinne der Rheinschiffahrtskommission. Dabei erfolgt neben einer generellen Analyse auch eine spezifische Auswertung für die Teilsegmente Offshore, (Hinterland-) Logistik, Schifffahrt, Schifffahrt, Zulieferer und Häfen.

Weltweit wurden 127 AMS-Aktivitäten von 269 Akteuren identifiziert. Neben reinen Forschungsprojekten sind knapp die Hälfte aller Aktivitäten bereits konkrete Produktangeboten im sich etablierenden AMS-Markt. Vorrangig sind diese Aktivitäten den Anwendungsaufgaben Forschung, Exploration und Vermessung sowie Transport von Trockenladung bzw. Transport von Passagieren zuzuordnen, sowie sie 2022 in der Umfeldanalyse AMS theoretisch abgeleitet wurden. Darüber hinaus wurde in der aktuellen Studie noch ein weiteres Cluster an Anwendungsaufgaben im Bereich des Anwendungsfalls Fernbetriebs identifiziert.

Wer sind die aktiven Akteure und treibenden Teilsegmente im Bereich AMS?

In Europa sind vor allem industrielle Akteure aus den Teilsegmenten Schifffahrt und Zulieferer aktiv mit jeweils 24 bzw. 45 identifizierten Akteuren. Hier ist der Anteil deutscher Akteure am höchsten. In den anderen Teilsegmenten ist die Beteiligung deutscher Industrieunternehmen unter den industriellen Akteuren deutlich geringer. Im Rahmen einer Wettbewerbsanalyse wurden zudem 93 stille Akteure identifiziert. Diese haben jeweils ähnliche Interessen und bedienen ähnliche Märkte wie die zuvor identifizierten Akteure und könnten daher perspektivisch ein Interesse am AMS-Markt haben. Allerdings sind sie bisher noch nicht öffentlich diesbezüglich aufgetreten, d.h. sie sind entweder passiv oder agieren im Stillen. Insgesamt wurden 212 Zielunternehmen für die Branchenumfrage im europäischen Raum gefunden und angefragt.

An der Branchenumfrage beteiligten sich 52 Unternehmen, wobei die meisten Rückmeldungen in den Teilsegmenten Schifffahrt, Zulieferer und Häfen zu verzeichnen sind. Knapp drei Viertel der Antworten sind von Teilnehmer:innen aus der Führungsebene oder dem höheren Management. Die Verteilung zwischen im AMS-Markt aktiven und bisher stillen Unternehmen ist ungefähr gleich. Deutsche Unternehmen stellen mit gut 60% den größten Teil der Antworten.

Wie sehen die europäischen industriellen Akteure den Markt?

Die fortschreitende Akzeptanz neuer Technologien wird in dieser Studie mit dem häufig verwendeten Phasenmodell von Moore beschrieben¹. Die Rückmeldungen lassen die Schlussfolgerung

¹ Das Moor'sche Phasenmodell sieht den Markteintritt folgender generischer Unternehmenstypen in zeitlicher Reihenfolge der Technologieadaption vor: Innovatoren, Frühe Übernehmer, frühe Mehrheit, späte Mehrheit, Nachzügler

zu, dass die Technologieadaption von AMS im Teilsegment Zulieferer am höchsten ist. Dieses Teilsegment steht aus Sicht der Autor:innen an der Schwelle zum Eintritt der sogenannten frühen Mehrheit in diesen Bereich. Diese Gruppe ist dadurch gekennzeichnet, dass ihre Motivation nicht vorrangig im Bereich der Technologieaffinität oder in der Wahrnehmung einer Vorreiterrolle liegt, sondern sie aus inhaltlicher Überzeugung eine Technologie adaptiert. Die Teilsegmente Schifffahrt und Häfen folgen, in ihnen sind bereits mehrere frühe Übernehmer aktiv. Sie haben eine Strategieentscheidung zu AMS getroffen. Die anderen Teilsegmente werden aufgrund der geringeren Rückläuferquote und der geringeren Anzahl identifizierter AMS-Aktivitäten einer früheren Adoptionsphase zugeordnet. In dieser steht vorrangig der Wissensaufbau und nicht die Marktentscheidung im Zentrum, auch wenn es vereinzelte aktive Innovatoren in allen Teilsegmenten gibt.

Ein Großteil der Teilnehmer:innen teilt die Ansicht einer jährlichen AMS-Marktwachstumsrate von 10% oder sieht das Marktumfeld noch optimistischer. Die europäischen Teilnehmer:innen haben ein positiveres Zukunftsbild als die deutschen Beteiligten. Entsprechend haben nur ausländische Teilnehmer:innen als Strategieziel die Marktführerschaft im AMS-Bereich geplant. Die deutschen Teilnehmer:innen planen die Aufnahme von AMS ins Angebotsportfolio lediglich als Nebenprodukt oder Optionsleistung. Etwa die Hälfte aller befragten Unternehmen schätzt die Rentabilität für alle Autonomiegrade als *hoch* oder *sehr hoch* ein.

Als wichtigste Markteintrittshürde gilt übergreifend das Thema *Gesetzlicher Rahmen und Regularien*. Im internationalen Vergleich wird in Deutschland gegenüber den anderen europäischen Teilnehmer:innen das Thema *Zulassung und Klassifizierung* als zusätzliche Hürde erachtet. Laut Befragung sind *regulatorische Unsicherheiten* die größten externen Herausforderungen für die Unternehmen. An zweiter Stelle folgen die *finanziellen Risiken*. Auffällig ist hier, dass das Teilsegment Schifffahrt eine gegenteilige Meinung vertritt und diese Herausforderungen geringer einschätzt als alle anderen Segmente. Einig sind sich die Befragten über alle Segmente hinweg, dass unternehmensintern die größten Herausforderungen für AMS neben den fehlenden Regularien vor allem im Bereich des *Fachkräftemangels* und der *Kapitalintensität* bestehen.

Wie kann die Marktentstehung in Deutschland begünstigt werden?

Um das Wachstum des AMS-Markts in Deutschland zu fördern

und die Technologieadaption von AMS in den einzelnen Teilsegmenten voranzutreiben, empfehlen die Autor:innen auf Basis der Industriebefragung folgende zehn Maßnahmen:

- Etablierung einer nationalen Spiegelgruppe AMS und Verstärkung der aktiven AMS-Standardisierungsaktivitäten, damit die Auswirkung der regulatorischen Unsicherheit auf die Marktunsicherheit reduziert wird.
- AMS-spezifische Fokussierung von maritimen Studiengängen und Ausbildungszweigen zur Fachkräftegewinnung und zur Steigerung der Standortattraktivität
- Aktives Vorantreiben harmonisierter, nationaler Ausnahmegenehmigungen in Europa zur Erprobung von AMS im für die deutsche Schifffahrt relevanten internationalen Seeverkehr
- Einrichten einer MASS-Stabstelle als zentrale Anlaufstelle für die Zulassung von AMS und für Test- sowie Betriebsgenehmigungen, um die Ansiedlung von Innovatoren zu fördern
- Schaffung eines Investitionsförderungsprogramm „Ready4MASS“ zur Generierung eines Initialmarkts und zur Entwicklungsinvestitionssicherheit
- Aktive Positionierung der deutschen Hafenlandschaft als Drehscheibe für AMS-Verkehre, durch Investition in eine (prototypische) nautische AMS-ready Hafeninfrastruktur sowie aktive Begleitung der internationalen, technischen Standardisierung
- Zivile Nutzungsperspektive für AMS-Technologien im Rahmen der Zeitenwende schaffen, um Synergieeffekte bei der Entwicklungsfinanzierung zu nutzen
- Bekenntnis zur Serienproduktion für standardisierte AMS-Konzepte als neues, hoch technologisiertes Schiffbaugeschäftsfeld unter Nutzung industrieübergreifender maritimer Expertise (Europäischer AMS-Champion)
- Erzeugung von Technologiebewusstsein zu AMS durch Veranstaltungen wie z.B. die Organisation eines „Deepdive AMS – Logistics meets Schifffahrt“, um Strategieentscheidungen anzuregen
- Erzeugung von Technologiebewusstsein zu AMS durch Veranstaltung wie z.B. die Organisation eines „Deepdive AMS – Offshore meets Zulieferer“, um Strategieentscheidungen anzuregen und eine Entwicklungsfinanzierung jenseits der Schifffahrt zu erschließen

Die Empfehlungen haben zum Ziel, identifizierte Unsicherheitsfaktoren zu reduzieren und die Adoption des AMS-Markts durch deutsche Akteure zu ermöglichen.

Management Summary – English Version

The present study, „Analysis, Evaluation, and Outlook of the Future Market for Autonomous Maritime Systems (AMS)“, was commissioned by the German Maritime Centre (GMC). It was conducted by BM Bergmann-Marine GmbH (contractor) and the Fraunhofer-Gesellschaft for the Advancement of Applied Research (subcontractor) with its facilities Fraunhofer Center for Maritime Logistics and Services CML and Fraunhofer Institute for Communication, Information Processing, and Ergonomics FKIE. The study focuses on examining the German and European market players in the field of AMS. Based on a market research followed by an industry survey, the emerging AMS market was identified, characterized, described, and analyzed for trends. This study investigates the market potential and possible entry barriers from the perspective of the maritime industry for the evolving market.

This study follows the „International Analysis of the Environment of Use Cases of Autonomous Maritime Systems (AMS)“ commissioned by the GMC in 2022. It showed that fully autonomous AMS holds significant economic potential, capable of transforming both national and international transport sectors and providing opportunities for the supply market, labor market, and sustainability in shipping. This theoretical external analysis is now complemented by the internal perspective of market participants, as well as semi-autonomous and remotely controlled AMS.

What is the current status of the AMS market?

In the realm of Autonomous Maritime Systems, high levels of technological maturity have been achieved, along with the product readiness of individual systems. Both nationally and internationally, efforts are actively underway to develop a binding legal framework for AMS. Simultaneously, the commercial market is currently evolving. AMS encompasses all systems, products, and concepts related to civilian Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) as defined by the International Maritime Organization (IMO), small Autonomous or Unmanned Surface Vessels at sea, or the application of automated navigation as per the Central Commission for the Navigation of the Rhine. In addition to a general analysis, specific evaluations are conducted for sub-segments including Offshore, (Hinterland) Logistics, Shipping, Suppliers, and Ports.

Worldwide, 127 AMS activities by 269 industrial players have been identified. Nearly half of these activities are already concrete product offerings in the emerging AMS market. Primarily, these activities are associated with the application fields of

research, exploration, surveying, dry cargo transportation, or passenger transportation, as theoretically derived in the 2022 AMS environmental analysis. Furthermore, this current study has identified another cluster of use cases in the area of remote operation.

Who are the active players and driving subsegments in the AMS domain?

In Europe, industrial players from the Shipping and Supplier segments are particularly active, with 24 and 45 identified players, respectively. The proportion of German entities is highest in these segments. In other subsegments, the participation of German industrial companies among the identified players is notably lower. As part of a competitive analysis, 93 silent players have also been identified. These entities have similar interests and serve similar markets to the previously identified players and could potentially have an interest in the AMS market. However, they have not yet been publicly active in this regard, indicating they are either passive or operating quietly. Overall, 212 target companies were identified and contacted for the industry survey in the European region.

Fifty-two companies participated in the industry survey, with the majority of responses coming from the Shipping, Supplier, and Port segments. Nearly three-quarters of the responses are from participants at the executive or senior management level. The distribution between actively engaged companies in the AMS market and those passively engaged so far is roughly equal. German companies represent the largest portion of responses, comprising over 60%.

How do European industrial players perceive the market?

The progressing acceptance of new technologies in this study is described using Moore's commonly used model of phases¹. Feedback suggests that technology adoption for AMS is highest in the Supplier subsegment. According to the authors, this subsegment stands at the threshold of entry for the Early Majority in this area. This group is characterized by motivations not primarily centered around technological affinity or assuming a pioneering role but rather adopting technology based on substantive conviction. The Shipping and Port segments follow, with several Early Adopters already active. They have made a strategic

¹ The Moore's Phases Model sees the market entry of the following generic types of companies in chronological order of technology adoption: Innovators, Early Adopters, Early Majority, Late Majority, Laggards.

decision regarding AMS. Other segments are assigned to an earlier phase of adoption due to a lower response rate and fewer identified AMS activities. In this phase, knowledge acquisition takes precedence over market decisions, despite the presence of isolated active innovators in all subsegments.

A significant portion of the participants shares the view of an annual AMS market growth rate of 10% or sees the market environment even more optimistically. European participants hold a more positive future outlook than German participants. Consequently, only foreign participants have planned market leadership in the AMS domain as a strategic goal. German participants plan to incorporate AMS into their offering portfolio merely as a byproduct or optional service. About half of all surveyed companies consider the profitability for all autonomy levels as *high* or *very high*.

Across the board, the most significant market entry barrier is considered to be the matter of *Legal Frameworks* and *Regulations*. In comparison to other European participants, German participants perceive approval and classification issues as an additional hurdle. According to the survey, *Regulatory Uncertainties* are the most significant external challenges for companies. *Financial Risks* follow in second place. Remarkably, the Shipping segment holds a contrasting opinion and perceives these challenges as less significant than all other segments. Participants across all segments agree that, internally, the biggest challenges for AMS, apart from lacking regulations, primarily involve the *Shortage of Skilled Personnel* and *Capital Intensity*.

How can the emergence of the market be facilitated in Germany?

To promote the growth of the AMS market in Germany and advance the technology adoption of AMS in the various subsegments, the authors recommend the following ten measures based on the industry survey:

- Establishment of a national interest group for AMS and reinforcement of active AMS standardization activities to reduce the impact of regulatory uncertainty on market uncertainty.
- AMS-specific focus within maritime curricula and training programs to attract skilled professionals and increase site attractiveness.
- Active promotion of harmonized national exemptions in Europe for testing AMS in international maritime traffic relevant to German shipping.
- Establishment of a central MASS (Maritime Autonomous Surface Ship) office as a central point for AMS approval and for test and operational permits to promote the establishment of innovators.
- Creation of an investment promotion program „Ready-4MASS“ to generate an initial market and investment as well as development security.
- Active positioning of the German port landscape as a hub for AMS traffic by investing in (prototypical) nautical AMS-ready port infrastructure and actively supporting international technical standardization.
- Create civilian use perspectives for AMS technologies within the turning point era to leverage synergies in development financing.
- Commitment to series production for standardized AMS concepts as a new, highly technologized shipbuilding business field utilizing cross-industry maritime expertise (European AMS Champion).
- Raise technology awareness for AMS through events such as organizing a „Deepdive AMS – Logistics meets Shipping“ to stimulate strategic decision-making.
- Raise technology awareness for AMS through events such as organizing a „Deepdive AMS – Offshore meets Supplier“ to stimulate strategic decision-making and to tap into development financing beyond shipping.

These recommendations aim to reduce identified uncertainties and enable the adoption of the AMS market by German industrial players..