Deutsches
Maritimes
Zentrum

Internationale Umfeldanalyse zu Anwendungsfällen von Autonomen Maritimen Systemen (AMS)

Im Auftrag des
Deutschen Maritimen Zentrums e.V.

POINT CONCEPTION DLR HSB Hochschule Bremen City University of Applied Sciences ISL

Internationale Umfeldanalyse zu Anwendungsfällen von Autonomen Maritimen Systemen (AMS)
Hamburg, 22. Juni 2022

Erstellt von:

PCCG Point Conception Consulting GmbH (Auftragnehmerin)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. - Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. - Institut für Kommunikation und Navigation

Hochschule Bremen - Institut für Maritime Simulation

ISL – Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik

Die vorliegende Studie wurde auf Basis des vorhandenen und aktuellen Datenmaterials sorgfältig erarbeitet. Trotzdem sind Fehler – auch aufgrund der Nutzung externer Quellen – nicht vollständig auszuschließen. Die PCCG Point Conception Consulting GmbH und die weiteren Ersteller der Studie können für fehlerhafte Angaben, darauf basierende Einschätzungen, Änderungen der eingeflossenen Datengrundlagen und deren Folgen weder juristische Verantwortung noch irgendeine Haftung übernehmen.

Satz und Layout: PCCG Point Conception Consulting GmbH

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis 6
1 Vorwort 7
2 Zielsetzung 8
3 Management Summary 9
4 Management Summary (engl.) 11
5 Internationale Projektumschau 13
5.1 Zielstellung und Definition AMS 13
5.2 Grenzen der internationalen Projektumschau 14
5.3 Projektrecherche 14
5.3.1 Projektmatrix und Projektkatalog 16
5.4 Erweiterte Länder- und Projektanalyse 19
5.5 Norwegen 20
5.5.1 Umgebungsanalyse 20
5.5.2 Projekte 25
5.5.3 Zusammenfassung 29
5.6 USA 31
5.6.1 Umgebungsanalyse 31
5.6.2 Projekte 34
5.6.3 Zusammenfassung 38
5.7 Volksrepublik China 39
5.7.1 Umgebungsanalyse 39
5.7.2 Projekte 42
5.7.3 Zusammenfassung 44
5.8 Deutschland 46
5.8.1 Umgebungsanalyse 46
5.8.2 Projekte 51
5.8.3 Zusammenfassung 52
6 Entwurf von Anwendungsfällen 53
6.1 Zielstellung 53
6.2 Interessengruppen 53
6.2.1 Interessen der Politik 54
6.2.2 Interessen von Behörden und Institutionen mit hoheitlichen Aufgaben 54
6.2.3 Interessen der Industrie und Privatwirtschaft 55
6.2.4 Interessen der Gesellschaft 55
6.3 Anwendungsfälle in der Schifffahrt 56
6.3.1 Definition Anwendungsfall 56
6.3.2 Entwicklung der Anwendungsfälle 56
6.3.3 Mögliche Anwendungsfälle 57

6.3.4 Übergeordnete Aspekte zur Differenzierung von Anwendungsfällen 61
6.3.5 List der Anwendungsfälle 63
6.3.6 Abgleich der Anwendungsfälle mit den Ergebnissen der internationalen Projektumschau 64
6.4 Bewertungskriterien zur Beurteilung der Realisierungswahrscheinlichkeit 65
6.4.1 Perspektiven der Bewertung 65
6.4.2 Entwicklung der Bewertungskriterien 66
6.4.3 Bewertungskriterien der Anwendungsfälle 66
6.4.4 Zusammenfassung 73
7 Bewertung der Anwendungsfälle 74
7.1 Methodik 74
7.1.1 Erste Stufe: Eingrenzung der für die Studie relevanten Anwendungsfälle 74
7.1.2 Zweite Stufe: Quantitative Bewertung der relevanten Anwendungsfälle 76
7.1.3 Auswertung der Ergebnisse der Expert*innen-Befragung 78
7.2 Analyse und Interpretation der Ergebnisse 80
7.2.1 SWOT–Analyse 80
8 Handlungsempfehlungen 83
8.1 Nationale Strategien zur Entwicklungsförderung und zum Einsatz von AMS 83
8.1.1 Politisch-strategische Maßnahmen 83
8.2 Stakeholder und Institutionen im Kontext von AMS auf nationaler Ebene in Wissenschaft, Wirtschaft und Administration 84
8.2.1 AMS Branchenverbände 85
8.3 Analyse der volkswirtschaftlichen Wirkungskette von AMS-Anwendungsfällen und davon weiteren direkt wie indirekt betroffenen Elementen 86
8.3.1 Effekte für Wirtschaft, Handel und Wohlstand 86
8.3.2 Effekte für den Schiffbau und die Zulieferindustrie 87
8.3.3 Wirkungen auf Ausbildung und Arbeitsmarkt 87
8.4 Interpretation und Weiterentwicklung der SWOT-Analyse zu Handlungsempfehlungen 88
8.4.1 Handlungsempfehlung: Entwicklung einer nationalen Strategie 88
8.4.2 Handlungsempfehlung: Verstärkte Investitionen in frühzeitige Umsetzung 89
8.4.3 Handlungsempfehlung: Rechtssicherheit für den Betrieb von AMS 90
8.4.4 Handlungsempfehlung: Beiträge von AMS zur Nachhaltigkeit müssen untersucht werden 92
8.4.5 Handlungsempfehlung: Marktpotentialanalyse und Infrastrukturinvestitionen sind notwendig 93
8.4.6 Handlungsempfehlung: Operative Sicherheit unter Einbindung von Fachpersonal erproben 94
8.4.7 Handlungsempfehlung: Gesellschaftliche Akzeptanz durch ganzheitlichen Ansatz stärken 95
8.5 Erfassung und Analyse potenzieller nationaler und europäischer Förderinstrumente für Wissenschaft, Forschung und Industrie / Vergleich internationale Strategien 96
8.5.1 Nationale und europäische Förderinstrumente für Wissenschaft, Forschung und Industrie im Kontext von bzw. mit inhaltlichen Bezügen zu AMS 96
8.5.2 Vergleich internationale Strategien 97
9 Zusammenfassung und Ausblick 99

10 Literaturverzeichnis 101
Abbildungsverzeichnis 112
Tabellenverzeichnis 113
Anlagen 114
Anlage 1 - Projektmatrix 115
Anlage 2 - Methodik PESTEL 118
Anlage 3 – Knock-Out Kriterien (Umfrage Stufe 1) 123
Anlage 4 – Kategorisierung der Bewertungskriterien 124
Anlage 5 – Vollständiger Bewertungsbogen der Expert*innen-Befragung (Stufe 2) 128
Anlage 6 – Ergebnisübersicht der Expert*innen-Befragung 189

Abkürzungsverzeichnis

AKOON ..... Automatisierte und koordinierte Navigation von Binnenfähren
AMOS ..... Centre for Autonomous Marine Operations and Systems
AMS ..... Autonome Maritime Systeme
ARCIMS ..... ATLAS Remote Combined Influence Minesweeping System
ASV ..... Autonomous Surface Vessel
A-SWARM ..... Autonome elektrische Schifffahrt auf Wasserstraßen in Metropolregionen
BMWi ..... Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK ..... Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CAPTN ..... Clean Autonomous Public Transport Network
CSS ..... China Classification Society
DARPA ..... Defense Advanced Research Projects Agency
DGON ..... Deutsche Gesellschaft für Ortung und Navigation
DigitalSOW ..... Digitales Testfeld für automatisierte und autonome Binnenschifffahrt auf der Spree-Oder-Wasserstraße
DLR ..... Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
DMZ ..... Deutsches Maritimes Zentrum e.V.
DNV ..... Det Norske Veritas
GMT ..... Gesellschaft für maritime Technik
HANNAH ..... High Autonomous Navigation with Nautical Artificial Horizon
IMO ..... International Maritime Organization
ISL ..... Institut für Seeverkehrswirtschaft
MAROFF ..... Maritime Activities and Offshore Operations
MARS ..... Marine Autonomous Research Site
MAS ..... Mayflower Autonomous Ship
MASS ..... Maritime Autonomous Surface Ship
MIT ..... Massachusetts Institute of Technology
MTU ..... Michigan Technological University
MUM ..... Modifiable Underwater Mothership
NFAS ..... Norwegian Forum for Autonomous Shipping
NOMARS ..... No Manning Required Ship
NTNU ..... Norwegian University for Science and Technology
PESTEL ..... Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal Factors
RoPax ..... Roll on Roll Off & Passagiere
RoRo ..... Roll on Roll off
ROV ..... Remotely Operated Vehicle
SAMS ..... Sustainable Autonomous Mobility Systems
SCAS ..... Systems and Components for Autonomous Ships
SFI ..... Centre for Research-based Innovation
SWOT ..... Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats
TRL ..... Technology Readiness Level
USV ..... Unmanned Surface Vessel
ZIM ..... Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

1 Vorwort

Die vorliegende Studie „Internationale Umfeldanalyse zu Anwendungsfällen von Autonomen Maritimen Systemen (AMS)" wurde vom Deutschen Maritimen Zentrum e.V. (DMZ) im Juli 2021 in Auftrag gegeben.

Das 2017 gegründete DMZ ist ein unabhängiger, öffentlich finanzierter, branchenübergreifender Thinktank mit Sitz in Hamburg. Es befasst sich mit den Zukunftsthemen der maritimen Branche, wie zum Beispiel nicht-fossile, emissionsfreie Antriebe, innovative Sicherheitssysteme und eben auch autonome Schifffahrt. Unter anderem ist es das Ziel des DMZ, die Branche mit Informationen und Untersuchungen zu relevanten Markt-, Technologie-, Rechts- und Politikentwicklungen zu unterstützen und die Wahrnehmung der maritimen Wirtschaft als zukunftsorientierten Arbeitgeber zu fördern. Insbesondere soll dies der Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands dienen.

Die Studie wurde an das Beratungsunternehmen PCCG Point Conception Consulting GmbH als Auftragnehmerin vergeben und gemeinsam mit folgenden Unterauftragnehmern erstellt: Dem Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen (Bremerhaven) des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), dem Institut für Kommunikation und Navigation (Neustrelitz), ebenfalls DLR, der Hochschule Bremen mit dem Institut für Maritime Simulation sowie dem ISL – Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (Bremen).

Das Autorenteam der Auftragnehmerin und der genannten Unterauftragnehmer wurde während der Erarbeitung der Studie von einem Projektbeirat begleitet. In zwei Beiratssitzungen konnten Studienergebnisse vorgestellt, diskutiert und verifiziert werden. Das Autorenteam bedankt sich an dieser Stelle für diese sehr wichtige und hilfreiche Unterstützung beim Projektbeirat, namentlich bei:

Filiz Aslan (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz)

Helge Bartels (Bernhard Schulte GmbH & Co. KG)

Claus Brandt (Deutsches Maritimes Zentrum e.V.)

Hendrik Bußhoff (Wärtsilä Voyage Germany GmbH)

Jörg Kaufmann (Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie)

Holger Klindt (klindt-consulting)

Ragnar Schwefel (Verband für Schiffbau und Meerestechnik e.V.)

Marc Steinwand (Forschungszentrum Jülich GmbH)

Lennart Swoboda (Bernhard Schulte GmbH & Co. KG)

Des Weiteren gilt ein besonderer Dank den Expertinnen und Experten, die sich die Mühe gemacht, die vorliegende Arbeit mit Ihrer Teilnahme an der Befragung zu autonomen maritimen Systemen zu unterstützen. Ohne Ihre Teilnahme wäre das Verfassen der Studie nicht möglich gewesen.

2 Zielsetzung

Das Deutsche Maritime Zentrum verfolgt das Ziel, in einer unterstützenden Funktion, branchen- und interessenübergreifend im Bereich der Entwicklung von AMS tätig zu werden. Die Studie dient der Stärkung des Wissenstransfers und der Orientierung über die internationale Wettbewerbssituation. Auf Ihrer Basis sollte eine Entscheidung über mögliche künftige Aktivitäten zu AMS durch das Deutsche Maritime Zentrum fundiert möglich sein.

Die Zielsetzung der Studie ist die Bewertung der Realisierungswahrscheinlichkeit abstrakter Anwendungsfälle aus dem Bereich der autonomen Schifffahrt. Auf Basis der Bewertung sollen empfängerorientierte Handlungsempfehlungen in Bezug auf AMS für die nationale maritime Wirtschaft, für Wissenschaft, Administration und Politik definiert werden. Diese Handlungsempfehlungen können auf den unterschiedlichen Entscheidungsebenen in allen Bereichen der maritimen Branche in Deutschland dazu dienen, Wissens- und Technologietransfer zu initiieren sowie Forschung, Entwicklung und Innovation von realisierbaren Anwendungsfällen von AMS zu fördern und deren Einsatz zu ermöglichen.

Im ersten Schritt werden weltweit relevante Projekte mit Anwendung von autonomen maritimen Systemen recherchiert und dokumentiert sowie deren Eigenschaften und Rahmenbedingungen analysiert und bewertet. Die 25 Projekte, die in einer qualitativen Bewertung am höchsten bewertet werden, werden in einem eigenen Projektkatalog zusammengefasst und veröffentlicht.

Auf Basis der Projektrecherche werden im weiteren Verlauf der Studie abstrakte Anwendungsfälle von autonomen maritimen Systemen sowie Kriterien entwickelt, die eine objektive und umfassende Bewertung der Realisierungswahrscheinlichkeit dieser Anwendungsfälle ermöglichen. Die Bewertung erfolgt in einer Expert*innen-Befragung aus technologischer, ökonomischer, ökologischer und gesellschaftlicher Perspektive. Die Analyse der gewonnen Daten bildet gemeinsam mit dem Projektkatalog und weiterführender Recherche die Grundlage für die Ausarbeitung der Handlungsempfehlungen.

3 Management Summary

In der vorliegenden Studie „Internationale Umfeldanalyse zu Anwendungsfällen von Autonomen Maritimen Systemen (AMS)" (AMS Umfeldanalyse) wurden zunächst internationale AMS Projekte erfasst und dokumentiert, sowie deren Eigenschaften und Rahmenbedingungen einer Analyse und Bewertung unterzogen. Anschließend wurden Anwendungsfälle abstrahiert und deren Realisierungswahrscheinlichkeit mittels einer Expert*innen-Befragung bewertet. Aus den Ergebnissen der Befragung wurden Handlungsempfehlungen in Bezug auf AMS für die nationale maritime Wirtschaft, Administration und Politik entwickelt. Diese Handlungsempfehlungen können zur Unterstützung auf unterschiedlichen Entscheidungsebenen beitragen, Forschung, Entwicklung und Innovation von realisierbaren Anwendungsfällen von AMS zu fördern sowie deren Einsatz zu ermöglichen.

Die Durchführung der Studie erfolgte in den folgenden vier Schritten:

Internationale Projektumschau
Im ersten Schritt der Studie wurden AMS-Projekte im internationalen Kontext recherchiert. Insgesamt wurden hierzu mehr als 340 Quellen gesichtet und nach den Kriterien des Autonomisierungsgrades (vollständig autonomes Schiff nach IMO Definition) ausgewertet. Es wurden 94 potenziell relevante Projekte identifiziert und aus diesen wiederum 35 Projekte ausgewählt, die den Kriterien vollumfänglich genügten. Diese Projekte wurden einem qualitativen Ranking nach unterschiedlichen Aspekten wie dem Technology Readiness Level oder auch dem geplanten Einsatzgebiet unterzogen. Die 25 Projekte mit der höchsten Bewertung wurden in einen Online-Blätterkatalog überführt und veröffentlicht. Der Projektkatalog kann unterschiedlichen Interessengruppen dazu dienen, sich einen aktuellen Überblick über den Stand der Entwicklung von AMS zu verschaffen.
Um die Bemühungen deutscher Anbieter im Bereich der AMS besser einordnen zu können, wurde auf Grundlage des Projektkataloges eine erweiterte Länder- und Projektanalyse durchgeführt. Hierfür wurden die Top 5-Projekte (2 x Norwegen, 1 x China, 2 x USA) aus dem Projektkatalog detailliert beschrieben und analysiert. Zudem wurden die Entwicklung von AMS begünstigende Faktoren in einer länderbasierten PESTEL-Analyse genauer betrachtet.
Abschließend lässt sich hier die Aussage treffen, dass Deutschland, gemessen an der Anzahl an AMS-Projekten, mit den technologisch führenden Nationen in diesem Bereich mithalten kann. Die indikatorbasierte PESTEL-Analyse konnte keine grundsätzlichen Innovationshindernisse bei der Entwicklung von AMS in Deutschland identifizieren. Deutschland hat eine international führende Spezialschiffbaubranche und durch das bestehende Binnen- und Seewasserstraßennetz eine Vielzahl potenzieller Anwendungsfälle, so dass eine Technologieführerschaft auch im AMS-Bereich möglich wäre.

Entwurf von Anwendungsfällen
Dieser Teil der Studie befasste sich mit dem theoretischen Entwurf von Anwendungsfällen von AMS, mit der Definition möglicher Bewertungskriterien und der methodischen Vorbereitung einer Befragung, um im nächsten Schritt die Realisierungswahrscheinlichkeit der Anwendungsfälle bestimmen zu können.
Bei den Anwendungsfällen handelte es sich jeweils um eine konkrete und spezifische Anwendung in der Schifffahrt. Insgesamt wurden 37 verschiedene Anwendungsfälle definiert, sie unterschieden sich nach Art der zu verrichtenden Aufgabe, Routen, Einsatzgebiet und -dauer.
Die Kriterien zu Bewertung wurden in fünf verschiedene Cluster unterteilt: Technologie, Sicherheit, Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie. Innerhalb der Cluster wurden einzelne Aspekte definiert, wie zum Beispiel: Technologiepotential, rechtlicher Rahmen, gesellschaftliche Akzeptanz, Wirtschaftlichkeit und auch Nachhaltigkeitsbeitrag. Hierzu wurden Thesen und Fragestellungen formuliert, um die Realisierungswahrscheinlichkeit der Anwendungsfälle bewerten zu können.
Durch die sehr hohe Anzahl der definierten Anwendungsfälle und durch die Komplexität der Bewertungskriterien, wurde eine zweistufige Befragung notwendig.

Bewertung der Anwendungsfälle
Die Bewertung der Anwendungsfälle wurde in einem zweistufigen Verfahren durchgeführt. Für die erste Befragungsstufe wurden verschiedene Kriterien, insbesondere im Bereich der Technologie und der Sicherheit, identifiziert, die als „Knock-Out" Kriterien erachtet wurden, wie beispielsweise die Bewältigung von Havarien auf hoher See. Anwendungsfälle denen von den Expert*innen eine geringe Realisierungswahrscheinlichkeit beschieden wurden, wurden innerhalb der Studie nicht weiter betrachtet. Dadurch wurde die Anzahl der weitergehend zu bewertenden Anwendungsfälle auf insgesamt 14 reduziert.

Die verbliebenen 14 Anwendungsfälle wurden ausgewählten Expert*innen aus den Bereichen Technologie, Sicherheit, Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie zur Bewertung in einer zweiten, anonymisierten Befragung vorgelegt.
Im Ergebnis lagen die Realisierungswahrscheinlichkeiten der bewerteten Anwendungsfälle sehr dicht beieinander. Es ließ sich jedoch ablesen, dass Anwendungsfälle mit geplanten Tracks und regionalen Einsatzgebieten, zum Beispiel Forschung, Vermessung oder Bekämpfung von Gewässerverschmutzung hinsichtlich der Realisierungswahrscheinlichkeit besser bewertet worden sind als Anwendungsfälle mit Aufgaben wie Gütertransport im regionalen- oder auch Binnenbereich.
Eine vorwiegend pessimistische Haltung der Expert*innen gegenüber AMS ließ sich im Kriteriencluster Ökonomie verorten, da die Bewertung hier relativ niedrig ausfiel. Optimistischer sah diese Haltung hingegen im Technologiebereich aus, hier nahmen die Expert*innen insgesamt eine bessere Bewertung der Realisierungswahrscheinlichkeit der Anwendungsfälle vor.

Aufzeigen von Handlungsempfehlungen
Auf Basis einer SWOT-Analyse der Befragungsergebnisse sowie einer Stakeholderanalyse wurden im letzten Schritt verschiedene Handlungsempfehlungen entwickelt, die sich an unterschiedliche Stakeholder richten:

- Es sollte eine nationale Strategie (zur Steuerung) entwickelt werden. Alle relevanten Akteure sollten eingebunden werden, um die gleichzeitige Markt- und Technologieentwicklung, die Entwicklung von Regularien und Verfahren und die gesellschaftliche Akzeptanz sicherzustellen.
- Verstärkte Investitionen in Richtung der frühzeitigen Umsetzung von qualifizierten Systemen für das autonome Fahren sind erforderlich, um das innovationsfreudige Klima in Deutschland weiter zu stärken und Deutschland im globalen Wettbewerb um die autonome Schifffahrt zu unterstützen.
- Verwaltung und Industrieverbände sollten in den kommenden Jahren die Ausgestaltung von Normung und Standardisierung im Bereich AMS international eng begleiten und mitgestalten. Dies ist insbesondere wichtig, um den globalen Marktzugang für Technologie aus Deutschland sicherzustellen.
- Für die weitere Förderung der technischen Entwicklung von AMS sollten agile Förderprogramme eingeführt und mit intensivierten Technologietransfer-Programmen gepaart werden. Dies kann zum Beispiel die Einrichtung passender Testfelder im realen und virtuellen Raum umfassen, um marktnahe autonome Gesamtsysteme zu entwickeln und zu erproben.
- Zur Sicherstellung kurz- und langfristiger Gewinnerzielungsmöglichkeiten für AMS-Projekte sollte die strategische Förderung und Umsetzung von Infrastrukturinvestitionen intensiviert werden. Dazu bedarf es einer umfassenden Marktpotenzialanalyse.
- Es sollten vorrangig technische Innovationen für die Risikominimierung entwickelt werden. Die operative Sicherheit stellt für die Markteinführung von AMS eine zentrale Herausforderung dar, die durch eine sukzessive Anpassung von Technologien gelöst werden kann.
- Das Störfall- und Havariemanagement muss vor einem umfassenden Markteintritt beherrschbar sein. Die Sicherheits- und Aufsichtsbehörden und die privatwirtschaftlichen Akteure müssen frühzeitig in die Erprobung des operativen Betriebs von AMS eingebunden werden. Dies muss auch in der Ausbildung künftiger Operatoren von AMS ausreichend berücksichtigt werden.
- Das Thema autonome Schifffahrt und die nachhaltige Entwicklung der Schifffahrt müssen in einen gemeinsamen Kontext gestellt werden. Potenziale, wie AMS zu einer nachhaltigen Nutzung der Meere und Ozeane beitragen könnten, müssen untersucht, transparent kommuniziert und gezielt gefördert werden. Anpassungen in Produktion, Design und Betrieb sollten sich an der Erreichung von Klimaneutralität orientieren. Die Förderung von AMS Projekten sollte an Nachhaltigkeitskriterien geknüpft werden.

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass die weitere Entwicklung, Erprobung und Nutzung von AMS großes ökonomisches Potenzial mit sich bringt. Eine verstärkte Nutzung von AMS kann nicht nur den nationalen und grenzüberschreitenden Verkehrssektor revolutionieren, sondern birgt auch in anderen Bereichen wie der Zulieferindustrie, dem maritimen Arbeitsmarkt und der Nachhaltigkeit von Schiffsverkehr transformatives Erneuerungspotenzial.

4 Management Summary (Eng.)

In this study, "International Analysis of the Environment of Use Cases of Autonomous Maritime Systems (AMS)" (AMS Environment Analysis), international AMS projects were first recorded and documented, and their characteristics and framework conditions were analyzed and evaluated. Subsequently, use cases were abstracted and their probability of realization was evaluated by means of an expert survey. The results of the survey were used to develop recommendations for action with regard to AMS for the national maritime industry, administration and politics. These recommendations for action can contribute on different decision levels to promote research, development and innovation of feasible use cases of AMS as well as to enable their deployment.

The study was conducted in the following four steps:

International Project Review
In the first step of the study, AMS projects were researched in an international context. For this purpose, a total of more than 340 sources were reviewed and evaluated according to the criteria of the degree of autonomy (fully autonomous ship according to IMO definition). Ninety-four potentially relevant projects were identified and from these in turn 35 projects were selected that fully met the criteria. These projects were subjected to a qualitative ranking according to various aspects such as the technology readiness level or the planned area of operation. The 25 projects with the highest ranking were transferred to an online project catalogue and published. The project catalogue can be used by different stakeholders to get an up-to-date overview of the status of AMS development.
In order to better classify the efforts of German providers in the field of AMS, an extended country and project analysis was carried out on the basis of the project catalogue. For this purpose, the top 5 projects (2 x Norway, 1 x China, 2 x USA) from the project catalogue were described and analyzed in detail. In addition, factors favoring the development of AMS were examined more closely in a country-based PESTEL analysis.
In conclusion, it is possible to state here that Germany, measured in terms of the number of AMS projects, can keep pace with the technologically leading nations in this field. The indicator-based PESTEL analysis was unable to identify any fundamental obstacles to innovation in the development of AMS in Germany. Germany has an internationally leading specialized shipbuilding industry and a large number of potential use cases due to the existing inland and sea waterway network, so that technology leadership would also be possible in the AMS sector.

Development of Use Cases
This part of the study dealt with the theoretical design of use cases of AMS, with the definition of possible evaluation criteria and the methodical preparation of a survey in order to be able to determine the realization probability of the use cases in the next step.
The use cases were each a concrete and specific application in shipping. A total of 37 different use cases were defined; they differed according to the type of task to be performed, routes, area of operation and duration.
The criteria for evaluation were divided into five different clusters: Technology, Safety, Society, Economy and Ecology. Within the clusters, individual aspects were defined, such as: technology potential, legal framework, social acceptance, economic viability and also sustainability contribution. For this purpose, theses and questions were formulated in order to be able to evaluate the probability of realization of the use cases.
Due to the very high number of defined use cases and the complexity of the evaluation criteria, a two-stage survey became necessary.

Evaluation of the use cases
The evaluation of the use cases was carried out in a two-stage procedure. For the first survey stage, various criteria, particularly in the area of technology and safety, were identified that were deemed to be "knock-out" criteria, such as the management of accidents on the high seas. Use cases which were considered by the experts to have a low probability of realization were not considered further within the study. This reduced the number of use cases to be further evaluated to a total of 14.
The remaining 14 use cases were presented to selected experts from the fields of technology, security, society, economics and ecology for evaluation in a second, anonymized survey.
As a result, the realization probabilities of the evaluated use cases were very close to each other. However, it could be seen that use cases with planned tracks and regional areas of application, for example research, surveying or water pollution

response, were rated better in terms of probability of realization than use cases with tasks such as freight transport in the regional or inland area.
A predominantly pessimistic position of the experts towards AMS could be found in the criteria cluster economy, as the evaluation here was relatively low. In contrast, this position was more optimistic in the technology area, where the experts gave a better overall evaluation of the probability of realization of the use cases.

Identifying recommendations for action
Based on a SWOT analysis of the survey results as well as a stakeholder analysis, various recommendations for action were developed in the final step of the study, which are directed at different stakeholders:

- A national strategy (for governance) should be developed. All relevant stakeholders should be involved to ensure simultaneous market and technology development, development of regulations and procedures, and social acceptance.
- Increased investments towards early implementation of qualified systems for autonomous sailing is needed to further strengthen the innovation-friendly climate in Germany and to support Germany in the global competition for autonomous shipping.
- In the coming years, the administration and industry associations should closely accompany and help shape the design of standardization in the field of AMS internationally. This is particularly important to ensure global market access for technology from Germany.
- To further promote the technical development of AMS, agile funding programs should be introduced and coupled with intensified technology transfer programs. This may include, for example, the establishment of suitable test fields in reality and virtual space to develop and test near-market autonomous systems.
- To ensure short- and long-term profit opportunities for AMS projects, the strategic promotion and implementation of infrastructure investments should be intensified. This requires a comprehensive market potential analysis.
- Priority should be given to developing technical innovations for risk mitigation. Operational safety is a key challenge for the market introduction of AMS, which can be solved by successive adaptation of technologies.
- Incident and accident management must be manageable before a full-scale market launch. Safety and regulatory authorities and private-sector stakeholders must be involved at an early stage in testing the operational use of AMS. This must also be adequately addressed in education and training of future operators of AMS.
- The topic of autonomous shipping and the sustainable development of shipping must be placed in a common context. Potentials on how AMS could contribute to a sustainable use of the oceans need to be investigated, communicated transparently and promoted in a targeted manner. Adaptations in production, design and operation should be guided by the achievement of climate neutrality. Funding for AMS projects should be linked to sustainability criteria.

This study has shown that the further development, testing and use of AMS has great economic potential. Increased use of AMS can not only revolutionize the national and cross-border transport sector, but also holds transformative renewal potential in other areas such as the supply industry, the maritime labor market, and sustainability of shipping.

5 Internationale Projektumschau

5.1 Zielstellung und Definition AMS

In diesem Kapitel sollen internationale Projekte zu Anwendungsfällen von autonomen maritimen Systemen erfasst, katalogisiert, analysiert und bewertet werden. Zur Identifikation relevanter Projekte wurde eine umfangreiche, überwiegend internetbasierte, Recherche durchgeführt, deren Ergebnisse in die Erstellung einer vergleichenden Projektmatrix mit 25 internationalen Projekten einflossen. Auf Grundlage dieser Matrix wurde anschließend ein Projektkatalog entworfen, der zum einen Anlage dieser Studie ist und zum anderen eine eigenständige Veröffentlichung darstellt.

Um den Status-Quo der deutschen F&E-Bemühungen im Bereich der AMS in den internationalen Kontext einordnen zu können, wurden auf Basis des Projektkataloges und der Projektmatrix umfangreiche PESTEL-Analysen[1] der international führenden Länder durchgeführt. Es wurden zudem sechs maßgebende Projekte dieser Länder detaillierter beschrieben.
AMS im Sinne dieser Studie sind als Anwendungsfälle und ganzheitliche Entwürfe von Überwasserschiffen gemäß der Definition „MASS" der International Maritime Organization (IMO) definiert:

> *"A 'MASS' (Maritime Autonomous **Surface** Ship) is defined as a ship which, **to a varying degree**, can operate independent of human interaction. A MASS could be operating at one or more degrees of autonomy for the duration of a single voyage."* [2]

Es werden hier insgesamt vier Grade der Autonomie, die unter die MASS-Definition der IMO fallen, definiert:

> ***„Degree One:***
> *Ship with automated processes and decision support: Seafarers are on board to operate and control shipboard systems and functions. Some operations may be automated and at times be unsupervised but with seafarers on board ready to take control.*
>
> ***Degree Two:***
> *Remotely controlled ship with seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location. Seafarers are available on board to take control and to operate the shipboard systems and functions.*
>
> ***Degree Three:***
> *Remotely controlled ship without seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location. There are no seafarers on board.*
>
> ***Degree Four:***
> *Fully autonomous ship: The operating system of the ship is able to make decisions and determine actions by itself."* [3]

Wichtige Abgrenzungsmerkmale des vierten Grades zu den Graden 1 und 2 ist die Abwesenheit von Menschen an Bord des Systems. Systeme des dritten Grades sind durchgängig ferngesteuerte Systeme In Abgrenzung zum dritten Grad ist das System im vierten Grad in der Lage Entscheidungen selbst zu treffen und/oder Handlungen selbsttätig auszuführen. Relevanz für diese Studie haben hier ausschließlich Systeme, die den vierten Grad der Autonomie erreichen bzw. es beabsichtigt ist, dass dieser Grad zukünftig erreicht wird. Da sich die IMO-Definition explizit auf "surface ships", also Oberflächenfahrzeuge, bezieht, fallen Unterwassersysteme nicht unter diese Definition und sind daher nicht Studienrelevant.

---

[1] PESTEL: Political, Economic, Social, Technological, Environmental, Legal Factors.
[2] International Maritime Organization, "MSC.1-Circ.1638: Outcome of the Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)," 2021.
[3] Ebd.

5.2 Grenzen der internationalen Projektumschau

Da AMS-Projekte im Sinne dieser Studie zu einem großen Teil außerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft stattfinden, musste bei der Recherche zur internationalen Projektumschau überwiegend auf nichtwissenschaftliche Quellen zurückgegriffen werden, z.B. Foren, Blogeinträge, Firmenwebsites, oder Magazine.

Durch international nicht definierte Begrifflichkeiten kam es hier immer wieder zu Abgrenzungsschwierigkeiten, insbesondere im Bereich der Forschung und Vermessung, der außerhalb des militärischen Kontextes der einzige Bereich ist, in dem autonome maritime Systeme bereits marktreif kommerziell eingesetzt werden. So finden sich in diesem Bereich häufig Begrifflichkeiten wie Autonomous Surface Vessel (ASV) oder Unmanned Surface Vessel (USV). In einem Artikel über die Kollisionsverhütung für autonome Fahrzeuge beschrieben Vagale et al., dass die Verwendung dieser Begriffe in der Literatur nicht immer einheitlich, oft synonym und dadurch in vielen Fällen verwirrend verwendet werden.[4] Nach diesem Artikel sei ein ASV ein Schiff, das ohne menschliche Führung, Navigation und Kontrolle Entscheidungen treffen und eigenständig operieren könne. In Abgrenzung hierzu sei ein USV ein unbemanntes Fahrzeug, das keinen Menschen an Bord habe, um seinen Betrieb zu steuern, sondern normalerweise von einem menschlichen Bediener ferngesteuert werde.

Durch die häufig synonyme Verwendung der Begriffe ASV sind viele in Medien und Literatur als autonom beschriebene Systeme tatsächlich ferngesteuert und daher gerade nicht autonom. Die Projektrecherche zeigte außerdem, dass insbesondere im Bereich der Forschung & Vermessung der Autonomiegrad oft nicht eindeutig zu identifizieren ist und die tatsächlichen autonomen Fähigkeiten der einzelnen Systeme in den meisten Fällen nicht genau spezifiziert sind. Bedingt durch diese Ungenauigkeiten besteht bei der Auswertung ein großes Potential für Ungenauigkeiten.

Die Auswertung der Projektrecherche zeigte zudem, dass die internationalen Bemühungen zu AMS seit 2017 stark zugenommen haben und laufend neue Projekte in diesem Bereich initiiert werden. Aufgrund der hohen Dynamik in diesem Bereich wurde die Projektrecherche mit Stichtag 31.08.2020 beendet. Neuere Projekte, Projekte, die zum Stichtag nicht identifiziert waren, oder bei denen zum Stichtag unklar war, ob sie den Kriterien dieser Studie entsprechen (siehe hierzu auch Abschnitt 4.3) finden daher keine Berücksichtigung. Die Projektrecherche kann daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben.

5.3 Projektrecherche

Die Projektrecherche wurde als Top-down-Ansatz durchgeführt, d.h. der Rechercheprozess beginnt abstrakt mit der Suche nach potenziell relevanten Projekten anhand von mit AMS häufig in Verbindung stehender Suchbegriffe. In diesem Schritt wurde bereits die oben erläuterte Definition eines MASS der IMO berücksichtigt, so dass offensichtlich nicht unter diese Definition fallende Projekte/Systeme keine Berücksichtigung fanden. In einem zweiten Schritt wurde die Recherche weiter konkretisiert und die Gesamtmenge an potenziell relevanten Projekten anhand definierter Kriterien nach studienrelevanten Projekten gefiltert. Hierfür wurden die folgenden Rechercheschritte unternommen:

- Identifikation potenziell relevanter Projekte
    - Zeitschriften- und Bestandsrecherche durch die ISL-Bibliothek
    - Wissenschaftliche Artikel über wissenschaftliche Suchmaschinen (z.B. Google Scholar, Scopus, ScienceDirect)
    - Internetrecherche (Unternehmensseiten, Blogs, Foren, Magazine, Zeitungen, etc…)
- Identifikation studienrelevanter Projekte anhand festgelegter Kriterien zu…
    - Autonomie
    - Anwendungsbezug und Ganzheitlichkeit

[4] Vgl.Anete Vagale et al., "Path planning and collision avoidance for autonomous surface vehicles I: a review," *Journal of Marine Science and Technology* (2021): 5, https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00773-020-00787-6.pdf, accessed August 2021.

Im Zuge der Projektrecherche wurden ca. 280 Quellen gesichtet und es wurden insgesamt 94 potenziell studienrelevante Projekte identifiziert. Um lediglich den aktuellen Stand der Technik widerzuspiegeln, wurden zudem Projekte, die vor 2014 gestartet sind, nicht berücksichtigt.

Hier waren Anzahl an Projekten von Konsortien unter Beteiligung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus Deutschland, den Niederlanden, den USA, China und Norwegen zahlenmäßig signifikant höher, wobei Norwegen mit insgesamt 23 Projekten führend ist. So waren an 72 von 94 Projekten Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen aus den genannten fünf Ländern beteiligt. Von diesen 72 Projekten wurden 50 Projekte von rein nationalen Konsortien dieser fünf Länder durchgeführt. Hier ist auffällig, dass chinesische und US-Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen weniger häufig in internationalen Konsortien tätig sind, während diese Aussage für Deutschland und die Niederlande umgekehrt gilt. Projekte unter norwegischer Beteiligung weisen ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen der Arbeit in rein nationalen Konsortien sowie in internationalen Konsortien auf.

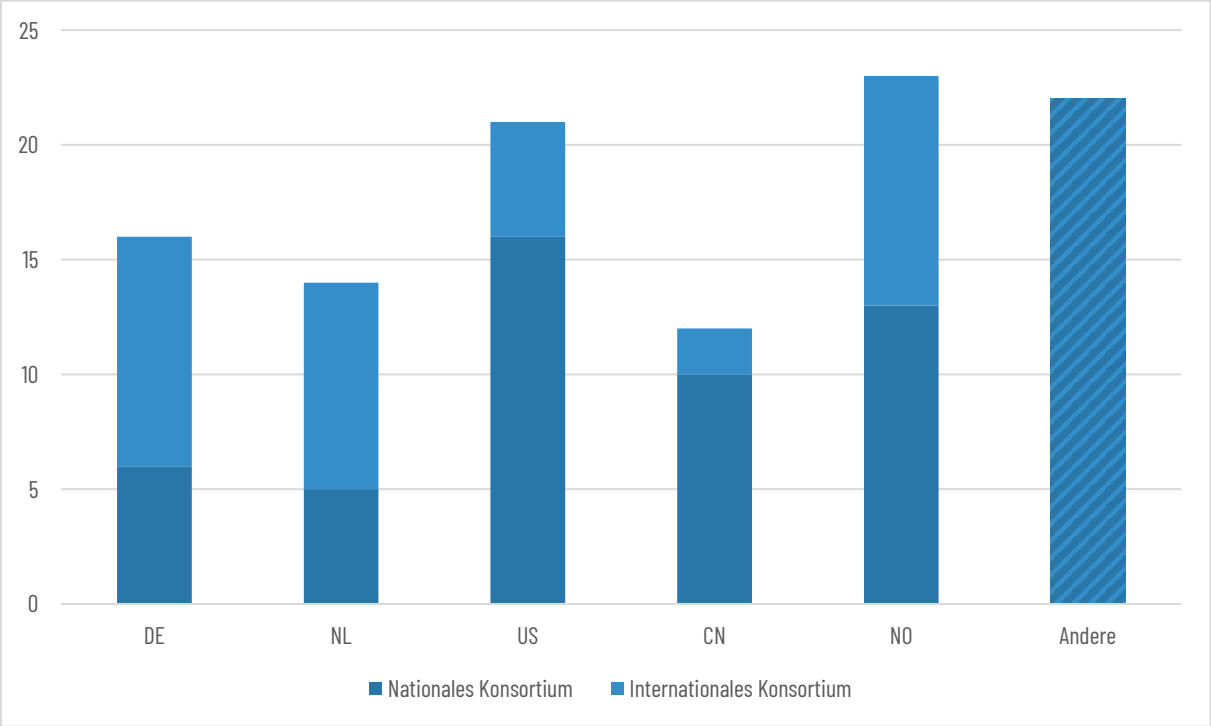

Abbildung 1: Potenziell studienrelevante Projekte nach Projektländern und Unterscheidung in rein nationale sowie internationale Konsortien (eigene Darstellung)

Aus der Gesamtmenge von 94 Projekten wurden nun die tatsächlich für diese Studie relevanten Projekte herausgefiltert. Damit ein Projekt als studienrelevant gilt, muss es neben der MASS-Definition der IMO, den bereits genannten Kriterien entsprechen. Diese Kriterien sind nachfolgend genauer beschrieben:

Autonomiekriterium
Damit ein Projekt/System den Anforderungen hinsichtlich Autonomie im Sinne dieser Studie erfüllt, muss das unter den vierten Grad der Autonomie im Sinne der MASS-Definition der IMO fallen. Hierfür muss das System in der Lage sein, Entscheidungssituationen selbsttätig zu identifizieren, eine Lösung selbsttätig zu ermitteln und eine daraus abgeleitete Handlung selbsttätig ausführen. Während die Komplexität des „Entscheidungsprozesses" keinen Einfluss auf den Autonomiegrad, erfüllt ein ausschließlich fernsteuerbares System dieses Autonomiekriterium nicht. Die konstante Überwachung des Systems, sowie der Eingriff eines Operators in komplexen Situationen in das System, ist hingegen unschädlich für die Erfüllung des Autonomiekriteriums.

Anwendungsbezug und Ganzheitlichkeit
AMS im Sinne dieser Studie sind als Anwendungsfälle und ganzheitliche Entwürfe von Überwasserschiffen definiert. Es handelt sich um Projekte, die einen praktischen Anwendungsfall und im Regelfall die Entwicklung eines ganzheitlichen AMS-Entwurfs zum Ziel haben. Hierbei ist es unschädlich, ob der AMS-Entwurf den Bau bzw. die Konzeptionierung eines

gesamten Schiffes umfasst, oder lediglich die Autonomisierung eines bestehenden Schiffes, solange es sich um die ganzheitliche Autonomieintegration in ein bestehendes System handelt. Das bedeutet, dass eine Phase des konventionellen Schiffbaus eines Projektes keine relevante Voraussetzung darstellt, sondern lediglich die ganzheitliche systemische Integration von Autonomiefunktionen in dem jeweiligen Projekt. In Abgrenzung hierzu erfüllen Projekte, die die Entwicklung einzelner Komponenten (z.B. eines Kamerasystems), oder die Schaffung notwendiger Voraussetzungen für den Betrieb von AMS in einem Land (z.B. Novellierung relevanter Gesetzgebung, Etablierung von Testgebieten oder Forschungszentren), zum Ziel haben, oder die im Bereich der Grundlagenforschung (z.B. Entwicklung von Algorithmen) liegen, erfüllen das Kriterium zu Anwendungsbezug und Ganzheitlichkeit nicht.
Nach Prüfung aller potenziell studienrelevanter Projekte und Systeme erfüllten noch 35 die genannten Kriterien hinsichtlich Autonomie, Anwendungsbezug und Ganzheitlichkeit. Diese 35 Projekte wurden anschließend in eine vorläufige Projektmatrix (siehe Anlage 1) überführt. Lediglich an vier der 35 Projekte sind keine Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen aus einem der fünf führenden Länder in Bezug auf AMS beteiligt (siehe Abbildung 2).

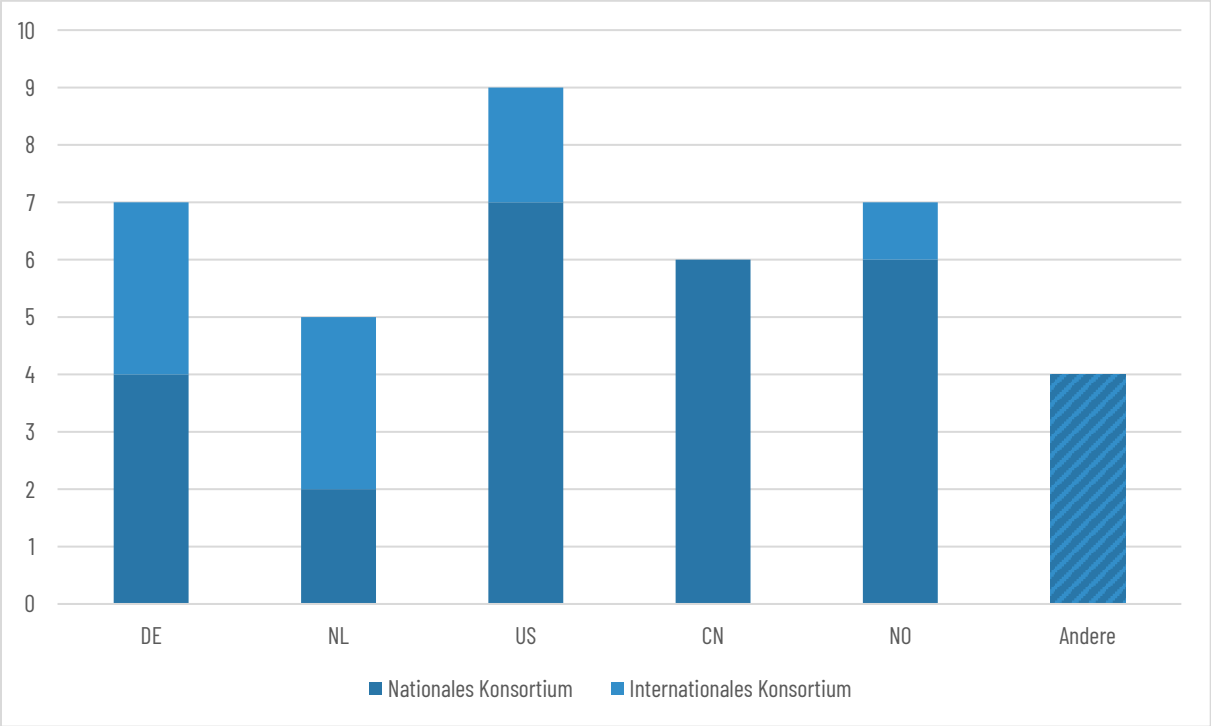

Abbildung 2: Studienrelevante Projekte nach Projektländern und Unterscheidung in rein nationale sowie internationale Konsortien (eigene Darstellung)

5.3.1 Projektmatrix und Projektkatalog

In die finale Projektmatrix (siehe Anlage 1), sowie in den Projektkatalog sollen die 25 relevantesten internationalen Projekte einfließen und entsprechend vorher bestimmter Kriterien bewertet und in einer darauf basierenden Rangfolge angeordnet werden. Hierfür wurden die zuvor identifizierten 35 Projekte in eine vorläufige Projektmatrix überführt und die relevanten Bewertungskriterien für die Auswahl und Rangfolge festgelegt. Für jedes Bewertungskriterium werden Punkte vergeben, deren Summe letztendlich über die Rangfolge entscheidet. Für das Ranking wurden die nachfolgenden Kriterien berücksichtigt:

Technology Readiness Level (TRL):
Das Technology Readiness Level beschreibt den Entwicklungsstand neuer Technologien und Projekten auf einer Skala von 1 bis 9 an, wobei die Stufe 1 im Bereich der Grundlagenforschung und der Projektinitialisierung anzusiedeln ist und die Stufe 9 der kommerziellen Reife entsprechen würde.[5] Auf Grundlage des Technology Readiness Level können neben der Beschreibung des Entwicklungsstandes außerdem Rückschlüsse auf die Realisierungswahrscheinlichkeit eines Projekts gezogen werden, da ein höherer Reifegrad eine höhere Wahrscheinlichkeit der Realisierung vermuten lässt. Die TRL für

[5] Vgl. Ben Hicks et al., "A methodology for evaluating Technology Readiness during product development," S. 159.

studienrelevante Projekte wurden auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Informationen geschätzt und in 4 Gruppen eingeteilt, auf deren Grundlage eine Punkteverteilung von ein bis vier Punkte vorgenommen wurde.

Einsatzgebiet:
Jedes Projekt wird anhand seines Einsatzgebietes „weltweit", „regional" oder „binnen" zugeordnet. Während bei Systemen, die ausschließlich in Binnengewässern operieren, etwaige Störungen aufgrund des einfacheren Zugriffs relativ schnell beseitigt werden können, wäre dies bei weltweit operierenden Systemen regelmäßig nicht der Fall, so dass die Komplexität und Reife der Systeme deutlich höher ausfallen dürfte. Je nach Einsatzgebiet werden einem Projekt daher ein (binnen) bis drei (weltweit) Punkte zugeordnet.

Größe:
Je größer ein System, umso mehr Masse muss im Normalfall auch bewegt und gesteuert werden. Hier erhöht sich mit zunehmender Größe das Zerstörungspotential im Falle von Unfällen, zudem werden mit zunehmender Systemgröße und -masse auch die Systemkomponenten größer und komplexer. Da nicht für alle Projekte vollständige Abmessungsangaben zu finden waren, wurde als entscheidendes Kriterium zur Größenbestimmung die Länge des Systems gewählt. Die Systemlänge konnte bei nahezu allen Projekten ermittelt oder grob geschätzt werden. Je nach Größe werden den einzelnen Projekten ein (Länge <5 m) bis fünf (Länge >40 m) zugeordnet.

Medienpräsenz:
Wie erfolgreich und relevant ein Projekt im internationalen Vergleich angesehen wird, hängt maßgeblich mit der Medienpräsenz zusammen. Das bedeutet, je höher die Medienpräsenz, umso höher ist auch die subjektive Bedeutung des Projektes anzusehen. Um die Medienpräsenz zu quantifizieren, wurde für jedes Projekt eine Reihe von Suchbegriffen festgelegt und über eine anschließende Google-Suche die Trefferzahl für die jeweiligen Projekte ermittelt. Die Spanne reichte hier von minimal acht bis maximal 95.800 Treffer. Je nach Trefferanzahl wurden ein (weniger als 100 Treffer) bis fünf (mehr als 10.000 Treffer) vergeben.

Transport von Waren und/oder Personen:
Im Rechercheprozess ist aufgefallen, dass die Komplexität von AMS, die dem Transport von Waren und/oder Personen dienen in der Regel komplexer sind als bei Einheiten beispielsweise aus dem Bereich Forschung und Vermessung. Systeme aus diesem Bereich sind überwiegend auf geplanten Routen unterwegs, sind meist als Mehrzweckplattformen für verschiedene Sensorik ausgestaltet, befinden sich häufig bereits in kommerzieller Nutzung und sind nicht 1:1 mit komplexeren AMS zu vergleichen. Da beim Transport von Waren und/oder Personen direkt auch Interessen Dritter beteiligt sind, spielen Haftungsfragen ebenfalls eine gewichtigere Rolle. Systemen aus dem Projektkatalog, die den Transport von Waren und/oder Personen zum Ziel haben, bekommen bei der Bewertung daher einen extra Punkt.
Nachdem die 35 Projekte aus dem vorläufigen Projektkatalog der erläuterten Bewertung unterzogen wurden, ergab sich die nachfolgende Rangfolge mit den 25 für den Projektkatalog relevanten Projekten, auf dessen Grundlage ein Projektkatalog als Beilage zu dieser Studie erstellt wurde. Zudem befindet sich eine detaillierte Bewertungs- und Vergleichsmatrix zu den 25 Projekten in Anlage 1.

Nr.	Projektname	Länder	Kurzbeschreibung	Quellen
1	Yara Birkeland	NO	Containerschiff	(Kongsberg, 2021c; Meyer, 2021; Kongsberg, 2021b; Yara, 2017; Yara None, 2018a, 2018b, 2018c)
2	MAS400	GB, US	Forschungsschiff	(Trade Winds, 2021; GOV.UK, 2021; BBC News, 2021; Promare, 2021a; Ship-technology.com, 2021; Promare, 2021c, 2021b, 2021d; Crowdfunder UK, 2021; The Shipowners' Protection Limited, 2018; Holland, 2021; IBM, 2020; O' Dwyer, 2020a; Wärstilä, 2020)
3	NOMARS	US	Schiffe für weltweiten Einsatz	(Avicola, 2021; Ball, 2021; Gain, 2020; L3Harris, 2021a, 2021b; Office of the Under Secretary of

Nr.	Projektname	Länder	Kurzbeschreibung	Quellen
				Defense, 2020, 2021; Sea Technology, 2021; Washington Technology, 2021)
4	ASKO	NO	RoRo-Fähre	(Link-Wills, 2019; Kongsberg, 2020a; Massterly, 2021; Naval dynamics, 2021; O' Dwyer, 2020b; Offshore Energy, 2021; Wilh. Wilhelmsen Holding ASA, 2020)
5	Cloudborne	CN	Containerschiff	(City of Zhuhai, 2019; Hockett, 2019; Jiang, 2019; OceanAlpha, 2021c, 2021e, 2021g, 2021d; Yunzhou Tech, 2017)
6	Ferry of the Future	NO	Fähre	(Midtbø, 2020; Ship & Offshore, 2020a; Kongsberg, 2018, 2021f; Forskningsrådet, 2021a; Nadkarni, 2019; Schiff & Hafen, 2018; Rolls-Royce, 2018a, 2016; AAWA, 2016; Midtbø, 2019; Kongsberg, 2019; Rolls-Royce, 2018b; Port Technology International, 2018)
7	Zeabuz	NO	Urbane Mobilität	(Cairns, 2020; Latarche, 2019; Forskningsrådet, 2021b, 2021c; Steffen, 2020; ZEABUZ, 2021a; NTNU, 2021; ZEABUZ, 2021b)
8	ARCIMS	DE, GB	Mehrzweckplattform	(ATLAS ELTRONIK UK, 2019, 2018, 2021; Naval Technology, 2015; 2021; ATLAS ELTRONIK UK, 2015; Wingrove, 2018)
9	AUTOSHIP	IT, NO, GB, BE, FR	Küsten- und Binnenschiffe	(Autoship Project, 2020; Autship Project, 2020; Cordis, 2021b; Ship & Offshore, 2020b)
10	Sea-Kit X	GB	Mehrzweckplattform	(Sea-Kit, 2021; Kongsberg, 2021d; Fugro, 2020; 2020; 2019; Omni Access, 2021; XPRIZE, 2019)
11	DriX	FR	Mehrzweckplattform	(iXBlue, 2020a, 2021, 2020b, 2018, 2019)
12	M75	CN	Mehrzweckplattform	(OceanAlpha, 2021f; Gain, 2019; OceanAlpha, 2021b)
13	AKOON	DE	Binnenfähre	(Institut für Regelungstechnik, 2019; Jülich Forschungszentrum; Rheinfähre Maul, 2020)
14	Container-Shuttle	FI, NL, DE, FR, PT, DK	Container-Barge	(Bahtić, 2021; Cordis, 2021a; Wärtsilä, 2021; Shukla, 2021; Stein, 2021)
15	Sounder	NO	Mehrzweckplattform	(Kongsberg, 2021a, 2021e, 2020b, 2022)
16	M80	CN	Mehrzweckplattform	(OceanAlpha, 2021h, 2017; Unmanned Systems Technology, 2021)
17	Schleiboote	DE	Urbane Mobilität	(Unleash Future Boats, 2021; RTL Online, 2021; Koch, 2020)
18	Roboat	NL, US	Urbane Mobilität	(The Guardian, 2021; Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions, 2021, 2020; Gordon, 2020; Ingraham, 2020; Meyer, 2016; Vincent, 2016)
19	CAPTN VAIARO	DE	Urbane Mobilität	(CAPTN, 2021; Caroline Schmidt-Gross, 2021; Hebermehl, 2021; Ortmüller, 2021)
20	C-Worker 7	US	Mehrzweckplattform	(L3Harris, 2021d, 2021f)
21	C-Worker 5	US	Mehrzweckplattform	(L3Harris, 2021c, 2021e)
22	ZULU MASS	BE	Binnenschiff	(Zulu Associates, 2021; Anglo Belgian Shipping Company, 2021)
23	M40	CN	Mehrzweckplattform	(OceanAlpha, 2021a)

Nr.	Projektname	Länder	Kurzbeschreibung	Quellen
24	Phoenix 5	NL	Mehrzweckplattform	(Aquatic Drones, 2021a; Dealroom, 2021; Geomares Publishing, 2021; Aquatic Drones; Aquatic Drones, 2021b)
25	A-SWARM	DE	Urbane Lastenboote	(Naumann, 2020; TU Berlin, 2021; Ginzel, 2021; BEHALA, 2019; Universität Rostock, 2021; VEINLAND, 2021)

Tabelle 1: Projektübersicht (eigene Darstellung)

5.4 Erweiterte Länder- und Projektanalyse

Um die deutschen Bemühungen im Bereich der AMS besser einordnen zu können, wurde auf Grundlage des Projektkataloges eine erweiterte Länder- und Projektanalyse durchgeführt. Hierfür wurden die Top 5-Projekte aus dem Projektkatalog detailliert beschrieben und analysiert. Zusätzlich wurden die Entwicklung von AMS begünstigende Faktoren in einer länderbasierten PESTEL-Analyse genauer betrachtet. Während der Recherche hat sich bereits gezeigt, dass insbesondere Norwegen, die USA und China eine führende Rolle bei der Entwicklung von AMS einnehmen. Die Rollen dieser drei Nationen bei der Entwicklung von AMS wurden bereits in anderen Veröffentlichungen beschrieben. So hat Munim in 2019 in seinem Artikel "Autonomous ships: a review, innovative applications and future maritime business models" erkannt: *"While Norway is pioneering the technological development of autonomous ships, other countries such as China, Finland and USA have also made significant progress."*[6] Dass auch die Top 5-Projekte aus dem Projektkatalog zu dieser Studie aus Norwegen, den USA und China stammen, ist daher logische Konsequenz.

Um eine möglichst objektive Vergleichbarkeit der ermöglichenden Faktoren innerhalb der vier Länder Norwegen, USA, China und Deutschland zu erzielen und um messbare Unterschiede zwischen diesen Ländern zu ermitteln, wurde zunächst eine PESTEL-Analyse als reine Indikatoranalyse durchgeführt. Hierfür wurden Indikatoren aus diversen öffentlich zugänglichen Quellen gesammelt, die in Anlage 1 näher erläutert werden. Vergleichsländer sind hier sämtliche Länder, die an mindestens einem der 35 Projekte aus der vorläufigen Projektmatrix (siehe hierzu auch Abschnitt 4.3). Diese quantitative Analyse wurde dann durch eine qualitative Analyse zu den nachfolgenden Bereichen aus Norwegen, den USA, China und Deutschland ergänzt:

- Politisch-strategische Maßnahmen
- AMS-Branchenverbände
- Förderprogramme
- AMS-Forschungseinrichtungen
- AMS-Gesetzgebungsverfahren

Im Anschluss an die Umgebungsanalyse werden die Top 5 - Projekte (2 x Norwegen, 1 x China, 2 x USA) aus dem Projektkatalog detaillierter beschrieben und die externen Einflussfaktoren in SWOT-Analyse um interne Faktoren ergänzt. Nach der abschließenden Umgebungsanalyse Deutschlands im Bereich der AMS, sollen die deutschen Bemühungen in diesem Bereich, auf Grundlage der zuvor angestellten Analysen der führenden AMS-Entwicklungsländer sowie der Top 5 – Projekte, in den internationalen Kontext eingeordnet werden.

[6] Ziaul H. Munim, "Autonomous ships: a review, innovative applications and future maritime business models," *Supply Chain Forum: An International Journal* 20, no. 4 (2019): S. 266.

5.5 Norwegen

5.5.1 Umgebungsanalyse

		Wert	Ø
	POLITISCH	**9,2**	**8,0**
P1	**Politisches Umfeld**		
P1.1	Partizipation	10	8,5
P1.2	Politische Stabilität	7,6	6,7
P1.3	Regierungseffektivität	9,3	8,2
P2	**Regulatorisches Umfeld**		
P2.1	Regulatorische Qualität	9,3	8,3
P2.2	Rechtsstaatlichkeit	9,9	8,5
P2.3	Korruptionskontrolle	9,8	8,0
P3	**Politische Anpassungsfähigkeit**		
P3.1	Change Readiness Index	8,8	7,4
	WITSCHAFTLICH	**8,7**	**7,7**
E1	**Volkswirtschaftliches Umfeld**		
E1.1	Wachstumsrate BIP pro Kopf	5,8	6,4
E1.2	BIP pro Kopf	10	7,7
E1.3	Makroökonomisches Umfeld	10	7,7
E2	**Wirtschaftspolitisches Umfeld**		
E2.1	Ease of Doing Business Index	9,4	8,8
E3	**Wirtschaftl. Anpassungsfähigkeit**		
E3.1	Change Readiness Index	8,1	7,8
	GESELLSCHAFTLICH	**9,2**	**8,4**
S1	**Humankapital**		
S1.1	Primarbildung	9,2	8,4
S1.2	Sekundar- und Tertiärbildung	9,2	8,4
S2	**Technologieakzeptanz**		
S2.1	Digital Adoption Index People	9,0	8,4
S3	**Gesellschaftl. Anpassungsfähigkeit**		
S3.1	Change Readiness Index	9,9	8,4

		Wert	Ø
	TECHNOLOGISCH	**3,1**	**3,6**
T1	**Innovationsinput**		
T1.1	Bruttoinlandsausgaben für F&E	1,1	2,5
T1.2	BIP-Anteil für F&E	4,7	5,4
T2	**Innovationsoutput**		
T2.1	Patentanmeldungen gesamt	1,0	1,8
T2.2	Patentanmeldungen AMS	1,1	1,7
T2.3	F&E Fachbeiträge	1,2	2,5
T3	**Innovationskatalysatoren**		
T3.1	Rüstungs-F&E	1,0	1,7
T3.2	Flottenstruktur	5,2	2,2
T4	**Technologieakzeptanz**		
T4.1	Digital Adoption Index Business	9,0	8,3
	ÖKOLOGISCH	**9,3**	**8,5**
$E_2$1	**Umweltleistung**		
$E_2$1.1	Environmental Performance Index	9,3	8,5
	RECHTLICH	**8,5**	**7,7**
L1	**Gesetzgebung**		
L1.1	Environmental Policy Stringency	8,5	7,7

5.5.1.1 Politisch

Auf Grundlage der indikatorbasierten PESTEL-Analyse weist die politische Umgebung Norwegens mit einem Wert von 9,2 insgesamt den zweithöchsten Wert der an relevanten AMS-Projekten partizipierenden Länder auf (Schweiz 9,3) und liegt deutlich über dem Durschnitt der Vergleichsländer, der bei insgesamt 8,0 liegt. Werte über 9,0 weisen hier lediglich die anderen skandinavischen Länder (Dänemark 9,1; Finnland 9,1; Schweden 9,2), sowie die Niederlande (9,0) auf.

5.5.1.1.1 Politisch-strategische Maßnahmen

Bereits Mitte 2019 hat die norwegische Regierung in ihrem „Action Plan for Green Shipping"[7] die Wichtigkeit einer emissionsfreien, aber mindestens emissionsarmen, norwegischen Flotte, insbesondere im Bereich der Fähr- und Passagierschifffahrt festgeschrieben. Die klimabedingte Wichtigkeit von autonomen Schiffslösungen, sowie die Absicht der norwegischen Regierung Projekte in diesem Bereich zu fördern wurde in diesem Papier ausdrücklich in einem gesonderten Unterkapitel behandelt. Neben der finanziellen und strukturellen Förderung von AMS-Projekten hat Norwegen bereits damit begonnen die Weichen für eine Novellierung relevanter Schifffahrtsverordnungen zur Ermöglichung des zukünftigen Betriebes von AMS in norwegischen Gewässern zu stellen.[8]

Um eine vorteilhafte Umgebung für AMS-Forschung und Erprobung zu schaffen, wurde in 2016 das weltweit erste Testgebiet für autonome Schiffe im Trondheimsfjord eröffnet. In 2017 folgte die Eröffnung des zweiten und dritten Testfeldes in Norwegen, die sich im Storfjord in der Region Sunnmøre[9] sowie im Oslofjord in der Nähe von Horten[10] befinden.

5.5.1.2 Wirtschaftlich

In Bezug auf das wirtschaftliche Umfeld hat Norwegen mit 8,7 den dritthöchsten Wert innerhalb der Vergleichsländer, hinter der Schweiz (8,9) und Dänemark (8,8). Insbesondere bei den Indikatoren zur volkswirtschaftlichen Gesamtleistung pro Kopf und zum makroökonomischen Umfeld ist Norwegen nicht nur innerhalb der Vergleichsländer, sondern auch international im Spitzenfeld. Bis auf die Wachstumsrate des BIP, liegen alle erhobenen wirtschaftlichen Indikatoren Norwegens über dem Durchschnitt der Vergleichsländer.

5.5.1.2.1 AMS Branchenverbände

In 2018 wurde das norwegische Unternehmenscluster SAMS Norway (Sustainable Autonomous Mobility Systems) gegründet, das sich auf die Entwicklung von Systemen für nachhaltige autonome Transportlösungen zu Lande, in der Luft und auf See konzentriert.[11] Ziel des Clusters ist eine offensive und exportorientierte Entwicklung von autonomen Systemen für einen globalen Markt.[12] Partner des Clusters sind Unternehmen aller Größenordnungen, Start-Ups, Universitäten und Forschungsinstitute, aber auch multinationale Konzerne.[13]

Neben dem SAMS gibt es außerdem das im Jahr 2016 gegründete Norwegian Forum for Autonomous Shipping (NFAS), das einen ähnlichen Ansatz wie das SAMS verfolgt, sich jedoch ausschließlich mit der autonomen Schifffahrt befasst.[14]

---

[7] Ministry of Climate and Environment, "The Government's action plan for green shipping," 2019.
[8] Ebd., S. 24.
[9] Offshore Energy, "Norway Sets Up Second Test Area for Unmanned Ships," 2017.
[10] Offshore Energy, "Norway Opens New Test Area for Autonomous Ships," 2017.
[11] *SAMS Norway, "SAMS Norway | About SAMS | Business cluster with focus on development," 2021.*
[12] *Ebd.*
[13] *SAMS Norway, "SAMS Norway | Become a partner of SAMS Norway," 2021.*
[14] *NFAS, "About us - NFAS," 2020.*

5.5.1.3 Gesellschaftlich

In Bezug auf die gesellschaftliche Komponente der PESTEL-Analyse teilt sich Norwegen mit 9,2 Punkten den vierten Platz mit den Niederlanden. Von den betrachteten Vergleichsländern erreichen in diesem Bereich zudem die Schweiz (9,7), Finnland (9,6), Dänemark (9,3) und Schweden (9,1) Werte über 9,0. Die Werte lassen auf eine sehr hohe Qualität der Bildung und Ausbildung in Norwegen schließen. Zudem liegen die Technologieakzeptanz und die gesellschaftliche Anpassungsfähigkeit der Norweger deutlich über dem Durchschnitt der Vergleichsländer.

5.5.1.4 Technologisch

Norwegen liegt hier mit einem Wert von 3,1 leicht unter dem Durschnitt der Vergleichsländer. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass sich nahezu alle Vergleichsländer, bis auf die USA und China in einem sehr engen Bereich zwischen 2,2 und 4,0 bewegen. Aufgrund der sehr hohen Ausgaben der USA im Bereich F&E, Rüstung und Rüstungs-F&E, sowie des hohen chinesischen Outputs an F&E Journal Artikel sowie Patentanmeldungen, auch im Bereich der AMS, ist das indikatorbasierte Innovationspotential dieser beiden Länder um ein Vielfaches höher als bei den restlichen Vergleichsländern (siehe Abschnitt 4.7.1.4).

5.5.1.4.1 Förderprogramme

Norwegen hat eine Vielzahl von Förderprogrammen etabliert, auf dessen Mittel norwegische AMS-Projekte in den vergangenen Jahren zurückgreifen konnten. Neben der Förderung des norwegischen Handels und der Industrie wurden auch Förderprogramme für die Etablierung von spezialisierten Forschungseinrichtungen aufgelegt, die nachfolgend kurz beschrieben werden.

PILOT-E
Das PILOT-E-Programm stellt Mittel für den norwegischen Handel und die norwegische Industrie bereit und wurde durch eine Kooperation vom Forschungsrat, Innovation Norway und Enova ins Leben gerufen. Das Programm ist darauf ausgerichtet norwegischen Industrieakteuren dabei zu helfen, umweltfreundliche Energietechnologielösungen schneller für nationale und internationale Märkte zu entwickeln. Die Aufforderungen zur Einreichung von Vorschlägen im Rahmen des PILOT-E-Programms sollen auf konkrete gesellschaftliche Herausforderungen ausgerichtet sein, bei denen sowohl ein Bedarf an Forschungstätigkeit als auch an industrieller Entwicklung besteht. Der Projektträger muss ein norwegisches Unternehmen bzw. eine norwegische Organisation sein.[15]

Das Programm ist eingebunden in das übergeordnete Förderprogramm ENERGIX, das neben Forschungsprojekten ganz gezielt auch reine Innovationsprojekte aus der Industrie fördern soll. Diese Innovationsprojekte sollen F&E-Aktivitäten in Handel und Industrie anregen, die Innovation und nachhaltige Wertschöpfung fördern. Die norwegische Regierung sieht Innovationen im privaten Sektor für das künftige Energiesystem und für die exportorientierte Industrie und den Handel Norwegens als elementar an.[16]

Seit 2013 wurden insgesamt 896 Projekte mit ca. 3,9 Mrd. Norwegischen Kronen (ungefähr 379 Mio. Euro) gefördert.[17] Laut Förderprogramm sollen ca. 40% des Projektportfolios in Innovationsprojekte der Industrie fließen.[18]

MAROFF-2
Das Innovationsprogramm für maritime Aktivitäten und Offshore-Tätigkeiten (Maritime Activities and Offshore Operations, MAROFF) bietet Unterstützung für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die zur Steigerung der Wertschöpfung in der maritimen Wirtschaft beitragen. Die Zielgruppen des MAROFF-Programms sind Schifffahrtsunternehmen, die Schiffbauindustrie, Dienstleister und Ausrüstungslieferanten für alle Arten von Schiffen zur Nutzung des Meeresraums. Zu

[15] The Research Council of Norway, "Large-scale programme Energy research – ENERGIX: Work Programmeln effect from 2018," 2019.
[16] Ebd.
[17] The Research Council of Norway, "Statistics ENERGIX," 2021.
[18] The Research Council of Norway, "Large-scale programme Energy research – ENERGIX: Work Programmeln effect from 2018," 2019.

den Zielgruppen gehören auch Forschungsgruppen in Technologie und sozialwissenschaftlichen Bereichen, die für den maritimen Sektor in Norwegen von Bedeutung sind. Das Programm zielt auf die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit sowie den Wissenstransfer zwischen der F&E-Gemeinschaft und der Industrie ab[19]. Autonome und ferngesteuerte Maritime Systeme werden im MAROFF-Programm explizit als thematische und wissenschaftlicher Schwerpunktbereich genannt.[20]

Seit 2009 wurden insgesamt 496 Projekte mit ca. 1,9 Mrd. Norwegischen Kronen (ungefähr 185 Mio. Euro) gefördert[21].

SFI (Centre for Research-based Innovation)
Das Programm "Centre for Research-based Innovation" (SFI) wurde 2005 eingeführt.[22] Ziel des Programms ist die Stärkung der Innovations- und Wertschöpfungsfähigkeit des Unternehmenssektors durch eine stärkere Konzentration auf langfristige Forschung.

Gemäß dem Research Council of Norway soll mit dem SFI-Programm folgendes angestrebt werden:[23]

- Erleichterung einer aktiven, langfristigen Zusammenarbeit zwischen innovationsorientierten, F&E-betreibenden Unternehmen und führenden Forschungsgruppen
- Förderung industrieorientierter Forschungscluster, die die Internationalisierung des norwegischen Wirtschaftssektors fördern.
- Förderung und Verbesserung der Ausbildung von Forschern und des Wissens- und Technologietransfers in Bereichen mit großem Potenzial für die künftige Wertschöpfung.

Für die Forschungsgruppen ermögliche das Programm die langfristige Entwicklung von Fachwissen durch Forschung auf hohem internationalem Niveau, die in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen durchgeführt werde. Das Programm soll außerdem die Qualität und Effizienz im öffentlichen Sektor verbessern.[24]

Bei der Auswahl der Zentren für den SFI-Status und die Finanzierung werde Wert daraufgelegt, dass sie das Potenzial haben, Innovation, Unternehmensentwicklung und nachhaltige Wertschöpfung in den thematischen Schwerpunktbereichen des Zentrums hervorzubringen. Die wissenschaftliche Leistung der Forschung müsse auf hohem internationalem Niveau sein.[25]

Durch das SFI-Programm wurden bisher 59 Forschungszentren mit einem Gesamtvolumen von ca. 3,1 Mrd. Norwegischen Kronen (ungefähr 301,5 Mio. Euro) gefördert.[26]

5.5.1.4.2 AMS Forschungseinrichtungen

An der Norwegian University for Science and Technology in (NTNU) Trondheim befasst sich das Centre for Autonomous Marine Operations and Systems (AMOS) in zwei Forschungsgebieten mit den Themen autonome Fahrzeuge und Robotersysteme sowie sicherere, intelligentere und umweltfreundlichere Schiffe, Strukturen und Betriebe.[27]

Seit Dezember 2020 ist außerdem das SFI Autoship in Betrieb. Das SFI Autoship ist ein auf acht Jahre angelegtes forschungsbasiertes Innovationszentrum, das dazu beitragen soll, dass norwegische Akteure eine führende Rolle bei der Entwicklung autonomer Schiffe für einen sicheren und nachhaltigen Betrieb einnehmen bzw. beibehalten. Das Zentrum

[19] The Research Council of Norway, "Work programme for the MAROFF programme: Revised 2017," 2019.
[20] Ebd., S. 7.
[21] The Research Council of Norway, "Statistics MAROFF 2," 2021.
[22] DAMVAD Analytics, "Evaluation of the Scheme for Research-based Innovation (SFI): Report for The Research Council of Norway," 2018.
[23] The Research Council of Norway, "SFI Centre for Research-based Innovation," 2021.
[24] Ebd.
[25] The Research Council of Norway, "SFI Centre for Research-based Innovation," 2021.
[26] The Research Council of Norway, "Statistics SFI," 2021.
[27] NTNU, "Research at NTNU AMOS," 2021.

wurde mit 96 Mio. Norwegischen Kronen (ca. 9,3 Mio. Euro) aus dem SFI-Programm gefördert.[28] Zu den Schwerpunktbereichen gehören:

- Grundlagentechnologien wie Situationsbewusstsein, künstliche Intelligenz, autonome Steuerung und digitale Infrastruktur.
- Neue Geschäftsmodelle und Betriebskonzepte wie die Anpassung von Kontrollzentren an Land und die Entwicklung kosteneffizienter Lösungen für Logistik- und Hafenlösungen.
- Methoden und Modelle für die Risikoüberwachung und die Klärung der rechtlichen Aspekte der Haftung, wenn kein Kapitän an Bord ist.

Das Zentrum hat mehr als 20 Partner aus der norwegischen maritimen Industrie, darunter Endnutzer, Produkt- und Dienstleistungsanbieter, Forschungsinstitute, Universitäten und Behörden.[29]

5.5.1.5 Ökologisch

Bei der Umweltleistung liegt Norwegen auf Grundlage der indikatorbasierten Analyse mit einem Wert von 9,3 deutlich über dem Durchschnitt von 8,5.

5.5.1.5.1 Topografie

Norwegens einzigartige Topografie mit einer stark zerklüfteten Fjordlandschaft und einer dadurch bedingt sehr langen Küstenlinie von 25.148 km[30] (Deutschland 2.839 km)[31], hat zu einer stark ausgeprägten Infrastruktur innerhalb der Küstenschifffahrt, mit einer Vielzahl von Häfen, sowie mehr als 100 verschiedene innernorwegische Fährverbindungen (offizielle Statistik 103[32], Regierung spricht von 140 Fährverbindungen[33]) im Land geführt. Nach Informationen der norwegischen Regierung waren in 2017 insgesamt 358 fahrplangebundene Passagierschiffe und Fähren im Einsatz.[34] In Verbindung mit der Nachhaltigkeitsstrategie der norwegischen Regierung in Bezug auf die Schifffahrt unter Einbeziehung von AMS, ist im Bereich der norwegischen Fähr- und Küstenschifffahrt ein hohes Anwendungspotential für AMS vorhanden.

5.5.1.5.2 Verfolgung ökologischer Trends

In ihrem „Action Plan for Green Shipping"[35] hat die norwegische Regierung die Notwendigkeit einer strengen und ökologisch nachhaltigen Schifffahrtspolitik deutlich gemacht. Demnach ziele die umweltfreundliche Schifffahrtspolitik der Regierung darauf ab, Marktveränderungen zu fördern, die es ermöglichen, dass emissionsfreie und emissionsarme Lösungen rentabel werden. Viele der Schiffe, die in den nächsten Jahren gebaut würden, werden wahrscheinlich eine Lebensdauer von mindestens 20-25 Jahren haben. Ohne strenge Anforderungen an die Umweltverträglichkeit und Maßnahmen zur Förderung von emissionsfreien und emissionsarmen Lösungen könnten nach Ansicht der Regierung heutige Investitionsentscheidungen zu einer Branchenstruktur führen, die es schwierig mache, die Klimaziele für 2030 und 2050 zu erreichen.[36] Um dies zu erreichen will die Regierung die örtlichen Behörden bei der Umsetzung von emissionsarmen und emissionsfreien Lösungen unterstützen und prüfen, ob zukünftig bei der öffentlichen Auftragsvergabe für Fähren und Hochgeschwindigkeitsschiffe gegebenenfalls Anforderungen für emissionsarme und emissionsfreie Lösungen eingeführt werden sollten.[37] Die Bedeutung autonomer maritimer Systeme zur Erreichung dieser Ziele wird ebenfalls von der Regierung herausgestellt.[38]

---

[28] The Research Council of Norway, "Statistics SFI AutoShip," 2021.
[29] NTNU, "SFI AutoShip - NTNU," 2021.
[30] CIA, "Coastline - The World Factbook," 2021.
[31] Ebd.
[32] Statistics Norway, "Ferry connections, by region, contents and year. Statbank Norway," 2021.
[33] Ministry of Climate and Environment, "The Government's action plan for green shipping," 2019, S. 32.
[34] Ebd., S.33.
[35] Ministry of Climate and Environment, "The Government's action plan for green shipping," 2019, S. 31–35ff.
[36] Ebd., S. 31–35ff.
[37] Ebd., S. 31–35ff.
[38] Ebd., S. 31–35ff.

5.5.1.6 Rechtlich

Indikatorbasiert liegt Norwegen hier mit 8,5 deutlich über dem Durchschnitt der Vergleichsländer (7,7).

5.5.1.6.1 Gesetzgebungsprozess AMS

In ihrem „Actionplan for Green Shipping" hat die norwegische Regierung bereits die Novellierung des Schifffahrtsrechts in Aussicht gestellt. So hat das Verkehrsministerium bereits in 2019 Vorschläge zur Änderung des Lotsengesetzes vorgelegt, um den Weg für die autonome Schifffahrt in Küstengewässern zu ebnen.[39] Die Norwegian Maritime Authority hat zudem im Jahr 2020 „Hinweise im Zusammenhang mit der Konstruktion oder Installation von automatisierten Funktionen zur Durchführung von unbemannten oder teilweise unbemannten Operationen"[40] herausgegeben, die die Anforderungen an die Dokumentation und die Grundsätze beschreiben, die bei der administrativen Bearbeitung von Schiffen gelten, die autonom und ganz oder teilweise ferngesteuert werden sollen.

5.5.2 Projekte

Während der Recherchen zur internationalen Projektumschau wurden insgesamt 94 relevante Anwendungsfälle, Projekte und Produkte im Bereich der Maritimen Autonomen Systeme identifiziert, die unterschiedliche Automatisierungsgrade aufwiesen. An insgesamt 23 dieser Projekte waren norwegische Unternehmen oder Forschungseinrichtungen direkt beteiligt. An insgesamt 13 Projekten waren bzw. sind ausschließlich norwegische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen beteiligt.

Von den 25 Projekten im Projektkatalog waren an fünf Projekten ausschließlich norwegische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen beteiligt. An einem Projekt waren norwegische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen in einem internationalen Konsortium beteiligt, so dass norwegische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen insgesamt an sechs Projekten beteiligt sind. Eine ähnlich hohe Anzahl an Projektbeteiligungen haben lediglich China (sechs Projekte), Deutschland (sieben Projekte) und die USA (sechs Projekte).

Mit insgesamt zehn Projektbeteiligungen im Bereich der autonomen Schifffahrt, bzw. fünf Projekten im studienrelevanten Projektkatalog, ist der norwegische Rüstungskonzern Kongsberg innerhalb Norwegens, aber auch weltweit führend. Neben der Anzahl an Projekten ist Kongsberg zudem das Unternehmen, dessen Projekte für größere Systeme, in Abgrenzung zu Drohnen, die z.B. in der Forschung und Vermessung eigesetzt werden, am weitesten fortgeschritten sind. Neben Kongsberg ist die Technisch-Naturwissenschaftliche Universität Norwegens in Trondheim als Forschungseinrichtung maßgeblich an der Entwicklung von autonomen maritimen Systemen beteiligt und in drei Projekten des Projektkataloges involviert.

5.5.2.1 Yara Birkeland

5.5.2.1.1 Projektbeschreibung

Der Düngemittelhersteller Yara ist im Jahr 2017 eine Kooperation mit Kongsberg Maritime zum Bau eines autonomen 120 TEU Containerschiffs eingegangen. Ziel ist es, durch die Nutzung eines emissionsfreien Schiffes insgesamt 40.000 LKW-Fahrten pro Jahr einzusparen und dadurch die NO_X- und CO_2-Emissionen von Yara deutlich zu reduzieren, sowie die Sicherheit im Straßenverkehr durch die Vermeidung LKW-bedingter Verkehrsüberlastungen zu erhöhen.[41]

Die YARA Birkeland soll das erste vollelektrische, emissionsfreie und autonome Containerschiff der Welt werden. KONGSBERG ist verantwortlich für die Entwicklung und Lieferung aller Schlüsseltechnologien, einschließlich der für den

[39] Ebd.
[40] Sjøfartsdirektoratet, "Guidance in connection with the construction or installation of automated functionality aimed at performing unmanned or partially unmanned operations - Norwegian Maritime Authority," 2021.
[41] Kongsberg, "Autonomous ship project, key facts about YARA Birkeland," 2021b.

ferngesteuerten und autonomen Schiffsbetrieb erforderlichen Sensoren und deren Integration, sowie der elektrischen Antriebs-, Batterie- und Antriebssteuerungssysteme.[42]

Das Schiff soll im Regelverkehr innerhalb der 12-Meilen-Zone autonom zwischen drei Häfen an der norwegischen Südküste eingesetzt werden. Eine komplette Rundreise beträgt ungefähr 74 nm. Um die Sicherheit zu gewährleisten, sind drei Zentren mit unterschiedlichen Betriebsprofilen für die Yara Birkeland geplant, die in Notfällen und Ausnahmesituationen für die Zustandsüberwachung, die Betriebsüberwachung, die Entscheidungsunterstützung, die Überwachung des autonomen Schiffes und seiner Umgebung sowie für alle anderen Sicherheitsaspekte zuständig sein sollen.[43]

Das Schiff wurde 2020 ausgeliefert und soll bis 2022 schrittweise in Betrieb genommen werden. In der ersten Phase des Projekts wird eine abnehmbare Brücke mit Geräten für das Manövrieren und die Navigation eingebaut. Sobald das Schiff für den autonomen Betrieb bereit ist, wird dieses Modul abgenommen.[44]

Schiffsspezifikationen:

- Länge o.a.: 79,5 m
- Länge p.p.: 72,4 m
- Breite mld: 14,8 m
- Tiefgang (voll): 6 m
- Tiefgang (Ballast): 3 m
- Dienstgeschwindigkeit: 6 Knoten
- Höchstgeschwindigkeit: 13 Knoten
- Ladekapazität: 120 TEU
- Tragfähigkeit: 3 200 mt
- Antriebssystem: Elektrisch
- Propeller: 2 Azimuth-Propeller
- Strahlruder: 2 Tunnelstrahlruder
- Batteriepaket: 7 - 9 MWh

Für den autonomen Betrieb ist das Schiff mit Radar, Lidar, AIS, sowie optischen und IR-Kamerasystemen ausgerüstet.[45]

5.5.2.1.2 Konsortium

- Kongsberg Maritime
- Yara (Verlader)
- VARD (Werft)

5.5.2.1.3 Förderung

Das Projekt wurde mit 133,6 Mio. Norwegischen Kronen (ungefähr 13 Mio. Euro)[46] über das Staatsunternehmen ENOVA vom norwegischen Staat finanziert.[47]

5.5.2.1.4 Zeitlicher Ablauf

2017: Fertigstellung des Entwurfs von Marin Teknikk mit der Nummer MT 2007 und Tests bei SINTEF Ocean in Trondheim, Norwegen zur Erprobung des Modells

---

[42] Ebd.
[43] Ebd.
[44] Ebd.
[45] Kongsberg, "Autonomous ship project, key facts about YARA Birkeland," 2021b.
[46] 1 Norwegische Krone = 0,10154 Euro am 31.12.2017 (https://de.exchange-rates.org/Rate/NOK/EUR/31.12.2017).
[47] Yara, "Enova to support the building of Yara Birkeland | Yara International," 2017.

2018: Auftrag zum Bau wird an die norwegische Werft Vard Brevik vergeben. Der Rumpf wird von Vard Braila in Rumänien fertiggestellt
2019: Test der autonomen Fähigkeit wird durchgeführt.
2020: Das Schiff wird von Vard Brevik ausgeliefert und soll bis 2022 schrittweise vom bemannten Betrieb auf den vollständig autonomen Betrieb umgestellt werden.[48]

5.5.2.1.5 SWOT-Analyse

Interne Faktoren
Stärken (Strengths):

- Mit Kongsberg ist das im AMS-Bereich international führende Unternehmen
- Technologieführerschaft im Bereich AMS (verstärkt durch den Kauf von Rolls-Royce Commercial Marine)
- Kongsberg kann hohe Eigenmittel zur Finanzierung bereitstellen
- Kongsbergs Position als Rüstungskonzern könnte als Innovationskatalysator dienen
- Konkreter praktischer Anwendungsfall mit Beteiligung des Verladers
- Das Projekt hat die höchste Medienwirksamkeit aller AMS-Projekte weltweit
- Das Schiff wurde bereits ausgeliefert und das Projekt befindet sich in der Einführungsphase
- Hoher ökologischer Nutzen durch Einsparung von 40.000 LKW-Fahrten pro Jahr

Schwächen (Weaknesses):

- Sehr komplexes System, wodurch sich der autonome Betrieb noch hinziehen wird
- Hohe Kapital- und Entwicklungskosten
- Zum autonomen Betrieb müssen bis zu drei Operationszentralen eingerichtet werden
- Langfristig muss ein wirtschaftlich vertretbares System entstehen
- Kosten/Nutzen-Verhältnis ist unklar

Externe Faktoren
Chancen (Opportunities):

- Norwegens Strategie hin zu einer grünen Schifffahrt beinhaltet neben der Vermeidung von Schiffsemmissionen auch die Stärkung der autonomen Schifffahrt
- Norwegen hat bereits drei Testgebiete für AMS eingerichtet, was die Bedeutung des Sektors für das Land widerspiegelt
- Elektromobilität zeigt hohe Akzeptanz für neue Technologien in Norwegen
- Hohes Bildungsniveau fördert langfristig die Erhaltung der Technologieführerschaft
- Durch hohe Leistungsfähigkeit und Flexibilität des politischen Systems kann langfristig schnell auf Veränderungen im AMS-Sektor reagiert werden
- Sollten sich langfristig herausstellen, dass AMS sicherer sind als durch Menschen geführte Schiffe, ist insbesondere im Fährverkehr mit einer hohen Akzeptanz und Druck auf die Betreiber zu rechnen
- Im nationalen Verkehr können Änderungen von Verordnungen und Gesetzen schneller durchgesetzt werden, als in der internationalen Fahrt
- Norwegen bietet eine gute Förderlandschaft für AMS
- Spezialisierte Interessenverbände und Forschungseinrichtungen für AMS in Norwegen
- Durch die Vielzahl an Projekten im Oslofjord (Yara Birkeland, ASKO, autonome Fähre Horten – Moss) können Synergien beim Betrieb von Operationszentralen entstehen

Risiken (Threats):

- Generelle Fragen zu Sicherheit, Haftung, Versicherung, Regulierungen, Cyber-Sicherheit, etc. können zu Verzögerungen und Entwicklungshemmnissen führen
- Anwendungsfall ist vom wirtschaftlichen Erfolg eines einzelnen Unternehmens abhängig

[48] Kongsberg, "Autonomous ship project, key facts about YARA Birkeland," 2021b.

5.5.2.2 ASKO

5.5.2.2.1 Projektbeschreibung

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer emissionsfreien Logistikkette durch den Lebensmittelgroßhändler ASKO, unter Verwendung von zwei autonomen Schiffen, die den Oslofjord zwischen Horten und Moss durchqueren. Die batteriebetriebenen Schiffe sollen täglich bis 150 Lkw-Fahrten ersetzen und dadurch ca. 2 Mio. LKW-km sparen, wodurch bis zu 5.000 Tonnen CO2 pro Jahr eingespart werden könnten.[49] Jedes der Schiffe soll bis zu 16 LKW-Trailer im RoRo[50]-Verfahren transportieren können.[51]

Die beiden Schiffe wurden bereits bei der indischen Cochin-Werft geordert und sollen bis 2022 fertiggestellt und ausgeliefert werden.[52] Die Schiffe für dieses Projekt werden von Kongsberg Maritime mit der erforderlichen Technologie für den unbemannten Betrieb ausgestattet. Die Funktionen, die den autonomen Betrieb ermöglichen, sollen nach der Ankunft im Einsatzgebiet im Oslofjord implementiert und getestet werden. Zunächst sollen die Schiffe mit einer reduzierten Besatzung betrieben werden, bevor sie nach erfolgreichen Tests zu unbemannten Fahrten übergehen.[53] Der autonome Betrieb ist ab 2024 geplant.[54]

Schiffsspezifikationen[55]:

- LOA: 66 Meter
- Breite: 15 Meter
- Tragfähigkeit: 448 mt
- Konstruktionstiefgang: 1,70 m
- Tiefgang: 1,90 Meter
- Batteriekapazität: 1800 kWh

5.5.2.2.2 Konsortium

- Kongsberg Maritime
- Massterly (Shipmanager)
- ASKO (Verlader)

5.5.2.2.3 Förderung

Das Projekt wurde mit 119 Mio. Norwegischen Kronen (ungefähr 11,6 Mio. Euro)[56] über das Staatsunternehmen ENOVA vom norwegischen Staat finanziert. Zweck der Förderung ist der Aufbau einer Emissionsfreien Logistikkette inkl. der notwendigen Hafeninfrastruktur.[57]

5.5.2.2.4 Zeitlicher Ablauf

2020: Projektstart
2021: Bau der Schiffe wird in Auftrag gegeben
2021: Geplante Indienststellung mit sukzessiver Implementierung der Autonomiesysteme

---

[49] Massterly, "Making autonomy a reality," 2021.
[50] Roll on Roll off
[51] Kongsberg, "Crossing into new Territory," 2020a.
[52] Offshore Energy, "India: Keel laid for ASKO's autonomous, electric ferry pair," 2021; Massterly, "Making autonomy a reality," 2021.
[53] Massterly, "Making autonomy a reality," 2021.
[54] Naval dynamics, "The AutoBarge," 2021.
[55] Wilh. Wilhelmsen Holding ASA, "Massterly to operate two zero-emission autonomous vessels for ASKO," 2020.
[56] 1 Norwegische Krone = 0,09548 Euro am 31.12.2017 (https://de.exchange-rates.org/Rate/NOK/EUR/31.12.2020).
[57] Rob O' Dwyer, "ASKO to build two autonomous vessels for Oslo fjord operations," *Smart Maritime Network*, September 01, 2020b, https://smartmaritimenetwork.com/2020/09/01/asko-to-build-two-autonomous-vessels-for-oslo-fjord-operations/, accessed September 2021.

5.5.2.2.5 SWOT-Analyse

Interne Faktoren
Stärken (Strengths):

- Mit Kongsberg ist das im AMS-Bereich international führende Unternehmen
- Technologieführerschaft im Bereich AMS (verstärkt durch den Kauf von Rolls-Royce Commercial Marine)
- Kongsberg kann hohe Eigenmittel zur Finanzierung bereitstellen
- Kongsbergs Position als Rüstungskonzern könnte als Innovationskatalysator dienen
- Konkreter praktischer Anwendungsfall mit Projektbeteiligung des Verladers
- Systemneuerungen können durch Projektpartnerschaft direkt im Fährverkehr getestet werden
- Hohe Medienpräsenz des Projektes
- Schiffe sind bereits bestellt
- Hoher ökologischer Nutzen durch Einsparung von 150 LKW-Fahrten pro Tag

Schwächen (Weaknesses):

- Sehr komplexes System, wodurch sich autonomer Betrieb hinziehen wird
- Hohe Kapital- und Entwicklungskosten
- Langfristig muss ein wirtschaftlich vertretbares System entstehen
- Kosten/Nutzen-Verhältnis ist unklar

Externe Faktoren
Chancen (Opportunities):

- Großer Anwendungsfall in Norwegen, durch eine Vielzahl an Fährverbindungen und Fähren
- Norwegens Strategie hin zu einer grünen Schifffahrt beinhaltet neben der Vermeidung von Schiffsemmissionen auch die Stärkung der autonomen Schifffahrt
- Norwegen hat bereits drei Testgebiete für AMS eingerichtet, was die Bedeutung des Sektors für das Land widerspiegelt
- Elektromobilität zeigt hohe Akzeptanz für neue Technologien in Norwegen
- Hohes Bildungsniveau fördert langfristig die Erhaltung der Technologieführerschaft
- Durch hohe Leistungsfähigkeit und Flexibilität des politischen Systems kann langfristig schnell auf Veränderungen im AMS-Sektor reagiert werden
- Sollten sich langfristig herausstellen, dass AMS sicherer sind als durch Menschen geführte Schiffe, ist insbesondere im Fährverkehr mit einer hohen Akzeptanz und Druck auf die Betreiber zu rechnen
- Im nationalen Verkehr können Änderungen von Verordnungen und Gesetzen schneller durchgesetzt werden, als in der internationalen Fahrt
- Norwegen bietet eine gute Förderlandschaft für AMS
- Spezialisierte Interessenverbände und Forschungseinrichtungen für AMS in Norwegen
- Durch die Vielzahl an Projekten im Oslofjord (Yara Birkeland, ASKO, autonome Fähre Horten – Moss) können Synergien beim Betrieb von Operationszentralen entstehen

Risiken (Threats):

- Generelle Fragen zu Sicherheit, Haftung, Versicherung, Regulierungen, Cyber-Sicherheit, etc. können zu Verzögerungen und Entwicklungshemmnissen führen
- Anwendungsfall ist vom wirtschaftlichen Erfolg eines einzelnen Unternehmens abhängig

5.5.3 Zusammenfassung

Das Projekt Yara Birkeland gilt weithin als Benchmark für die Entwicklung von AMS und der maßgeblich beteiligte norwegische Technologie- und Rüstungskonzern Kongsberg ist international führend in der Entwicklung von AMS. Dies zeigen auch die Menge an Projekten, an denen Kongsberg beteiligt ist, sowie der hohe Entwicklungsstand der Projekte. Die Akquisition vom finnischen Konkurrenten Rolls-Royce Commercial Marine durch Kongsberg hat den weltweiten Führungsanspruch des Unternehmens noch einmal unterstrichen.

Die indikatorbasierte PESTEL-Analyse hat gezeigt, dass Norwegen innerhalb der Vergleichsländergruppe dieser Studie in allen Dimensionen überdurchschnittlich hohe Werte erzielt. Zwar ist das zukünftige Innovationspotential anderer Länder teilweise höher als das von Norwegen, was aber lediglich bedeutet, dass es diese Länder, allen voran China, eventuell schneller schaffen die Lücke zum Technologieführer Norwegen zu schließen.

Die qualitative Analyse hat zusätzlich gezeigt, dass das politische System sehr anpassungsfähig ist und schnell auf technische Innovationen mit Potential mit gezielten Förderungen reagiert wird, die oft mit ökologischen Nachhaltigkeitsargumenten begründet werden. Der norwegische Staat hat bereits sehr früh die Vielzahl zukunftsträchtiger Anwendungsfälle von AMS in Norwegen erkannt und bereits seit 2016 erste Testgebiete für AMS ausgewiesen und schon in 2019 damit begonnen die Weichen für eine Novellierung relevanter Schifffahrtsverordnungen zur Ermöglichung des zukünftigen Betriebes von AMS in norwegischen Gewässern zu stellen. Die Fjordlandschaft und die große Anzahl an Kurzstreckenverbindungen innerhalb der Fjorde bietet ein gutes Investitionsumfeld für AMS. Die drei aussichtsreichsten Projekte in Norwegen (Yara Birkeland, ASKO, sowie Ferry of the Future) sind hauptsächlich industriegetrieben und streben die Entwicklung kommerziell einsetzbarer Systeme an.

In der Technologieforschung zu AMS ist die NTNU Trondheim mit zwei Instituten bzw. Innovationszentren aktiv, die stark vom norwegischen Staat gefördert werden. Das „Centre for Autonomous Marine Operations and Systems" (AMOS) hat beispielsweise eine kleine autonome Passagierfähre für den urbanen Raum entwickelt, die nun über das Spin-Off „Zeabuz" kommerzialisiert werden soll.

5.6 USA

5.6.1 Umgebungsanalyse

		Wert	Ø
	POLITISCH	**7,9**	**8,0**
P1	**Politisches Umfeld**		
P1.1	Partizipation	8,3	8,5
P1.2	Politische Stabilität	6,0	6,7
P1.3	Regierungseffektivität	8,6	8,2
P2	**Regulatorisches Umfeld**		
P2.1	Regulatorische Qualität	8,4	8,3
P2.2	Rechtsstaatlichkeit	8,8	8,5
P2.3	Korruptionskontrolle	7,8	8,0
P3	**Politische Anpassungsfähigkeit**		
P3.1	Change Readiness Index	7,5	7,4
	WITSCHAFTLICH	**8,1**	**7,7**
E1	**Volkswirtschaftliches Umfeld**		
E1.1	Wachstumsrate BIP pro Kopf	6,3	6,4
E1.2	BIP pro Kopf	10	7,7
E1.3	Makroökonomisches Umfeld	6,0	7,7
E2	**Wirtschaftspolitisches Umfeld**		
E2.1	Ease of Doing Business Index	9,5	8,8
E3	**Wirtschaftl. Anpassungsfähigkeit**		
E3.1	Change Readiness Index	8,5	7,8
	GESELLSCHAFTLICH	**8,7**	**8,4**
S1	**Humankapital**		
S1.1	Primarbildung	8,2	8,4
S1.2	Sekundar- und Tertiärbildung	9,7	8,4
S2	**Technologieakzeptanz**		
S2.1	Digital Adoption Index People	8,2	8,4
S3	**Gesellschaftl. Anpassungsfähigkeit**		
S3.1	Change Readiness Index	8,8	8,4

		Wert	Ø
	TECHNOLOGISCH	**7,2**	**3,6**
T1	**Innovationsinput**		
T1.1	Bruttoinlandsausgaben für F&E	10	2,5
T1.2	BIP-Anteil für F&E	6,2	5,4
T2	**Innovationsoutput**		
T2.1	Patentanmeldungen gesamt	3,1	1,8
T2.2	Patentanmeldungen AMS	2,2	1,7
T2.3	F&E Fachbeiträge	8,2	2,5
T3	**Innovationskatalysatoren**		
T3.1	Rüstungs-F&E	10	1,7
T3.2	Flottenstruktur	9,8	2,2
T4	**Technologieakzeptanz**		
T4.1	Digital Adoption Index Business	7,9	8,3
	ÖKOLOGISCH	**8,0**	**8,5**
$E_2$1	**Umweltleistung**		
$E_2$1.1	Environmental Performance Index	8,0	8,5
	RECHTLICH	**8,2**	**7,7**
L1	**Gesetzgebung**		
L1.1	Environmental Policy Stringency	8,2	7,7

5.6.1.1 Politisch

Auf Grundlage der indikatorbasierten PESTEL-Analyse weist die politische Umgebung der USA mit einem Wert von 7,9 nahezu am Durchschnitt der Vergleichsländer mit 8,0. Lediglich die politische Stabilität in den USA zeigt mit 6,0 einen Wert, der deutlich unter dem Durchschnitt mit 6,7 liegt.

5.6.1.1.1 Politisch-strategische Maßnahmen

Während der Recherche konnten keine AMS-spezifischen politisch-strategischen Maßnahmen der USA identifiziert werden. Die Förderung von militärischen Projekten durch die US-Regierung lässt jedoch auf eine hohe politische Relevanz in diesem Bereich schließen.

Das Projekt NOMARS (No Manning Required Ship) wird hier mit 64,6 Mio US-Dollar für die Konzeptionierung eines „Long-Endurance Autonomous Surface Ship" von der Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA) gefördert. Für die Entwicklung und Herstellung eines Demonstrators ab 2022 sollen weitere Förderungen von der DARPA bereitgestellt werden[58].

In 2018 wurde die Marine Autonomous Research Site (MARS) auf dem Lake Michigan eingeweiht. Das Testgebiet ist an das Great Lakes Research Center der Michigan Technological University (MTU) angeschlossen und soll das erste Frischwassertestzentrum für AMS weltweit sein[59].

5.6.1.2 Wirtschaftlich

In Bezug auf das wirtschaftliche Umfeld liegen die USA mit 8,1 leicht über dem Durchschnitt der Vergleichsländer. Hier ist auffällig, dass das makroökonomische Umfeld der USA deutlich unterdurchschnittlich abschneidet. Die USA haben hingegen das höchste BIP pro Kopf und stehen auch im Bereich des wirtschaftspolitischen Umfeldes, gemessen anhand des Ease of Doing Business-Index im oberen Bereich der Vergleichsländer.

5.6.1.2.1 AMS Branchenverbände

Während der Recherche konnten keine AMS-spezifischen Branchenverbände oder Interessengemeinschaften in den USA identifiziert werden.

5.6.1.3 Gesellschaftlich

In Bezug auf die gesellschaftliche Komponente der PESTEL-Analyse liegen die USA mit einem Gesamtergebnis von 8,7 knapp oberhalb des Durchschnittswertes von 8,4 der Vergleichsländer. Während die Primarbildung in den USA als im Vergleich leicht unterdurchschnittlich bewertet wird, liegen Sekundar- und Tertiärbildung im Spitzenbereich. Die digitale Akzeptanz, sowie die gesellschaftliche Anpassungsfähigkeit sind durchschnittlich.

5.6.1.4 Technologisch

Hier liegen die USA deutlich an der Spitze der Vergleichsländer. Insgesamt fließen in den USA im Vergleich die höchsten Mittel in den Bereich Forschung & Entwicklung, wobei der prozentuale Anteil dieser Ausgaben am BIP, trotz des hohen BIP der USA, noch deutlich über dem Durchschnitt liegen. Die allgemeinen F&E-Ausgaben werden durch enorme staatliche Mittelzuweisungen für Rüstungs-F&E ergänzt, die mit 70 Mrd. US-Dollar in 2019 fast drei Mal so hoch lagen, wie die von China, und dem 35-fachen der Rüstungs-F&E der Bundesrepublik Deutschland entsprechen. In der Subdimension

---

[58] Office of the Under Secretary of Defense, "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2022 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency," 2021.
[59] Marc Wilcox, "Smart Ships Coalition Launched," Michigan Technological University, 2018.

„Innovation Output", was die Anzahl Patentanmeldungen allgemein, die Anzahl AMS-spezifische Patentanmeldungen, sowie die Anzahl an Journal Artikel beinhaltet, liegen die USA auf dem zweiten Platz innerhalb der Vergleichsgruppe. Während die Anzahl an Journal-Artikeln nur knapp unter dem Output von China liegen, liegen die USA bei der Anzahl der Patentanmeldungen (allgemein und AMS-spezifisch), deutlich hinter der Volkrepublik zurück (siehe auch Abbildung 3 in Abschnitt 4.7.1.4).

5.6.1.4.1 Förderprogramme

DARPA

Die Defense Advanced Research Projects Agency des US-Verteidigungsministeriums ist für die Entwicklung neuer Technologien für den Einsatz beim Militär zuständig. Die DARPA umfasst etwa 220 Regierungsmitarbeiter in sechs technischen Büros, darunter fast 100 Programmmanager, die zusammen etwa 250 Forschungs- und Entwicklungsprogramme betreuen[60]. Neben dem GPS war die DARPA unter anderem an der Finanzierung der Entwicklung der Messenger RNA von Moderna beteiligt[61].

Das Jahresbudget der DARPA liegt bei ca. 3,5 Mrd. US-Dollar[62]. Hiervon sind im Jahr 2021 ca. 350 Mio US-Dollar dem Bereich „Network-Centric Warfare Technology" zugeteilt, der wiederrum den Unterbereich „Maritime Systems" mit ca. 150 Mio US-Dollar beinhaltet, wovon in 2021 24 Mio US-Dollar für das Projekt NOMARS (siehe Abschnitt 4.6.2.2) vorgesehen sind[63]. Insgesamt sind zwischen 2020 und 2022 67,6 Mio US-Dollar allein für die Konzeptphase von NOMARS vorgesehen[64].

5.6.1.4.2 AMS Forschungseinrichtungen

Im Projekt „Roboat" (siehe Nr. 18 im Projektkatalog) ist das Massachusetts Institute of Technology (MIT) mit einer Vielzahl von Wissenschaftlern aus verschiedenen Fachbereichen beteiligt[65]. Das MIT war in der Vergangenheit bereits an anderen Projekten im Bereich AMS maßgeblich beteiligt, z.B. bei SCOUT[66] oder AutoCat[67]. Das MIT betreibt zudem das Autonomous Underwater Vehicles Lab, das neben der Entwicklung von autonomen Unterwasserfahrzeugen auch in der Forschung und Entwicklung von autonomen Überwasserfahrzeuge tätig ist[68].

Daneben betreibt auch die Michigan Technical University (MTU) Forschung im Bereich von AMS in ihrem Great Lakes Research Center, an das auch die bereits beschriebene Marine Autonomous Research Site angeschlossen ist[69].

5.6.1.5 Ökologisch

Bei der Umweltleistung liegen die USA auf Grundlage der indikatorbasierten Analyse mit einem Wert von 8,0 leicht unter dem Durchschnitt der Vergleichsländer.

---

[60] DARPA, "About DARPA," 2021.
[61] The Economist, "A growing number of governments hope to clone America's DARPA," 2021.
[62] DARPA, "Budget," 2021.
[63] Office of the Under Secretary of Defense, "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2022 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency," 2021, S. 209.
[64] Ebd., S. 209.
[65] Roboat, "Roboat project," 2021.
[66] J. Curcio, J. Leonard, and A. Patrikalakis, "SCOUT — A Low Cost Autonomous Surface Platform for Research in Cooperative Autonomy".
[67] J. E. Manley et al., "Evolution of the autonomous surface craft AutoCat".
[68] MIT Sea Grant, "The Autonomous Underwater Vehicles Lab," 2021.
[69] Michigan Technological University, "Great Lakes Research Center Becomes Newest PlanetM Testing Facility Partner," 2020.

5.6.1.5.1 Verfolgung ökologischer Trends

Der Biden-Plan für eine saubere Energierevolution und Umweltgerechtigkeit (The Biden Plan for a Clean Energy Revolution and Environmental Justice) sieht Staatsinvestitionen in Höhe von 1,7 Bio. US-Dollar über die kommenden zehn Jahre vor[70]. Im Zuge der Recherche konnten zwar keine AMS-spezifischen Mittelzuweisungen für AMS identifiziert werden, jedoch könnten Klimaschutzbemühungen der USA als Innovationskatalysator in diesem Bereich dienen.

5.6.1.6 Rechtlich

Indikatorbasiert liegen die USA hier mit 8,2 leicht über dem Durchschnitt der Vergleichsländer (7,7).

5.6.1.6.1 Gesetzgebungsprozess AMS

Während der Recherche konnten keine Informationen zu Gesetzgebungsprozessen im Bereich AMS ermittelt werden.

5.6.2 Projekte

Während der Recherchen zur internationalen Projektumschau wurden insgesamt 94 relevante Anwendungsfälle, Projekte und Produkte im Bereich der Maritimen Autonomen Systeme identifiziert, die unterschiedliche Automatisierungsgrade aufwiesen. An insgesamt 21 dieser Projekte waren US-amerikanische Unternehmen oder Forschungseinrichtungen direkt beteiligt. An insgesamt 16 Projekten waren bzw. sind ausschließlich norwegische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen beteiligt.

Von den 35 Projekten im Projektkatalog waren an sieben Projekten ausschließlich US-amerikanische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen beteiligt. An zwei Projekt waren US-amerikanische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen in einem internationalen Konsortium beteiligt, so dass US-amerikanische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen insgesamt an neun Projekten beteiligt sind. Eine ähnlich hohe Anzahl an Projektbeteiligungen haben lediglich China (sechs Projekte) Deutschland (sieben Projekte) und Norwegen (sieben Projekte).

5.6.2.1 Mayflower Autonomous Ship (MAS400)

5.6.2.1.1 Projektbeschreibung

Die Mayflower ist ein autonomes Forschungsschiff, das auf der Überfahrt von Plymouth (UK) nach Plymouth (US) Daten zu Ozeanforschungszwecken sammeln soll. Das MAS400 ist nach der berühmten Mayflower von 1620 benannt, deren Route während der Überfahrt des MAS abgefahren werden soll[71].

Hauptmotivation des Projekts ist der Schutz der Ozeane durch die konstante und kostengünstige Sammlung von Daten durch ein unbemanntes und autonomes Forschungsschiff. Die Mayflower wurde daher mit einer Reihe von wissenschaftlichen Geräten ausgestattet. Die wissenschaftlichen Projekte an Bord der Eröffnungsfahrt werden sich zunächst auf die Bereiche „Gesundheit der Meere", „Meeressäugetiere", sowie „Gezeiten und Wellen" konzentrieren[72].

Die Mayflower ist mit dem System MAS AI Captain ausgestattet, das es dem Schiff ermöglichen soll Kollisionsszenarien selbstständig zu erkennen und autonom ein Ausweichmanöver zu planen und durchzuführen[73]

Schiffsspezifikationen[74]:

---

[70] Joe Biden Campaign, "Plan for Climate Change and Environmental Justice | Joe Biden," 2020.
[71] Promare, "Mayflower Autonomous Ship - Technology," 2021c.
[72] Ebd.
[73] Ebd.
[74] IBM, "Mayflower Autonomous Ship Launches," 2020.

- LOA: 15 m
- Breite: 6,2 m
- Max. Geschwindigkeit: 10 kn
- Gewicht: 4.535 kg
- Rumpfdesign: Trimaran
- Antrieb: Solarbetriebener Elektroantrieb
- Sensoren an Bord: 30
- Kameras an Bord: 6

5.6.2.1.2 Konsortium

- University of Plymouth (UK)
- IBM (USA)
- Promare Foundation (USA)
- Msubs (UK)
- Diverse andere Partner[75]

Bei dem Projekt handelt es sich um eine internationale Kollaboration, vornehmlich aus den USA und dem Vereinigten Königreich. Federführend sind die NGO Promare, sowie der Technologiekonzern IBM aus den USA.

5.6.2.1.3 Förderung

Es konnten keine Informationen zu Förderungen identifiziert werden. Zu Beginn des Projekts wurde eine Crowdfunding-Kampagne initiiert, durch die ca. 100.000 Britische Pfund gesammelt werden konnten[76].

5.6.2.1.4 Zeitlicher Ablauf

Das Projekt startete im Jahr 2016. Ursprünglich war die Atlantiküberquerung für das Jahr 2020 geplant[77]. Die letztendlich im Juni 2021 gestartete Atlantiküberquerung musste aufgrund technischer Defekte bereits nach drei Tagen abgebrochen werden[78]. Der nächste Versuch soll im Frühjahr 2022 stattfinden[79].

5.6.2.1.5 SWOT-Analyse

Interne Faktoren
Stärken (Strengths):
- Hohe mediale Aufmerksamkeit
- IBM als internationaler Technologiekonzern kann hohe Eigenmittel zur Verfügung stellen

Schwächen (Weaknesses):
- Sehr komplexes System, dadurch Fehleranfällig
- Hohe Kapital- und Entwicklungskosten
- Durch weltweites Einsatzgebiet müssen Systeme redundant sein
- Bei Systemausfall droht Totalverlust, da aufgrund der Entfernungen eine Bergung lange dauern würde
- Projekt ist auf private Mittelzuweisungen angewiesen

---

[75] Promare, "Mayflower Autonomous Ship - Partners," 2021b.
[76] Crowdfunder UK, "Mayflower Autonomous Ship," 2021.
[77] Ebd.
[78] Martin Holland, "Mayflower 400: Erste vollautonome Atlantiküberquerung abgebrochen," 2021.
[79] Promare, "Mayflower Autonomous Ship Dashboard," 2021a.

Externe Faktoren
Chancen (Opportunities):

- Weltweite Klimaschutz Bemühungen können zu einer Stärkung im Bereich der Ozeanforschung führen
- Hohes Bildungsniveau fördert langfristig die Erhaltung der Technologieführerschaft
- Durch hohe Leistungsfähigkeit und Flexibilität des politischen Systems kann langfristig schnell auf Veränderungen im AMS-Sektor reagiert werden
- Sollten sich langfristig herausstellen, dass AMS sicherer sind als durch Menschen geführte Schiffe, ist mit einer hohen Akzeptanz und Druck auf die Betreiber zu rechnen
- Sollten AMS im Bereich der weltweiten Ozeanforschung deutliche wirtschaftliche Vorteile gegenüber bemannten Schiffen bieten, ist mit einem großen Einsatzspektrum solcher Schiffe zu rechnen

Risiken (Threats):

- Generelle Fragen zu Sicherheit, Haftung, Versicherung, Regulierungen, Cyber-Sicherheit, etc. können zu Verzögerungen und Entwicklungshemmnissen führen (insbesondere im weltweiten Einsatz)

5.6.2.2 NOMARS (No Manning Required Ship)

5.6.2.2.1 Projektbeschreibung

Das NOMARS-Programm (No Manning Required Ship) zielt auf die Entwicklung kleiner, kostengünstiger, unzusammenhängender Marineplattformen ab, um die Fähigkeit zu demonstrieren, dauerhafte Einsätze durchzuführen, die derzeit von großen bemannten Schiffen aus durchgeführt werden müssen. Es soll ein Schiff entwickelt werden, das über lange Zeiträume hinweg autonom auf See operieren kann, so dass bei der Entwicklung von Schiffen keine Rücksicht auf die Besatzung genommen werden muss. NOMARS konzentriert sich dabei explizit auf die Erforschung neuartiger Ansätze für die Konstruktion des Schiffes ohne Missionssysteme. Ziel des Programms ist es, die Machbarkeit unbemannter Überwasserschiffe zu demonstrieren, die ohne menschliches Eingreifen über Monate bis Jahre hinweg autonom operieren können, und zwar in großer Zahl und mit nur regelmäßiger, depotbasierter Wartung[80].

Das NOMARS-Programm soll die Machbarkeit kleiner unbemannter Schiffe mit deutlich verbesserter Zuverlässigkeit und Funktionsfähigkeit gegenüber den derzeitigen USVs beweisen und damit den Weg für ein Konzept der verteilten Letalität ebnen: kleine Schiffe in großer Zahl, von denen jedes für sich genommen kostengünstig und von geringem Wert ist, in ihrer Gesamtheit aber eine erhebliche Abschreckung darstellt[81].

Da es sich bei der Entwicklung im NOMARS-Projekt explizit um die Entwicklung des Schiffes ohne Missions- oder Waffensysteme handelt, ist langfristig auch die kommerzielle Nutzung eines solchen Systems denkbar.

5.6.2.2.2 Konsortium

Insgesamt sieben Konsortien um folgende Unternehmen:

- ASV, LLC (L3 Harris)
- Gibbs & Cox Inc.
- Serco Inc.
- Barnstorm Research Corp.
- TDI Technologies
- InMar Technologies
- Siemens

---

[80] Office of the Under Secretary of Defense, "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2022 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency," 2021, S. 13.
[81] Office of the Under Secretary of Defense, "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2022 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency," 2021.

5.6.2.2.3 Förderung

Die Förderung der Konzeptphase wird aktuell mit 67,6 Mio. US-Dollar im Zeitraum 2020 bis 2022 angegeben und wird von der DARPA bereitgestellt[82]. Für die Entwicklung und den Bau des Demonstrators wären entsprechend weitere Mittel notwendig.

5.6.2.2.4 Zeitlicher Ablauf

Das Programm ist in drei Phasen unterteilt, wobei sich die erste Phase auf die Konzeptionierung beschränkt. In den Phasen zwei und drei sollen dann Demonstratoren und Prototypen folgen. Die erste Phase ist wiederrum in eine Phase 1A und 1B unterteilt.[83] Die Phase 1A dient der Konzeptionierung und Validierung inkl. Entwurf der Architektur und des Rumpfes, sowie der mechanischen und elektrischen Systeme. Für diese Phase wurden Aufträge an Konsortien um ASV LLC, (einer Sparte von L3 Harris), Gibbs & Cox Inc. sowie Serco Inc. vergeben[84]. Durch die Phase 1B sollen Schiffwartungs- und Logistiksysteme für den autonomen Betrieb konzeptioniert werden. Für diese Phase wurden Konsortien um die Unternehmen Barnstorm Research Corp., TDI Technologies, InMar Technologies und Siemens beauftragt. In der zweiten Phase soll dann ab 2022 mit der Entwicklung und dem Bau eines Demonstrators begonnen werden[85]. Branchenberichten zufolge soll sich mindestens das Konsortium um Serco Inc. Für die Phase 2 qualifiziert haben.[86]

2020: Beginn der Evaluierung des Design-Spielraums, der ersten Konzeptentwicklung, sowie der Technologieexploration[87]
2021: Auftragsvergabe, vollständige Überprüfung des konzeptionellen Entwurfs, vollständige Überprüfung der Systemanforderungen, Durchführung des vorläufigen Systementwurfs für mehrere Konzeptschiffe[88]
2022: Durchführung des detaillierten Entwurfs ausgewählter Konzeptschiffe und Abschluss der kritischen Entwurfsprüfung, Beginn der Entwicklung eines NOMARS-Demonstrationsschiffs[89]

5.6.2.2.5 SWOT-Analyse

Interne Faktoren
Stärken (Strengths):

- Durch die phasenweise Auftragserteilung an insgesamt sieben Konsortien hoher Wettbewerb innerhalb der ersten Phase des Projektes
- Durch Wettbewerb kommen unterschiedliche Konzepte zustande, was zu einer hohen Innovationsfähigkeit beitragen kann
- Die beteiligten Unternehmen haben teilweise bereits hohe Erfahrungswerte im Bereich autonomer maritimer Systeme
- US Rüstungsprojekt
- Schiffe sollen weltweit über Monate oder Jahre autonom agieren können
- Kommerzieller Anwendungsfall denkbar

---

[82] Ebd.
[83] Nathan Gain, "DARPA awards contracts for the No Manning Required Ship program," *Naval News,* October 14, 2020, https://www.navalnews.com/naval-news/2020/10/darpa-awards-contracts-for-the-no-manning-required-ship-program/, accessed October 2021.
[84] Ebd.
[85] Office of the Under Secretary of Defense, "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2022 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency," 2021.
[86] Washington Technology, "DARPA unmanned ship work moves forward -- Washington Technology," 2021.
[87] Office of the Under Secretary of Defense, "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2021 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency," 2020, S. 13.
[88] Office of the Under Secretary of Defense, "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2022 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency," 2021.
[89] Ebd.

Schwächen (Weaknesses):

- Hohe Kapital- und Entwicklungskosten
- Aktuell wird ausschließlich militärische Nutzung angestrebt
- Für kommerzielle Nutzung müsste ein wirtschaftlich vertretbares System entstehen
- Überführung in kommerziellen Bereich eventuell nicht gewollt oder aber aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht möglich

Externe Faktoren

Chancen (Opportunities):

- Insbesondere im militärischen Bereich haben unbemannte Systeme große Vorteile gegenüber bemannten Systemen
- USA haben großes Interesse an autonomen Systemen im Rüstungsbereich, wodurch langfristig Fördermittel sichergestellt werden können
- Insgesamt hohe staatliche Mittelzuweisungen für F&E im Bereich Rüstung

Risiken (Threats):

- Generelle Fragen zu Sicherheit, Haftung, Versicherung, Regulierungen, Cyber-Sicherheit, etc. können zu Verzögerungen und Entwicklungshemmnissen führen

5.6.3 Zusammenfassung

Im Projektkatalog finden sich eine Vielzahl von Projekten unter US-amerikanischer Beteiligung. Neben Rüstungsprojekten gehört der Technologie- und Rüstungskonzern L3 Harris international zu den führenden Herstellern autonomer Systeme im Bereich Forschung und Vermessung und bietet hier eine Vielzahl von Produkten an. Das aktuell bedeutendste Projekt unter amerikanischer Beteiligung ist das autonome Forschungsschiff Mayflower (MAS400), dass unter Führung von IBM und der NGO Promare entwickelt wurde. Das MAS400 ist das einzige System aus dem Projektkatalog, das autonom auf Hoher See operieren kann und bereits realisiert wurde. Das einzige andere Projekt aus dem Projektkatalog, das autonom auf Hoher See operieren soll, sich aber noch in der Konzeptphase befindet, ist das Projekt NOMARS, das ebenfalls aus den USA stammt und das am stärksten geförderte Projekt aus dem Projektkatalog ist. Es handelt sich bei dem Projekt zwar um ein Militärprojekt, der Anwendungsfall einer großen Mehrzweckplattform ist aber auch zivil denkbar und wurde daher als eines der Top 5-Projekte in den Projektkatalog aufgenommen.

Die indikatorbasierte PESTEL-Analyse hat gezeigt, dass sich die USA innerhalb der Vergleichsländergruppe dieser Studie in den meisten Dimensionen nahe den Durchschnittswerten bewegen. In der Dimension „Technologisch" schneiden die USA aber ungleich höher ab als die meisten anderen Länder und liegen sogar knapp vor China an der Spitze der Vergleichsgruppe. Insbesondere die Ausgaben für F&E sowie Rüstungs-F&E sind die höchsten weltweit. Die hohen zur Verfügung stehenden Fördermittel im Rüstungsbereich werden als starker Innovationskatalysator angesehen, da AMS eine hohe Attraktivität für militärische Anwendungsbereiche haben und die USA in diesem Bereich seit jeher einen weltweiten Führungsanspruch haben. Ein dadurch generierter Technologievorsprung könnte sich auch auf den zivilen Bereich übertragen.

Die qualitative Analyse hat zusätzlich gezeigt, dass neben der militärischen Forschung an AMS, sowie der Forschungsbemühungen des MIT, beispielsweise am Projekt Roboat, auch auf den großen Seen an AMS geforscht wird. Hier wurde 2018 die Marine Autonomous Research Site (MARS) der Michigan Technological University (MTU) eingeweiht. Die Einrichtung eines Forschungszentrums am Lake Michigan kommt hierbei nicht überraschend, hat doch die Indikatoranalyse gezeigt, dass die Schiffsflotte der USA zu einem großen Teil aus Fähren, Schleppern und Offshore-Fahrzeugen besteht, die zu einem bedeutenden Teil auf den großen Seen unterwegs sind.

5.7 Volksrepublik China

5.7.1 Umgebungsanalyse

		Wert	Ø
	POLITISCH	**5,1**	**8,0**
P1	**Politisches Umfeld**		
P1.1	Partizipation	2,4	8,5
P1.2	Politische Stabilität	5,1	6,7
P1.3	Regierungseffektivität	6,7	8,2
P2	**Regulatorisches Umfeld**		
P2.1	Regulatorische Qualität	5,3	8,3
P2.2	Rechtsstaatlichkeit	5,3	8,5
P2.3	Korruptionskontrolle	4,3	8,0
P3	**Politische Anpassungsfähigkeit**		
P3.1	Change Readiness Index	7,0	7,4
	WITSCHAFTLICH	**7,3**	**7,7**
E1	**Volkswirtschaftliches Umfeld**		
E1.1	Wachstumsrate BIP pro Kopf	9,1	6,4
E1.2	BIP pro Kopf	3,1	7,7
E1.3	Makroökonomisches Umfeld	8,8	7,7
E2	**Wirtschaftspolitisches Umfeld**		
E2.1	Ease of Doing Business Index	8,3	8,8
E3	**Wirtschaftl. Anpassungsfähigkeit**		
E3.1	Change Readiness Index	7,0	7,8
	GESELLSCHAFTLICH	**6,9**	**8,4**
S1	**Humankapital**		
S1.1	Primarbildung	8,2	8,4
S1.2	Sekundar- und Tertiärbildung	6,9	8,4
S2	**Technologieakzeptanz**		
S2.1	Digital Adoption Index People	6,1	8,4
S3	**Gesellschaftl. Anpassungsfähigkeit**		
S3.1	Change Readiness Index	6,3	8,4

		Wert	Ø
	TECHNOLOGISCH	**6,9**	**3,6**
T1	**Innovationsinput**		
T1.1	Bruttoinlandsausgaben für F&E	9,3	2,5
T1.2	BIP-Anteil für F&E	4,8	5,4
T2	**Innovationsoutput**		
T2.1	Patentanmeldungen gesamt	10	1,8
T2.2	Patentanmeldungen AMS	10	1,7
T2.3	F&E Fachbeiträge	10	2,5
T3	**Innovationskatalysatoren**		
T3.1	Rüstungs-F&E	4,2	1,7
T3.2	Flottenstruktur	1,5	2,2
T4	**Technologieakzeptanz**		
T4.1	Digital Adoption Index Business	5,5	8,3
	ÖKOLOGISCH	**3,2**	**8,5**
$E_2$1	**Umweltleistung**		
$E_2$1.1	Environmental Performance Index	3,2	8,5
	RECHTLICH	**5,3**	**7,7**
L1	**Gesetzgebung**		
L1.1	Environmental Policy Stringency	5,3	7,7

5.7.1.1 Politisch

Auf Grundlage der indikatorbasierten PESTEL-Analyse weist die politische Umgebung Chinas mit einem Wert von 5,1 den niedrigsten Wert der an relevanten AMS-Projekten partizipierenden Länder auf, der Durchschnitt liegt hier bei 8,0. Insbesondere die Bürgerpartizipation wird in China als sehr schlecht bewertet, was für einen autokratisch geführten Staat jedoch der Normalfall sein dürfte.

5.7.1.1.1 Politisch-strategische Maßnahmen

AMS-spezifische politisch-strategische Maßnahmen der Volksrepublik China konnten während der Recherche nicht direkt identifiziert werden. Die Menge an AMS-relevanten Patentanmeldungen, die in den letzten Jahren aus China eingereicht wurden, deutet hier jedoch auf eine starke Aktivität mit hohen Fördermaßnahmen hin. Das Forschungs- und Technologieberatungsunternehmen Thetius, das sich unter anderem auf Marktanalysen im Bereich der autonomen Schifffahrt spezialisiert hat, fand heraus, dass weltweit insgesamt ca. 3.000 Patente für AMS registriert wurden, wobei die Volksrepublik China einen Anteil von 96% ausmache[90]. Das Unternehmen erwartet, dass China ab 2025 weltweit führend im Bereich der AMS sein werde[91].

China hat in 2018 damit begonnen ein 770 km^2 großes Testgebiet, das Wanshan Marine Test Field[92], für AMS in Zuhai (Guangdong) in der Nähe von Hong Kong einzurichten[93]. Das Testgebiet wurde von der Stadt Zhuhai, der China Classification Society, der Wuhan University of Technology und dem Unternehmen OceanAlpha finanziert[94]. Medienberichten zufolge soll das Testgebiet über einen eigenen Anleger, sowie Kommunikations- und Navigationseinrichtungen verfügen[95]. Ende 2019 wurde in diesem Testgebiet die erste Testfahrt des autonomen Testschiffs Jindouyun 0 Hao (Cloudborne 0)[96], das die Nullserie des Cloudborne-Projektes darstellt, durchgeführt. Neben der Erprobung von AMS dient das Testfield außerdem der Erprobung und Kalibrierung von Navigationssystem[97].

5.7.1.2 Wirtschaftlich

In Bezug auf das wirtschaftliche Umfeld liegt China mit 7,3 leicht unter dem Durchschnitt der Vergleichsländer. Zwar hat China eine der höchsten BIP Wachstumsraten, das BIP pro Kopf liegt aber aufgrund des starken Gefälles zwischen städtischer und ländlicher Bevölkerung auf einem sehr niedrigen Niveau. Während das wirtschaftliche Umfeld insgesamt im Durschnitt liegt, ist die wirtschaftliche Anpassungsfähigkeit Chinas eher unterdurchschnittlich innerhalb der Vergleichsländer.

5.7.1.2.1 AMS Branchenverbände

Branchenverbände in China, angeführt von der HNA Technology Logistics Group und der China Classification Society (CSS), haben eine Allianz zur Entwicklung unbemannter Frachtschiffe gegründet. Medienberichten zufolge sollen die Mitglieder der Allianz bei der Festlegung von Technologie- und Regulierungsstandards, der Bewertung der Umweltauswirkungen und der späteren Kommerzialisierung unbemannter Schiffe zusammenarbeiten. Mit der Unterstützung von Experten des American Bureau of Shipping (ABS), von Det Norske Veritas (DNV), des chinesischen Instituts für Schiffs- und Meerestechnik

---

[90] Nick Chubb, "China will be a leader in autonomous shipping by 2025," Thetius, 2020.
[91] Ebd.
[92] Sarmpezi Sandra, "China builds Asia's first autonomous ship test area," SAFETY4SEA, 2018.
[93] The Maritime Executive, "China to Build Autonomous Ship Test-Bed," 2018.
[94] Global Times, "China starts building test site for unmanned ships," 2018.
[95] Ebd.
[96] City of Zhuhai, "Small unmanned cargo ship first ever to deliver load," 2019.
[97] Chuntao Chen et al., "Preliminary calibration results of the HY-2B altimeter's SSH at China's Wanshan calibration site," *Acta Oceanologica Sinica* 40, no. 5 (2021).

und des Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute werde erwartet, dass die Allianz einen tiefgreifenden Einfluss auf die Branche haben wird[98].

5.7.1.3 Gesellschaftlich

In Bezug auf die gesellschaftliche Komponente der PESTEL-Analyse liegt China mit einem Gesamtergebnis von 6,9 deutlich unterhalb des Durchschnittswertes von 8,4 der Vergleichsländer. Während die Primarbildung noch nahezu im Durchschnitt liegt, wird die Sekundar- und Tertiärbildung als unterdurchschnittlich bewertet. Zudem liegt die digitale Akzeptanz, sowie die gesellschaftliche Anpassungsfähigkeit ebenfalls deutlich unter dem Durchschnitt. Hier spielt jedoch auch die Inhomogenität der Gesellschaft, insbesondere zwischen ländlicher und urbaner Bevölkerung eine entscheidende Rolle.

5.7.1.4 Technologisch

Hier liegt China (6,9), zusammen mit den USA (7,2), an der Spitze der Vergleichsländer. In China fließen hohe Mittel in den Bereich Forschung & Entwicklung, die durch hohe staatliche Mittelzuweisungen für Rüstungs-F&E ergänzt werden. In der Subdimension „Innovation Output", was die Anzahl Patentanmeldungen allgemein, die Anzahl AMS-spezifische Patentanmeldungen, sowie die Anzahl an Journal Artikel beinhaltet, ist China der weltweit führende Staat. Und das mit großem Abstand (siehe nachfolgendes Diagramm). Zwar kann auf Grundlage dieser Zahlen keine Antwort auf die Qualität des Innovationsoutputs getroffen werden, jedoch zeigt sich, dass China im F&E-Bereich allgemein, aber auch AMS-spezifisch große Forschungsbemühungen anstellt.

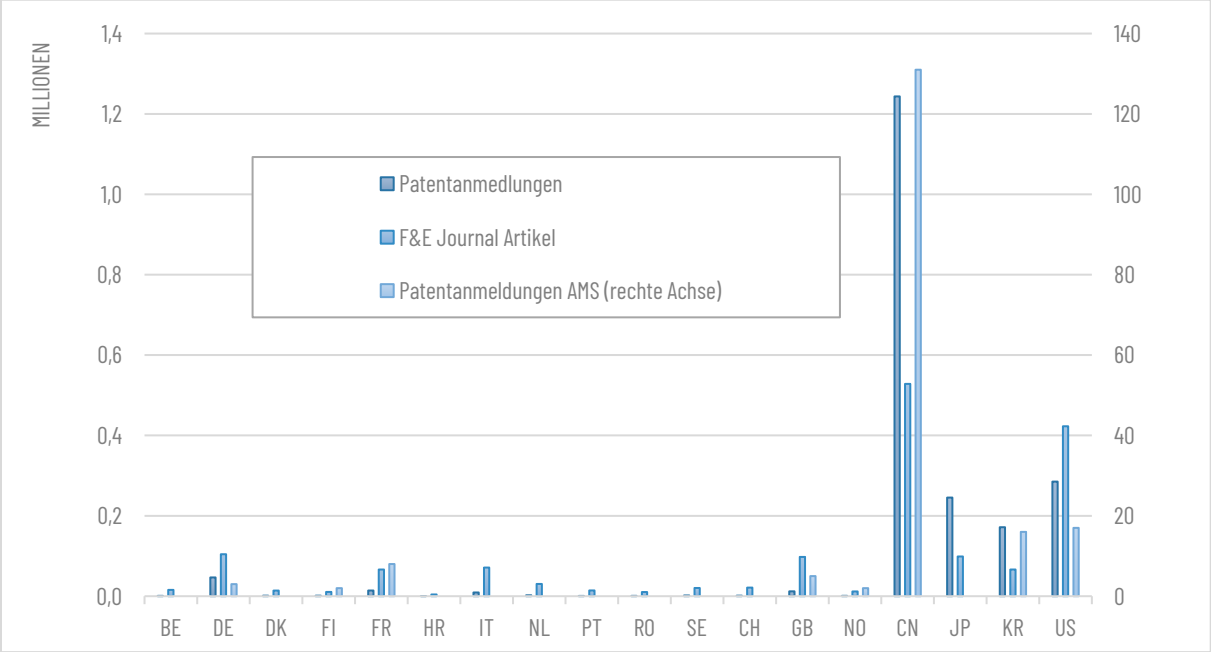

Abbildung 3: Innovationsoutput Vergleichsländer (eigene Darstellung)

5.7.1.4.1 Förderprogramme

Im Zuge der Recherche konnten keine Informationen über AMS-spezifische Förderprogramme in China gefunden werden. Aufgrund der hohen Aktivitäten in Forschung und Entwicklung im Bereich der AMS, des hohen Kommerzialisierungsgrades von AMS durch chinesische Unternehmen und der hohen Investitionen in Testgebiete Forschungs- und Testzentren, ist davon auszugehen, dass die Branche hohe staatliche Zuwendungen bezieht. Die Quantifizierung von branchenspezifischen Fördermaßnahmen in China, aber selbst deren bloße Identifizierung, ist nahezu nicht möglich, da die Rolle der

[98] Offshore Energy, "Unmanned Cargo Ship Development Alliance Launched in Shanghai," 2017; Seatrade Maritime, "China launches Unmanned Cargo Ship Development Alliance," 2017.

Industriepolitik in China undurchsichtig ist[99]. Kalouptsidi von der Harvard University beschreibt, dass eine wichtige Hürde bei der Beantwortung dieser Frage in der Schwierigkeit liege, zu wissen, welche Politiken überhaupt vorhanden sind[100].

5.7.1.4.2 AMS Forschungseinrichtungen

In direkter Nähe zum Testgebiet Wanshan (siehe auch 4.7.1.1.1) befindet sich die neue Firmenzentrale und USV Research, Develop & Testing Center von OceanAlpha (Yunzhou Technologies), ein 32.000 m^2 umfassendes 10-stöckiges Gebäude, das einem Katamaran nachempfunden ist[101]. Medienberichten zufolge soll der Komplex insgesamt um die 44 Mio. US-Dollar gekostet haben[102] und bietet neben einem abgeschlossenen Testbecken ein weiteres Testgebiet im Hafen, das für die Nutzung von Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen angeboten wird.[103]

5.7.1.5 Ökologisch

Bei der Umweltleistung liegt China auf Grundlage der indikatorbasierten Analyse mit einem Wert von 3,2 auf dem letzten Platz der Vergleichsländer.

5.7.1.6 Rechtlich

Indikatorbasiert liegt China hier mit 5,3 deutlich unter dem Durchschnitt der Vergleichsländer (7,7).

5.7.1.6.1 Gesetzgebungsprozess AMS

Im Zuge der Recherche konnten keine Informationen zu laufenden Gesetzgebungsprozessen zu AMS in China identifiziert werden.

5.7.2 Projekte

Während der Recherchen zur internationalen Projektumschau wurden insgesamt 94 relevante Anwendungsfälle, Projekte und Produkte im Bereich der Maritimen Autonomen Systeme identifiziert, die unterschiedliche Automatisierungsgrade aufwiesen. An insgesamt 12 dieser Projekte waren chinesische Unternehmen oder Forschungseinrichtungen direkt beteiligt. An insgesamt 10 Projekten waren bzw. sind ausschließlich chinesische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen beteiligt.

Von den 25 Projekten im Projektkatalog waren an sechs Projekten ausschließlich chinesische Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen beteiligt. China war bzw. ist an keinem Projekt in internationalen Konsortien beteiligt.

Das Unternehmen OceanAlpha ist an allen chinesischen Projekten bzw. Systemen aus dem Projektkatalog beteiligt.

5.7.2.1 Cloudborne

5.7.2.1.1 Projektbeschreibung

Bei „Cloudborne" handelt es sich um ein Kollaborationsprojekt zwischen OceanAlpha, der China Classification Society (CCS), der Stadtverwaltung von Zhuhai und der Technischen Universität Wuhan. Ziel des Projekts ist die Entwicklung eines kleinen unbemannten Frachtschiffs mit autonomen Fähigkeiten. Das Schiff soll eine Tragfähigkeit von 500 t bei einer Länge von

---

[99] Myrto Kalouptsidi, "Detection and Impact of Industrial Subsidies: The Case of Chinese Shipbuilding," Harvard University, 2017, S. 42.
[100] Ebd., S. 42.
[101] OceanAlpha, "About OceanAlpha - World-Leading Unmanned Surface Vehicle Supplier," 2021.
[102] OceanAlpha, "OceanAlpha's new USV plant to enhance region's marine economy," 2021.
[103] Ebd.

46,8 m haben und batteriebetrieben sein. Das System soll vollständig im Inland mit chinesischer Technologie entwickelt werden und auf Grundlage des Navigationssystems Beidou operieren. OceanAlpha zufolge soll das Frachtschiff für die Binnenschifffahrt und die Inselversorgung eingesetzt werden[104].

Um den Bedarf an Forschungs- und Entwicklungstests für unbemannte Schiffe zu decken, hat das Projektteam mit Unterstützung der Stadtverwaltung von Zhuhai die notwendige Testinfrastruktur geschaffen, zu der ein maritimes Testgelände, automatische Anlegeterminals, maritime Kommunikations- und Netzwerksysteme gehören (siehe auch 4.7.1.1.1). Medienberichten zufolge hat OceanAlpha zudem ein privates drahtloses Breitbandnetz aufgebaut, das das Mündungsgebiet des Perlflusses im Perlflussdelta abdecken soll[105].

Während zunächst die Fernsteuerung des Schiffes aus Navigationskontrollzentren geplant ist[106], soll langfristig über eine Kombination aus KI und Überwachung ein Autonomiebetrieb inkl. Kollisionsverhütung erzielt werden[107].

Ende 2019 fand Medienberichten zufolge die Jungfernfahrt der Nullserie der Cloudborne, mit dem Namen Jin Dou Yun 0 Hao (Cloudborne 0)[108], zwischen der zu Zhuhai gehörenden Insel Dong Ao und einer Pier der Hongkong-Zhuhai-Macau-Brücke statt. Die Cloudborne 0 hat eine Länge von 12,86 m und eine Breite von 3,8 m. Informationen über den Bau oder die Einführung der Cloudborne konnten nicht identifiziert werden.

Schiffsspezifikationen[109]:

- LOA: 46,8 m
- Breite: 9,3 m
- Tragfähigkeit: 500 Tonnen
- Tiefgang: 2,6 m
- Antrieb: Elektrisch
- Geschwindigkeit: 9 Knoten
- Leistung: 2x120 kw

5.7.2.1.2 Konsortium:

- OceanAlpha
- China Classification Society
- Zhuhai Municipal Government
- Wuhan University of Technology

5.7.2.1.3 Förderung

Nicht bekannt.

5.7.2.1.4 Zeitlicher Ablauf

Ende 2017: Projektstart
Ende 2019: Test der Nullserie Jin Dou Yun 0 Hao

5.7.2.1.5 SWOT

---

[104] OceanAlpha, "OceanAlpha Develops Commercial Shipping USV," 2021c.
[105] Ebd.
[106] Ebd.
[107] OceanAlpha, "Unmanned surface vehicle solutions for autonomouos shipping," 2021g.
[108] City of Zhuhai, "Small unmanned cargo ship first ever to deliver load," 2019.
[109] IBM, "Mayflower Autonomous Ship Launches," 2020.

Interne Faktoren
Stärken (Strengths):

- OceanAlphas Kernkompetenz ist die Entwicklung, Produktion und der kommerzielle Vertrieb von USV und ASV, so dass hier bereits hohe Expertise vorhanden ist
- ASV und USV werden auch für den militärischen Bereich produziert
- Konkreter praktischer Anwendungsfall mit Beteiligung der Regierung
- Nullserie befindet sich bereits im Test

Schwächen (Weaknesses):

- Sehr komplexes System, wodurch sich der autonome Betrieb noch hinziehen wird
- Hohe Kapital- und Entwicklungskosten
- Zum autonomen Betrieb müssen zusätzlich Navigationszentralen eingerichtet werden
- Langfristig muss ein wirtschaftlich vertretbares System entstehen
- Kosten/Nutzen-Verhältnis ist unklar

Externe Faktoren
Chancen (Opportunities):

- China investiert mehr als alle anderen Länder in Forschung und Entwicklung
- Förderprogramme und Fördersummen für AMS können zwar durch Recherche nicht identifiziert werden, es wird jedoch vermutet, dass hier hohe Subventionen getätigt werden
- Es wurde bereits ein sehr großes Testgebiet mit Regierungsunterstützung in der Nähe der Firmenzentrale eingerichtet
- Elektromobilität zeigt hohe Akzeptanz für neue Technologien in China
- Sehr hoher Innovationsoutput im Bereich von AMS
- Das politische System Chinas kann flexibel und durchgreifend agieren und hohe Fördersummen bereitstellen, sofern Technologieführerschaft in einem Bereich angestrebt wird

Risiken (Threats):

- Informationslage des Projektes ist dürftig, so dass der tatsächliche Entwicklungsfortschritt schwer einschätzbar ist

5.7.3 Zusammenfassung

Während der Projektrecherche war auffällig, dass an allen chinesischen AMS-Projekten das zum Technologiekonzern Yunzhou Tech gehörende Unternehmen OceanAlpha beteiligt war, dass auch international zu den führenden Unternehmen autonomer Systeme im Bereich der Forschung und Vermessung gehört. Ähnlich wie Kongsberg ist Yunzhou Tech stark im Rüstungsbereich aktiv und entwickelt neben kommerziell einsetzbaren AMS auch Systeme für die Streitkräfte oder den Küstenschutz. Das Unternehmen betreibt ein großes Testzentrum für AMS mit angrenzendem Testgebiet in der Nähe von Hong Kong.

Die indikatorbasierte PESTEL-Analyse hat gezeigt, dass China innerhalb der Vergleichsländergruppe dieser Studie in fast allen Dimensionen unterdurchschnittliche Werte erzielt. Zwar ist China ein Industriestaat und das Land mit dem höchsten Nettoexport, ist aufgrund seiner Inhomogenität zwischen ländlichen Gebieten und urbanen Ballungszentren, in vielerlei Hinsicht weiterhin als Entwicklungsstaat zu klassifizieren, was sich insbesondere im gesellschaftlichen Bereich der PESTEL-Analyse niederschlägt. Als autokratisches System schneidet China in der Indikatoranalyse zwar deutlich schlechter ab, als alle Vergleichsländer, was sich aber nicht nachträglich auf die Innovationsfähigkeit Chinas niederzuschlagen scheint. Insbesondere in den Subdimensionen der PESTEL-Analyse „Innovationsinput" und „Innovationsoutput" nimmt China weltweit eine Führungsrolle ein.

Auch wenn über die Förder- und Subventionslandschaft, sowie die politisch-strategische Ausrichtung der Regierung von China sehr wenig bekannt ist und das gesamte System sehr undurchsichtig ist, konnten im Zuge der qualitativen Analyse zumindest konkret durchgeführte Maßnahmen zur Förderung der AMS-Entwicklung identifiziert werden. So hat man bereits in 2018 mit der Errichtung eines großen Testgebietes in der Nähe von Hong Kong begonnen. Das Ausmaß an angemeldeten

Patenten, sowie die Investitionssummen, die Unternehmen wie OceanAlpha im Bereich AMS investieren, lassen jedoch auf ein hohes Maß an staatlicher Förderung schließen. Die Volksrepublik China hat das Potential zukünftig eine weltweite Führungsrolle im Bereich der AMS einzunehmen.

5.8 Deutschland

5.8.1 Umgebungsanalyse

		Wert	Ø
	POLITISCH	**8,7**	**8,0**
P1	**Politisches Umfeld**		
P1.1	Partizipation	9,2	8,5
P1.2	Politische Stabilität	6,5	6,7
P1.3	Regierungseffektivität	8,8	8,2
P2	**Regulatorisches Umfeld**		
P2.1	Regulatorische Qualität	9,1	8,3
P2.2	Rechtsstaatlichkeit	9,2	8,5
P2.3	Korruptionskontrolle	9,4	8,0
P3	**Politische Anpassungsfähigkeit**		
P3.1	Change Readiness Index	8,7	7,4
	WITSCHAFTLICH	**8,4**	**7,7**
E1	**Volkswirtschaftliches Umfeld**		
E1.1	Wachstumsrate BIP pro Kopf	6,4	6,4
E1.2	BIP pro Kopf	8,7	7,7
E1.3	Makroökonomisches Umfeld	9,0	7,7
E2	**Wirtschaftspolitisches Umfeld**		
E2.1	Ease of Doing Business Index	9,0	8,8
E3	**Wirtschaftl. Anpassungsfähigkeit**		
E3.1	Change Readiness Index	8,8	7,8
	GESELLSCHAFTLICH	**8,8**	**8,4**
S1	**Humankapital**		
S1.1	Primarbildung	8,7	8,4
S1.2	Sekundar- und Tertiärbildung	8,8	8,4
S2	**Technologieakzeptanz**		
S2.1	Digital Adoption Index People	8,7	8,4
S3	**Gesellschaftl. Anpassungsfähigkeit**		
S3.1	Change Readiness Index	9,2	8,4

		Wert	Ø
	TECHNOLOGISCH	**3,3**	**3,6**
T1	**Innovationsinput**		
T1.1	Bruttoinlandsausgaben für F&E	3,1	2,5
T1.2	BIP-Anteil für F&E	6,8	5,4
T2	**Innovationsoutput**		
T2.1	Patentanmeldungen gesamt	1,3	1,8
T2.2	Patentanmeldungen AMS	1,2	1,7
T2.3	F&E Fachbeiträge	2,8	2,5
T3	**Innovationskatalysatoren**		
T3.1	Rüstungs-F&E	1,3	1,7
T3.2	Flottenstruktur	1,1	2,2
T4	**Technologieakzeptanz**		
T4.1	Digital Adoption Index Business	8,9	8,3
	ÖKOLOGISCH	**9,2**	**8,5**
$E_2$1	**Umweltleistung**		
$E_2$1.1	Environmental Performance Index	9,2	8,5
	RECHTLICH	**7,6**	**7,7**
L1	**Gesetzgebung**		
L1.1	Environmental Policy Stringency	7,6	7,7

5.8.1.1 Politisch

Auf Grundlage der indikatorbasierten PESTEL-Analyse liegt die Bewertung der politischen Umgebung in Deutschland mit einem Wert von 8,7 deutlich über dem Durchschnitt aller Vergleichsländer (8,0).

5.8.1.1.1 Politisch-strategische Maßnahmen

In ihrer „Maritimen Agenda 2025" ist die Bundesregierung unter anderem auch auf autonome maritime Systeme eingegangen. So werden beispielsweise autonome meerestechnische Systeme genannt, die als autonom betriebene Systeme zur automatisierten Überwachung und Instandhaltung von Unterwasseranlagen definiert werden. Hier wird der Anwendungsbereich autonomer Systeme ausschließlich auf den Unterwasserbereich und überwiegend auf den Offshore-Sektor reduziert[110]. In der „Maritimen Agenda 2025" wird zudem noch auf das Förderprogramm „Maritime Sicherheit / Echtzeitdienste" eingegangen, wo die Förderung von z.B. bei der Entwicklung von Assistenzsystemen für die autonome Schifffahrt genannt werden[111].

Während die Bedeutung alternativer Kraftstoffe zur Emissionsreduzierung der Schifffahrt explizit genannt wird[112], finden sich, anders als in Norwegen, keine Aussagen zur klimabedingten Bedeutung von autonomen Schiffslösungen. Mit Ausnahme der genannten autonomen Unterwassersysteme im Offshore-Sektor, geht die Bundesregierung in Ihrer „Maritimen Agenda 2025" nicht auf autonome maritime Systeme ein. Diese Lücke wurde im zweiten Quartal 2018 mit der „Maritimen Forschungsstrategie 2025"[113]geschlossen, die deutlich die Bedeutung maritimer Digitalisierung, Assistenzsysteme und autonomer Schifffahrt, sowie eine langfristig ausgerichtete Forschungsförderung in diesem Bereich festschreiben.[114]

Diese Entwicklung, kommend von neuen Antriebssystemen zur Emissionsreduzierung, hin zu konkreter und durchgreifender Förderung von autonomer Schifffahrt, findet sich auch im politischen Diskurs der letzten Jahre wieder. Auf eine kleine Anfrage der FDP-Fraktion zum Stand der autonomen Schifffahrt in Deutschland aus dem Jahre 2018 konnte die Bundesregierung beispielsweise auf 11 der insgesamt 16 Fragen keine detaillierte und begründete Antwort geben.[115] Zwar bestätigte die Bundesregierung in ihrer Antwort auf die Frage, wie die Bundesregierung die Chancen und die Zukunft der autonomen Schifffahrt in Deutschland einschätze, dass der Grad der Automatisierung in der Schifffahrt weiter zunehmen werde und autonom fahrende Systeme weitreichende Auswirkungen auf den gesamten maritimen Sektor haben dürften.[116]Es konnten aber beispielsweise keine Aussagen zum Umfang der deutschen Anstrengungen in diesem Bereich getätigt werden oder wann die ersten autonomen Schiffe in Deutschland in Betrieb gehen dürften, da nach Aussage der Bundesregierung hierzu keine Erkenntnisse vorlägen.[117] Des Weiteren konnte die Bundesregierung keine Einschätzung darüber treffen, ob sie das Potential der autonomen Schifffahrt für ausreichend erachte, um solche Entwicklungen auch in Deutschland zu fördern, da auch hier keine ausreichenden Erkenntnisse vorlägen.[118] Die Antworten der Bundesregierung sind dahingehend überraschend, als dass die Anfrage und deren Antworten erst am 12.07.2018 veröffentlicht wurden und damit drei Monate später als die „Maritime Forschungsstrategie 2025", die die Autonomisierung der Schifffahrt deutlich als wichtiger Bestandteil der zukünftigen Schifffahrtspolitik erachtet[119].

---

[110] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, "Maritime Agenda 2025. Für die Zukunft des maritimen Wirtschaftsstandortes Deutschland.," 2017, S. 9, 17.
[111] Ebd., S. 26.
[112] Ebd., S. 26.
[113] BMWi, "Maritime Forschungsstrategie 2025," https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/maritime-forschungsstrategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=6, accessed September 2021.
[114] Ebd.
[115] Vgl.Deutscher Bundestag, "Drucksache 19/3379: Autonomes Fahren in der Schifffahrt," 2018.
[116] Ebd., S. 1.
[117] Ebd., S. 1-2ff.
[118] Deutscher Bundestag, "Drucksache 19/3379: Autonomes Fahren in der Schifffahrt," 2018, S. 2.
[119] Vgl. "Foerderrichtlinie für Investitionen zur Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Bundeswasserstraßen,": S 35 ff., https://www.bav.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Digitale_Wasserstrassen/Foerderrichtlinie.pdf?__blob=publicationFile&v=4, accessed September 2021.

Als die FDP-Fraktion im Jahr 2020 (veröffentlicht 16.10.2020)[120] eine erneute Anfrage zum Thema autonome Schifffahrt stellte, diesmal konkretisiert auf die Binnenschifffahrt, scheint diese Thematik aus dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im allgemeinen politischen Diskurs angekommen zu sein. Von insgesamt 28 Fragen wurde lediglich eine Frage, und zwar die Frage, wann nach Einschätzung der Bundesregierung mit der Inbetriebnahme der ersten autonomen Schiffe gerechnet werden könne, damit beantwortet, dass der Bundesregierung hierzu keine Erkenntnisse vorlägen [121]. Die Frage nach dem Potenzial und der grundsätzlichen Förderfähigkeit der autonomen Schifffahrt beantwortete die Bundesregierung mit einem klaren „Ja" ohne weitere Begründung.[122] Es konnten zudem eine Reihe an Projekten genannt werden, die durch das maritime Forschungsprogramm [vermutlich auf Grundlage der Maritimen Forschungsstrategie 2025 – Anm. d. Verf.] gefördert wurden bzw. werden[123].

Mindestens seit 2018 ist außerdem die Ausweisung von Testgebieten zur Erprobung von autonomen maritimen Systemen Teil des politischen Diskurses.[124]In der oben genannten kleinen Anfrage aus 2020 wurden zudem insgesamt 6 Gebiete genannt, die als Testfelder geplant seien und deren Entwicklung durch die „Förderrichtlinie Investitionen zur Entwicklung von digitalen Testfeldern auf Bundeswasserstraßen"[125]gefördert werde.[126] Aktuell ist jedoch noch keines der Testgebiete in Betrieb. Die genannte Anfrage an die Bundesregierung macht zudem deutlich, dass sich die deutschen Anstrengungen im Bereich der autonomen Schifffahrt überwiegend auf die Binnenschifffahrt beziehen.[127]

Im Mai 2021 wurde auf Antrag der Fraktionen der CDU/CSU und der SPD vom Bundestag unter anderem festgestellt, dass die autonome Schifffahrt unter Einbeziehung der Sozialpartner weiter erforscht und in die Praxis umgesetzt werden müsse. Zusätzlich müsse die Netzinfrastruktur auf dem Wasser auf den neuesten Stand gebracht werden.[128]

5.8.1.2 Wirtschaftlich

In Bezug auf das wirtschaftliche Umfeld liegt Deutschland mit 8,4 über dem Durchschnitt der Vergleichsländer.

5.8.1.2.1 AMS Branchenverbände

Im Sommer 2018 wurde das Netzwerk SCAS (Systems and Components for Autonomous Ships) im Rahmen der Netzwerkförderung des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gegründet. Das Netzwerk besteht aus kleinen und mittelständischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen und habe sich die Realisierung von Systemen, Komponenten, Sensoren, Kommunikationsleistungen und Technologien für teil- oder vollautonomen Schiffen zum Ziel gesetzt.[129]

Im April 2018 wurde im Rahmen der DGON die Arbeitsgruppe Autonome Maritime Systeme als Unterarbeitsgruppe der DGON Schifffahrtskommission ins Leben gerufen. In der Arbeitsgruppe engagieren sich aktuell mehr als 50 Vertreter aus Industrie, Wissenschaft, Behörden und Politik. Die Arbeitsgruppe verfolgt das Ziel, als Impulsgeber für nationale bzw. internationale Maßnahmen zur Entwicklung sicherer und zuverlässiger AMS zu fungieren und damit die Rolle Deutschlands

---

[120] Deutscher Bundestag, "Drucksache 19/23468," https://dserver.bundestag.de/btd/19/234/1923468.pdf, accessed September 2021.
[121] Vgl. ebd., S. 2.
[122] Ebd., S. 2.
[123] Ebd.
[124] Deutscher Bundestag, "Drucksache 19/3379: Autonomes Fahren in der Schifffahrt," 2018, S. 3.
[125] "Foerderrichtlinie für Investitionen zur Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Bundeswasserstraßen," https://www.bav.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Digitale_Wasserstrassen/Foerderrichtlinie.pdf?__blob=publicationFile&v=4, accessed September 2021.
[126] Deutscher Bundestag, "Drucksache 19/23468,": S. 7, https://dserver.bundestag.de/btd/19/234/1923468.pdf, accessed September 2021.
[127] Ebd.
[128] Deutscher Bundestag, "Drucksache 19/29282: Klarer Kurs für die Zukunft der maritimen Wirtschaft," https://dserver.bundestag.de/btd/19/292/1929282.pdf, accessed September 2021.
[129] Autonome Schiffe - Innovationsnetzwerk SCAS - Systeme und Komponenten für autonome Schiffe, "Mitglieder," 2021.

bei der Entwicklung von AMS zu stärken. Gleichfalls versteht sie sich als wichtige und sichtbare Austausch-Plattform zu Themen und Fragestellungen von AMS. Wichtigste Outputs dieser Arbeitsgruppe waren bisher ein Positionspapier zur AMS [130] und ein Informationspapier zum Einsatzspektrum und Anwendungsfällen autonomer maritimer Systeme [131].

Im Mai 2019 folgte die GMT (Gesellschaft für maritime Technik) mit der Gründung der Arbeitsgruppe Autonome Meerestechnische Systeme. In ihr werden vor allem die Bedarfe der Meeresforschung an autonomen Systemen adressiert und die Überführung von Forschungsergebnissen in marktreife Produkte verfolgt. Dazu arbeitet die Arbeitsgruppe auch eng mit dem Digital Ocean Lab in Rostock zusammen.

Im Bereich der Binnenschifffahrt existiert seit 2020 durch das Projekt BinSmart (Förderung durch das BMWi) eine Arbeitsgruppe für Begleitforschungsmaßnahmen sowie den fachlichen Informationsaustausch zwischen Forschung, Gewerbe und Verbänden. Zusätzlich verfolgt die Arbeitsgruppe bzw. das Projekt die Erarbeitung von Ansätzen, Anforderungen und Kriterien für die Nutzung von Demonstratoren.

5.8.1.3 Gesellschaftlich

In Bezug auf die gesellschaftliche Komponente der PESTEL-Analyse liegt Deutschland mit einem Gesamtergebnis von 8,8 oberhalb des Durchschnittswertes von 8,4 der Vergleichsländer. Insbesondere die gesellschaftliche Anpassungsfähigkeit der Deutschen wird hier als sehr hoch angesehen.

5.8.1.4 Technologisch

Deutschland liegt in dieser Kategorie leicht unter dem Durchschnitt, was überwiegend auf die in Deutschland unvorteilhafte Flottenstruktur zurückzuführen ist. Während beispielsweise Norwegen einen hohen Anteil an Fähren, Anwendungsfall für AMS mit großem Potential darstellen, in der Flotte hat, besteht die deutsche Flotte überwiegend aus Hochseeschiffe. Ein solcher Innovationskatalysator fehlt Deutschland aktuell. Zwar hat Deutschland eine starke Binnenschiffsflotte, die grundsätzlich auch einen guten Anwendungsfall für AMS darstellt. Da Binnenschiffe jedoch auf wechselnden Routen und in Anspruchsvollen Gewässern mit beispielsweise Schleusen, Engstellen, Untiefen oder Begegnungsverboten unterwegs sind, ist dieser Anwendungsfall als deutlich komplexer einzustufen. Bei der Entwicklung von AMS haben Fährverbindungen auf kurzen Strecken und in weniger anspruchsvollen Gewässern einen klaren Vorteil. Die Entwicklung von AMS auf innerdeutschen Fährverbindungen hätte grundsätzlich ein ähnliches Realisierungspotential wie beispielsweise in Norwegen und es gibt erste deutsche Projekte, die genau dieses Versuchen (siehe auch das Projekt Nr. 13 „AKOON" (Automatisierte und koordinierte Navigation von Binnenfähren) im Projektkatalog). Da die Fährschifffahrt in Deutschland jedoch einen anderen Stellenwert als in Norwegen oder Finnland hat, die Fährschiffsflotte teilweise stark überaltert ist, wie z.B. die Elbfähren auf der Verbindung Glückstadt-Wischhafen, oder nicht wirtschaftlich betrieben werden können (z.B. erneute Insolvenz der Elbferry GmbH), ist die Kommerzialisierung von AMS in der deutschen Kurzstreckenfährschifffahrt aktuell schwierig vorstellbar. Anders als in Norwegen oder Finnland ist das Investitionsumfeld für AMS in Deutschland ein gänzlich anderes, was ein deutliches Innovationshindernis darstellt. Deutsche AMS-Projekte in diesem Bereich werden daher wahrscheinlich bis auf weiteres auf Forschungsprojekte, deren Finanzierung fast ausschließlich auf öffentlichen Mitteln beruht, beschränkt sein.

5.8.1.4.1 Förderprogramme für AMS

Förderrichtlinie Investitionen zur Entwicklung von digitalen Testfeldern auf Bundeswasserstraßen
Am 30.06.2020 wurde die „Förderrichtlinie Investitionen zur Entwicklung von digitalen Testfeldern auf Bundeswasserstraßen" gestartet, die der „Förderung der Digitalisierung in der Binnenschifffahrt, speziell des

[130] DGON e.V., "Positionspapier zum Thema Autonome Maritime Systeme," 2018.
[131] DGON e.V., "Informationspapier: Einsatzspektrum und Anwendungsfälle autonomer maritimer Systeme," 2021.

automatisierten und vernetzten Fahrens"[132]dienen soll. Ganz konkret soll hier „[...] die Forschung und Entwicklung an und die Einrichtung von digitalen Testfeldern auf Bundeswasserstraßen gefördert werden."[133] Zwischen April und August 2021 wurden mittlerweile 6 Förderbescheide erteilt und die Projekte „Clean Autonomous Public Transport Network (CAPTN)", „Digitales Testfeld für automatisierte und autonome Binnenschifffahrt auf der Spree-Oder-Wasserstraße (DigitalSOW)", „Smart-Port-Shuttle (SPS)", „Entwicklungsplattform im Modellmaßstab für Manöver-Automatisierung (ELLA)", „High Autonomous Navigation with Nautical Artificial Horizon (HANNAH)" und „eFTIbarge"[134] haben alle eine Laufzeit bis Ende 2023.

Maritimes Forschungsprogramm

Im Jahr 2018 hat die Bundesregierung die „Maritime Forschungsstrategie 2025"[135]veröffentlicht, an dem auch große Teile der maritimen Wirtschaft beteiligt waren.[136]Die Strategie gilt als Forschungs- und Entwicklungsrahmen für die maritime Wirtschaft und dient der Unterstützung der maritimen Wirtschaft unter anderem bei der Entwicklung nachhaltiger Technologien[137] zu denen auch die autonome Schifffahrt zählt. Begleitet wird die Strategie durch das maritime Forschungsgramm, dessen Förderbekanntmachung Anfang 2018 in Kraft getreten ist. Im Rahmen dieses Forschungsprogramms wurden bereits diverse Projekte gefördert, die die Weichen in Richtung autonomer Schifffahrt stellen. Beispiele dafür sind Projekte wie „AKOON", „A-SWARM (Autonome elektrische Schifffahrt auf Wasserstraßen in Metropolregionen)" aus dem Projektkatalog dieser Studie, jedoch auch das Projekt „Modifiable Underwater Mothership (MUM)", die Fördergelder in Millionenhöhe aus dem Förderprogramm erhalten haben[138].

Horizont 2020

Das EU-Förderprogramm für Forschung und Innovation Horizont 2020 lief zwischen 2014 und 2020.[139]Das Förderprogramm war nicht schwerpunktmäßig auf die maritime Branche zugeschnitten, sondern war sehr weit gefasst.[140] Dennoch wurden zahlreiche europäische Projekte im Bereich der autonomen Schifffahrt mit teilweise achtstelligen Förderbeträgen bedacht.

5.8.1.4.2 AMS Forschungseinrichtungen

Als maritimer Standort beschäftigen sich in Deutschland mehrere Forschungseinrichtungen mit verschiedenen Themen aus dem Bereich der autonomen Schifffahrt. Folgende Forschungseinrichtungen sind aktuell in diesem Bereich tätig:

- Christian-Albrechts-Universität (CAU) Kiel
- DLR Institut für Kommunikation und Navigation
- DLR Institut für Systemengineering zukünftiger Mobilität (bis Ende 2021 unter OFFIS e.V. Institut für Informatik)
- DLR Institut zum Schutz maritimer Infrastrukturen
- Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML
- Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS
- Hochschule Flensburg
- Hochschule Wismar
- Jade Hochschule

---

[132] "Foerderrichtlinie für Investitionen zur Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Bundeswasserstraßen," https://www.bav.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Digitale_Wasserstrassen/Foerderrichtlinie.pdf?__blob=publicationFile&v=4, accessed September 2021.

[133] Ebd.

[134] eFTI = electronic freight transport information

[135] BMWi, "Maritime Forschungsstrategie 2025," https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/maritime-forschungsstrategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=6, accessed September 2021.

[136] "PtJ: Maritime Forschungsstrategie 2025," 2021.

[137] Ebd.

[138] Deutscher Bundestag, "Drucksache 19/23468,": S. 6, https://dserver.bundestag.de/btd/19/234/1923468.pdf, accessed September 2021; Deutscher Marinebund, "Förderung für MUM - Deutscher Marinebund," 2020.

[139] Comm/dg/unit, "Forschungsprogramm Horizont 2020: 11 Mrd. Euro für Arbeitsplätze und Wachstum - Deutschland - European Commission," 2019.

[140] Redaktion B. L. Internetredaktion, "Deutsches Portal für Horizont Europa," 2021.

- Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule (RWTH) Aachen
- Technische Universität Berlin
- Universität Duisburg-Essen
- Universität Rostock

5.8.1.5 Ökologisch

Bei der Umweltleistung liegt Deutschland auf Grundlage der indikatorbasierten Analyse mit einem Wert von 9,2 deutlich über dem Durchschnitt der Vergleichsländer.

5.8.1.5.1 Verfolgung ökologischer Trends

Der Klimaschutz ist eines der zentralen Themen im Bundestagswahlkampf 2021.[141]Der Klima- und Umweltschutz in der Seeschifffahrt wird in der „Maritimen Agenda 2025" gesondert betrachtet. Ihm wird eine wichtige Bedeutung beigemessen[142]. Die „Maritime Forschungsstrategie 2025" nennt als strategisches Ziel ganz explizit den „Grünen Transport", was folgendermaßen spezifiziert wird:

- Null Emission: Keine schädlichen Emissionen in Luft und Wasser
- Verhinderung von Umweltschäden jeglicher Art
- Vollständige Klimaneutralität[143]

5.8.1.6 Rechtlich

Indikatorbasiert liegt Deutschland hier mit 7,6 nahe dem Durchschnitt der Vergleichsländer (7,7).

5.8.1.6.1 Gesetzgebungsprozess AMS

Im Zuge der Recherche konnten keine Informationen zu laufenden Gesetzgebungsprozessen zu AMS in Deutschland identifiziert werden.

5.8.2 Projekte

Während der Recherchen zur internationalen Projektumschau wurden insgesamt 94 relevante Anwendungsfälle, Projekte und Produkte im Bereich der Maritimen Autonomen Systeme identifiziert, die unterschiedliche Automatisierungsgrade aufwiesen. An insgesamt 16 dieser Projekte waren deutsche Unternehmen oder Forschungseinrichtungen direkt beteiligt. An insgesamt 7 Projekten waren bzw. sind ausschließlich deutsche Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen beteiligt.

Von den 35 Projekten im Projektkatalog waren an vier Projekten ausschließlich deutsche Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen beteiligt. An drei Projekten waren deutsche Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen in einem internationalen Konsortium beteiligt, so dass deutsche Unternehmen und/oder Forschungseinrichtungen insgesamt an sieben Projekten beteiligt sind. Eine ähnlich hohe Anzahl an Projektbeteiligungen haben lediglich China (sechs Projekte), Norwegen (sieben Projekte) und die USA (neun Projekte).

---

[141] Jana Wolf, "Klimaschutz Bundestagswahl 2021: Die Pläne der Parteien im Vergleich - eine Übersicht," *RP ONLINE*, September 15, 2021, https://rp-online.de/politik/deutschland/klimaschutz-bundestagswahl-2021-die-plaene-der-parteien-im-vergleich-eine-uebersicht_aid-60769073, accessed September 2021.

[142] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, "Maritime Agenda 2025. Für die Zukunft des maritimen Wirtschaftsstandortes Deutschland.," 2017.

[143] *BMWi, "Maritime Forschungsstrategie 2025," https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/maritime-forschungsstrategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=6, accessed September 2021.*

Projekte unter deutscher Beteiligung, die sich mit AMS befassen, jedoch teilweise aus verschiedenen Gründen nicht relevant für diese Studie sind:

- ARCIMS (siehe auch Nr. 8 Projektmatrix)
- A-SWARM (siehe auch Nr. 25 Projektmatrix)
- AKOON (siehe auch Nr. 13 Projektmatrix)
- Schleiboote (siehe auch Nr. 17 Projektmatrix)
- CAPTN VAIARO (siehe auch Nr. 19 Projektmatrix)
- HANNAH
- DigitalSOW
- Modifiable Underwater Mothership (MUM)

5.8.3 Zusammenfassung

Die Projektrecherche hat gezeigt, dass Deutschland, gemessen an der Anzahl an AMS-Projekten mit den technologisch führenden Nationen in diesem Bereich mithalten kann. Die indikatorbasierte PESTEL-Analyse zeigt die Bundesrepublik zudem in allen Belangen überdurchschnittlich, so dass grundsätzlich keine Innovationshindernisse bei der Entwicklung von AMS bestehen. Deutschland ist ein Hochtechnologieland mit einer international führenden Spezialschiffbaubranche, hat durch das Binnen- und Seewasserstraßennetz eine Vielzahl von potenziellen Anwendungsfällen, so dass eine Technologieführerschaft auch im AMS-Bereich möglich wäre.

Bei genauerer Betrachtung des Projektkataloges ist zunächst auffällig, dass bei einer chronologischen Sortierung nach Projektbeginn, dass erste deutsche Projekt erst an 13. Stelle mit Projektbeginn 2019 zu finden ist. Aus den Niederlanden, den USA, China, Großbritannien und Norwegen finden sich bereits Projekte mit Projektbeginn zwischen 2015 und 2017 und somit mindestens zwei Jahre früher als im Fall von Deutschland.

Die Analyse der politisch-strategischen Maßnahmen Deutschlands in Bezug auf AMS zeigt hier ein ähnliches Bild. Während Norwegen bereits in 2016 das erste und in 2017 das zweite und dritte Testgebiet für AMS eröffnete und somit ein starkes politisches Signal setzte, konnte die Bundesregierung in 2018 noch keine Einschätzung darüber treffen, ob sie das Potential der autonomen Schifffahrt für ausreichend erachte, um solche Entwicklungen auch in Deutschland zu fördern. Im Laufe des Jahres 2018 wurde aber auch in Deutschland der politische Diskurs angestoßen und es wurde öffentlich über die Ausweisung von mehreren Testgebieten diskutiert, von denen bisher keines offiziell eröffnet wurde, und es haben sich nach und nach Fachverbände und Arbeitsgruppen gebildet. Die USA und China haben zu dieser Zeit ihre ersten Testgebiete auf dem Lake Michigan bzw. in der Nähe von Hong Kong eingeweiht.

Während Entwicklung von AMS in den technologisch führenden Ländern USA, China und Norwegen zu einem großen Teil von Technologie- und Rüstungskonzernen getätigt werden sind die meisten stark geförderten Projekte eher im Bereich der universitären Forschung oder in der Infrastrukturentwicklung zu finden. Aber, auch im Falle von Deutschland ist mit dem ATLAS Remote Combined Influence Minesweeping System (ARCIMS) das System eines Rüstungskonzerns an der Spitze der deutschen Bemühungen zu sehen. In Deutschland ist zudem ein besonderer Fokus auf die Binnenschifffahrt zu erkennen, deren Anwendungsfälle von AMS schwieriger kommerzialisierbar erscheinen als beispielsweise in der Fährschifffahrt oder im Bereich der Forschung und Vermessung. Im Bereich der Forschung, Vermessung und Instandsetzung soll im MUM-Projekt zwar ein System mit großem Potential und hohem technologischen Anspruch entstehen, hierbei handelt es sich jedoch um ein Unterwassersystem, das außerhalb der Definition von AMS im Sinne dieser Studie befindet.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Potential von AMS in Deutschland, im internationalen Vergleich, sehr spät erkannt wurde. Als der politische Diskurs letztendlich begann, wurde noch relativ lange über das Für und Wider diskutiert, und erst in 2020 das klare Bekenntnis der Bundesregierung zur Entwicklung und Förderfähigkeit von AMS kam und somit drei bis vier Jahre nachdem sich andere Länder bereits voll in der Entwicklung von AMS befanden. Obwohl Deutschland grundsätzlich das Potential der Technologieführerschaft im Bereich von AMS hat, ist fragwürdig, ob der enorme Entwicklungsvorsprung von anderen Ländern noch aufholbar ist.

6 Entwurf von Anwendungsfällen

6.1 Zielstellung

Die Zielstellung dieses Teils der Studie war der theoretische Entwurf von Anwendungsfällen von AMS, das Aufstellen von Kriterien zur Bewertung der Realisierungswahrscheinlichkeit dieser Anwendungsfälle und die Vorbereitung einer Expert*innen-Befragung. Dabei sollte der Fokus auf vollautonomen Systemen liegen und die Ergebnisse aus der internationalen Projektumschau berücksichtigt werden.

Es wurde in folgenden Schritten vorgegangen:

- Festlegen von Interessengruppen und deren Interessen
- Ableiten von übergeordneten Perspektiven, unter denen sich die Interessen gruppieren lassen.
- Herausarbeiten von potenziellen Anwendungsfällen und deren Differenzierung
- Ermitteln von Kriterien zur Bewertung der Realisierungswahrscheinlichkeit
- Festlegen des Bewertungsmaßstabes
- Abstimmen des Vorgehens zur Befragung

6.2 Interessengruppen

Der Kriterienkatalog zur Bewertung möglicher Anwendungsfälle richtet sich nach den Interessen verschiedener Interessengruppen. Die Gruppen wurden im Vorfeld der Entwicklung des Kriterienkataloges ermittelt. In verschiedenen Abstimmrunden innerhalb des Autorenteams wurden als übergeordnete Gruppen festgelegt:

- Interessen der Politik
- Interessen von Behörden und Institutionen mit hoheitlichen Aufgaben
- Interessen der Industrie und Privatwirtschaft
- Interessen der Gesellschaft inkl. Forschung

Diesen Interessengruppen lassen sich interessierte Parteien zuordnen.

Interessengruppen	Interessierte Parteien
Politik	Bundesministerien (BMDV[144], BMWK[145])
	Landesministerien
Behörden (hoheitliche Aufgaben)	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
	Berufsgenossenschaft Verkehr - Dienststelle Schiffssicherheit
	Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt
	Bundespolizei, Zoll, Fischereiaufsicht
	Seenotrettung, Havariekommando
Industrie (Privatwirtschaft)	Reedereien
	Herstellende Industrie
	Klassifikationsgesellschaften
	Versicherungen
	Schiffsfinanzierer
	Infrastrukturbetreiber
Gesellschaft inkl. Forschung	Bevölkerung als Nutzer und Kunden
	Bevölkerung als Gesellschaft, allgemeines Interesse

[144] Bundesministerium für Digitales und Verkehr
[145] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

	Betroffene Berufsgruppen
	Forschungseinrichtungen
	Bildungseinrichtungen

Tabelle 2: Interessengruppen und interessierte Parteien (eigene Darstellung)

Die folgenden Erläuterungen erklären die wesentlichen und primären Interessen der einzelnen Gruppen:

6.2.1 Interessen der Politik

Eine wichtige, gestaltende Gruppe sind Bundes- und Landesministerien, insbesondere für Verkehr, Infrastruktur und Wirtschaft sowie für Wissenschaft und Forschung. Die Interessen liegen in verschiedenen Punkten, insbesondere sind zu nennen:

- Erkennen des Potenzials der vollen Autonomisierung der Schifffahrt
- Erkennen notwendiger Rahmenbedingungen, um autonome Schifffahrt zu ermöglichen
- Erkennen von Herausforderungen für die Umsetzung
- Festlegen einer zielgerichteten und erfolgsversprechenden Förderung von Forschung und Entwicklung
- Forcieren der Entwicklung zukünftig wichtiger Kompetenzfelder vor dem Hintergrund von Beschäftigung und internationaler Wettbewerbsfähigkeit
- Fördern der Technologieführerschaft des Standortes Deutschland durch Schaffen eines geeigneten Rahmens
- Schaffen von Infrastrukturen, die autonome Schifffahrt ermöglichen
- Schaffen eines rechtlichen Rahmens auf nationaler und internationaler Ebene

6.2.2 Interessen von Behörden und Institutionen mit hoheitlichen Aufgaben

Mit der Umsetzung autonomer Systeme auf See und Binnengewässern ergeben sich neue Herausforderungen an hoheitliche Aufgaben, ein geeignetes Umfeld zu gestalten und aufrecht zu erhalten. Das Interesse richtet sich nach den spezifischen Aufgaben der einzelnen Einrichtungen und deren hoheitlichen Aufgaben. Als Behörden und Institutionen mit ihren Interessen sind zu berücksichtigen:

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie:
Insbesondere die Zulassung und Zertifizierung sowie Standardisierung von Systemen der autonomen Schifffahrt stehen im zentralen Interesse. Ein weiteres Interesse liegt in der Umsetzung verschiedener Rahmenbedingungen, in Übereinstimmung mit nationalen und internationalen rechtlichen Standards und Normen.

Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt:
Im Mittelpunkt stehen die Leichtigkeit und Sicherheit im Seeverkehr und die Herausforderungen, die mit einer autonomen Schifffahrt verbunden sind. Ebenso werden sich neue Aufgaben zum Schaffen und Aufrechterhalten der Infrastrukturen der Schifffahrtsstraßen ergeben.

Berufsgenossenschaft für Verkehr, Dienststelle Schiffssicherheit:
Der Fokus liegt auf der präventiven operativen Sicherheit von autonomen Systemen für Menschen, Schiffe und Güter sowie die Umwelt.

Seenotrettung und Havariekommando, Feuerwehren und Polizei:
Interessen liegen in den Fragestellungen, wie Notfälle (von Unfällen bis zur Ölbekämpfung) abgewickelt werden können, wenn autonome Systeme darin eingebunden sind, sei es als Havarist oder als Einsatzmittel. Auch in der vollautonomen Schifffahrt ist von Menschen an Bord auszugehen, woraus sich neue Herausforderungen an die Rettung ergeben.

Exekutive Behörden wie Bundespolizei, Zoll und Fischereiaufsicht:
Die Interessen liegen in der Frage, wie sich autonome Systeme auf die Aufgaben der exekutiven Organe auswirken.

6.2.3 Interessen der Industrie und Privatwirtschaft

In diesem Bereich ist eine große Vielfalt von Interessen zu verzeichnen, die sich an dieser Stelle nur zusammengefasst darstellen lassen. Es liegen viele spezifische Interessen vor, je nach Geschäftsinhalten sowie Produkten und Leistungen.

Reedereien:
Unternehmen, die mit dem Betreiben von Schiffen ihr Geld verdienen, sind stark auf die Wirtschaftlichkeit von Systemen fokussiert. Das Interesse liegt neben der Wirtschaftlichkeit auch auf zuverlässigen und verlässlichen Systemen. Autonome Systeme müssen einen Mehrwert haben, um sich am Markt durchsetzen zu können. Digitale Geschäftsmodelle bekommen ein größeres Gewicht.

Herstellende Industrie:
In dieser Kategorie sind die verschiedensten Unternehmen mit unterschiedlichsten Geschäftsfeldern zu summieren. Dazu gehören beispielsweise Werften und deren Zulieferer, Hersteller von Antriebssystemen, Navigations- und Kommunikationseinrichtungen, Elektro- und informationstechnische Industrie wie auch das weite Spektrum der Informationsverarbeitung und Software. Gemeinsam ist den Unternehmen das Interesse am unternehmerischen Erfolg. Auch hier wird auf die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle geschaut. Erfolgsfaktoren für neue Systeme, wie sie in der autonomen Schifffahrt benötigt werden, liegen in der Technologieführerschaft, Innovation in neue Produkte zur Absicherung von Marktanteilen sowie wirtschaftliche Entwicklung und Produktion.

Klassifikationsgesellschaften:
Die Festlegung von Standards werden durch Klassifikationsgesellschaften getrieben. Autonome Systeme wirken sich direkt auf die Kompetenzen und Zukunftsfähigkeit von Klassifikationsgesellschaften aus.

Finanzierungsunternehmen und Versicherer:
Für diese Gruppe ist die Risikoabsicherung ein entscheidender Faktor und von hohem Interesse.

Infrastrukturbetreiber:
Hierunter sind private und öffentliche Betreiber von Häfen und Terminals zu verstehen. Autonome Systeme werden Auswirkungen auf die Prozesse und Infrastrukturen im Hafen haben. Wettbewerbsfähigkeit, Mehrwert und Sicherheit sind wesentliche Interessen.

6.2.4 Interessen der Gesellschaft

Autonome Systeme werden das Leben in der Gesellschaft weiter verändern. Somit sind die Interessen der verschiedenen Gruppen ebenso zu berücksichtigen. Aufgrund der Vielfältigkeit können hier nur übergeordnete und allgemeine Interessen benannt werden.

Bevölkerung als Kunden:
Autonome Systeme können Fracht und/oder Menschen transportieren, oder auch spezielle technologische oder Service-Aufgaben übernehmen. Menschen, die autonome Systeme entsprechend in Anspruch nehmen, möchten diesen Systemen vertrauen, insbesondere hinsichtlich Sicherheit und Mehrwert für ihre Vorhaben.

Bevölkerung als Interessenvertreter der Gesellschaft:
In der Diskussion autonomer Systeme spielt die allgemeine Sicherheit der Menschen eine große Rolle. Die Auswirkungen auf das Klima und die Gefährdung der Umwelt werden ebenso diskutiert. Auch bewegen mögliche Auswirkungen auf Haftungsfragen die Gesellschaft.

Betroffene Berufsgruppen:
Autonome Schifffahrt hat direkte Auswirkungen auf Berufsgruppen wie Seeleute, Lotsen, Festmacher, Verkehrszentralen und andere direkt mit Schiffen betraute Personen. Insbesondere hinsichtlich der Perspektiven, wie die Zukunft aussieht, besteht ein großes Interesse.

Bildungseinrichtungen:
Die Aus- und Fortbildung muss sich auf neue Technologien einstellen. Das Interesse von Bildungseinrichtungen ist, die Ausbildung von zukünftigen Qualifikationen vorausschauend zu entwickeln, um dem Bedarf gerecht zu werden.

Forschungseinrichtungen:
Zur Implementierung autonomer maritimer Systeme sind Innovationen notwendig. Das Interesse von Forschern ist, in zukunftsfähige Systeme zu investieren und sich nachhaltig mit der Entwicklung neuer Systeme zu beschäftigen.

Im Kriterienkatalog zur Bewertung von Anwendungsfällen autonomer maritimer Systeme wurden die genannten Interessen berücksichtigt. Bei der Entwicklung der Kriterien wurden sie so weit wie möglich abgebildet.

6.3 Anwendungsfälle in der Schifffahrt

6.3.1 Definition Anwendungsfall

Zielstellung ist es, als Teil der Studie, Anwendungsfälle für die autonome Schifffahrt zu definieren, die eine hohe Wahrscheinlichkeit zur Umsetzung haben.

Ein Anwendungsfall ist eine konkrete und spezifische Anwendung in der Schifffahrt. Eine Anwendung ergibt sich aus der Durchführung einer Aufgabe, wie zum Beispiel die Durchführung eines Transportes, die Vermessung eines Gebietes oder die Beobachtung von Verkehrssituationen. Anwendungen im Sinne dieses Projektes umfassen die komplette navigatorische und schiffsbetriebstechnische Durchführung einer Reise von A nach B. Eine Reise ist definiert als der Prozess von *Ablegen – Revierfahrt – Seepassage/Durchführen der spezifischen Aufgabe – Revierfahrt – Anlegen*. In der Binnenschifffahrt entfällt der Teil der Seepassage.

Im Laufe einer Reise sind folgende Aufgaben durch autonome maritime Systeme zu erfüllen:

- Navigation entlang einer geplanten Route mit Positionsbestimmung
- Steuerung der Kurse und Geschwindigkeiten mit allen dazugehörigen Manövern.
- Durchführen aller Manöver zur Vermeidung von Kollisionen und Grundberührungen.
- Betrieb von Antrieb und Ruder (Propulsions- und Ruderanlagen).
- Aufrechterhalten des Schiffsbetriebes (Energieversorgung, Betriebsmittelver- und entsorgung).
- Aufrechterhalten der Schiffssicherheit.
- Fürsorge für Ladung oder Personen an Bord.
- Durchführung sämtlicher notwendiger Kommunikation (Datenaustausch) mit anderen Systemen.
- Durchführen von spezifischen Aufgaben wie Vermessung, Beobachtung, Ladungsfürsorge, Versorgung usw.

Grundsätzlich zielt die Auswahl geeigneter Anwendungsfälle auf Anwendungen, die als Systeme eine hohe Wahrscheinlichkeit der ersten Umsetzung ausweisen. Die Perspektive liegt auf einzelnen Anwendungen, nicht auf bestimmte Schiffstypen. Verschiedene Schiffstypen können unter Umständen mehrere Anwendungen abdecken, wie Vermessen, Beobachten, Versorgen. Diese sind differenziert zu betrachten.

6.3.2 Entwicklung der Anwendungsfälle

Die Schifffahrt ist gekennzeichnet durch ein breites Spektrum an Anwendungen und Problemlösungen in Transport, Versorgung und Service (speziellen Aufgaben).

Autonome Schiffe werden voraussichtlich nicht mehr den heutigen Schiffdesigns entsprechen, sondern durchaus technisch und konstruktiv anders gebaut werden. In welcher Form ist uns heute noch nicht bekannt, es ist also zu abstrahieren. Es besteht die grundlegende Annahme, dass autonome Schiffe komplett selbstständig fahr- und einsatztüchtig sind, dies aber in Bezug auf Einsatzfälle in Schritten erreicht wird. Die zu definierenden Anwendungsfälle werden die mit hoher Wahrscheinlichkeit ersten Anwendungen sein.

In einer ersten Näherung wurden Referenzschiffe ermittelt, die für bestimmte Anwendungen vorgesehen sind. Dies erfolgte auf Grundlage verschiedener Statistiken zu Schifffahrtsmärkten, strukturierten Schiffsdatenbanken und Betrachtung von hoheitlichen Aufgaben. Die Felder des Militärs und der Fischerei wurden nicht berücksichtigt.
In verschiedenen Diskussionsrunden im Autorenteam wurden mögliche Schifffahrtscluster diskutiert und daraus Anwendungen abgeleitet. Die verschiedenen Märkte und Einsatzfälle wurden im Anschluss strukturiert und aufgelistet. Eine Ermittlung des Volumens bestimmter Cluster anhand von Anzahl an Schiffen wurde wieder fallen gelassen, da die verfügbaren Statistiken jeweils nur Teile (wie Segmente der Transportmärkte) abdecken und eine Vergleichbarkeit verschiedener Statistiken nicht hergestellt werden kann (z.B. unterschiedliche Eingangsdaten und Zuordnungen).

Somit wurde zur Entwicklung von Anwendungsfälle hinterfragt, in welchen Bereichen Anwendungen denkbar sind, für die autonome Schifffahrt mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Nutzen erzielen kann und in einem ersten Schritt eine hohe Wahrscheinlichkeit auf Umsetzung ausweisen. Dabei wurden die in der internationalen Projektumschau gelisteten Projekte berücksichtigt. Aus diesem Grund ist die Clusterung nicht gleichmäßig, sondern in Bereichen, in denen eine hohe Umsetzungs- und Erfolgswahrscheinlichkeit erwartet werden, wurden die Anwendungsfälle feiner unterschieden als in Bereichen, in denen absehbar ist, dass mit einer baldigen Umsetzung nicht zu rechnen ist.

6.3.3 Mögliche Anwendungsfälle

Auf Basis der vorstehenden Überlegungen und Diskussionen wurden Schifffahrtscluster festgelegt, die bestimmte mögliche Anwendungen zusammenfassen (ausgenommen Marine und Fischerei). Diese sind:

- Transport von Trockenladung
- Transport von Flüssigkeiten und Gasen
- Transport von Passagieren
- Offshore-Arbeiten
- Servicearbeiten im Hafen & Revier
- Forschung, Exploration, Vermessung
- Hoheitliche Aufgaben
- Freizeitschifffahrt

In den Schifffahrtsclustern wurden gleiche oder ähnliche Anwendungen zusammengefasst. Daraus ergaben sich konstruktiv ähnliche Fahrzeuge. Wie schon aufgezeigt waren Kriterien für vollautonome maritime Systeme zu entwickeln, die eine hohe Wahrscheinlichkeit auf Umsetzung ausweisen. Diese Fahrzeuge werden voraussichtlich kaum mit einem herkömmlichen See- oder Binnenschiff vergleichbar sein.
Innerhalb der Schifffahrtscluster wurden mögliche Anwendungen formuliert. Diese spiegeln bestimmte Einsatzarten oder Aufgaben wieder, die durch spezifische konstruktive und operative Lösungen gekennzeichnet sind. Somit erfolgte eine Differenzierung nach den gebräuchlichsten Aufgabenstellungen und Einsätzen für Schiffe aus einem Schifffahrtscluster. Ebenso wurden dabei besondere technische Merkmale für die Erfüllung der Aufgabe berücksichtigt, die diese Schiffe von anderen unterscheidet.

Die Anwendungsfälle sind exemplarisch zu sehen. In jeder Anwendung bestehen viele Variationsmöglichkeiten. So gibt es heute Mehrzweckschiffe, die verschiedenste Funktionen und Aufgaben erfüllen, die in der vorliegenden Strukturierung quasi in einzelne Anwendungen aufgesplittet werden (z.B. Seeraumbeobachtung, Wartung von Seezeichen, Notschleppen). Gerade im Bereich der Forschungsschifffahrt kommen viele verschiedene Anwendungen zum Tragen (z.B. Vermessung, Ausbringen von Messbojen, Eisbrecher, Mutterschiff für ferngesteuerte Fahrzeuge (Remotely Operated Vehicle, ROV) etc.).
Im Transport gibt es auf bestimmte Ladungen spezialisierte Schiffe (z.B. Zementtransort, Kühlcontainer).
Die Bewertungen werden sich auf einzelne Anwendungen ausrichten. Trotz dieser singulären Betrachtung sind in Zukunft auch Kombinationen aus verschiedenen Anwendungen möglich.
Innerhalb der Anwendungsfälle sind ebenso verschiedene Ausprägungen von Anwendungsfällen denkbar. So kann es Fähren auf Flüssen, Ästuaren und auf See geben.
Die grundlegenden Anforderungen der Anwendungen an die Fahrzeuge sind immer sehr ähnlich, so dass sie zusammen betrachtet werden.

Die Schifffahrtscluster und darin definierten Anwendungsfällen werden nachstehend erläutert:

Schifffahrtscluster und Anwendungen	Beschreibung
Transport von Trockenladung	
Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	Der Transport von standardisierten oder semi-standardisierten Ladungseinheiten (z.B. Container, Break Bulk, Fahrzeuge) hat sehr ähnliche Anforderungen. Ebenso können Massengüter (z.B. Erze, Düngemittel, Getreide) dieser Gruppe zugeordnet werden, da sich auch hier Standardisierungen erzielen lassen. Je nach Transportart ist der Umgang mit gefährlichen Ladungen gemäß IMDG[146]- und IMSBC[147]-Code einzeln zu regeln und ist aus der Bewertung der Anwendungsfälle zunächst herauszuhalten.
Transport von Stück- und Schwergut	Der Transport von nicht-standardisierten Ladungseinheiten, wie bei Stückgut- und Schwerguttransporten, erfordert einen sehr flexiblen Einsatz mit unterschiedlichsten technischen und operativen Abläufen. Diese Transporte unterscheiden sich deutlich von Transporten der vorherigen Gruppe.
Transport von Flüssigkeiten und Gasen	
Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Zusammenfassend beschreibt diese Anwendung den Einsatz von Tankern. Die Tankerindustrie zeichnet sich durch sehr hohe Anforderungen an die Sicherheit von Schiffen aus. Die Gefährdung der Umwelt durch Ladungsaustritt ist sehr hoch und resultiert in sehr hohen Schadenssummen. Die Charterer von Tankern haben sehr hohe Erwartungen an die technische und operative Sicherheit, eine Vielzahl von Bestimmungen sind einzuhalten.
Transport von Passagieren	
Fähre (RoPax[148] oder nur Passagiere (Pax))	Fähren finden ihren Einsatz in der pendelnden Verbindung zweier (meist gleicher) Anlandungsstellen. Diese können in Flüssen (z.B. Weserfähre Sandstedt, Priwallfähre), in Ästuaren (z.B. Cuxhaven-Brunsbüttel) oder auf See (z.B. Puttgarden-Roedby, Warnemünde-Gedser) zum Einsatz kommen. Gemein ist ihnen ein Transport von Fahrzeugen und Personen, die Geschwindigkeit und Einfachheit des Umschlages sind wichtig. Auf der Fahrt befinden sich Menschen an Bord, eine Übernachtung ist nicht vorgesehen.
Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Im Gegensatz zu Fähren transportieren Passagierschiffe nur Menschen. Dazu zählen Einsätze nach einem Fahrplan, von Landungsstelle zu Landungsstelle. Es werden in der Regel mehrere Landungsstellen angefahren. Zu diesen Anwendungen gehören zum Beispiel Passagierschiffe auf dem Rhein, in der Kieler Förde oder im Hafen Hamburg. Passagierschiffe im Liniendienst auf See sind heute die Ausnahme und werden deswegen nicht berücksichtigt.
Kreuzfahrtschiff (Pax)	Auf Kreuzfahrtschiffen befinden sich Menschen für mehrere Tage und sind in Kabinen untergebracht. Somit zählen auch Fähren mit

[146] International Maritime Dangerous Goods
[147] International Maritime Solid Bulk Cargoes
[148] Roll on Roll Off & Passagiere

Schifffahrtscluster und Anwendungen	Beschreibung
	Übernachtung zu dieser Kategorie. Zu den Hoteleinrichtungen zählen auch die personalintensiven Cateringbereiche.
Offshore-Arbeiten	
Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	Die Versorgung von OWF[149] umfasst den Transport von Service-Personal sowie Ersatzteilen von einem Basishafen zu festgelegten Windkraftanlagen. Wetter und Seegang sind zu berücksichtigen.
Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	Die Versorgung von Oil/Gas-Offshorestrukturen umfasst den Transport von Service-Personal sowie Versorgung mit Bohrmaterial und Betriebsstoffen von einem Basishafen zu festgelegten Förderfeldern. Wetter und Seegang sind zu berücksichtigen.
Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Hierzu zählen spezielle Transport- und Errichterschiffe, die den Transport von Strukturen zur Baustelle übernehmen.
Abbau von Rohstoffen	Diese Anwendung umfasst den Abbau von Rohstoffen auf hoher See, also zum Beispiel das Schürfen von Manganknollen vom Meeresgrund.
Hochsee-Verschleppung, Anchor Handling (Offshore)	Diese Anwendung summiert Schlepp- und Anchor-Handling-Arbeiten im Offshorebereich.
Verlegung von Kabeln und Rohren	Kabel und Pipelines werden weltweit auf See verlegt. Zu der Anwendung gehören Fahrzeuge, die das Verlegen übernehmen, sowie Fahrzeuge, die den Nachschub an Rohren oder Kabeln bringen.
Räumung von Munition und Altlasten	Auf dem Meeresgrund von Ost- und Nordsee liegen umfangreiche Altlasten, insbesondere auch Munition aus dem letzten Weltkrieg. Zu dieser Anwendung zählen Fahrzeuge, die Suche, Identifikation und Räumen übernehmen. Dazu zählt nicht das Räumen von Minen.
Servicearbeiten im Hafen & Revier	
Hafen-Assistenz beim An-/Ablegen, Escort	Größere Seeschiffe benötigen beim An- und Ablegen oder Passagen von engen Stellen (Schleusen) Schleppassistenz. Die Schleppassistenz muss vollautonom mit dem zu assistierenden Schiff zusammenarbeiten. Zu diesem Fall gehören auch Escort-Schlepper, die andere Schiffe vollautonom eskortieren und nur bei Bedarf eine Schleppverbindung herstellen.
Ver- und Entsorgung durch Bargen (Betriebsstoffe)	Schiffe im Hafen benötigen eine Versorgung mit Betriebs- und Verbrauchsstoffen. Das reicht von Wasser über Schmiermittel bis hin zu Brennstoffen. Auch wenn die Antriebsarten von vollautonomen Fahrzeugen noch in der Entwicklung sind, wird eine wasserseitige Versorgung mit vollautonomen Bargen notwendig bleiben.
Baggerarbeiten	Sowohl für Hafenbecken wie auch Fahrrinnen ist die Fahrwassertiefe aufrecht zu erhalten, insbesondere in Gebieten mit Strömungen und Gezeiten. Die Anwendung sieht Fahrzeuge vor, die vollautonom baggern und die Sedimente verbringen.
Forschung, Exploration, Vermessung	
Vermessung/Erforschung von Gewässern (hohe See)	Dieser Anwendungsfall umfasst die Vermessung der Meere unter Einsatz von hochseetüchtigen Fahrzeugen. Die Vermessung oder Erforschung

[149] Offshore Wind Farms

Schifffahrtscluster und Anwendungen	Beschreibung
	erfolgt mittels Sensoren und Geräten, die vollautomatisch Daten sammeln und speichern oder übermitteln.
Vermessung/Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	Dieser Anwendungsfall umfasst die Vermessung von Küstengewässern, flachen Gewässern und Flüssen unter Einsatz von kleinen Fahrzeugen, die von einem Mutterschiff oder einer landgestützten Basisstation aus operieren. Die Vermessung oder Erforschung erfolgt mittels Sensoren und Geräten, die vollautomatisch Daten sammeln und speichern oder übermitteln.
Exploration, Suche nach Rohstoffen und Gegenständen	Diese Fahrzeuge werden für geologische Exploration des Meeresgrundes eingesetzt. Sie können auch als Mutterschiffe für den Einsatz von ROV dienen.
Meeresforschung (Ausbringen von Messbojen, etc.)	Diese Fahrzeuge sind in der Lage ein breites Spektrum der Meeresforschung abzudecken. D.h. beispielsweise Messbojen auszubringen und aufzunehmen, Proben aus dem Wasser, dem Meeresgrund und der Atmosphäre zu nehmen und an Bord in Laboren zu analysieren.
Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonomie	Vollautonome Schiffe sind noch zu entwickeln. Die Entwicklung benötigt auf die Forschung und Ausbildung ausgerichtete Fahrzeuge. Diese Fahrzeuge sind in der Lage, vollautonom zu fahren, verfügen allerdings über Einrichtungen für Menschen an Bord, die an den Systemen forschen oder ausgebildet werden. Diese Fahrzeuge dienen auch dazu, neue und alternative Technologien zu testen und die Industrie dabei zu unterstützen, Serienreife zu erlangen.
Hoheitliche Aufgaben	
Seenotrettung (Suche und Lagefeststellung)	Hierunter fallen die Suche nach Havaristen und Lagefeststellung vor Ort durch vollautonome schwimmende Systeme. Eine Kombination mit Drohnen in der Luft ist möglich.
Seenotrettung (Rettung)	Hierzu zählt das Abbergen von Menschen von Schiffen oder Strukturen in Notfällen mit Hilfe vollautonomer Systeme.
Beobachtung Seegebiete durch Küstenwache, verkehrspolizeiliche Aufgaben	Die Beobachtung von Seegebieten wird durch mobile vollautonome Systeme, ausgerüstet mit optisch-elektronischen Detektionssystemen, durchgeführt.
Kontrolle von Schiffen durch Küstenwache	Vollautonome Systeme docken unterwegs an andere Fahrzeuge an, um Kontrollen durchzuführen. Menschen werden transportiert, die auf andere Schiffe übersteigen können.
Bau und Instandhaltung von Wasserstraßen	Vollautonome Systeme fungieren als Tonnenleger oder übernehmen den Bau von Buhnen und Leitwerken.
Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	Vollautonome Systeme legen Sperren aus und nehmen kontaminiertes Wasser auf und entsorgen dieses an Auffangstationen. Ebenso ist das Sammeln von Müll von der Wasseroberfläche oder dem Meeresboden eine denkbare Anwendung.
Freizeitschifffahrt	

Schifffahrtscluster und Anwendungen	Beschreibung
Distanzfahrten von Sportbooten	Kleine Besatzungen von Sportbooten werden auf Distanzfahrten entlastet, das Sportboot fährt autonom ein Ziel an. Die Hafenmanöver werden durch die Crew gefahren.

Tabelle 3: Erläuterung der Anwendungsfälle (eigene Darstellung)

Diese Auflistung umfasst mögliche Anwendungsfälle. Sicher sind noch verschiedene weitere Anwendungen denkbar, doch war das Ziel, die Auflistung auf die vordergründigen Optionen zu beschränken. So finden sich zum Beispiel keine Eisbrecher in der Liste, da diese Anwendung aus deutscher Sicht wenig Relevanz zukommt, aber auch durch den Anwendungsfall „Forschungsschiff" abgedeckt werden kann.

6.3.4 Übergeordnete Aspekte zur Differenzierung von Anwendungsfällen

In der Erarbeitung wurde klar, dass eine weitere Differenzierung der Anwendungsfälle vorzunehmen war. Wiederkehrende Fragen ergaben sich nach der Regelmäßigkeit und Standardisierung von bestimmten bedienten Relationen wie auch zu möglichen Einsatzgebieten. Vor dem Hintergrund, wo vollautonome Systeme mit hoher Wahrscheinlichkeit als erstes zum Einsatz kommen, wurden die Anwendungsfälle hinsichtlich ihres Einsatzes in der Umwelt hinsichtlich zu erwartender Routen und Einsatzgebiete weiter differenziert.

Insbesondere in den Anfängen der Umsetzung autonomer Schifffahrt werden nicht alle Fahrtgebiete geeignet sein. Es bestehen Herausforderungen an die Infrastruktur, die Qualität vorhandener Daten zu Häfen und Revieren und Eingriffsmöglichkeiten bei technischen Systemproblemen. Eine Differenzierung nach Revierfahrt, Küstenfahrt oder Ozeanquerung wurde wieder fallen gelassen, da sich keine eindeutigen Zuordnungen finden lassen. Eine Differenzierung nach Routen und Einsatzgebieten unter Beachtung von Reisedauern wurde gewählt.

Routen:
Es wurden vier verschiedene Arten an „Routen" festgelegt, die sich hinsichtlich ihrer Komplexität unterscheiden:

- **Geplante Tracks:** Der Einsatz ist durch das Abfahren definierter Tracks gekennzeichnet (Bagger, Vermessung, Versorgung, gleichartige Hafenmanöver). Diese Tracks können vor dem Einsatz geplant und vorbereitet werden.
- **Standardrouten:** Verschiedene, aber gleiche Punkte oder Liegeplätze werden regelmäßig angelaufen. Die Reihenfolge kann unterschiedlich sein.
- **Wechselnde Routen:** Es werden regelmäßig verschiedene Punkte oder Liegeplätze angelaufen. Es ist zu erwarten, dass die Destinationen hinsichtlich der Eignung für autonome Schifffahrt teilweise sehr große Unterschiede ausweisen werden.
- **Manöver:** In einem begrenzten Gebiet werden verschiedenste Punkte angefahren und unterschiedliche Manöver durchgeführt. Es sind keine standardisierten Manöver zu erwarten, sondern diese sind sehr situationsabhängig (Wind, Seegang, Strömung, Status involvierter anderer Systeme).

Die definierten Routen können bestimmten Anwendungsfällen zugeordnet werden. Es ist jedoch so, dass ein Schiff von einem Standardeinsatz (z.B. Linie) auch in einen wechselnden Einsatz wechselt. Die Zuordnungen sind somit als wahrscheinlichste Routenführung zu sehen (Häufigkeit). Die Bewertung soll sich auf diese Routen fokussieren, um eine Vergleichbarkeit der Einschätzung zu erlangen.

Bei der Beurteilung ist der Unterschied zwischen präferierten Standardrouten und wechselnden Routen zu beachten. Die Attribute von Standardrouten sind:

- die Datenlage ist gut (z. B. gute Vermessung der Gebiete, Datenaustausch mit erforderlicher Leistung)
- eventuell nötige Infrastruktur ist verfügbar (Referenzpunkte, ausgestattete Liegeplätze, Kommunikationspunkte)
- Eingriffe bei Störungen und Überwachung sind einfacher zu organisieren (räumlich begrenzt, nötige Infrastruktur)
- Planbarkeit des Anwendungsfalles, weniger „Überraschungen" im Seegebiet zu erwarten

Einsatzgebiete und Reisedauer:
Je nach Anwendungsfall werden sich bestimmte räumliche Einsatzgebiete für die autonome Schifffahrt anbieten. Faktoren sind rechtliche Fragen, Eingriffsmöglichkeiten von außen in das System und Planbarkeit von Reisen. Es wurden drei Einsatzgebiete differenziert:

- **Binnen:** Der Einsatz erfolgt auf Binnenwasserstraßen, auch im Bereich der Seestraßenordnung bis zur Seegrenze. Die Ufer sind meistens in naher Reichweite, was es erleichtert, unterstützende Systeme zu etablieren oder den schnellen Zugang zu autonomen Fahrzeugen zu gewährleisten. Die Umwelteinflüsse (Wind, Welle) sind überschaubar. Die Reisdauern variieren zwischen Stunden und wenigen Tagen. Der Rechtsraum ist größtenteils national oder bilateral.
- **Regional:** Der Einsatz erfolgt in räumlich begrenzten Gebieten, zum Beispiel Küstenschifffahrt (z.B. Passagen in der Ostsee oder im Mittelmeer), in Offshore-Gebieten (z.B. vom Basishafen in OWF) oder um ein Mutterschiff. Regionale Gebiete können mit hohem Deckungsgrad mit der Infrastruktur für vollautonome Systeme ausgerüstet werden, die Datenlage ist gut. Der Zugang zu den Systemen ist in den Häfen und in kürzeren Zeitabständen möglich. Das System ist im Bereich von vorhersagbaren Umwelteinflüssen (Wind, Seegang) unterwegs, die Reisedauer kann mit Stunden bis wenige Tagen veranschlagt werden. Der Rechtsraum kann national, bilateral oder multilateral sein.
- **Weltweit:** Der Einsatz umfasst Reisen über größere Distanzen und damit längerer Reisedauer. Insbesondere sind damit auch lange Reisen über die hohe See abgedeckt. Die angelaufenen Reviere sind vielfältig, die zur Verfügung stehende Infrastruktur und die Datenlage ist nicht immer komplett gewährleistet. Der Zugang zu den vollautonomen Systemen ist weit verstreut und nur in größeren Intervallen möglich. Mögliche Reisedauern von mehr als 14 Tagen lassen die Umwelteinflüsse nur bedingt für die gesamte Reise vorhersagen. Der Rechtsraum ist multilateral.

Entsprechend des Anwendungsfalles der Schiffe ergeben sich unterschiedliche Reisedauern. Diese wurden pro Anwendungsfall eingeschätzt, dienen allerdings nur zur Orientierung und sind wahrscheinliche Reisdauern. Je nach tatsächlichem Einsatz kann diese Zeit variieren.

6.3.5 List der Anwendungsfälle

	Schifffahrtscluster	übergreifende Aspekte		
Nr.	**Anwendung als / für ...**	**Routen**	**Einsatzgebiet**	**Reisedauer**
D	**Transport von Trockenladung**			
D.1	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	Standardrouten	binnen	1 - 3 d
D.2	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	Standardrouten	regional	2 - 5 d
D.3	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	Standardrouten	weltweit	5 - 30 d
D.4	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	wechselnde Routen	regional	2 - 5 d
D.5	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	wechselnde Routen	weltweit	6 - 30 d
D.6	Transport von Stück- und Schwergut	wechselnde Routen	weltweit	3 - 20 d
T	**Transport von Flüssigkeiten & Gasen (Tanker)**			
T.1	Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Standardrouten	binnen	1 - 3 d
T.2	Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	wechselnde Routen	regional	1 - 4 d
T.3	Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	wechselnde Routen	weltweit	5 - 30 d
P	**Transport von Passagieren**			
P.1	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Standardrouten	binnen	< 1h
P.2	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Standardrouten	regional	<1 - 5 h
P.3	Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Standardrouten	binnen	1 - 8 h
P.4	Kreuzfahrtschiff (Pax)	Standardrouten	weltweit	1 -3 d
O	**Offshore-Arbeiten**			
O.1	Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	Standardrouten	regional	8 - 15 h
O.2	Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	Standardrouten	regional	1 - 3 d
O.3	Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Standardrouten	regional	1 - 5 d
O.4	Abbau von Rohstoffen	geplante Tracks	weltweit	3 - 10 d
O.5	Hochsee-Verschleppung, Anchor Handling (Offshore)	Manöver	regional	1 - 3 d
O.6	Verlegung von Kabeln und Rohren	geplante Tracks	weltweit	5 - 20 d
O.7	Räumung von Munition und Altlasten	geplante Tracks	regional	1 - 3 d
S	**Servicearbeiten im Hafen & Revier**			
S.1	Hafen-Assistenz beim An-/Ablegen, Escort	Manöver	regional	1 - 6 h
S.2	Ver- + Entsorgung durch Bargen (Betriebsstoffe)	wechselnde Routen	regional	1 - 6 h
S.3	Baggerarbeiten	geplante Tracks	regional	8 - 24 h
R	**Forschung, Exploration, Vermessung**			
R.1	Vermessung/Erforschung von Gewässern (hohe See)	geplante Tracks	weltweit	5 - 20 d
R.2	Vermessung/Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	geplante Tracks	regional	<1 - 2 d
R.3	Exploration, Suche nach Rohstoffen und Gegenständen	geplante Tracks	weltweit	5 - 30 d
R.4	Meeresforschung (Ausbringen von Messbojen, etc.)	wechselnde Routen	weltweit	1 - 120 d
R.5	Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonomie	geplante Tracks	regional	<1 - 5 d
H	**Hoheitliche Aufgaben**			
H.1	Seenotrettung (Suche und Lagefeststellung)	wechselnde Routen	regional	1 - 12 h
H.2	Seenotrettung (Rettung)	wechselnde Routen	regional	1 - 12 h
H.3	Beobachtung Seegebiete durch Küstenwache	wechselnde Routen	regional	1 - 5 d
H.4	Kontrolle von Schiffen durch Küstenwache	Manöver	regional	1 - 5 d
H.5	Verkehrspolizeiliche Aufgaben	Manöver	regional	1 - 5 d
H.6	Bau und Instandhaltung von Wasserstrassen	wechselnde Routen	regional	1 - 5 d
H.7	Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	geplante Tracks	regional	1 - 3 d
F	**Freizeitschifffahrt**			
F.1	Distanzfahrten von Sportbooten	wechselnde Routen	regional	1 - 2 d
F.2	Distanzfahrten von Sportbooten	wechselnde Routen	binnen	6 - 12 h

Tabelle 4: Liste der Anwendungsfälle (eigene Darstellung)

6.3.6 Abgleich der Anwendungsfälle mit den Ergebnissen der internationalen Projektumschau

In der internationalen Projektumschau wurden aktuelle Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur vollautonomen Schifffahrt analysiert. Das beinhaltete auch die Auswertung, welche Anwendungsfälle in diesen Projekten betrachtet werden.
Die katalogisierten Projekte wurden nach den entwickelten Anwendungsfällen, Routen und Einsatzgebieten aufgeschlüsselt. Da die Projekte in der Regel nicht alle Informationen und Spezifikationen veröffentlichen bzw. diese noch nicht abschließend definiert wurden, ist die Aufschlüsselung der Projekte aus der internationalen Projektumschau als Annäherung zu verstehen.

Die Projekte aus der internationalen Projektumschau können in sieben verschiedene Anwendungsfälle unterschieden werden:

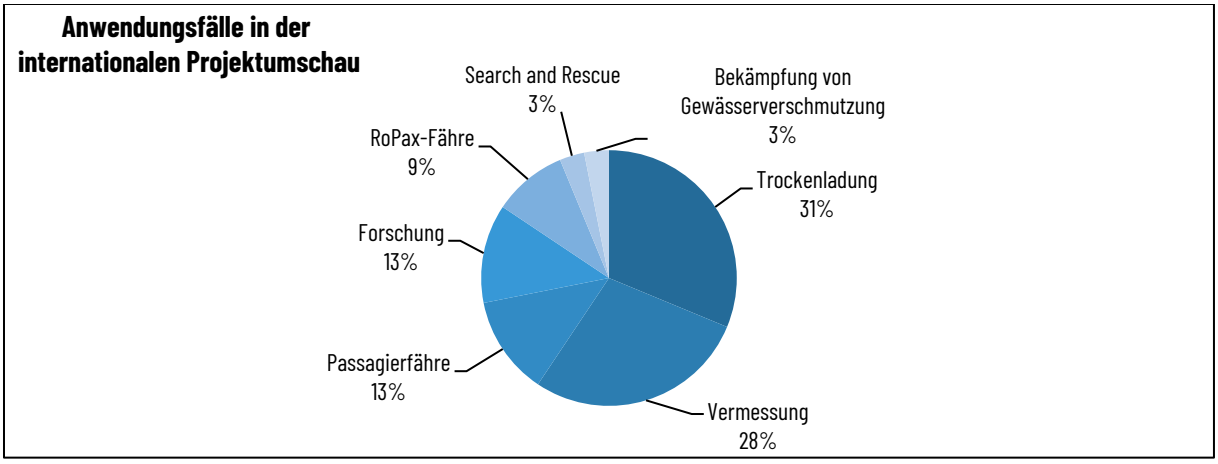

Abbildung 4: Aufschlüsselung der Anwendungsfälle innerhalb der internationalen Projektumschau (eigene Darstellung)

Gleiches gilt für die Routen. Alle Projekte aus der internationalen Projektumschau können nach den definierten Routen sinnvoll aufgeschlüsselt werden.

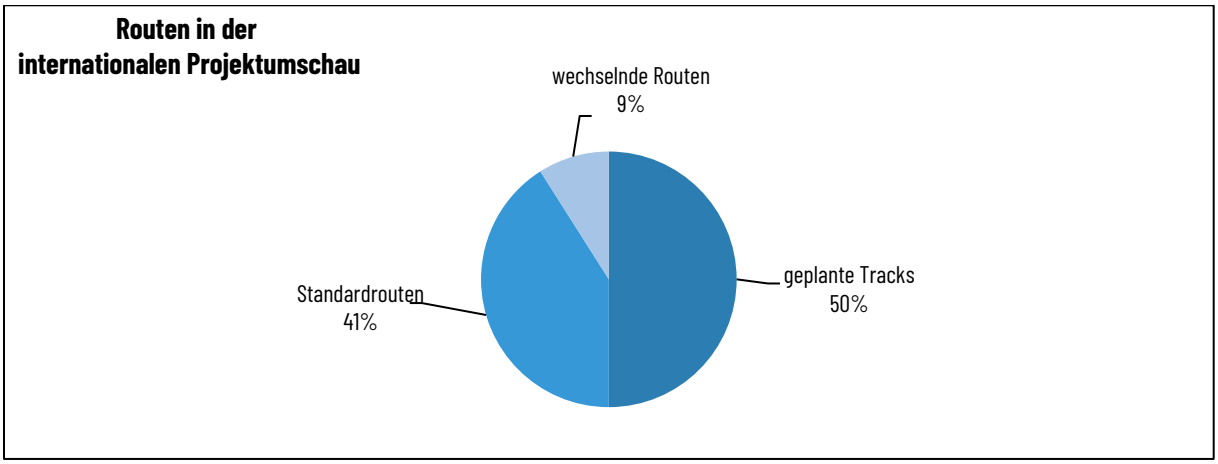

Abbildung 5: Aufschlüsselung der Routen innerhalb der internationalen Projektumschau (eigene Darstellung)

Ebenso können die Einsatzgebiete aller Projekte aus der internationalen Projektumschau sinnvoll aufgeschlüsselt werden.

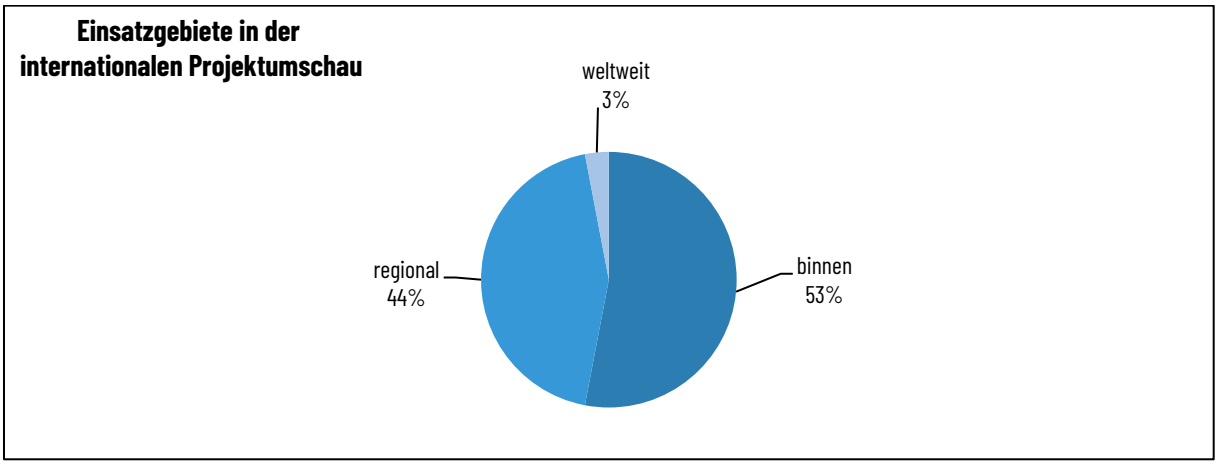

Abbildung 6: Aufschlüsselung der Einsatzgebiete innerhalb der internationalen Projektumschau (eigene Darstellung)

Die Aufschlüsselung zeigt, dass die Anwendungsfälle, Routen und Einsatzgebiete praktikabel definiert wurden. Die Definitionen sind weder zu generisch noch zu granular, so dass detaillierte und spezifische Aussagen zu einzelnen Anwendungsfällen gemacht werden können, ohne dass es zu einer unübersichtlichen und unpraktischen Anzahl aller möglichen Kombinationen kommt.

6.4 Bewertungskriterien zur Beurteilung der Realisierungswahrscheinlichkeit

6.4.1 Perspektiven der Bewertung

Aus den Interessen der Interessengruppen wurden fünf übergeordnete Perspektiven abgeleitet, zu denen Kriterien definiert werden, anhand derer die Wahrscheinlichkeit des Einsatzes autonomer maritimer Systeme beurteilt werden können:

Technologie	Wenn von autonomer Schifffahrt gesprochen wird, steht die Entwicklung von Technologien an erster Stelle. Viele technische Lösungen sind heute noch nicht verfügbar, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass Innovationen zu einem rasanten technologischen Fortschritt führen werden.
Gesellschaft	Die Akzeptanz der Gesellschaft kann die Entwicklung autonomer Systeme stark beeinflussen, und sowohl bremsend als auch fördernd wirken. Damit ist die Gesellschaft ein wichtiges Kriterium in der Bewertung der Wahrscheinlichkeit des Einsatzes vollautonomer Schiffe.
Sicherheit	Schifffahrt zählt zu High Risk Industrien. Schiffe sind den Naturgewalten ausgesetzt und bewegen sich in einer sich laufend verändernden Umwelt. Von Schiffen selbst können sehr hohe Gefahren ausgehen, insbesondere für sich auf autonomen Systemen befindliche Menschen, aber auch durch Stoffe, die transportiert werden, und zu hohen Umweltschäden führen können. Schifffahrt unterliegt heute einer Vielzahl an präventiven Regularien, die auch in der autonomen Schifffahrt Berücksichtigung finden müssen. Somit wurde diese Perspektive zu Bewertung der Wahrscheinlichkeit der Umsetzung hinzugezogen.
Ökonomie	Geschäftsmodelle müssen wirtschaftlich tragfähig sein und einen Markterfolg sichern. Im übertragenen Sinn gilt das auch für hoheitliche Aufgabe. Die Wahrscheinlichkeit der Umsetzung autonomer Schifffahrt wird sich wesentlich am zu erwartenden wirtschaftlichen Erfolg messen lassen.

Ökologie	Autonome Schiffe werden ein anderes Design und andere Technologien ausweisen, als wie sie heute genutzt werden. Damit ergeben sich auch Chancen für den Klimaschutz und den Schutz der Meere. Somit wurde auch diese Perspektive aus den Interessen heraus definiert.

Tabelle 5: Bewertungsperspektiven (eigene Darstellung)

6.4.2 Entwicklung der Bewertungskriterien

Zur Entwicklung der Bewertungskriterien wurden folgende Fragen gestellt:

- Wo sind Hürden in der Umsetzung zu vermuten, die eine spätere Lösungsfindung erwarten lassen?
- Welche wesentlichen Parameter werden voraussichtlich den anfänglichen Einsatz von autonomen Schiffen bestimmen?

Hinzugezogen wurde das Informationspapier: Einsatzspektrum und Anwendungsfälle autonomer maritimer Systeme der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation[150], die Ergebnisse aus der internationalen Projektumschau; Gespräche mit Fachexperten und die Diskussionsergebnisse aus dem Autorenteam.

Aus den Betrachtungen ergab sich folgende Struktur der Bewertungsgruppen.

Abbildung 7: Perspektiven und Bewertungsgruppen (eigene Darstellung)

Zu den einzelnen Bewertungsgruppen wurden verschiedene Thesen aufgestellt, die zu werten sind. Dabei wurde darauf geachtet, auf einer hoch-aggregierten Ebene zu bleiben.

6.4.3 Bewertungskriterien der Anwendungsfälle

6.4.3.1 Bewertungsperspektive Technologie

Bei der Formulierung der Kriterien zur Bewertung von Anwendungsfällen wurden berücksichtigt:

- Besteht ein ausreichendes Potenzial zur Entwicklung innovativer technologischer Lösungen?
- Als wie verlässlich und sicher können die Anwendungsfälle eingeschätzt werden?
- Ist die Verfügbarkeit technologischer Teilsysteme wahrscheinlich?
- Sind die Anforderungen einer autonomen Reise von A nach B durch den Anwendungsfall zu erfüllen?

Als Ergebnis soll festgestellt werden, ob ein Anwendungsfall eine mehr oder weniger hohe Wahrscheinlichkeit hat, dass

[150] DGON e.V., "Informationspapier: Einsatzspektrum und Anwendungsfälle autonomer maritimer Systeme", 2021.

- ein hohes technisches Potenzial vorliegt und
- dessen Umsetzung große Erfolgschancen hat.

6.4.3.1.1 Technologiepotenzial

Potenzial Standardisierung und Modularisierung
Standardisierung und Modularisierung von Bauteilen und Ausrüstungen ist ein Erfolgsfaktor für die Umsetzung autonomer Systeme. Es wird sich in international verbindlichen Normen und Standards widerspiegeln. Die Chancen, zumindest für systemkritische und sicherheitsrelevante Bauteile Standards zu entwickeln, kann durch die Anwendungsfälle unterschiedlich forciert und unterstützt werden.

Einsatzfähige technologische Innovationen in ein Gesamtsystem
Abhängig von der zu erwartenden Komplexität des Gesamtsystems ist eine Umsetzung eines Anwendungsfalles früher oder später möglich.

Eignung für innovative Schiffdesigns
Autonome Schiffe werden nicht so aussehen wie Schiffe, die mit heutigen Technologien gebaut werden. Je nach Anwendungsfall können sich unterschiedliche Optionen für ein innovatives Design ergeben. Dies betrifft den Rumpf, die Aufbauten, den Antrieb wie auch die Einrichtungen für Transport oder andere Aufgaben.

6.4.3.1.2 Entwicklung verlässlicher Systeme

Technologische Verlässlichkeit
Ein autonomes Schiff muss eine verlässliche Technologie haben. Die Kompetenz der „Selbstreparatur" ist noch eine Herausforderung. Je nach Komplexität ist eine mehr oder weniger hohe Verlässlichkeit der einzelnen Systeme zu erwarten. Ebenso spielen mögliche Wartungsintervalle eine Rolle, um die Verlässlichkeit zu erhöhen.

Komplexität der notwendigen Systeme
Die Komplexität der notwendigen Systeme zum Ermöglichen des autonomen Fahrens, wie zum Beispiel Sensoren, Stelleinheiten, Steuerungen, Kameras etc. bedingen zusätzliche Fehlerquellen, Alarme und Eingriffsnotwendigkeiten. Je umfangreicher die nötige technische Ausstattung eines Schiffes wird, desto komplexer werden die Systeme. Dieser Punkt ist stellvertretend für andere Technologien anhand zu erwartender nötiger Sensorik und Steuerungselemente zu beurteilen.

Erforderliche Redundanz von Systemen
Verlässlichkeit und Verfügbarkeit eines autonomen Schiffes kann durch die Redundanz von Teilsystemen erhöht werden. Auf Seeschiffen sind für sicherheitsrelevante und betriebskritische Systeme eine Redundanz durch ein zweites System gefordert. Je nach Anforderung des Anwendungsfalles kann in der autonomen Schifffahrt eine erhöhte Redundanz notwendig werden, um negative Auswirkungen von Blackouts zu minimieren.

6.4.3.1.3 Verfügbarkeit technologischer Teilsysteme

Teilsysteme
Autonome Schiffe benötigen Lösungen für durchgängige und vernetzte Teilsysteme, hier wird explizit gefragt nach der Antriebstechnik, der Betriebstechnik, der Sensorik mit der entsprechenden Datenverarbeitung sowie nach der übergeordneten Systemsteuerung des autonomen Fahrzeuges. Diese Teilsysteme unterliegen einem unterschiedlichen Status in der Entwicklung, um in autonomen Systemen eingesetzt werden zu können. Dies wird auch eine gezielte Förderung bestimmter Teilsysteme nötig werden lassen, da volle Autonomie nur mit allen Systemen möglich sein wird.
Die Anwendungsfälle haben unterschiedliche Anforderungen an die Teilsysteme, hier ausgedrückt durch die zeitlich erwartete Verfügbarkeit. Die Übertragbarkeit in andere Anwendungsfälle sollte dabei ebenso bedacht werden.

Evakuierung von Menschen
Auch auf vollautonomen Schiffen ist mit der Anwesenheit von Menschen zu rechnen, sei es als Passagiere oder „Riding Crews" für die Instandhaltung. Die Anwesenheit von Menschen an Bord wird eine Art "Hotelbetrieb" benötigen und ist je nach Anwendungsfall wahrscheinlich.
Im Notfall kann die sofortige Evakuierung von Passagieren und Zusatz-Crew notwendig sein. Die autonome Evakuierung ohne nautische Besatzung ist je nach Anwendungsfall im jeweiligen Einsatzgebiet unterschiedlich zu bewerten.

6.4.3.1.4 Anforderungen Reisedurchführung

Reisedauer
Autonomie von Schiffen wird über einen längeren Zeitraum erwartet. Es ist ein Unterschied, ob ein autonomes Schiff jeden Abend im Hafen liegt oder auf einer längeren Ozeanüberquerung unterwegs ist. Die Eingriffsmöglichkeiten von außen sind entsprechend unterschiedlich zu werten.

Fürsorge für Ladung oder Passagiere
Je nach Anwendungsfall kann eine unterschiedliche Fürsorge für Ladungen und/oder Menschen an Bord notwendig werden. Das reicht von der Ladungssicherung über die Lüftung bis zur Zustandskontrolle der Ladung. Menschen benötigen Führung und Unterstützung in besonderen Situationen. Adäquate funktionierende Sicherheitseinrichtungen sind notwendig, wie z.B. Lüfterklappen, Brandbekämpfungseinrichtungen oder Lenzsysteme. Hierin können sich die Anwendungsfälle deutlich unterscheiden. Die Bewertung muss dabei Chancen von innovativen Schiffsentwürfen berücksichtigen.

Gefährdung durch Gefahrgut
Zum Gefahrgut zählen sehr viele feste, flüssige oder gasförmige Stoffe, die als Betriebsmittel benötigt oder als Ladung transportiert werden. Das reicht von Gasflaschen über Flüssigkeiten in Tanks bis zu Chemikalien in Containern oder nicht-kohäsive Bulkladung. Es ist davon auszugehen, dass auch auf autonomen Schiffen gefährliche Ladung an Bord sein wird, allerdings in unterschiedlich großen Mengen. Für die Anwendungsfälle kann ein unterschiedliches Potenzial an Gefährdung durch Gefahrgut vorliegen.

Wiederherstellen Propulsion und Steuerfähigkeit nach Ausfall
Der Ausfall des Antriebs oder der Ruderanlage führt in der Regel zur Manövrierunfähigkeit. Die Gründe liegen beispielsweise in mechanischen Einwirkungen, Softwarefehlern, Schäden an Elektronikbauteilen, Leitungsschäden. Je nach Schaden muss ein Eingriff von der Landseite möglich sein, oder ein Reparaturteam muss auf das Schiff gelangen (per Helikopter oder Boot).

6.4.3.2 Bewertungsperspektive Sicherheit

Um Anwendungsfälle auf bestimmten Routen und Gebieten (Umgebungen) einsetzen zu können, müssen verschiedene Sicherheitskriterien erfüllt werden.

- Die operative Sicherheit der Systeme muss in jeder Umgebung gewährleistet sein, in den Anfängen insbesondere durch Eingriffsmöglichkeiten zur Stabilisierung von Störungen.
- Die Gefährdungen des Betriebes sind in jeder Umgebung gleich und beeinflussen die Sicherheit autonomer Systeme, insbesondere in den Startphasen.
- Die Herausforderungen der äußeren Sicherheit ist in den Umgebungen gleich, wie Cyber Security oder Piraterie.
- Im Falle eines Notfalles hat eine erfolgreiche Notfallbehandlung bis hin zur Evakuierung von mitreisenden Menschen in den Umgebungen gleiche Anforderungen.

6.4.3.2.1 Operative Systemsicherheit

Eingriffsmöglichkeiten im Notfall
Notfälle, die nach Kollisionen, Grundberührungen oder Strandungen zu Wassereinbruch führen; oder die aus Kurzschlüssen oder chemischen Reaktionen zu Feuer führen, müssen erfolgreich bekämpft werden können. Insbesondere wenn keine Menschen an Bord sind, die die Lage beurteilen und Entscheidungen in unplanbaren Situationen fällen können, kommt

diesem Aspekt eine hohe Bedeutung zu. Erfolgreiche Bekämpfung von Notfällen setzt auch entsprechende und funktionierende Identifizierungs- und Reaktionseinrichtungen voraus. Nicht in jedem Anwendungsfall wird dies vom Anfang der Nutzung autonomer Schiffe gelingen. Eingriffsmöglichkeiten über Fernsteuerung oder Lösungen zum Boarding haben je nach Umgebungsanforderungen unterschiedliche Chancen der Umsetzung.

6.4.3.2.2 Präventive Betriebssicherheit

Gefährdungen im Seegebiet oder Revier
Seegebiete und Reviere haben sehr unterschiedliche Herausforderungen. Diese sind begründet durch variierende Wassertiefen, enge Fahrwasser, Wind- und Seegangsbedingungen oder durch hohe Verkehrsdichte. Anwendungen können hauptsächlich in Gebieten eingesetzt werden, die geringere Herausforderungen ausweisen. Dies ist in der Bewertung einzuschätzen.

6.4.3.2.3 Präventive äußere Sicherheit

Cyber Security, Piraterie oder Terrorismus
Datenverlust oder Verfälschung von Daten können die Sicherheit des Schiffes beeinträchtigen. Die Gefährdung auf den unterschiedlichen Routen und Einsatzgebieten ist differenziert zu werten. Ebenso ist auf den verschiedenen Routen und Einsatzgebieten eine unterschiedliche Gefährdung durch Vandalismus, Piraterie oder Terrorismus (Boarding, Entführung, Raub, Erpressung) zu erwarten.

6.4.3.3 Bewertungsperspektive Gesellschaft

Bei der Formulierung der Kriterien zur Bewertung von Anwendungsfällen wurden berücksichtigt:

- Besteht eine Akzeptanz bei Nutzern, Anwendern und öffentlicher Meinung?
- Wie wirkt sich der Anwendungsfall auf Qualifizierung und Beschäftigung aus?
- Sind Hürden zum Schaffen eines rechtlichen Rahmens zu überwinden?

Als Ergebnis soll festgestellt werden, ob ein Anwendungsfall eine mehr oder weniger hohe Wahrscheinlichkeit hat, dass

- eine positive gesellschaftliche Wirkung besteht, und
- rechtliche Fragen überwunden werden können, und
- Projekte in Forschung und Innovation eine positive Auswirkung auf weitere Anwendungen haben.

6.4.3.3.1 Akzeptanz durch Markt und Öffentlichkeit

Akzeptanz durch direkt Betroffene und Anwender
Für Anwender und direkt betroffene Personengruppen bedingt autonome Schifffahrt eine grundsätzliche Veränderung der Geschäftsprozesse wie auch der Arbeitsbedingungen und -anforderungen. Betroffen sind Reedereien und Ship Manager, Lotsen oder Hafenbetriebe. Ebenso für Seeleute ist es ein Paradigmenwechsel. Von der Akzeptanz der neuen Technologien ist eine erfolgreiche Umsetzung abhängig. Dabei ist zu sehen, dass ein Veränderungsprozess Widerstände in Akzeptanz umlenken kann. Anfängliche Widerstände müssen also nicht die Einführung neuer Systeme komplett verhindern.

Akzeptanz durch Nutzer und Kunden
Sind hohe Widerstände auf Seiten der Nutzer und Kunden der Systeme zu erwarten, so haben sie weniger Chance auf Umsetzung. Es sind nicht die Anwender der Systeme, also zum Beispiel Betreiber von Schiffen gemeint, sondern diejenigen, die eine Marktmacht ausüben. So können Verlader aus Sicherheitsgründen grundsätzlich bestimmte Schiffstypen für ihre Ladung ablehnen, oder Passagiere akzeptieren nicht, auf einem autonomen Schiff transportiert zu werden und nehmen dieses nicht an.

Akzeptanz durch Öffentlichkeit
Die nicht direkt betroffene Gesellschaft wird autonome Schifffahrt voraussichtlich zur Kenntnis nehmen. Es kann aber auch Anwendungsfälle geben, die die Öffentlichkeit ablehnen wird, sei es aus Gründen der Gefährdung der Umwelt oder von Menschenleben.

6.4.3.3.2 Wirkung auf Beschäftigung

Auswirkung auf Beschäftigung im primären und sekundären Bereich
Eine positive Auswirkung auf Beschäftigung kann zum einen ein höherer Bedarf an Arbeitsplätzen in Summe sein. Zum anderen ist es aber auch eine Umschichtung von einfacheren zu höher qualifizierten Arbeitsplätzen mit einer höheren Wertschöpfung. Durch die Entwicklung von neuen Technologien und neuen Prozessen werden sich neue Berufsbilder mit entsprechenden Chancen auf Beschäftigung entwickeln.

Entwicklung höher qualifizierter Technikberufe
Je höher das Volumen der autonomen Schifffahrt wird, desto höher steigt der Bedarf an höher qualifizierten und technisch orientierten Berufen.

Technologisches Know-how
Innovationen in die autonome Schifffahrt sind eine Investition in die Technologieführerschaft Deutschlands. Die Anwendungsfälle können diese Entwicklung unterschiedlich unterstützen.

6.4.3.3.3 Rechtlicher Rahmen

Nationale und internationale Rechtsprechung, insbesondere auch Haftung
Sowohl national, aber insbesondere auch international, sind rechtliche Hürden zu überwinden, die autonome Schifffahrt ermöglichen. Sämtliche internationale Konventionen wie die International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), die International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), die International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW) und die Maritime Labour Cconvention (MLC) und die zugehörigen Codes sind davon betroffen. Auch auf der privatrechtlichen Seite sind viele Fragen zu klären. Die Fragen zur Haftung bei Unfällen und Schäden sind sehr komplex. Entsprechende Regeln sind auf nationaler und internationaler Ebene zu klären.

6.4.3.4 Bewertungsperspektive Ökonomie

Bei der Formulierung der Kriterien zur Bewertung von Anwendungsfällen wurden berücksichtigt:

- Besteht ein ausreichender Markt, um den Anwendungsfall Entwicklungschancen zu geben?
- Sind disruptive Geschäftsmodelle möglicherweise eine Chance für den Anwendungsfall?
- Kann eine mittelfristige Wirtschaftlichkeit der Systeme erwartet werden?
- Wie hoch ist der wahrscheinliche Aufwand in die bereitzustellende Infrastruktur zu werten?

Als Ergebnis soll festgestellt werden, ob ein Anwendungsfall eine mehr oder weniger hohe Wahrscheinlichkeit hat, dass

- die Anwendung einen Markt findet, und
- die Wirtschaftlichkeit eine Chance hat.

6.4.3.4.1 Potenzieller Markt

Marktattraktivität und Wachstumspotenzial
Je größer ein Markt oder ein Anwendungsfeld ist, desto wahrscheinlicher ist der Einsatz von autonomen Systemen. Bieten der Markt oder das Anwendungsfeld dazu noch ein Potenzial zum Wachstum, um Marktanteile zu generieren, so steigt die Wahrscheinlichkeit der Nutzung von autonomen Schiffen. Kleinere Segmente können interessant sein, um der Technologie zur Akzeptanz zu verhelfen, flächendeckend ist allerdings eine Marktreife zu erreichen. Somit werden „unattraktive" Segmente (zu geringe finanzielle Stärke, kleines Anwendungsfeld, wenig Attraktivität für Nutzer) keine Chance zur Umsetzung haben und keine Technologietreiber werden.

Chancen der Serienproduktion
Insbesondere weniger komplexe Schiffstypen haben die Chance zur Serienproduktion. Je mehr sich Schiffsbetreiber im Markt differenzieren müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben, oder je spezieller Einsatzfelder von Schiffen werden, desto

unwahrscheinlicher ist eine Massenfertigung. In der Schifffahrt ist (bisher) generell, im Gegensatz zu anderen Fahrzeugen, von kleineren Losgrößen auszugehen. Dieser Aspekt ist auf komplette Schiffe zu sehen. Teilsysteme zur Betriebssteuerung oder zur Navigation und Kommunikation können auch übergreifend in verschiedenen Anwendungsfällen eingesetzt werden und sind deshalb separat zu beurteilen

Disruptive Geschäftsmodelle
Autonome Schifffahrt bietet eine große Chance, das entstehende Datenvolumen für digitale Geschäftsmodelle zu nutzen. Der Informationsfluss kann durchgängiger gestaltet werden, valide Daten stehen für Entscheidungen zur Verfügung. In den Anwendungsfällen steckt ein großes Potenzial zur Innovation und Umsetzung insbesondere für disruptive Geschäftsmodelle.

Durchgängigkeit und Effizienz von Logistikketten oder Prozessabläufen
Supply Chain Management betrachtet die logistische Kette in ganzheitlicher Sicht. Der Fluss der Transportketten wird ganzheitlich aus technischer, informationstechnischer und organisatorischer Sicht synchronisiert und optimiert. Autonome Schiffe können technisch und datenmäßig in diese Prozesse sehr gut integriert werden, um Durchlaufzeiten und Kosten zu optimieren. Diese Ansätze lassen sich auch in anderen Prozessen als nur in Transporten umsetzen, wie in Seeraumbeobachtung, Vermessung oder anderen Anwendungen.

6.4.3.4.2 Wirtschaftlichkeit autonomer Anwendungen

Amortisation von Investitionen
Die Amortisation von Investitionen liegt im Einsparungspotenzial auf der Zeitachse begründet. Automatisierung und Autonomisierung sind mit Investitionen verbunden, die durch den Einsatz der Schiffe wieder eingefahren werden müssen, oder (wo keine Einnahmen generiert werden) andere Vorteile sich ergeben können. In diesem Punkt ist der Blick auf zukünftige Chancen zu lenken. Wie die Entwicklungen in anderen Industrien zeigen, sind die Investitionen in Neuentwicklungen deutlich höher und werden sich erst auf der Zeitachse positiver auswirken.

Betriebskosten
Der Aufwand und damit die Kosten des Betriebes sind ein wesentliches Kriterium, ob autonome Schifffahrt eine Chance auf Umsetzung hat. In diesem Punkt ist nur der Betrieb des Schiffes, nicht die Struktur an Land, zu beurteilen. Kostentreiber sind heute die Energiekosten, die Instandhaltung sowie die Personalkosten.

Versicherung von Schäden
Versicherungen von Schiffen und Ladungen kalkulieren ihr wirtschaftliches Risiko, also die Wahrscheinlichkeit des Eintretens von Schadenfällen und deren zu erwartenden Schadenshöhen. Entsprechend werden die Versicherungsbeiträge kalkuliert. Mit der Fragestellung ist somit verbunden, ob sich die Schadenshöhen durch autonome Schifffahrt verringern lassen.

Anschubfinanzierung
Schiffe sind langlebige Wirtschaftsgüter mit einer Lebensdauer von vielen Jahren. Innovationen benötigen viel Zeit, bis sie sich durchsetzen können. Mit Anschubfinanzierungen können die Zyklen der Einführung neuer Technologien beschleunigt werden und ein entsprechender Markt für die neuen Technologien geschaffen werden. Diese Chancen sind für die Anwendungsfälle differenziert einzuschätzen.

6.4.3.4.3 Wirtschaftlichkeit notwendiger Infrastruktur

Unabhängigkeit von unterstützenden Systemen
Ein autonomes Schiff wird sich weitgehend unabhängig von anderen Systemen und mit eigenständigen Entscheidungen auf dem Wasser bewegen und arbeiten. Es ist allerdings zu erwarten, dass eine gewisse Infrastruktur notwendig sein wird. Die Navigation wird externe Systeme von GPS bis zu anderen digitalen Einrichtungen zur Orientierung benötigen. Der Schiffsbetrieb muss in Kontrollzentren einsehbar und der Zustand transparent sein. Eingriffsmöglichkeiten bei Problemen müssen möglich sein. Die Kommunikation mit anderen Schiffen oder Einrichtungen ist notwendig. Die Anforderungen der Anwendungsfälle können hierzu sehr unterschiedlich sein.

Investitionen in die Infrastruktur
Das Durchfahren von Revieren sowie das Manövrieren in Häfen oder an Anlegestellen soll autonom erfolgen. Neben GPS-Systemen können weitere Systeme digitaler und optischer Art notwendig werden, um sichere Positionsbestimmungen zu ermöglichen (Überlagerung von Systemen zur Kontrolle der Systemsicherheit). Daten der Reviere und Häfen müssen in hoher Qualität vorliegen. An Anlegestellen können zusätzliche Distanzmessverfahren zum Einsatz kommen, das Festmachen der Schiffe erfordert alternative Systeme. Dies sind Beispiele, die Anwendungsfälle werden unterschiedliche Anforderungen daran haben.

Kosten der Aufrechterhaltung des Systems
Die Infrastruktur für autonome Systeme wird sich diesen anpassen müssen. Dazu zählen Steuerungszentralen für den Schiffsbetrieb wie auch zur Verkehrslenkung, in denen zentrale Entscheidungen getroffen werden, die das einzelne Schiff nicht treffen kann. Diese Infrastruktur muss permanent einsatzbereit sein und wird entsprechenden Aufwand zur Pflege und Entwicklung benötigen. Die Anwendungsfälle werden unterschiedlich hohe Anforderungen daran haben.

6.4.3.5 Bewertungsperspektive Ökologie

Bei der Formulierung der Kriterien zur Bewertung von Anwendungsfällen wurden berücksichtigt:

- Kann der Anwendungsfall einen Beitrag zur Verbesserung des Klimas leisten?
- Kann der Anwendungsfall einen Beitrag zum Umweltschutz leisten?
- Kann der Anwendungsfall einen Beitrag zur Nachhaltigkeit leisten?

Als Ergebnis soll festgestellt werden, ob ein Anwendungsfall eine mehr oder weniger hohe Wahrscheinlichkeit hat, Ziele der Ökologie und Nachhaltigkeit erreichen zu können.

6.4.3.5.1 Klimabeitrag

Klimabeitrag, Energieeinsatz, alternative Antriebe
In diesen Fragen geht es um die Reinhaltung der Atmosphäre und das Verringerungspotenzial von Treibhausgasen. Die autonome Schifffahrt wird voraussichtlich alternative Antriebsarten sowie alternative Energiekonzepte benötigen. Dies birgt ein großes Potenzial für die Entwicklung adäquater Systeme und kann die Umsetzung der autonomen Schifffahrt fördern. In diesem Punkt spielen auch zukünftige Entwicklung der Versorgung von Schiffen mit Energie im Hafen eine wichtige Rolle.

Forschung und Erkenntnisgewinn zum Klimabeitrag
Daten und Fakten zu Wetter-, Strömungs- und Seegangsparametern, die im Betrieb von autonomen Schiffen durch die vorhandene Sensorik gewonnen werden, können in der Klimaforschung von großem Nutzen sein.

6.4.3.5.2 Umweltbeitrag

Wasserverschmutzung
Alternative Antriebe und weniger Menschen an Bord werden das Volumen von Abfällen und Abwässern beeinflussen. Die Verschmutzung von Meeren und Binnenrevieren durch die Schifffahrt kann dadurch verändert werden.

Forschung und Erkenntnisgewinn zum Umweltbeitrag
Ein hoher Nutzen ist Erkenntnisgewinn aus Daten und Fakten, die aus dem Betrieb von Schiffen gewonnen werden können. Autonome Schiffe können dazu einen großen Beitrag leisten, da durch die nötige Sensorik eine Vielzahl an Daten erfasst werden wird, die der Umweltforschung hilfreich sein wird.

Umweltbeeinträchtigung im Falle eines Unfalls
Schäden an der Umwelt übertreffen zunehmend die Schäden an Schiff und Ladung. Somit sind die möglichen Folgen für die Umwelt entsprechend hoch, wenn große Mengen an umweltgefährdenden Stoffen an Bord transportiert werden.

6.4.3.5.3 Beitrag zur Nachhaltigkeit

UN-Nachhaltigkeitsziele (UN Sustainable Development Goals, SDGs)
Die Vereinten Nationen haben für 2030 insgesamt 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung formuliert. Zum Erreichen einiger Ziele davon kann die Schifffahrt beitragen. Exemplarisch seien genannt:

- Hochwertige Bildung
- Sauberes Wasser
- Bezahlbare und saubere Energie
- Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- Industrie, Innovation und Infrastruktur
- Maßnahmen zum Klimaschutz
- Leben unter Wasser

Verlagerung von Transportaufgaben
Anwendungsfälle können einen Beitrag zur Verlagerung von Transportaufgaben leisten. Im Gütertransport können es Lösungen im europäischen Short Sea Traffic sein wie auch Nutzung von Wasserstraßen für den Transport „auf der letzten Meile". Im Personenverkehr können im öffentlichen Personennahverkehr Fährverbindungen und Wassertaxi-Systeme entwickelt und ausgebaut werden.

6.4.4 Zusammenfassung

Ausgehend von Interessengruppen und interessierten Parteien wurden die Perspektiven Technologie, Sicherheit Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie zur Bewertung von Anwendungsfällen durch Expert*innen festgelegt.

Insgesamt 37 potenzielle Anwendungsfälle wurden im Rahmen von Auswertungen, Expertengesprächen und den Ergebnissen aus der internationalen Projektumschau definiert. Zur weiteren Bewertung wurden den Anwendungsfällen spezifische Systemumgebungen zugeordnet, die sich aus dem Einsatz auf zu erwartenden Routen (Standardrouten, wechselnde Routen, geplante Tracks und Manöver) und in zu erwartenden gebieten (binnen, regional, weltweit) ergaben.

Insgesamt wurde ein Kriterienkatalog definiert, der die wesentlichen Aspekte berücksichtigt, die für die Einführung vollautonomer Systeme entscheidend sind. Auf Basis der Kriterien kann ermittelt werden, welche vollautonomen Systeme am wahrscheinlichsten als Erste zum Einsatz kommen können. An Erkenntnissen lassen sich zusammenfassen:

- Stakeholder haben sehr unterschiedliche Interessen, die zu berücksichtigen sind.
- Als übergeordnete Perspektiven haben sich Technologie, Sicherheit, Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie ergeben.
- Die Anwendungsfälle wurden aus grundsätzlichen Aufgaben abgeleitet und sind sehr vielfältig.
- Anwendungsfälle in gleichen Umgebungsszenarien haben gleiche Anforderungen zu erfüllen, die gemeinsam beurteilt werden können.
- Momentan nicht wahrscheinliche Anwendungsfälle können zu späteren Zeitpunkten wahrscheinlich werden.
- Aus den Anwendungsfällen lassen sich verschiedene Einzellösungen und Handlungsempfehlungen ableiten.

7 Bewertung der Anwendungsfälle

7.1 Methodik

Im vorherigen Teil der Studie wurden 37 Anwendungsfälle identifiziert, die anhand einer Reihe von vordefinierten Kriterien bzw. Thesen evaluiert werden sollten. Diese Kriterien wurden zunächst fünf übergeordneten Perspektiven zugeordnet: Technologie, Sicherheit, Gesellschaft (inklusive Recht), Ökonomie und Ökologie. Die Methodik dieses dritten Teils der Studie baut auf dieser Vorarbeit auf.

Aufgrund des Umfangs der identifizierten Anwendungsfälle sowie der Bewertungskriterien wurde ein zweistufiges Verfahren für die Evaluation der Anwendungsfälle entwickelt. Anhand dieses Verfahrens wurden zunächst die Anwendungsfälle mit der höchsten Realisierungswahrscheinlichkeit ermittelt. Anschließend wurde eine Bewertung dieser Anwendungsfälle vorgenommen. Die zwei Stufen wurden wie folgt gestaltet:

7.1.1 Erste Stufe: Eingrenzung der für die Studie relevanten Anwendungsfälle

Ziel der ersten Stufe war zum einen die Reduzierung der zu betrachtenden Anwendungsfälle, um die Umsetzbarkeit der anschließenden quantitativen Bewertung der Anwendungsfälle zu gewährleisten und die Relevanz der daraus resultierenden Daten zu erhöhen. Hierzu wurden die Anwendungsfälle abstrahiert und die Aussagen zur Bewertung der Anwendungsfälle auf einige, zentrale Aspekte reduziert. Zum anderen sollte diese erste Stufe der Befragung als Pilotstudie für die anschließende, umfassendere Expert*innen-Befragung fungieren.

7.1.1.1 Design und Durchführung der Umfrage

In diesem Kontext wurden aus dem zuvor ausgearbeiteten Aussagen-Katalog 13 Thesen als „Knock-Out Kriterien" herausgearbeitet. Diese Knock-Out Kriterien beschreiben Faktoren, die für die Wahrscheinlichkeit der Umsetzbarkeit, Funktionalität und Markteinführung von autonomen maritimen Systemen als von grundlegender Bedeutung angesehen werden. Beispiele hierfür sind die Realisierbarkeit eines ausreichenden Schutzes vor physischen Risiken oder auch die Wahrscheinlichkeit, dass zuverlässige Navigations- und Kollisionsverhütungssysteme in den nächsten zehn Jahren zur Verfügung stehen werden (für eine komplette Liste der Knock-Out Kriterien siehe Anlage 3 – Knock-Out Kriterien (Umfrage Stufe 1)).

Standardrouten			Wechselnde Routen			Geplante Tracks		Manöver
binnen	**regional**	**weltweit**	**binnen**	**regional**	**weltweit**	**regional**	**weltweit**	**regional**
Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen Fähre (RoPax oder nur Pax) Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung Fähre (RoPax oder nur Pax) Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase) Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase) Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung Kreuzfahrtschiff (Pax)	Distanzfahrten von Sportbooten	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen Ver- und Entsorgung durch Bargen (Betriebsstoffe) Seenotrettung (Suche und Lagefeststellung) Seenotrettung (Rettung) Beobachtung Seegebiete durch Küstenwache Bau und Instandhaltung von Wasserstraßen Distanzfahrten von Sportbooten	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung Transport von Stück- und Schwergut Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen Meeresforschung (Ausbringen von Messbojen, etc.)	Räumung von Munition und Altlasten Baggerarbeiten Vermessung/Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug) Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonomie Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	Abbau von Rohstoffen Verlegung von Kabeln und Rohren Vermessung/Erforschung von Gewässern (hohe See) Exploration, Suche nach Rohstoffen und Gegenständen	Hochsee-Verschleppung, Anchor-Handling (Offshore) Hafen-Assistenz beim An-/Ablegen, Escort Kontrolle von Schiffen durch Küstenwache Verkehrspolizeiliche Aufgaben

Tabelle 6: Einteilung der Anwendungsfälle in übergreifende Anwendungsfelder (eigene Darstellung)

Außerdem wurden die Anwendungsfälle übergreifenden Kategorien oder Anwendungsfeldern zugeordnet. Es verblieben somit neun dieser übergreifenden Anwendungsfelder für die Datenerhebung und Analyse in der ersten Stufe der Bewertung (für eine komplette Liste der in Anwendungsfelder aufgeteilten Anwendungsfälle, siehe Tabelle 4). Durch die Einordnung der Anwendungsfälle in diese Anwendungsfelder konnte die Befragung in der ersten Stufe wesentlich übersichtlicher und somit auch zeiteffizienter gestaltet werden.

Mit Hilfe der Knock-Out Kriterien sowie der abstrahierten Anwendungsfelder wurde anschließend eine Bewertungsmatrix aufgestellt. Diese wurde an zehn Experten und Expertinnen im Bereich der autonomen Schifffahrt verschickt mit der Bitte,

alle Anwendungsfälle pro Kriterium mittels einer Likert-Skala von 1 bis 5 im Zeitraum von einer Woche zu bewerten. Die Skala bildete dabei die Realisierungswahrscheinlichkeit der in den Knock-Out Kriterien beschriebenen Aspekte ab. Die Antwortmöglichkeit „äußerst unwahrscheinlich" war somit mit dem Wert 1 belegt und der geringsten Realisierungswahrscheinlichkeit gleichgesetzt. Der Gegenpol, „äußerst wahrscheinlich", war entsprechend mit dem Wert 5 besetzt. Enthaltungen wurde die Antwort-Option „Keine Antwort" angeboten, welche mit dem Wert 0 belegt wurde. Die fünfstufige Staffelung der Skala wurde gewählt, um den Beantwortenden auch eine neutrale Antwortmöglichkeit anzubieten.

Die Gruppe der Befragten setzte sich aus Experten und Expertinnen aus der Privatwirtschaft, öffentlichen Verwaltung sowie der Forschung zusammen. Unter den Teilnehmenden der ersten Stufe der Befragung befanden sich ebenfalls Mitglieder des Autorenteams.

7.1.1.2 Auswertung der 1. Stufe der Bewertung

Nachdem die Bewertungsmatrizen von allen Befragten ausgefüllt wurden, wurde der Mittelwert aller Antworten für jedes abstrahierte Anwendungsfeld errechnet. Hierbei ergab sich eine Spannbreite an Mittelwerten von 2,9 bis 4,1 pro Anwendungsfeld. Darauf basierend wurde 3,8 als Grenzwert festgelegt. Anwendungsfälle in den Anwendungsfeldern mit einem Mittelwert unter 3,8 wurden somit in der zweiten Stufe der Befragung nicht weiter berücksichtigt. Zu diesen ausgeschlossenen Anwendungsfeldern gehören „Standardrouten weltweit", „wechselnde Routen weltweit" sowie „geplante Tracks weltweit". Auch das Anwendungsfeld „Manöver" sowie der Einsatz von AMS im Sport-Bereich wurden ausgeschlossen. Letzteres insbesondere wegen des aktuell schwer ersichtlichen sportlichen Charakters der Nutzung von AMS. Durch den Ausschluss der genannten Anwendungsfelder verblieben 14 Anwendungsfälle für die weitere Bewertung im Rahmen der zweiten Stufe der Befragung (siehe Tabelle 7).

potenzielle Anwendungen von AMS						
	Schifffahrtscluster	**übergreifende Aspekte**			**Stufe 1**	
Nr.	**Anwendung als / für ...**	Routen	Einsatzgebiet	Reisedauer	Knock-Out	Bewertung
D.1	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	Standardrouten	binnen	1 - 3 d	NEIN	4,1
D.2	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	Standardrouten	regional	2 - 5 d	NEIN	3,8
T.1	Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Standardrouten	binnen	1 - 3 d	NEIN	4,1
P.1	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Standardrouten	binnen	< 1h	NEIN	4,1
P.2	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Standardrouten	regional	<1 - 5 h	NEIN	3,8
P.3	Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Standardrouten	binnen	1 - 8 h	NEIN	4,1
O.1	Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	Standardrouten	regional	8 - 15 h	NEIN	3,8
O.2	Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	Standardrouten	regional	1 - 3 d	NEIN	3,8
O.3	Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Standardrouten	regional	1 - 5 d	NEIN	3,8
O.7	Räumung von Munition und Altlasten	geplante Tracks	regional	1 - 3 d	NEIN	3,9
S.3	Baggerarbeiten	geplante Tracks	regional	8 - 24 h	NEIN	3,9
R.2	Vermessung/Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	geplante Tracks	regional	<1 - 2 d	NEIN	3,9
R.5	Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonomie	geplante Tracks	regional	<1 - 5 d	NEIN	3,9
H.7	Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	geplante Tracks	regional	1 - 3 d	NEIN	3,9

Tabelle 7: Nach Auswertung der ersten Befragungsstufe verbliebene Anwendungsfälle mit einem Mittelwert ≥ 3,8 (eigene Darstellung)

7.1.1.3 Einschränkungen

Im Rahmen der Auswertung der ersten Stufe der Befragung wurde festgestellt, dass zwei Fragen, T1.3 und T2.1, relativ grundlegende Notwendigkeiten abfragten.[151] Die Aussagen wurden zur Identifikation notwendiger Anschaffungen und Entwicklungen genutzt und somit möglicher Markteinführungshürden. Dabei wurde deutlich, dass derartige „neutrale" Bestandsaufnahmen die Datenlage, insbesondere bei einem solch reduzierten Datensatz, verzerren können, da sie eine Grundvoraussetzung für den Einsatz von AMS abfragen. Auf Grund dieser Einsicht wurden die Antworten der zwei Fragen bei der abschließenden Auswertung ausgeschlossen. Des Weiteren wurden im Rahmen der zweiten Stufe der Studie größtenteils von derartigen neutralen Formulierungen abgesehen.

7.1.2 Zweite Stufe: Quantitative Bewertung der relevanten Anwendungsfälle

7.1.2.1 Design der Expert*innen-Befragung

Angelehnt an das Prinzip einer PESTEL-Analyse, wurden übergreifende Kategorien zur Einordnung der Bewertungskriterien mit Relevanz für die Evaluierung von AMS ermittelt (siehe Tabelle 8). Durch einen internen Iterationsprozess wurden in diesem Zusammenhang die im vorangegangenen Teil der Studie herausgearbeiteten Thesen auf ihre Verständlichkeit, Relevanz und Richtigkeit überprüft, gegebenenfalls angepasst und anschließend in die verschiedenen Kategorien eingeordnet (für eine Übersicht der zugeordneten Fragen, siehe Anlage 4 – Kategorisierung der Bewertungskriterien).

Fachliche Kategorien	Kategorisierung der Bewertungskriterien
Ökonomie	Skalierbarkeit
	Marktpotenzial
	Profitabilität / Tragfähigkeit des Geschäftsmodells
	Marktanteil / Internationaler Wettbewerb
	Technologiestandort Deutschland
Ökologie	Klima/ Ökologischer Fußabdruck / Ressourcenverbrauch vs. Biokapazität / Ökobilanz / Lebenszyklusanalyse
	Umwelt / ökologisches Gefährdungspotenzial
	Nebeneffekt / Zusatznutzen
Gesellschaft inkl. Recht	Akzeptanz
	Beschäftigung
	Qualifizierung
	Einstellung zu autonomen Systemen
	Stärkung eines Technologiestandorts
	Nationales Recht
	Internationales Recht
	Haftung
Technologie inkl. Sicherheit	Innovationskraft/Verfügbarkeit technischer Lösungen
	Technologiesprünge
	Technische Standards / Normen
	Leistungspotenzial
	Forschungsmittel
	Umsetzbarkeit
	Infrastrukturen
	Operative Sicherheit
	Präventive Sicherheit
	Präventive äußere Sicherheit
	Notfallbehandlung

[151] T1.3: Für den Anwendungsfall werden neue, zusätzliche Navigationssysteme und/oder Einrichtungen zur Steuerung des Schiffbetriebes notwendig sein.
T2.1: Der sichere autonome Betrieb wird die redundante (ggf. mehrfach redundante) Auslegung von schiffeigenen Systemen für Navigation, Kommunikation, Betrieb und Propulsion erfordern.

Tabelle 8: Übersicht der ermittelten Bewertungskriterien pro Kategorie (eigene Darstellung)

Die überarbeiteten Aussagen wurden anschließend, wie bereits in der ersten Stufe der Befragung, in eine Bewertungsmatrix eingearbeitet. Auch diese wurde mit einer Likert-Skala für die Bewertung der jeweiligen Realisierungswahrscheinlichkeit belegt (siehe Abbildung 8, für den vollständigen Bewertungsbogen siehe Anlage 5).

Im Vergleich mit einem konventionellen Schiff wird der Anwendungsfall weniger Gewässerverunreinigungen durch die Dezimierung von Abfällen oder anderen schädlichen Substanzen verursachen.

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich	Keine Antwort
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○	●
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○	●
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○	●
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○	●
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○	●
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○	●
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○	●
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○	●
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○	●
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○	●
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○	●
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○	●
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○	●
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○	●

Abbildung 8: Beispiel der Darstellung der Bewertungsmatrix im online Umfrage-Tool Lime Survey inkl. Likert Skala (eigene Darstellung)

Der Bewertung der Anwendungsfälle wurden einige demographische Fragen vorangestellt. Es wurde ermittelt, welchen fachlichen und beruflichen Hintergrund die Teilnehmenden mitbringen und wie lange sie bereits in diesem Bereich tätig sind. Zudem wurde abgefragt, ob die Studienteilnehmenden über Seefahrtserfahrung verfügen. Im Kontext dieser demographischen Fragen mussten die Teilnehmenden ebenfalls entscheiden, welchen Teil des Bewertungsbogens sie bearbeiten wollen (Technologie, Gesellschaft inkl. Recht, Ökonomie und/oder Ökologie, Mehrfachnennung möglich). Nach Bewertung aller Anwendungsfälle/Aspekte, wurden drei weiterführende, optionale Fragen gestellt. Es wurde außerdem die Möglichkeit angeboten, eine E-Mail-Adresse zu hinterlegen, um über die Ergebnisse der Studie informiert zu werden. In diesem Zusammenhang wurde nochmals hervorgehoben, dass die Bewertungsbögen vor der Auswertung anonymisiert werden.

Der Bewertungsbogen wurde auf Deutsch konzipiert und anschließend ins Englische übersetzt.

7.1.2.2 Identifizierung relevanter Studienteilnehmer und Studienteilnehmerinnen

Für die Identifizierung relevanter Stakeholder und Stakeholderinnen wurden bestehende Netzwerke der Mitglieder des Autorenteams genutzt sowie eine umfassende Internetrecherche, bei der beispielsweise Konferenzbeiträge, Medienberichte und Publikationen berücksichtigt wurden. Es wurde dabei darauf geachtet, dass Experten und Expertinnen aus den vier Bereichen Technologie, Gesellschaft und Recht, Ökologie sowie Ökonomie in die Liste möglicher Studienteilnehmenden aufgenommen wurden. Zudem wurde darauf geachtet, dass durch Ansprache von Experten und Expertinnen aus den Bereichen Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung Vertreter und Vertreterinnen aus drei unterschiedlichen Bereichen, die für die zukünftige Entwicklung und des Einsatzes von AMS entscheidend sein werden, an der Studie teilnehmen. Die Mehrheit der identifizierten Experten und Expertinnen sind in Deutschland tätig. Es wurden aber auch Experten und Expertinnen aus dem Ausland in die Liste möglicher Studienteilnehmenden aufgenommen und kontaktiert.

7.1.2.3 Durchführung der Befragung

Für die Durchführung der Befragung wurde der Hamburger Online-Umfrage-Tool „Lime Survey" genutzt. Der ausgearbeitete Bewertungsbogen wurde in das besagte Tool eingepflegt und der Link wurde an die Liste der etwa 123 identifizierten relevanten Stakeholder und Stakeholderinnen zusammen mit einem Anschreiben versendet (sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch). Darin wurden grundlegende Informationen zu den Hintergründen und Zielen der Befragung dargestellt und es wurde verdeutlicht, dass alle Bewertungsbögen anonymisiert ausgewertet werden. Des Weiteren wurde auf die Befragung im Rahmen unterschiedlicher Veranstaltungen hingewiesen sowie über soziale Medien geteilt (z.B. LinkedIn). Die Studienteilnehmenden wurden gebeten, die Bewertung der Anwendungsfälle innerhalb von zwei Wochen durchzuführen. Personen, die am ersten Teil der Befragung teilgenommen hatten, wurden nicht von der zweiten Stufe der Befragung ausgeschlossen.

7.1.2.4 Abschließende Bewertung und Verifizierung der Ergebnisse durch Beiratstreffen

Die Ergebnisse der Befragung sowie deren Auswertung und weiterführende Analyse wurden im Rahmen von zwei etwa zweistündigen online Veranstaltungen mit dem Projektbeirat diskutiert. Dieses Verfahren diente der Verifizierung der Ergebnisse.

7.1.2.5 Einschränkungen

Die Mehrzahl der Aussagen wurde „positiv formuliert", d.h. die jeweilige Aussage wurde in Form einer positiven Feststellung mit Blick auf AMS formuliert. Dies erleichterte zum einen die Bewertung der einzelnen Aussagen auf Grund fehlender Verneinungen und der damit zusammenhängenden schlichteren Satzstruktur. Zum anderen besteht jedoch auch das Risiko, dass die Vielzahl an positiven Aussagen zu AMS zu einer Voreingenommenheit bei den Befragten geführt haben kann. Durch die Einbindung vereinzelter, kritischer oder „negativ formulierter" Fragen sollte diesem Risiko entgegengewirkt werden.

Des Weiteren ist festzustellen, dass eine statistische Belastbarkeit der ermittelten Ergebnisse aufgrund der geringen Anzahl der ausgefüllten Bewertungsbögen ausgeschlossen werden kann. Da es sich bei der vorliegenden Studie um eine Experten- und Expertinnen-Befragung im noch sehr jungen Bereich der AMS handelt und die Anzahl an etablierten Experten und Expertinnen auf diesem Gebiet somit noch recht begrenzt ist, liefern die ermittelten Ergebnisse dennoch einen umfassenden Einblick in aktuelle Bedarfe, Einschätzungen und Trends.

7.1.3 Auswertung der Ergebnisse der Expert*innen-Befragung

Die Teilnehmenden der Expert*innen-Befragung hatten die Möglichkeit auszuwählen, welche Teile der Befragung sie durchführen möchten (Technologie, Gesellschaft, Ökologie und/oder Ökonomie). Die Beantwortung mehrerer Teile war dabei zugelassen. Insgesamt wurde der Technologie-Teil 30 Mal ausgefüllt, Gesellschaft 18 Mal, Ökologie 14 Mal und Ökonomie 17 Mal. Es wurden dabei auch Rückläufer berücksichtigt, die einzelne Kriterien oder Anwendungsfälle innerhalb einer Kategorie mit „Keine Angabe" bewertet hatten.

Bei der Auswertung der demographischen Fragen wurde deutlich, dass ein Großteil der Befragten Nautik als Bereich der eigenen Expertise ansahen (23). Schiffsbetriebstechnik wurde zehn Mal als das eigene Fachgebiet angegeben während acht Teilnehmende ihre Expertise im Bereich Ökonomie verorteten. Vier Mal wurde jeweils Sozialwissenschaften und Ökologie als Fachgebiet angegeben und Recht zwei Mal. Es war zudem auffällig, dass 26 Teilnehmende der Studie angaben, mindestens 13 Jahre auf ihrem Gebiet tätig zu sein. Sieben Teilnehmende haben laut eigenen Angaben 10 bis 13 Jahre Erfahrung mitgebracht und jeweils ein*e Studienteilnehmer*in hatte 4-6 Jahre und 7-9 Jahre Erfahrung auf ihren jeweiligen Fachgebieten.

Für die Auswertung der Daten wurde ähnlich wie bereits in der ersten Stufe beschrieben vorgegangen. Die Daten wurden von Lime Survey in eine Excel-Datei exportiert. Hier wurde erneut der Mittelwert pro Kriterium als auch pro Anwendungsfall errechnet. Hierdurch wurde deutlich, welche Aspekte besonders positiv oder auch besonders negativ beantwortet worden waren (siehe Anlage 6 für eine vollständige Übersicht und Tabelle 9 für einen Auszug).

	Standardrouten									geplante Tracks					
	binnen	regional	binnen	binnen	regional	binnen	regional	regional	regional	regional					
	Transport von Massengut, Containern und RoRo-Ladung	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladug	Transport von Flüssgkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Passagier-schiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Versorgung von Windfarmen (Betriebs-phase)	Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebs-phase)	Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Bagger-arbeiten	Vermessung und Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	Forschungs- und Ausbildungs-schiff für Autonome Vermessun und Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	Bekämpfung von Gewässerver-schmutzung	
T11	3,8	3,6	3,4	3,8	3,4	3,3	3,1	3,0	2,5	3,3	3,3	4,1	4,2	3,5	3,4
T111	3,5	3,3	3,2	3,4	3,3	3,4	3,2	3,2	3,0	3,5	3,2	3,8	3,8	3,6	3,4
T112	3,6	3,4	3,3	3,7	3,4	3,6	3,2	3,1	2,8	3,6	3,4	3,8	3,9	3,6	3,5
T12	3,6	3,5	3,0	3,6	3,4	3,5	3,6	3,2	2,9	3,7	3,6	4,1	4,2	3,8	3,6
T13	3,7	3,7	3,4	4,0	3,8	3,8	3,6	3,5	3,3	3,7	3,8	4,1	4,2	4,0	3,8
T211	3,4	3,2	3,1	3,4	3,3	3,4	3,2	3,3	3,0	3,3	3,5	3,9	3,8	3,5	3,4
T212	3,8	3,4	3,7	3,8	3,6	3,8	3,3	3,6	3,2	3,5	3,5	4,0	4,0	3,7	3,6
T213	3,2	2,9	3,0	3,2	3,0	3,2	3,1	3,0	2,8	3,2	3,2	3,5	3,5	3,3	3,2
T221	2,9	2,8	2,7	3,0	2,8	2,9	2,8	2,8	2,7	3,1	3,0	3,2	3,2	3,1	2,9
T222	3,2	3,0	3,2	3,2	3,2	3,3	3,1	3,2	3,2	3,2	3,1	3,3	3,3	3,2	3,2
T223	3,3	3,0	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1	3,4	3,4	3,3	3,1
T23	2,5	2,4	2,3	2,4	2,2	2,5	2,4	2,3	2,3	2,5	2,8	3,0	3,0	2,9	2,5
T33	2,3	2,0	1,9	2,1	1,9	2,2	2,2	2,0	1,5	2,3	2,3	3,5	3,3	3,0	2,3
T34	3,5	3,3	3,4	3,0	2,8	3,1	3,5	3,3	3,3	3,3	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3
T41	2,8	2,8	3,1	2,9	3,2	3,0	2,7	2,3	3,0	3,2	4,0	4,0	3,6	4,0	3,2
T411	4,0	3,7	3,6	3,9	3,7	4,0	3,5	3,2	3,2	3,6	3,9	4,4	4,2	4,1	3,8
T42	3,3	2,9	2,8	2,9	2,6	2,9	3,0	2,8	2,5	3,0	3,3	4,0	3,9	3,6	3,1
T43	3,4	3,4	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,3	3,2	3,3	3,2	3,4	3,4	3,5	3,3
T431	3,5	3,4	3,3	3,5	3,5	2,9	3,4	3,6	3,4	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,4
Mittelwert	**3,3**	**3,1**	**3,1**	**3,3**	**3,1**	**3,2**	**3,1**	**3,0**	**2,9**	**3,2**	**3,3**	**3,7**	**3,7**	**3,5**	

*Tabelle 9: Ergebnisse der Expert*innen Befragung im Bereich Technologie inkl. der errechneten Mittelwerte (eigene Darstellung)*

Anhand des Beispiels (Tabelle 9) wird deutlich, dass sich im Rahmen der Studie ein relativ eindeutiges Bild ergeben hat, im Hinblick auf die Aspekte, die besonders positiv oder negativ von den Befragten bewertet wurden. Somit wurde beispielsweise deutlich, dass geplante Tracks regional insgesamt am positivsten bewertet wurden, d.h. dass eine Realisierungswahrscheinlichkeit im Kontext der unterschiedlichen Bewertungskriterien als besonders hoch eingeschätzt wurde (siehe auch Tabelle 10 zum Ranking der Anwendungsfälle).

	geplante Tracks regional	geplante Tracks regional	geplante Tracks regional	Standard-routen binnen	geplante Tracks regional	Standardrouten regional	geplante Tracks regional	Standardrouten binnen	Standard-routen binnen	Standard-routen regional	Standardrouten binnen	Standardrouten regional	Standardrouten regional	Standard-routen regional
	Vermessung und Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung und Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	Transport von Massengut, Containern und RoRo-Ladung	Baggerarbeiten	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladug	Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Transport von Flüssgkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)
gesamt	**1**	**1**	**2**	**3**	**3**	**4**	**4**	**5**	**5**	**5**	**5**	**5**	**6**	**7**
Technologie	**1**	**1**	**2**	**3**	**3**	**5**	**4**	**5**	**3**	**5**	**4**	**5**	**6**	**7**
Gesellschaft	**1**	**1**	**2**	**2**	**3**	**3**	**4**	**5**	**5**	**5**	**4**	**4**	**6**	**6**
Ökologie	**1**	**1**	**2**	**4**	**2**	**3**	**3**	**5**	**5**	**4**	**5**	**4**	**6**	**5**
Ökonomie	**1**	**1**	**2**	**4**	**2**	**3**	**3**	**4**	**3**	**4**	**3**	**4**	**5**	**5**

Tabelle 10: Ranking der Anwendungsfälle (eigene Darstellung)

Als Teil der Auswertung wurden die Ergebnisse des Weiteren im Rahmen, der unter 5.1.2.1. entwickelten Kategorisierung der Bewertungskriterien analysiert. Dazu wurden die Ergebnisse der Bewertungsfragen pro Kriterium aggregiert (siehe Tabelle 11). Die in diesem Zusammenhang verdeutlichten Herausforderungen und Chancen im Bereich der Entwicklung und des Einsatzes von AMS bilden die Grundlage für die SWOT-Analyse und darüber hinaus der Entwicklung der Handlungsempfehlungen.

		Standardrouten					geplante Tracks		
		binnen	regional	binnen	regional	regional	regional		
		Transport von Gütern	Transport von Gütern	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Offshore Einsatz	mechanische Operationen	Sammeln von Daten	Mittelwert
Technologie	Innovationskraft/Verfügbarkeit technischer Lösungen	3,5	3,4	3,7	3,5	3,3	3,6	4,0	3,56
	Technologiesprünge	3,0	2,9	2,9	2,6	2,8	3,3	3,9	3,06
	Technische Standards/Normen	3,5	3,4	3,5	3,4	3,0	3,4	3,9	3,45
	Leistungspotenzial	3,1	2,9	3,2	3,0	2,9	3,2	3,5	3,14
	Umsetzbarkeit	3,0	2,8	3,0	2,9	2,6	3,4	3,8	3,08
	Operative Sicherheit	2,9	2,8	2,9	2,8	2,8	3,0	3,2	2,93
	Nottfallbehandlung	3,4	3,4	3,2	3,2	3,4	3,4	3,4	3,33
Gesellschaftlich (inkl. Recht)	Akzeptanz	3,5	3,8	3,4	3,4	3,2	3,6	4,1	3,58
	Beschäftigung	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,7	3,9	3,70
	Qualifizierung	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,8	3,1	2,83
	Einstellung zu autonomen Systemen	4,3	4,3	4,4	4,2	3,9	4,2	4,5	4,26
	Stärkung eines Technologiestandorts	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,9	4,0	3,79
	Nationales Recht	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,6	2,9	2,59
	Internationales Recht	2,8	2,7	2,6	2,4	2,6	2,8	3,2	2,74
	Haftung	1,6	1,5	1,4	1,4	1,8	1,8	2,2	1,67
Ökologisch	Klima/Ökologischer Fußabdruck /Ressourcenverbrauch vs. Biokapazität/ Ökobilanz/ Lebenszyklusanalyse	3,2	3,2	3,3	3,1	3,1	3,3	3,6	3,26
	Umwelt/ökologisches Gefährdungspotenzia	3,1	3,3	3,0	3,1	3,1	3,3	3,3	3,17
	Nebeneffekt/Zusatznutzen	2,8	3,1	2,7	3,0	2,8	3,0	3,1	2,94
Ökonomisch	Skalierbarkeit	3,3	3,3	3,0	2,9	2,8	3,2	3,6	3,15
	Marktpotenzial	3,0	3,1	3,1	3,0	3,2	3,7	4,2	3,34
	Profitabilität/Tragfähigkeit des Geschäftsmodells	2,6	2,6	2,6	2,5	2,4	2,7	3,0	2,63
	Technologiestandort Deutschland	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4	3,7	3,9	3,63
	Mittelwert	**3,1**	**3,1**	**3,1**	**3,0**	**3,0**	**3,3**	**3,6**	

Tabelle 11: Aggregation der Ergebnisse (eigene Darstellung)

7.2 Analyse und Interpretation der Ergebnisse

7.2.1 SWOT-Analyse

Basierend auf den errechneten Umfrageergebnissen ließen sich Annahmen zu den vier Bereichen Technologie, Gesellschaft, Ökonomie und Ökologie treffen. Innerhalb der vier Kategorien wurden Fragen thematischen Teilbereichen zugeordnet, die zuvor im Rahmen der PESTEL-Analyse formuliert wurden. Anschließend wurden die Mittelwerte der Teilbereiche betrachtet und besonders positiv bewertete, sowie besonders negativ bewertete Teilkategorien zur Erstellung einer SWOT-Analyse herangezogen (siehe Tabelle 12). Zu den einzelnen Stärken und Schwächen der vier abgefragten Kategorien wurden sich daraus ergebende Risiken und Chancen erarbeitet und exemplarisch in die Darstellung eingefügt. Die SWOT-Analyse dient somit nicht nur der strukturierten Darstellung der Umfragedaten, sondern impliziert bereits einen idealtypischen Umgang mit den identifizierten Defiziten und Stärken von AMS. Die Ergebnisse der SWOT-Analyse beziehen sich weitestgehend unabhängig von den spezifischen Anwendungsfällen auf AMS in Deutschland.

		Chancen	Risiken
Stärken	Verfügbarkeit technischer Lösungen	Nationale Champions stärken	Weltmarktabhängigkeit
	Akzeptanz und Einordnung von autonomen Systemen	Innovationsfreude stärken; Seeblindheit überwinden	Zurückfallen hinter andere autonome Verkehrsträger
	Umweltbilanz	Klimaneutralität erreichen	Abhängigkeit von Antriebstechnik
	Marktpotenzial	First Movers/Early Adapters fördern	Zurückfallen im globalen Wettbewerb
Schwächen	Operative Sicherheit	Sukzessive Adaption der Technologie	Verfrühte Risikofreude
	Haftung	Privatwirtschaftliche Absicherung von staatlicher Regulierung abkoppeln	Internationale Abhängigkeiten

	Unerforschte Zusatznutzen für die Umweltbilanz	Forschungs- und Entwicklungsprojekte fördern	Greenwashing-Image
	Profitabilität	Nischenmärkte identifizieren; vorausschauende Investitionsplanung	Vorzeitiger Markeintritt

Tabelle 12: SWOT-Analyse (eigene Darstellung)

7.2.1.1 SWOT-Analyse: Technologie

Innerhalb der Kategorie Technologie stellten Experten und Expertinnen die hohe Wahrscheinlichkeit der Verfügbarkeit von technischen Lösungen als Stärke deutscher AMS heraus. Die Nutzung dieser Stärke offenbart die Chance der frühzeitigen Etablierung deutscher Firmen als nationale Champions, dies könnte Deutschland als Technologiestandort für autonome maritime Systeme konstituieren. Sollten sich Forschung und Entwicklung in diesem Bereich jedoch verzögern, besteht die Gefahr im internationalen Wettbewerb zurückzubleiben und in eine Abhängigkeit von ausländischen Anbietern und Anbieterinnen zu geraten.

Als klare Schwäche in der Kategorie Technologie wurde die operative Sicherheit ausgewiesen. Insbesondere im Falle von Havarien und Notfällen sahen die Experten und Expertinnen Probleme in der Komplexität und Autonomie der Systeme. Eine verfrühte Implementierung in die konventionelle Nutzung birgt Risiken für Sicherheit und schadet somit der gesellschaftlichen Akzeptanz. Demgegenüber besteht die Chance das Risiko durch die kleinschrittige Integration autonomer Systeme möglichst gering zu halten.

7.2.1.2 SWOT-Analyse: Gesellschaft

Im Bereich Gesellschaft zeigten die Umfrageergebnisse signifikante Unterschiede in der Bewertung von Fragestellungen, die sich der rechtlichen Perspektive zuordnen lassen, und denen der anderen Teilkategorien. Insbesondere die Effekte, die eine Etablierung von AMS, auf die gesellschaftliche Einstellung zu autonomen Systemen erzielen könnte, bewerteten die Befragten optimistisch. Eine erfolgreiche Implementierung von AMS könnte weitere Forschungen und Innovationen auf diesem Gebiet anregen. Ferner ließe sich daraus mehr Aufmerksamkeit für den maritimen Sektor generieren, respektive die beklagte Seeblindheit der deutschen Bevölkerung reduzieren.

Als Schwäche von AMS stellte die Umfrage innerhalb der Kategorie Gesellschaft, jedoch auch in der Gesamtbetrachtung, die ungeklärte Haftungsfrage bei maritimen autonomen Systemen heraus, die der Implementierung dieser entscheidend entgegenstehen könnte. Die Regelsetzung durch internationale Institutionen wird als äußerst zeitintensiv betrachtet. Darüber hinaus würde die Regulierung durch Nationalstaaten erhebliche Hindernisse für den Betrieb bedeuten. Eine potente Lösung könnte der privatrechtliche Umgang mit Haftungsfragen darstellen.

7.2.1.3 SWOT-Analyse: Ökologie

In der Kategorie Ökologie wurde deutlich, dass die Befragten mögliche Auswirkungen von AMS auf die Umweltbilanz der Schifffahrtsindustrie als größte Stärke ansehen. Unter diesem Aspekt wird die Möglichkeit, Klimaneutralität zu erreichen, als exzeptionelle Chance bewertet. Diese Chance muss allerdings vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass die Klimabilanz der Industrie stark von den verwendeten Antriebstechniken abhängt. Da in absehbarer Zukunft die gleichen Antriebstechniken in AMS wie in konventionellen Schiffen zum Einsatz kommen werden, sollten zunächst weitere Studien zur tatsächlichen und möglichen Nachhaltigkeit von AMS durchgeführt werden.

Dieser Gesichtspunkt spiegelt sich auch in der identifizierten Schwäche wider. Der derzeit größtenteils noch unerforschte Zusatznutzen von AMS für die Umweltbilanz wurde im Rahmen der Studie dementsprechend als größte Schwäche im Bereich Ökologie herausgestellt. In diesem Kontext wurde deutlich, dass weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte in diesem Bereich gefördert werden sollten. Bis weitere Erkenntnisse zu den potenziellen und aktuellen Auswirkungen von

AMS auf ihre Umwelt vorliegen, besteht das damit verbundene Risiko des „Green-Washing" von AMS. Ein derartiger Ansatz könnte langfristig dem Image der Industrie schaden.

7.2.1.4 SWOT-Analyse: Ökonomie

Im Bereich Ökonomie wurde das Marktpotential von AMS durch die Experten und Expertinnen als größte Stärke kategorisiert. Durch die Förderung von „First Movers" und „Early Adopters" können solche Marktpotentiale frühzeitig genutzt und Fortschritt forciert werden. Ohne ein derartiges Vorgehen besteht das Risiko für deutsche Unternehmen im weltweiten Wettbewerb zurückzufallen.
Die Profitabilität von AMS wurde im Bereich der Ökonomie als größtes Defizit identifiziert. Ein vorzeitiger Markteintritt birgt hier das Risiko erhebliche zusätzliche Kosten zu verursachen, etwa durch das Fehlen notwendiger Infrastrukturen. Vorrausschauende öffentliche und privatwirtschaftliche Investitionsplanungen im Bereich der physischen und digitalen Infrastrukturen, sowie die Identifizierung von Nischenmärkten können hier dazu beitragen, potenziellen Markteinführungs-Barrieren entgegenzuwirken und das Risiko zu minimieren.

8 Handlungsempfehlungen

Dieser Teil der Studie setzt die Studienergebnisse in einen weiteren, (förder-)politischen Kontext. Hierzu werden zunächst nationale, später auch europäische und internationale Strategien und Maßnahmen zur Entwicklungsförderung zum Einsatz von AMS vorgestellt. Diese Einblicke werden durch eine umfassende Stakeholder-Analyse komplementiert. In diesem Zusammenhang werden Akteure aus den Bereichen Politik, Administration, Wissenschaft und Wirtschaft sowie relevante Verbände berücksichtigt. Eine Analyse der volkswirtschaftlichen Wirkungskette von AMS-Anwendungsfällen und davon direkt sowie indirekt betroffenen Elementen beleuchtet im Anschluss mögliche Auswirkungen der weiteren Entwicklung und des Einsatzes von AMS auf unterschiedliche Wirtschaftszweige.

Basierend auf der SWOT Analyse des vorherigen Teils der Studie werden in Abschnitt 7.4 sieben Handlungsempfehlungen herausgearbeitet. Vor dem Hintergrund der Stakeholder Analyse sowie der Untersuchung der volkswirtschaftlichen Wirkungsketten werden ebenfalls die jeweiligen Adressat*innen der Handlungsempfehlungen aufgezeigt. Hierdurch soll eine zielgerichtete Umsetzung der Empfehlungen erleichtert werden.

8.1 Nationale Strategien zur Entwicklungsförderung und zum Einsatz von AMS

8.1.1 Politisch-strategische Maßnahmen

Maritime Agenda 2025
In der „Maritimen Agenda 2025" aus dem Jahr 2017 ging die Bundesregierung erstmals auf autonome maritime Systeme ein. Beispielhaft wurden dort zunächst autonome meerestechnische Systeme beschrieben, die zur automatisierten Überwachung und Instandhaltung von Unterwasseranlagen im Offshore-Sektor dienen könnten. Weiterhin ging die Agenda auch auf das Förderprogramm „Maritime Sicherheit / Echtzeitdienste" ein, in dem z.B. die Förderung von Assistenzsystemen für die autonome Schifffahrt als Thema benannt ist.

Maritime Forschungsstrategie 2025
In der „Maritimen Forschungsstrategie 2025" aus dem Jahr 2018 wurde durch das BMWi das Thema autonomer Systeme für die Schifffahrt im Kontext maritimer Digitalisierung, von Assistenzsystemen und Autonomie noch einmal deutlicher hervorgehoben und ein spezieller Innovationspfad in Richtung "Fernüberwachung und -steuerung bis hin zum autonomen Schiffsbetrieb" aufgezeigt.

Masterplan Binnenschifffahrt
Auch der "Masterplan Binnenschifffahrt" des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) aus dem Jahr 2019 greift das Thema Autonomie unter den Maßnahmen zur Bewältigung der digitalen Herausforderungen auf. Konkret widmet sich ein Kapitel dazu dem automatisierten und vernetzten Fahren, einschließlich dem autonomen Fahren. Kurzfristige Maßnahmen werden im Masterplan insbesondere in der Entwicklung der Regularien für alternative Antriebe und Treibstoffe sowie für die automatisierte und autonome Schifffahrt adressiert.

Politischer Diskurs
Die FDP-Fraktion stellte in 2018 erstmals eine kleine Anfrage zum Stand der autonomen Schifffahrt in Deutschland. Die Bundesregierung konnte auf 11 der insgesamt 16 Fragen keine detaillierte und begründete Antwort geben. Allerdings bestätigte sie auf die Frage, wie die Bundesregierung die Chancen und die Zukunft der autonomen Schifffahrt in Deutschland einschätze, dass der Grad der Automatisierung in der Schifffahrt weiter zunehmen werde und autonom fahrende Systeme weitreichende Auswirkungen auf den gesamten maritimen Sektor haben dürften. Es konnten aber keine Aussagen zum Umfang der deutschen Anstrengungen in diesem Bereich getätigt werden oder wann die ersten autonomen Schiffe in Deutschland in Betrieb gehen dürften, da nach Aussage der Bundesregierung hierzu keine Erkenntnisse vorlägen. Des Weiteren konnte die Bundesregierung keine Einschätzung darüber treffen, ob sie das Potential der autonomen Schifffahrt für ausreichend erachte, um solche Entwicklungen auch in Deutschland zu fördern, da auch hier keine ausreichenden Erkenntnisse vorlägen. Als die FDP-Fraktion im Jahr 2020 eine erneute Anfrage zum Thema autonome Schifffahrt mit einer Konkretisierung auf die Binnenschifffahrt stellte, war die Thematik im allgemeinen politischen Diskurs angekommen. Von insgesamt 28 Fragen wurde lediglich die Frage nach der Einschätzung der Bundesregierung zur Inbetriebnahme der ersten autonomen Schiffe damit beantwortet, dass der Bundesregierung hierzu keine Erkenntnisse

vorlägen. Die Frage nach dem Potenzial und der grundsätzlichen Förderfähigkeit der autonomen Schifffahrt beantwortete die Bundesregierung mit einem klaren „Ja". Es konnten zudem eine Reihe an Projekten benannt werden, die durch das maritime Forschungsprogramm gefördert wurden bzw. werden.

Seit etwa 2018 ist außerdem die Ausweisung von Testgebieten zur Erprobung von autonomen maritimen Systemen Teil des politischen Diskurses. In der zuvor genannten kleinen Anfrage aus dem Jahr 2020 wurden insgesamt 6 Gebiete benannt, die als Testfelder geplant seien und deren die Entwicklung auch von autonomen Systemen durch die „Förderrichtlinie Investitionen zur Entwicklung von digitalen Testfeldern auf Bundeswasserstraßen" vorangetrieben werden sollen.

Im Mai 2021 wurde auf Antrag der Fraktionen der CDU/CSU und der SPD vom Bundestag unter anderem festgestellt, dass die autonome Schifffahrt unter Einbeziehung der Sozialpartner weiter erforscht und in die Praxis umgesetzt werden müsse. Zusätzlich müsse die Netzinfrastruktur auf dem Wasser auf den neuesten Stand gebracht werden.

Aus der aktuellen nationalen Strategie wird deutlich, dass sich die deutschen Anstrengungen im Bereich der autonomen Schifffahrt aktuell überwiegend auf die Binnenschifffahrt konzentrieren. Das schließt jedoch nicht aus, dass auch Projekte mit ausschließlich maritimen Bezügen zu Fragestellungen autonomer maritimer Systeme gefördert werden können bzw. auch bereits gefördert werden.

8.2 Stakeholder und Institutionen im Kontext von AMS auf nationaler Ebene in Wissenschaft, Wirtschaft und Administration

Für die Entwicklung autonomer maritimer Systeme bedarf es konsequenterweise des Zusammenspiels und der Zusammenarbeit einer Vielfalt von Akteuren aus verschiedensten Bereichen. Die Rahmenbedingungen sowie strategischen Leitlinien werden auf politischer Ebene gesetzt und von dort auch im Rahmen der globalen Betrachtungsweise des Themas auf internationaler Ebene vertreten. Auf administrativer Ebene kümmern sich die Akteure vor allem um den regulatorischen Rahmen inklusive der notwendigen Zulassungsvoraussetzungen für den Einsatz solcher Systeme in realer Umgebung. Zudem kümmern sich die Administrationen um die Belange der Ausgestaltung von passgerechten Förderprogrammen zur Begleitung von Forschungsvorhaben sowie der vorwettbewerblichen Entwicklung von Technologien und Systemen. Den Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen obliegt die Aufgabe, sich mit allen noch offenen technischen, ökonomischen, ökologischen, organisatorischen als auch rechtlichen und ethischen Fragestellungen auseinanderzusetzen und das Thema auch im Kontext anderer wichtiger Zukunftsfragen wie emissionsfreien Antrieben bzw. der Cybersicherheit zu betrachten. Für die konkrete Umsetzung in die Praxis zeichnet letztlich die Wirtschaft verantwortlich. Unterstützung bekommt die Wirtschaft dazu vor allem aus Verbänden, die einerseits als Interessenvertreter der Industrie agieren, sich aber auch als gestaltendes Element im Sinne der Regulierung und Normsetzung verstehen.

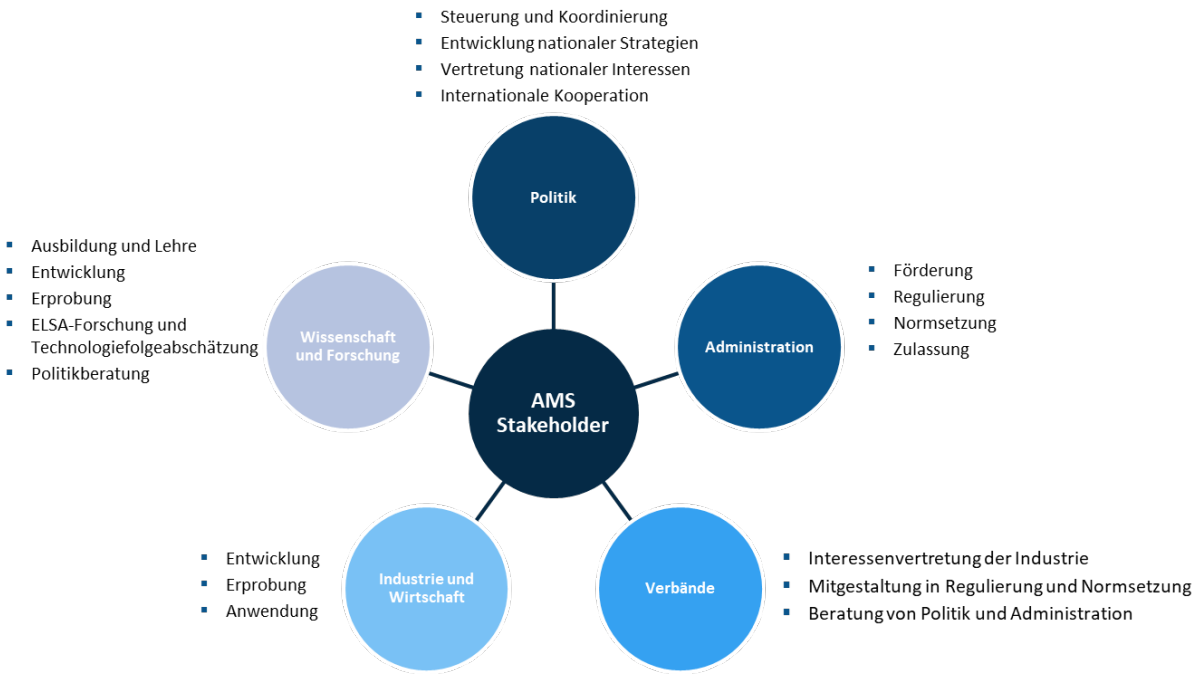

Abbildung 9: AMS Stakeholder (eigene Darstellung)

8.2.1 AMS Branchenverbände

Aktuell sind in Deutschland nachfolgende 4 Netzwerke aktiv:

Leitende Institution	Name des Netzwerkes bzw. der Arbeitsgruppe	Etablierung
DGON	Autonome Maritime Systeme	04/2018
EurA AG	ZIM Netzwerk SCAS – Systems and Components for Autonomous Ships	07/2018
IHKs im Ruhrgebiet	Autonomes Fahren in der Binnenschifffahrt	11/2018
GMT	Autonome Meerestechnische Systeme	05/2019

Tabelle 13: Relevante Branchenverbände (eigene Darstellung)

Im April 2018 wurde im Rahmen der DGON die Arbeitsgruppe Autonome Maritime Systeme als Unterarbeitsgruppe der DGON Schifffahrtskommission ins Leben gerufen. In der Arbeitsgruppe engagieren sich aktuell mehr als 50 Vertreter aus Industrie, Wissenschaft, Behörden und Politik. Die Arbeitsgruppe verfolgt das Ziel, als Impulsgeber für nationale bzw. internationale Maßnahmen zur Entwicklung sicherer und zuverlässiger AMS zu fungieren und damit die Rolle Deutschlands bei der Entwicklung von AMS zu stärken. Gleichfalls versteht sie sich als wichtige und sichtbare Austausch-Plattform zu Themen und Fragestellungen von AMS. Wichtigste Outputs dieser Arbeitsgruppe waren bisher ein Positionspapier zur AMS und ein Informationspapier zum Einsatzspektrum und Anwendungsfällen autonomer maritimer Systeme. Weitere Aufgaben bestehen im Informationsaustausch, der Bereitstellung von Informationen und Materialsammlungen sowie der Erarbeitung und Kommunikation von Ergebnissen und Empfehlungen.

Im Sommer 2018 gründete sich das Netzwerk SCAS (Systems and Components for Autonomous Ships) im Rahmen der Netzwerkförderung des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM). Das Netzwerk besteht aus kleinen und mittelständischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen und hat sich die Realisierung von Systemen, Komponenten, Sensoren, Kommunikationsleistungen und Technologien für teil- oder vollautonomen Schiffen zum Ziel gesetzt. Zudem sollen unter Einbeziehung von kleinen und mittelständischen Technologieunternehmen Kooperationsprojekte initiiert und begleitet werden. Im Rahmen des Aufbaus von Kontakten zu internationalen Partnern ist SCAS Mitglied im internationalen Netzwerk für autonome Schiffe (International Network for Autonomous Ships, INAS).

Durch die Industrie- und Handelskammern (IHKs) im Ruhrgebiet wurde im Herbst 2018 ein Netzwerk für autonomes Fahren in der Binnenschifffahrt etabliert. Ziel dieses Netzwerkes ist es, die Komponentenentwicklung voranzutreiben, Systementwicklungen mit realen Schiffen durchzuführen, ein Kompetenzzentrum für die autonome Binnenschifffahrt aufzubauen, sich an der Erarbeitung von Vorschriften für die Umsetzung von Regeln für das autonome Fahren auf Binnenwasserstraßen zu beteiligen und Kooperation mit anderen Initiativen einzugehen. Zusätzlich existiert hier seit 2020, initiiert durch das Projekt BinSmart, eine Arbeitsgruppe für Begleitforschungsmaßnahmen sowie den fachlichen Informationsaustausch zwischen Forschung, Gewerbe und Verbänden.

Die GMT folgte schließlich im Mai 2019 mit der Gründung der Arbeitsgruppe Autonome Meerestechnische Systeme. In ihr werden vor allem die Bedarfe der Meeresforschung an autonomen Systemen adressiert und die Überführung von Forschungsergebnissen in marktreife Produkte verfolgt. Dazu arbeitet die Arbeitsgruppe auch eng mit die Digital Ocean Lab in Rostock zusammen.

8.3 Analyse der volkswirtschaftlichen Wirkungskette von AMS-Anwendungsfällen und davon weiteren direkt wie indirekt betroffenen Elementen

Sollte es zur Einführung von autonomen Maritimen Systemen in größerem Maßstab kommen, ist von direkten und nachfolgenden indirekten Wirkungen auf andere Bereiche der Wirtschaft als nur den konkreten Anwendungsfällen auszugehen. Aufgrund des Fehlens konkreter Erfahrungswerte und statistischer Daten kann an dieser Stelle lediglich ein abstraktes Aufzeigen denkbarer Effekte und eine vor allem qualitative, argumentative Analyse erfolgen, ohne dabei auf quantitative Aspekte einzugehen bzw. eingehen zu können.

Unabhängig von den gewählten bzw. als erfolgversprechend eingestuften Anwendungsfällen ist ein wesentlicher Effekt in der Einsparung nautischen bzw. seemännischen Personals zu sehen. Dies führt auf der einen Seite zur Einsparung eines erheblichen Teils eines wesentlichen Kostenblocks in der Schifffahrt – der Anteil ist je nach Anwendungsfall, aktueller Marktsituation und Höhe der übrigen Kostenkomponenten sicherlich unterschiedlich – und sorgt nach Kompensation der höheren Investitionskosten wahrscheinlich für eine absolute Kostensenkung für die autonom durchgeführten Transportaufgaben oder die sonstigen automatisierten Dienstleistungen.[152] Auf der anderen Seite ist mit der Reduktion des Bordpersonals in zumindest einem Teil der Schifffahrt auch der negative Effekt auf die Ausbildung und das nautische/seemännische Know-How verbunden.

8.3.1 Effekte für Wirtschaft, Handel und Wohlstand

Ausgehend von der wahrscheinlichen Kostensenkung[153] für den maritimen Transport ergeben sich weitere wirtschaftliche Wirkungen, die angesichts der unklaren Einsparungseffekte allerdings (noch) nicht zu quantifizieren sind. Die internationale Arbeitsteilung, der Warenaustausch und letztendlich die Globalisierung der letzten Jahrzehnte begründet sich u.a. bzw. vornehmlich durch Preisunterschiede von lokal produzierten und importieren Waren in den Zielmärkten und der Möglichkeit der handelnden Akteure (Produzenten, Exporteure, Importeure, etc.) den internationalen Handel für alle Seiten gewinnbringend zu organisieren. Da der Preis einer importierten Ware im Zielmarkt unter anderem auch die Transportkosten beinhaltet, würde eine spürbare Kostensenkung durch Autonome Schifffahrt über die Senkung der sogenannten Transaktionskosten zu einer Steigerung des internationalen Handels führen können. Da dieser internationale Handel aufgrund der Ausnutzung von Preisdifferenzen nach gängiger Lehrmeinung zu einer besseren Güterversorgung aller Seiten und einer besseren Befriedigung persönlicher Präferenzen und Bedürfnisse führt, wäre mit einer Kostensenkung

[152] Eine genauere Abschätzung oder gar Berechnung der möglichen Einsparungen generell oder je Anwendungsfall ist zum aktuellen Zeitpunkt kaum möglich, da einerseits die Investitions- und Betriebskosten für AMS bislang maximal für wenige Versuchsprojekte/Prototypen zur Verfügung stehen und zum anderen die Ausgangsbasis (Kosten der aktuellen, nicht autonomen Version der Anwendungsfälle) nur teilweise bekannt und zusätzlich sehr volatil ist.

[153] Letztlich ist sicherlich auch eine Steigerung der Gesamtkosten denkbar, wenn die Investitions- und andere Kosten (bspw. Überwachung und Notfallvorsorge) die Kosteneinsparungen für Bordpersonal übersteigen. In einem solchen Fall würden es die AMS schwer haben, sich durchzusetzen, es sei denn, es gäbe andere Vorteile (z.B. im Bereich Umwelt/Ökologie) oder gar politische Vorgaben, die eine Umsetzung trotz Kostennachteilen ermöglichen.

für den Warentransport aufgrund des Einsatzes von AMS zumindest eine theoretische Wohlstandsteigerung verbunden, auch wenn diese letztlich wahrscheinlich nicht messbar bzw. nachweisbar sein wird.

8.3.2 Effekte für den Schiffbau und die Zulieferindustrie

Weitere positive Wirkungen könnten sich für den deutschen Schiffbau und mehr noch für die Schiffbauzulieferindustrie ergeben. Bei autonom fahrenden Schiffen handelt es sich nicht um Standardschiffbau, der in Deutschland und Europa aufgrund der asiatischen Konkurrenz immer schwieriger wird. Hier ist aufgrund der zu verbauenden Sensorik und Steuerung auf jeden Fall ein Know-How gefragt, bei dem die deutschen Werften sich einen gewissen Wettbewerbsvorteil erarbeiten könnten. Noch mehr gilt dies für die maritimen Zulieferer, die die entsprechenden Sensoren sowie die Steuerungselemente entwickeln und produzieren. Die deutsche Zulieferindustrie ist nach wie vor sehr wettbewerbsfähig und in vielen Segmenten gerade auch bei der Schiffstechnik Weltmarktführer (dies wird auch im hohen Exportanteil von rund 80% deutlich). Nach Angaben des VDMA sind in dem Segment rund 400 Unternehmen in Deutschland aktiv und erwirtschaften mit gut 63.000 Beschäftigen einen Umsatz von mehr als 11 Mrd. Euro. Sollten AMS zukünftig eine wichtige Rolle im Schiffbau spielen, so ist mit einiger Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass entsprechende Komponenten durch die deutsche Zulieferindustrie geliefert werden, sei es an deutsche und europäische Werften oder auch an asiatische Schiffbauer.

Insofern bedeuten die Entwicklung, der Bau und der Einsatz von AMS zumindest eine Chance für den deutschen Schiffbau sowie die Schiffbauzulieferindustrie, sich in einem neuen Markt abseits des stark umkämpften Standardschiffbaus eine aussichtsreiche Marktposition zu erarbeiten. Ein Risiko besteht sicherlich darin, dass die Investitionen in die Entwicklung entsprechender Kompetenzen und Komponenten getätigt werden müssen, ohne dass die tatsächliche finale Größe des Marktes /der Einsatzgebiete bekannt ist und somit eine Amortisation dieser Investitionen ungewiss.

8.3.3 Wirkungen auf Ausbildung und Arbeitsmarkt

Eine wichtige Konsequenz könnte die Einführung von AMS in größerem Umfang in Deutschland auf den Arbeitsmarkt und die Ausbildung haben. Je höher der Grad der Autonomie und je häufiger der tatsächliche Einsatz, desto mehr wird nautisches Personal an Bord der Schiffe obsolet. Zwar ist davon auszugehen, dass auch bei Einsatz von AMS weiterhin nautisches Personal an Land zur Überwachung und zur Remote-Steuerung im Notfall benötigt wird, aber es ist aus heutiger Sicht davon auszugehen, dass es insgesamt weniger sein wird.[154]

Daraus ergibt sich zum einen, dass das klassische Berufsbild des zur See fahrenden Offiziers/Kapitäns weniger gefragt sein wird und daher die Attraktivität für eine Ausbildung/ein Studium auf dieses Berufsbild zurückgeht. Zum anderen werden sich andere Berufsbilder entwickeln und Qualifikationen gefragt sein, die mehr durch Informations- und Kommunikationstechnologien geprägt sind (Überwachung, Notfallsteuerung etc.) und von Land bzw. vom Schreibtisch/Bildschirm aus ausgeübt werden.

Sollte eine schwindende Attraktivität der klassischen Ausbildung zum Nautiker eintreten und auch eine geringere Anzahl junger Menschen aus dieser Ausbildung zumindest für einige Jahre die praktische Arbeit an Bord ausüben, so fehlen entsprechendes Know-How und Personal mittel- und langfristig für die typischen Berufe an Land nach der aktiven Fahrenszeit (bspw. Lotsen, Surveyor, Schifffahrtverwaltung, Reederei-Inspektoren, etc.). Hier wäre zu prüfen, wie diesem Know-How-Verlust bzw. dem zu erwartenden Mangel an Fachkräften mit praktischer Erfahrung an Bord entgegengewirkt werden kann.

---

[154] Auch hier gilt die Annahme, dass eine Durchsetzung von AMS vor allem durch Kosteneinsparungen im Personalbereich begründet werden wird. In einem anderen denkbaren Szenario haben AMS Vorteile im Bereich der Sicherheit oder der Ökologie und dadurch lassen sich auch höhere Personalkosten für Überwachung und ggf. Notfall-Remote-Steuerung politisch rechtfertigen. In einem solchen Szenario wären möglicherweise zusätzliche nautisch gebildete Personen an Land erforderlich, sodass die absolute Zahl der Nautiker steigen könnte, wenn auch mit einem anders ausgerichteten Tätigkeitsfeld.

8.4 Interpretation und Weiterentwicklung der SWOT-Analyse zu Handlungsempfehlungen

Aufbauend auf der im vorangegangenen Kapitel dargelegten SWOT-Analyse (siehe Tabelle 12) lassen sich Handlungsempfehlungen ableiten, die sich in erster Linie an vier übergreifende Stakeholdergruppen wenden: Politik/Verwaltung, Industrie, Forschung sowie die unterschiedlichen Branchenverbände. Die Handlungsempfehlungen beziehen sich direkt auf die im Rahmen der Umfrage und damit zusammenhängenden Studien ermittelten Erkenntnisse bezüglich der Chancen und möglichen Barrieren für die maritime Branche im Kontext des Einsatzes und der weiteren Entwicklung von AMS. Des Weiteren wurden auch Inhalte berücksichtigt, die im Rahmen der zwei Beiratssitzungen mit Bezug auf die Handlungsempfehlungen formuliert wurden.

Im Folgenden werden Handlungsempfehlungen zu sieben Aspekten dargestellt: (1) Bedarf einer nationalen Strategie, (2) Verfügbarkeit technischer Lösungen, (3) Rechtssicherheit, (4) Nachhaltigkeit, (5) Marktpotenzial und Profitabilität, (6) Operative Sicherheit und (7) gesellschaftliche Akzeptanz.

8.4.1 Handlungsempfehlung: Entwicklung einer nationalen Strategie

	These: *Im Vergleich zu anderen Ländern mit nachweislich positivem Umfeld für AMS fehlt in Deutschland die Verankerung von AMS in der maritimen Strategie.*
	Handlungsempfehlung: *Als Mittel der Steuerung sollte eine nationale Strategie entwickelt werden, um unter Einbeziehung aller relevanten Akteure die gleichzeitige Markt- und Technologieentwicklung, entsprechende Regulierung und gesellschaftliche Akzeptanz sicherzustellen.*
	Rolle der Adressaten: • ***Politik/Verwaltung:*** *Strategieentwicklung fällt in den Aufgabenbereich der Bundesregierung* • ***Verbände:*** *Sollten als Interessenvertretung der Industrie mit eingebunden werden*

Abbildung 10: Handlungsempfehlung: Nationale Strategie (eigene Darstellung)

These: Im Vergleich zu anderen Ländern mit nachweislich positivem Umfeld für AMS fehlt in Deutschland die feste Verankerung von AMS in der nationalen maritimen Strategie.

Handlungsempfehlung: Als Mittel der Steuerung sollte eine nationale Strategie entwickelt werden, um unter Einbeziehung aller relevanten Akteure die gleichzeitige Markt- und Technologieentwicklung, entsprechende Regulierung und gesellschaftliche Akzeptanz sicherzustellen.

Rolle der Adressaten:

- Politik/Verwaltung: Strategieentwicklung fällt in den Aufgabenbereich der Bundesregierung
- Verbände: Sollten als Interessenvertretung der Industrie mit eingebunden werden

Im Kontext der vorliegenden Studie ist deutlich geworden, dass internationale Vorreiter im Bereich AMS von der Ausschöpfung von Synergien zwischen Politik, Industrie und Forschung profitieren. In Deutschland fehlt aktuell ein derartiger ganzheitlicher Ansatz. Dementsprechend bedarf es einer nationalen Strategie für autonome Schifffahrt, um die Rolle Deutschlands als Technologiestandort und internationaler Wegbereiter im Bereich AMS nachhaltig zu stärken. Zusätzlich sollte die Thematik bei einer Neuauflage der maritimen Forschungsstrategie prominenter in den Vordergrund treten. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass sowohl Stakeholder aus dem Bereich der Wissenschaft als auch der Industrie und der Verwaltung an der zukünftigen Ausgestaltung der autonomen Schifffahrtsbranche in Deutschland

mitwirken können. Während die Ausarbeitung einer solchen nationalen Strategie in den Aufgabenbereich der Bundesregierung fällt, wird weiter deutlich, dass eine Vielzahl von Akteuren bei der Entwicklung einer solchen Strategie einzubeziehen und zu berücksichtigen sind. Hierzu zählen im Einzelnen neben der Forschung, der Schiffbau- und Zulieferindustrie auch die Unternehmen der Logistikbrache, welche die Umsetzung konkreter Anwendungsfälle letztlich realisieren können.

Auch inhaltlich sollte bei dem Entwurf einer nationalen Strategie zum Thema der autonomen Schifffahrt ein holistischer Ansatz gewählt werden. Als grundlegendes Rahmenwerk sollte das Strategiepapier neben technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten auch regulatorische Aspekte sowie den Bedarf für eine begleitende Kommunikationsstrategie aufgreifen, um gesellschaftliche Akzeptanz durch Einbindung unterschiedlicher Interessen, Chancen und Risiken langfristig gewährleisten zu können. Die geforderte Strategie muss sowohl den Markt der Seeschifffahrt wie auch den der Binnenschifffahrt als mögliche Anwendungsbereiche umfassen und muss neben den originär maritimen Themen auch die landseitigen Aspekte von Lieferketten und Infrastrukturen berücksichtigen.

8.4.2 Handlungsempfehlung: Verstärkte Investitionen in frühzeitige Umsetzung

	These: *Es ist von einer grundsätzlichen Verfügbarkeit der technischen Teilsysteme in der näheren Zukunft auszugehen.*
	Handlungsempfehlung: *Damit Deutschland im globalen Wettbewerb um die autonome Schifffahrt nicht zurückfällt, sind **verstärkte Investitionen in Richtung der frühzeitigen Umsetzung** von qualifizierten Systemen für das autonome Fahren erforderlich.*
	Rolle der Adressaten: • ***Politik/Verwaltung:*** *Parallel zu Forschungs- und Entwicklungsvorhaben Erprobung in realistischen Szenarien auf gemischten Testfeldern genehmigen; Einführung von agilen Förderprogrammen; Zulassungsprozesse frühzeitig umsetzen* • ***Industrie:*** *Entwicklung von Produkten auf TRL 8 und 9* • ***Forschung****: Intensivierung des Technologietransfers; Entwicklung realistischer Testszenarien*

Abbildung 11: Handlungsempfehlung: Verstärkte Investitionen in frühzeitige Umsetzung (eigene Darstellung)

These: Es ist von einer grundsätzlichen Verfügbarkeit der technischen Teilsysteme in der näheren Zukunft auszugehen.

Handlungsempfehlung: Damit Deutschland im globalen Wettbewerb um die autonome Schifffahrt nicht zurückfällt, sind verstärkte Investitionen in Richtung der frühzeitigen Umsetzung von qualifizierten Systemen für das autonome Fahren erforderlich.

Rolle der Adressaten:

- Politik/Verwaltung: Parallel zu Forschungs- und Entwicklungsvorhaben Erprobung in realistischen Szenarien auf gemischten Testfeldern genehmigen; Einführung von agilen Förderprogrammen; Zulassungsprozesse frühzeitig umsetzen, Mitgestaltung von Normung und Standardisierung im internationalen Kontext
- Industrie: Entwicklung von Produkten auf TRL 8 und 9, Mitgestaltung von Normung und Standardisierung im internationalen Kontext
- Forschung: Intensivierung des Technologietransfers; Entwicklung realistischer Testszenarien

Die Daten aus der Umfrage sowie weiterführende Recherchen haben gezeigt, dass von der Verfügbarkeit technischer Teilsysteme in der näheren Zukunft auszugehen ist. Jedoch sind in Deutschland gewisse Rahmenbedingungen für die Erprobung und Umsetzung von qualifizierten Systemen noch nicht gegeben. Im Rahmen der Studie wurde somit deutlich,

dass zielgerichtete Investitionen in bestehende und neue, physische und digitale Infrastrukturen notwendig sind, um organisatorische Prozesse und technische Abläufe zukünftiger autonomer Verkehre realitätsnah erproben zu können. Zu diesen Infrastrukturen gehören neben z.B. Verkehrszentralen auch die Einrichtung von komplexen Testfeldern. Dabei ist es wichtig zu bedenken, dass autonomer Schiffsverkehr in absehbarer Zukunft parallel zu konventionellen Schiffen operieren wird. Neue Infrastrukturen und Testfelder sollen in diesem Kontext dabei helfen, diese technische und rechtliche Realität zeitnah für die anwendungsnahe Erprobung von Systemen bereitstellen zu können. Investitionen müssen hierfür sowohl auf Bundes- als auch auf Länderebene getätigt werden. Zusätzlich müssen für die Privatwirtschaft Anreize geschaffen werden, ebenfalls in derartige neue Infrastrukturen zu investieren.

Auf technischer Ebene zeichnet sich die Möglichkeit ab, dass die deutsche Industrie Marktführerschaft bei der Fertigung von Teilsystemen erlangt. Die nationale Industrielandschaft droht allerdings im Wettstreit mit anderen Standorten den Anschluss an den Markt zu verlieren, wenn keine Anstrengungen unternommen werden, die benötigte Spitzentechnologie konkurrenzfähig zu produzieren. Exemplarisch sei auf den Bereich der Antriebslösungen für unbemannte Schiffe verwiesen, die hohe Anforderungen an die Zuverlässigkeit und den wartungsarmen Betrieb stellen. In diesem Marktbereich existieren international noch keine überzeugenden Produkte, wodurch Innovationen eine höheres Marktpotential aufweisen als beispielsweise Sensorlösungen für die autonome Navigation, da in diesem Markt bereits eine Vielzahl internationaler Akteure Produkte anbieten. Für die weitere Förderung der technischen Entwicklung von AMS sollten agile Förderprogramme eingeführt und mit intensivierten Technologietransfer-Programmen gepaart werden. Dies sowie die frühzeitige Umsetzung von Zulassungsprozessen soll dazu beitragen, Deutschlands technische Führerschaft zu sichern und in Marktnischen weiter zu etablieren. Die derzeitige Struktur der Technologieförderung in Deutschland droht in einem Umfeld mit kurzen Innovationszyklen und weltweiter wachsender Konkurrenzsituation ansonsten den Anschluss an den Stand der Forschung und Technik zu verlieren.

Wie durch die vorliegende Studie aufgezeigt wurde, wird sich der Einsatz von AMS zunächst in der Binnen- und küstennahen Schifffahrt etablieren. Entsprechend sollte sich ein Investitions- und Förderungsplan zunächst auf diese Schifffahrtsbereiche konzentrieren. Vergleichbar mit dem Fall Yara Birkeland, können auf diese Art und Weise erste Grundlagen und mittelfristig Spillover-Effekte geschaffen werden.

8.4.3 Handlungsempfehlung: Rechtssicherheit für den Betrieb von AMS

These:
Ungeklärte Haftungsfragen werden als eine zentrale Herausforderung für die Zukunft von AMS angesehen.

Handlungsempfehlung:
*Es muss Rechtssicherheit für den Betrieb von AMS durch Übergangslösungen erreicht werden. Dabei sollten **vorrübergehend privatrechtliche Verträge** (z.B. mit Versicherungen) Spielräume für die staatlichen Regulierung eröffnen.*

Rolle der Adressaten:
- ***Politik/Verwaltung:*** *Neue Märkte fördern durch das Schaffen rechtlicher Rahmenbedingungen, ohne die Regulierung im Detail abzuwarten (Marktnahe Testfelder und Testbetriebe von AMS)*
- ***Industrie:*** *Privatwirtschaftliche Absicherung für neue Risiken entwickeln und nutzen, um Regulierungslücken zu schließen.*
- ***Forschung:*** *Untersuchung von rechtlichen und normativen Fragestellungen beim Gebrauch von AMS*

Abbildung 12: Handlungsempfehlung: Rechtssicherheit (eigene Darstellung)

These: Ungeklärte Haftungsfragen werden als eine zentrale Herausforderung für die Zukunft von AMS angesehen.

Handlungsempfehlung: Es muss Rechtssicherheit für den Betrieb von AMS durch Übergangslösungen erreicht werden. Dabei sollten vorrübergehend nationale, bilaterale und privatrechtliche Regelungen Spielräume für einen zeitnahen Markteintritt eröffnen.

Rolle der Adressaten:

- Politik/Verwaltung: Neue Märkte fördern durch das Schaffen rechtlicher Rahmenbedingungen, ohne die Regulierung im Detail abzuwarten (Marktnahe Testfelder und Testbetriebe von AMS)
- Industrie: Privatwirtschaftliche Absicherung für neue Risiken entwickeln und nutzen, um Regulierungslücken zu schließen
- Forschung: Untersuchung von rechtlichen und normativen Fragestellungen beim Gebrauch von AMS

Für die Erprobung von AMS bedarf es eines belastbaren und anpassungsfähigen Rechtsrahmens. Die globale Regulierung der autonomen Schifffahrt durch die IMO ist ein Prozess, an dem sich Deutschland aktiv beteiligen sollte. Auch sind gemeinsame Aktivitäten im Rahmen europäischer Regulierung als wesentliche Schritte hin zu einem rechtssicheren Betrieb autonomer Schiffe unablässig. Gleichzeitig gilt es aber auch Maßnahmen zu ergreifen, die den Zeitraum der Rechtsunsicherheit überbrücken und auch kurzfristig innovative Anwendungsfälle ermöglichen. Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie sind Anwendungsfälle im Bereich der Binnengewässer und in küstennaher Fahrt die wahrscheinlichen ersten Märkte. Daher gilt es zu prüfen, inwieweit auf nationaler Ebene oder bilateral mit angrenzenden Fahrtgebieten ein Rechtsrahmen für die zeitnahe Inbetriebnahme von autonomen Schiffen geschaffen werden kann.

Ungeklärte Haftungsfragen werden derzeit noch als eine der größten Herausforderungen für den zukünftigen Einsatz von AMS angesehen. Verbände können hierbei die Rolle übernehmen, Vertragsregeln zu entwickeln, die darlegen, wie mit z.B. mit Haftungsfragen im Betrieb von AMS verfahren werden kann. In diesem Kontext kann von Erkenntnissen und Erfahrungen von entsprechenden Anwendungen, beispielsweise im Straßen- und Schienenverkehr, profitiert werden. Ebenfalls können Erkenntnisse vom Einsatz bestehender Anwendungsfälle in anderen Ländern abgeleitet werden, wie beispielsweise vom agilen Umgang Norwegens im Fall Yara Birkeland. Des Weiteren können privatrechtliche Verträge mit Versicherungen abgeschlossen werden, um Spielräume für staatliche Regulierungen zu eröffnen.

Die zeitnahe Schließung von Regulierungslücken soll durch rechtswissenschaftliche Forschung begleitet werden, um rechtliche, aber auch normative Fragestellungen zum Gebrauch von AMS umfassend zu beleuchten. Die privatwirtschaftliche, staatliche und wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der Thematik ist entscheidend für den sicheren und moralisch vertretbaren Einsatz von AMS und trägt somit auch zu der Erschließung neuer Märkte sowie der nachhaltigen Förderung gesellschaftlicher Akzeptanz bei. Die Ressourcen für die Umsetzung dieser Empfehlung müssen daher in der Verwaltung und Forschung zur Verfügung gestellt werden und beispielsweise im Rahmen von Forschungsvorhaben synergetisch genutzt werden.

8.4.4 Handlungsempfehlung: Beiträge von AMS zur Nachhaltigkeit müssen untersucht werden

	These: *In der Nutzung von AMS liegt das Potenzial, die Umweltbilanz der Schifffahrtsindustrie zu verbessern. Die Auswirkungen der Entwicklung von AMS auf die Umwelt sind bisher jedoch nicht ausreichend erforscht.*
	Handlungsempfehlung: *Potenziale, wie AMS zu einer nachhaltigen Nutzung der Meere und Ozeane beitragen könnten, müssen* ***untersucht, transparent kommuniziert und gezielt gefördert*** *werden. Anpassungen in* ***Produktion, Design und Betrieb*** *sollen sich an der Erreichung von Klimaneutralität orientieren.*
	Rolle der Adressaten: • ***Politik/Verwaltung:*** *Förderung von AMS Projekten an Nachhaltigkeitskriterien knüpfen* • ***Industrie:*** *Umwelt- und Klimadaten für Forschung zur Verfügung stellen, Erarbeitung transparenter Kommunikationsstrategie, Entwicklung neuer Ansätze für Umwelt- und Klimaschutz unter Nutzung von AMS* • ***Forschung****: Entwicklung neuer Ansätze für Umwelt- und Klimaschutz unter Nutzung von AMS*

Abbildung 13: Handlungsempfehlung: Nachhaltigkeit (eigene Darstellung)

These: In der Nutzung von AMS liegt das Potenzial, die Umweltbilanz der Schifffahrtsindustrie zu verbessern. Die Auswirkungen der Entwicklung von AMS auf die Umwelt ist bisher jedoch nicht ausreichend erforscht.

Handlungsempfehlung: Potenziale, wie AMS zu einer nachhaltigen Nutzung der Meere und Ozeane beitragen können, müssen untersucht, transparent kommuniziert und gezielt gefördert werden. Anpassungen in Produktion, Design, Betrieb und Entsorgung sollten sich an der Erreichung von Klimaneutralität orientieren.

Rolle der Adressaten:

- Politik/Verwaltung: Förderung von AMS Projekten an Nachhaltigkeitskriterien knüpfen
- Industrie: Umwelt- und Klimadaten aus dem Betrieb für Forschung zur Verfügung stellen, Erarbeitung transparenter Kommunikationsstrategien, Entwicklung neuer Ansätze für Umwelt- und Klimaschutz unter Nutzung von AMS
- Forschung: Entwicklung neuer Ansätze für Umwelt- und Klimaschutz unter Nutzung von AMS

Das Ziel in der Seeschifffahrt bis 2050 Klimaneutralität zu erreichen, bildet den Rahmen für innovative Ansätze zur Förderung nachhaltiger Lösungen in der maritimen Domäne.[155] AMS können in diesem Kontext eine entscheidende Rolle zukommen. Jedoch bedarf es hierzu der weiteren Förderung innovativer Lösungsansätze, insbesondere im Bereich der Antriebstechnik. AMS fahren heutzutage noch größtenteils mit Antriebssystemen, welche mit fossilen Brennstoffen funktionieren, gleichzeitig steht die Nutzung dieser wartungsintensiven Technologien einer längeren unbemannten Nutzung entgegen. Um hier Fortschritte erzielen zu können, bedarf es entsprechender Entwicklungs-Roadmaps sowie Förderungsstrategien, die dieses Innovationspotenzial in der Schifffahrt zielgerichtet aufgreifen. Bei Erfolg würde sowohl die Realisierbarkeit autonomer Anwendungen mit größerer Reichweite und Einsatzdauer steigen als auch die Klimabilanz der Industrie verbessert werden.

Zwischenzeitlich besteht das Risiko des „Greenwashing", da autonome Systeme wie oben beschrieben nicht per se umweltfreundlich sind. Hier muss bei Kommunikationsstrategien ein besonderes Augenmerk daraufgelegt werden, dass die weiterhin bestehenden Herausforderungen aber auch die damit verbundenen Chancen wahrheitsgetreu kommuniziert werden. Des Weiteren sollten in einer solchen Kommunikationsstrategie darauf geachtet werden, zwischen Binnen- und Seeschifffahrt deutlich zu unterscheiden, um für eine möglichst große Transparenz zu sorgen.

---

[155] Vgl. International Energy Agency, Tracking Report „International Shipping – Not on track." 2021. https://www.iea.org/reports/international-shipping, abgerufen April 2022.

Weiteres Innovationspotenzial für mehr Nachhaltigkeit in der Schifffahrtsindustrie liegt in der Digitalisierung, welche mit dem verstärkten Einsatz autonomer Schiffe einhergehen wird. Optimierung von Fahrplänen und Anlagensteuerung an Bord und im Hafen zeigen heutzutage Potentiale für die Einsparung von Energie auf. Konkrete technische Lösungen, um diese Einsparung zu realisieren, sollten im Fokus von künftigen Forschungsprogrammen und der Produktentwicklung der nationalen Industrie liegen. Die am Schiff angebrachten Sensoren können darüber hinaus zu einer umfassenderen Erfassung von Daten für Klima- und Meeresforschung beitragen. Dabei kann die autonome Schifffahrt einen direkten Einfluss auf die Arbeit im Kontext von mindestens zwei der siebzehn nachhaltigen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen ausüben: Ziel 13 "Sofortmaßnahmen ergreifen, um den Klimawandel und seine Auswirkungen zu bekämpfen" sowie Ziel 14 "Bewahrung und nachhaltige Nutzung der Ozeane, Meere und Meeresressourcen".[156] Der Forschung kommt hierbei die Rolle zu, dieses Potenzial weiter zu untersuchen und neue Möglichkeiten und Anwendungsfelder zu identifizieren.

8.4.5 Handlungsempfehlung: Marktpotentialanalyse und Infrastrukturinvestitionen sind notwendig

	These: *Investitionen in Infrastrukturen an Land sowie andere notwendigen Anschubfinanzierungen stehen der Profitabilität von AMS aktuell noch entgegen.*
	Handlungsempfehlung: *Zur Sicherstellung langfristiger, nachhaltiger Gewinnerzielungsmöglichkeiten für AMS-Projekte ist die **strategische Förderung und Umsetzung von Infrastrukturinvestitionen** nötig.* *Ferner muss eine **umfassende Marktpotenzialanalyse** erfolgen.*
	Rolle der Adressaten: • ***Politik/Verwaltung:*** *Investitionen in Infrastruktur tätigen und private Infrastrukturinvestitionen anreizen. Anpassung von Bildungsangeboten in der Lehre, Kampagnen an Bildungsstätten* • ***Industrie:*** *Investitionen in Infrastruktur tätigen. Engere Kopplung an Hochschulen und Universitäten* • ***Forschung:*** *Technologietransfer aus bereits bestehenden Anwendungsfällen fördern; schnelle Integration von neuen Lehrinhalten in Curricula; internationale Austauschprogramme*

Abbildung 14: Handlungsempfehlung: Marktpotentialanalyse und Infrastrukturinvestitionen (eigene Darstellung)

These: Ausstehende Investitionen in Infrastrukturen an Land sowie andere notwendige Anschubfinanzierungen stehen der Profitabilität von AMS aktuell noch entgegen.

Handlungsempfehlung: Zur Sicherstellung kurz- und langfristiger, nachhaltiger Gewinnerzielungsmöglichkeiten für AMS-Projekte ist die strategische Förderung und Umsetzung von Infrastrukturinvestitionen nötig. Hierzu fehlt es derzeit an einer umfassende Marktpotenzialanalyse.

Rolle der Adressaten:

- Politik/Verwaltung: Investitionen in Infrastruktur tätigen und private Infrastrukturinvestitionen fördern.
- Industrie: Investitionen in Infrastruktur tätigen. Engere Kopplung an Hochschulen und Universitäten
- Forschung: Technologietransfer aus bereits bestehenden Anwendungsfällen fördern; schnelle Integration von neuen Lehrinhalten in Curricula; internationale Austauschprogramme

Aktuell werden notwendige Anschubfinanzierungen als zentrale Hürde für die Profitabilität von AMS angesehen. Um das Marktpotenzial von AMS zu optimieren, muss zunächst analysiert werden, in welchen Marktnischen das größte Potenzial für hiesige Industrien nachgewiesen werden kann. Dabei ist die Technologieentwicklung von der Nutzung zu unterscheiden, sollte aber in Hinblick auf Synergien auch gemeinsam betrachtet werden. Anschließend sollte ermittelt werden, welche

[156] Vgl. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development. "The 17 Goals." 2015. https://sdgs.un.org/goals, abgerufen April 2022.

Infrastrukturen fehlen, um das identifizierte Marktpotential umsetzen zu können. Eine Marktpotenzialanalyse sollte sich dabei zunächst in erster Linie auf die Binnen- und küstennahe Schifffahrt konzentrieren und in diesem Zusammenhang auf die Kontext-spezifischen Herausausforderungen und Schwächen, wie beispielsweise den Personalmangel in der Binnenschifffahrt, eingehen. Für die erfolgreiche Nutzung von AMS wird die Integration solcher Systeme in bestehende Wertschöpfungsketten erforderlich sein. Schnittstellen bedürfen hierbei der besonderen Aufmerksamkeit, um den barrierefreien Aufbau einer künftigen Logistikkette zu fördern. Bei Investitionen in Infrastrukturen ist zu berücksichtigen, dass diese üblicherweise langfristig angelegt sind, um die hohen Kosten rechtfertigen zu können. Alle Akteure mit der Möglichkeit solche Investitionen zu tätigen, sollen Zugriff auf belastbare Informationen zur künftigen Marktentwicklung bekommen, damit gegenwärtig getätigte Investitionen Infrastrukturen schaffen, welche auch in einigen Jahren noch eine optimale Nutzung der dann verfügbaren Technologien ermöglichen.

8.4.6 Handlungsempfehlung: Operative Sicherheit unter Einbindung von Fachpersonal erproben

These:
Operative Sicherheit stellt für die Markteinführung von AMS noch eine zentrale Herausforderung dar, kann aber durch eine sukzessive Anpassung von Technologien adressiert werden.

Handlungsempfehlung:
Sicherheits- und Aufsichtsbehörden und privatwirtschaftliche Akteure müssen frühzeitig in die Erprobung des operativen Betriebs von AMS eingebunden werden, wodurch Störfall- und Havariemanagement vor einem umfassenden Markteintritt beherrschbar werden.

Rolle der Adressaten:
- ***Politik/Verwaltung:*** *Einfordern von und Unterstützen bei der Nachweisführung von effektivem Störfall- und Havariemanagement durch die gemeinsame Übung und Erprobung solcher Szenarien mit der Industrie und Forschung*
- ***Industrie:*** *Technische Innovation für die Risikominimierung müssen vorrangig entwickelt werden. Versicherungen sollten die stufenweise Erprobung neuer AMS unter Einbeziehung von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) o.ä. fachlich begleiten*
- ***Forschung:*** *Dem Bedarf an physischen und virtuellen Testfeldern und Übungsanlagen für Störfall- und Havariemanagement muss entsprochen werden. Die Ausbildung künftiger Operatoren von AMS muss diese Schwerpunkte ausreichend berücksichtigen*

Abbildung 15: Handlungsempfehlung: Operative Sicherheit (eigene Darstellung)

These: Operative Sicherheit stellt für die Markteinführung von AMS noch eine zentrale Herausforderung dar, kann aber durch eine sukzessive Anpassung von Technologien adressiert werden.

Handlungsempfehlung: Sicherheits- und Aufsichtsbehörden und privatwirtschaftliche Akteure müssen frühzeitig in die Erprobung des operativen Betriebs von AMS eingebunden werden, wodurch Störfall- und Havariemanagement vor einem umfassenden Markteintritt beherrschbar werden.

Rolle der Adressaten:
- Politik/Verwaltung: Einfordern von und Unterstützen bei der Nachweisführung von effektivem Störfall- und Havariemanagement durch die gemeinsame Übung und Erprobung solcher Szenarien mit der Industrie und Forschung
- Industrie: Technische Innovation für die Risikominimierung müssen vorrangig entwickelt werden. Versicherungen sollten die stufenweise Erprobung neuer AMS unter Einbeziehung von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) o.ä. fachlich begleiten
- Forschung: Dem Bedarf an physischen und virtuellen Testfeldern und Übungsanlagen für Störfall- und Havariemanagement muss entsprochen werden. Die Ausbildung künftiger Operatoren von AMS muss diese Schwerpunkte ausreichend berücksichtigen

Im Rahmen der vorliegenden Studie ist deutlich geworden, dass die Abwesenheit einer Besatzung im Falle einer Havarie oder ähnlichen Gefahrenszenarien als besonderes Risiko wahrgenommen werden. Um dieser Herausforderung entgegenzutreten, sollten AMS nicht in einer artifiziell sicheren Umgebung entwickelt werden. Die Separation von

Testfeldern von der konventionellen Schifffahrt, sowie die alleinige Sicherheitsverantwortung des Erprobenden führen zu praxisfernen Demonstrationsvorhaben. Die frühzeitige Einbindung von Akteuren aus dem Sicherheitsbereich wie z.B. Feuerwehr, Bergungsunternehmen oder Personal aus Verkehrsleitzentralen und anderen BOS ist erforderlich, um Fachwissen zu erzeugen und Handlungssicherheit zu erlangen. Neben den klassischen Gefahrensituationen der Schifffahrt, gilt es auch neue Bedrohungen auf Kommunikation und Steuerung von AMS zu berücksichtigen. Der internationale Anspruch, dass AMS mindestens dieselbe Sicherheit wie konventionelle Schiffe bieten, muss theoretisch und praktisch nachgewiesen werden, um neuen Märkten die ausreichende Akzeptanz für eine erfolgreiche Entwicklung zu gewährleisten. Der bremsende Effekt auf die Entwicklung neuer Märkte, den eine Katastrophe, wie es der Untergang der als unsinkbar geltenden Titanic auf die konventionelle Schifffahrt war, würde die wirtschaftlichen Wachstumschancen von AMS stark behindern. Solange dieses Risiko nicht umfassend adressiert wird, hemmt es jeden Aufbau eines neuen Geschäftsmodelles mittels AMS.

Für die erforderliche Erprobung und Ausbildung werden komplexe Schadensszenarien dargestellt werden müssen, wozu geeignete Infrastruktur in Form von Testfeldern und Übungsanalgen benötig wird. Diese Infrastrukturen können dabei sowohl physischer Natur sein, aber auch durch Simulation im virtuellen Raum bereitgestellt werden. Die Erkenntnisse aus dieser Forschung und Erprobung müssen neben den Akuteren der staatlichen Sicherheitsorganisationen auch den Marktteilnehmern zugänglich gemacht werden und in die Ausbildung von Personal für den Betrieb und die Überwachung von AMS einfließen. Hierzu ist ein gesteuerter Prozess im Dialog mit allen Akteuren notwendig.

8.4.7 Handlungsempfehlung: Gesellschaftliche Akzeptanz durch ganzheitlichen Ansatz stärken

	These: *Insbesondere die Auswirkungen einer verstärkten Nutzung von AMS auf den Arbeitsmarkt wird den Grad der gesellschaftlichen Akzeptanz solcher Technologien beeinflussen.*
	Handlungsempfehlung: *Der Wandel in der maritimen Industrie, der mit einem vermehrten Einsatz von AMS einhergeht, muss in entsprechenden Informationskampagnen und im Rahmen einer curricularen Neugestaltung aufgegriffen werden.*
	Rolle der Adressaten: • ***Politik/Verwaltung:*** *Neue Bildungsangebote in relevanten Bereichen schaffen; Dialogforen für Betroffene ermöglichen* • ***Industrie:*** *Anstehenden Wandel transparent kommunizieren, Umschulungen und Weiterbildungen anbieten* • ***Forschung:*** *Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt weiter erforschen; Anforderungen an zukünftige Arbeitskräfte identifizieren, schnelle Integration neuer Lehrinhalte in Curricula; internationale Austauschprogramme initiieren*

Abbildung 16: Handlungsempfehlung: Gesellschaftliche Akzeptanz stärken (eigene Darstellung)

These: Insbesondere die Auswirkungen einer verstärkten Nutzung von AMS auf den Arbeitsmarkt wird den Grad der gesellschaftlichen Akzeptanz solcher Technologien beeinflussen.

Handlungsempfehlung: Der Wandel in der maritimen Industrie, der mit einem vermehrten Einsatz von AMS einhergeht, muss in entsprechenden Informationskampagnen und im Rahmen einer curricularen Neugestaltung aufgegriffen werden.

Rolle der Adressaten:

- Politik/Verwaltung: Neue Bildungsangebote in relevanten Bereichen schaffen; Dialogforen für Betroffene ermöglichen
- Industrie: Anstehenden Wandel transparent kommunizieren, Umschulungen und Weiterbildungen anbieten
- Forschung: Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt weiter erforschen; Anforderungen an zukünftige Arbeitskräfte identifizieren, schnelle Integration neuer Lehrinhalte in Curricula; internationale

Austauschprogramme

Der wachsende Einsatz von AMS wird auch die allgemeine Bevölkerung auf unterschiedliche Art und Weise betreffen. Ob als Passagier*in autonomer Fähren, Hafenarbeiter*in oder interessierte Bürger*in ist die Wahrscheinlichkeit, mit der Thematik in Kontakt zu kommen, relativ hoch. Entsprechend wichtig ist das Zusammenbringen von Akteuren aus unterschiedlichen Bereichen der Gesellschaft, um Interesse für und fachliches Verständnis dieses Wandels in der maritimen Industrie und der daraus resultierenden Auswirkungen in der Gesellschaft zu verankern. Welche Aspekte hierfür und die Verfestigung gesellschaftlicher Akzeptanz besonders wichtig sind, ist durch weiterführende Untersuchungen zu erörtern. Im Rahmen der vorliegenden Studie und assoziierten Recherchen ist jedoch deutlich geworden, dass der Einschätzung der befragten Expert*innen zufolge, Sicherheit vor Sinnhaftigkeit und Erklärbarkeit für zukünftige Nutzer*innen von Bedeutung sein werden (siehe Abbildung 17). Eine entsprechende Informationskampagne, die unterschiedliche Bildungsinstitutionen von Grundschule bis Fachhochschule und Universität mit einbindet, kann entsprechende Informationen zur Verfügung stellen und darüber hinaus das Interesse an autonomen Systemen wecken.

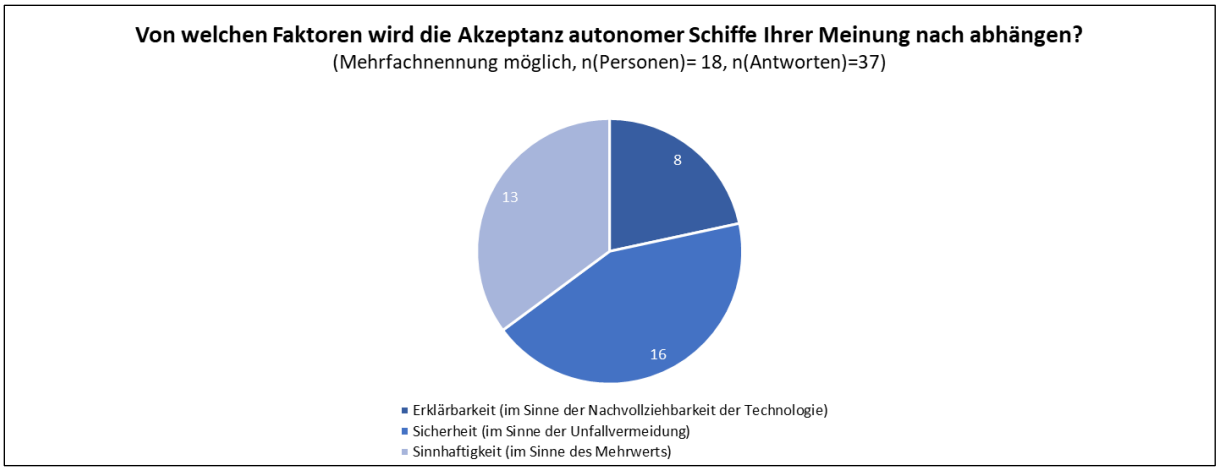

Abbildung 17: Faktoren für Akzeptanz von AMS (eigene Darstellung)

Ein weiterer Aspekt, der wie bereits oben erwähnt, genauer beforscht werden sollte, ist die Auswirkung von AMS auf das Entstehen, den Wandel und auch das Verschwinden einzelnen Berufsfelder in der maritimen Industrie. Weitere Forschungsprojekte zu den genauen Auswirkungen dieser Entwicklung sollten durchgeführt werden um Betroffenengruppen besser informieren und auch umschulen zu können. Hierbei kommt der Verwaltung, aber auch der Forschung, die entscheidende Rolle zu, neue Ausbildungsprogramme, Curricula und Spezialisierungen unter Einbindung des bestehenden Fachwissens in der Industrie auszuarbeiten.

8.5 Erfassung und Analyse potenzieller nationaler und europäischer Förderinstrumente für Wissenschaft, Forschung und Industrie / Vergleich internationale Strategien

8.5.1 Nationale und europäische Förderinstrumente für Wissenschaft, Forschung und Industrie im Kontext von bzw. mit inhaltlichen Bezügen zu AMS

Deutschland: Maritimes Forschungsprogramm

Das maritime Forschungsprogramm des BMWi ist per Förderbekanntmachung Anfang 2018 in Kraft getreten. Es ist Teil der „Maritimen Forschungsstrategie 2025" der Bundesregierung und konkretisiert den Forschungs- und Entwicklungsrahmen für Forschungs- und Technologievorhaben für Anwendungen in der maritimen Branche am Standort Deutschland. Es dient der Unterstützung der maritimen Wirtschaft unter anderem bei der Digitalisierung und Entwicklung smarter Technologien, zu denen auch autonome Technologien und die autonome Schifffahrt gezählt werden. In der aktuellen Programmperiode stellt die Bundesregierung insgesamt 215 Mio Euro für die maritime Forschung zur Verfügung (verteilt auf alle 4 Querschnittsthemen):

- MARITIME.green – Umweltschonende maritime Technologien
- MARITIME.smart – Maritime Digitalisierung und smarte Technologien
- MARITIME.safe – Maritime Sicherheit

- MARITIME.value – Maritime Ressourcen

Sowie die Anwendungsbereiche in den vier Sparten Schiffstechnik, Produktion maritimer Systeme, Schifffahrt und Meerestechnik.

Deutschland: Förderrichtlinie Investitionen zur Entwicklung von digitalen Testfeldern auf Bundeswasserstraßen
Am 30.06.2020 wurde die „Förderrichtlinie Investitionen zur Entwicklung von digitalen Testfeldern auf Bundeswasserstraßen" gestartet, welche der „Förderung der Digitalisierung in der Binnenschifffahrt, speziell des automatisierten und vernetzten Fahrens" dient. Der Industrie soll damit in der Binnenschifffahrt die Entwicklung einer voll automatisierten Navigation sowie der Erprobung dafür notwendiger Systeme ermöglicht werden. Bisher wurden dazu in 2020 sowie 2022 zwei Förderaufrufe veröffentlicht.

Europa: Horizon 2020
Das EU-Förderprogramm für Forschung und Innovation Horizont 2020 lief im Zeitraum zwischen 2014 und 2020. Konkret wurde unter Horizont 2020 das Programm GESELLSCHAFTLICHE HERAUSFORDERUNGEN - Intelligenter, umweltfreundlicher und integrierter Verkehr mit einem Volumen von 6,34 Mrd. Euro ausgestattet. In diesem Kontext wurde auch die "Autonomous Shipping Initiative for European Waters" unterstützt und ermöglichte die Förderung des Projektes AUTOSHIP "Autonome Schiffe der nächsten Generation in Europa" im Zeitraum von Juni 2019 bis Ende 2022.

Europa: Horizon Europe
Als Nachfolger ist aktuell Horizon Europe Framework Programme (HORIZON) aktiv, welches ebenfalls eine siebenjährige Laufzeit aufweist. Ziel des Programmes ist es u.a., die Wissenschaftsausgaben der EU in den Jahren 2021–2027 auf rund 100 Mrd. Euro anzuheben. Obgleich die europäischen Forschungsprogramme einen sehr weitreichenden Rahmen an F&E-Themen offerieren, werden durch entsprechende Calls auch immer wieder Forschungsthemen adressiert, welche auf die maritime Branche zugeschnitten sind und auch Bereiche der autonomen Schifffahrt erfassen.

Unter dem Call HORIZON-CL5-2022-D5-01-05 ist gegenwärtig das Thema "Seamless safe logistics through an autonomous waterborne freight feeder loop service" als offener Call benannt (Deadline: 26.4.2022). Die Ausschreibung verfolgt das Ziel, eine nahtlose, sichere Logistik durch einen autonomen (oder hochautomatisierten) wasserseitigen Zubringerdienst für Anwendungen in der Binnenschifffahrt und/oder im Seeverkehr zu ermöglichen. Das autonome System soll dazu einen integrierten, zuverlässigen, belastbaren, vorhersagbaren und vollautomatischen Dienst bieten, der auch die Verknüpfung von Binnenschifffahrt und Seeverkehr im Hinblick auf die Versorgung des Hinterlands berücksichtigt.

Europa: European Space Agency (ESA)
In 2017 startete die ESA eine neue Aktivität im Rahmen des General Studies Programme (GSP) mit dem Titel "Einsatz von GNSS- und Big-Data-Techniken zur Verbesserung der Sicherheit bei kritischen maritimen Operationen". In diesem Kontext verwendete die ESA auch den Slogan "Weg frei für autonome Schiffe". Diesem Thema zuzuordnende Calls der ESA wurden bisher im Rahmen von Demonstrationsprojekten im ESA NAVISP Element 2 in 2021 unter dem Titel "Space for Smart and Uncrewed Shipping: downstream services enabled by 5G and advanced positioning, navigation and timing (PNT)" sowie unter ESA NAVISP Element 1 in 2022 unter dem Titel "Attitude control of autonomous ships navigating in ports" ausgeschrieben. Zudem bietet auch das ESA NAVISP Element 3 die Möglichkeit, im Kontext der Entwicklung und Förderung von Produkten, Anwendungen und Diensten auf der Grundlage von Global Navigation Satellite Systems (GNSS) und im weiteren Sinne von PNT-Systemen, Fördermittel für die Entwicklung von Produkten zur autonomen Schifffahrt zu beantragen. Aktuelles Beispiel dafür ist das NAVISP Projekt "TRONDHEIMSFJORDEN TEST AREA."

8.5.2 Vergleich internationale Strategien

Durch den Vergleich von Strategiepapieren unterschiedlicher internationaler Akteure im Bereich AMS ist deutlich geworden, dass Deutschland mit nur punktuellen Erwähnungen von AS in der Maritimen Agenda und der Maritimen Forschungsstrategie 2025 noch Aufholpotenzial hat. Wie in Tabelle 14 ersichtlich wird, verfügt das Vereinigte Königreich sowie AMS Vorreiter USA über eigenständige AMS Strategiepapiere in denen Zielsetzungen im zivilen als auch im militärischen Bereich formuliert werden. In Norwegen finden sich Bezugspunkte in unterschiedlichen Strategiepapieren wieder. Hier werden Umweltschutz, Digitalisierung und operative Sicherheit in den Fokus gestellt.

Während die entsprechenden Stakeholder in Deutschland von den Inhalten und dem Aufbau der Strategiepapiere aus Ländern wie dem Vereinigten Königreich, Norwegen und den Vereinigten Staaten Erkenntnisse und Rückschlüsse für die Ausarbeitung einer eigenen nationalen Strategie ableiten können, muss der spezifische politische Kontext, in welchem diese Richtlinien entstanden sind, berücksichtigt werden. Die Ausarbeitung weiterer Studien zu Marktpotenzial, Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt in Deutschland etc. sind also entscheidend, um eine nationale Strategie auszuarbeiten, die auf die nationalen Herausforderungen und Begebenheiten, unter Berücksichtigung internationaler Standards, eingehen kann.

Staaten	Strategiepapier	Behörde	Fokus	Umfang
Deutschland	Maritime Forschungsstratgie 2025 (2018)	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie	Forschung	• Nur punktuelle Erwähnung von AMS z.B. als mögliches Mittel zur Erreichung strategischer Ziele in der Schifffahrt
Vereinigtes Königreich	Maritime 2050 - Technology and Innovation in UK Maritime: The case of Autonomy (2019)	Department for Transport	Wirtschaft	• Eigenes Strategiepapier als Teil der Gesamtstrategie Maritime 2050 • Umfassende Zielbeschreibung mit kleinschrittigen Handlungsangaben • Vision VK als Weltmarktführer
USA	Science & Technology Strategy for Intelligent Autonomous Systems (2021)	Department of the Navy	Militär	• Eigenes Strategiepapier • Formulierung strategischer Ziele kategorisiert in 1) Capabilities 2) People & Processes 3) Partnerships • Intelligent Autonomous Shipping als Antwort auf neue militärische Herausforderungen
Norwegen	The Norwegian Government's Ocean Strategy (2017) u. Überarbeitung (2019)	Norwegian Ministry of Trade, Industry and Fisheries; Norwegian Ministry of Petroleum and Energy	Forschung, Wirtschaft und Umwelt	• Bezugnahme auf AMS in verschiedenen Strategiepapieren • Weniger sukzessive Handlungsangaben, eher Bestandsaufnahme • Umweltschutz, Digitalisierung und operative Sicherheit im Betrieb von Meeresindustrie

Tabelle 14: Internationaler Vergleich nationaler Strategien (eigene Darstellung)

9 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass die weitere Entwicklung, Erprobung und Nutzung von AMS großes ökonomisches Potenzial mit sich bringt. Eine verstärkte Nutzung von AMS kann nicht nur den nationalen und grenzüberschreitenden Verkehrssektor revolutionieren, sondern birgt auch in anderen Bereichen wie der Zulieferindustrie, dem maritimen Arbeitsmarkt und der Nachhaltigkeit von Schiffsverkehr transformatives Erneuerungspotenzial.

Das notwendige technische Know-How liegt in Deutschland bereits vor. Jedoch hängt Deutschlands Rolle in der weiteren Gestaltung der autonomen Schifffahrt von zahlreichen Maßnahmen ab, die auf von unterschiedlichen Akteuren adressiert und zeitnah umgesetzt werden müssen. Wie anhand der Handlungsempfehlungen dargestellt wurde, sind in diesem Kontext insbesondere die Erstellung einer nationalen Strategie für autonome Schifffahrt sowie Investitionen in notwendige Infrastrukturen sowie in den Aufbau und Betrieb von Testfeldern nötig. Auch die gezielte Förderung von Forschung und Entwicklung u.a. im Bereich der Antriebstechnik, des ganzheitlichen Schiffsentwurfes und der erforderlichen Sicherheitslösungen erscheinen auf Grundlage dieser Studie als notwendig. Darüber hinaus gilt es Rechtsfragen, Profitabilitätsbarrieren und Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt sowie Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz stärker zu beleuchten. Ohne die Umsetzung dieser Maßnahmen droht eine Abhängigkeit von Zulieferbetrieben und Expertise aus dem Ausland.

Es wurde insbesondere deutlich, dass derzeit schon weltweit an fortgeschrittenen Anwendungsbeispielen für autonome Schiffe geforscht, entwickelt und teilweise gebaut wird. Der Projektkatalog, der im Rahmen dieser Studie erstellt wurde, beinhaltet den gegenwärtigen Stand der Dinge, sowie eine Übersicht über Indikatoren anhand derer die Bedeutung einzelner Vorhaben bewertet werden kann. Für verschiedene nationale Akteure erleichtert dieser Katalog die Bewertung der Konkurrenzsituation und verschafft ein Situationsbewusstsein auf dem eigene Geschäftsentscheidungen basieren können. Die zugrundeliegende Recherche hat aufgezeigt, dass gewisse Hürden einer spontanen Aktualisierung der Ergebnisse entgegenstehen, und dass gleichzeitig die große Dynamik der Entwicklungen eine regelmäßige Überarbeitung erforderlich macht, um ein relevantes Werkzeug für die Marktbeobachtung darzustellen. Hier sehen die Autoren der Studie den Bedarf an einer fundierten und regelmäßigen Überarbeitung und Aktualisierung der Ergebnisse, um nicht nur kurzfristig eine Hilfe für den Markt darzustellen.

Bei der konzeptionellen Entwicklung von Anwendungsfällen hat die theoretische Vielfalt von Nutzungsmöglichkeiten dazu geführt, dass eine detaillierte Betrachtung einzelner Szenarien unterbleiben musste. Für die detaillierte Betrachtung der Realisierungswahrscheinlichkeiten von konkreten Anwendungsszenarien wird eine Spezifikation von Einsatzgebieten auf geographische und ökonomische Randbedingungen notwendigerweise stattfinden müssen. Nur innerhalb eines solchen Marktumfeldes lassen sich Zukunftsszenarien anhand plausibler Annahmen entwickeln, welche dann Grundlage für die detaillierte Betrachtung einzelner Entwicklungspfade sein können. Aufgrund des hohen anzunehmenden Nutzens einer solchen Bewertung für die nationale Industrie besteht hier zeitkritischer Handlungsbedarf.
Die durchgeführte Befragung hat zu der Erkenntnis geführt, dass Expertinnen und Experten für die unterschiedlichen Aspekte einer holistischen Betrachtung von AMS international verfügbar sind, dass deren Expertise jedoch auf unterschiedlichen Grundannahmen zur künftigen Nutzung von AMS beruht. Vergleichbarkeit der Aussagen herzustellen und eine Einheitliche Betrachtungsweise zu erreichen, stellen große Hindernisse bei dem Versuch einer Gesamtbetrachtung dar. Dieser Umstand wird perspektivisch durch die tatsächliche Realisierung von AMS in seiner Wirkung reduziert werden, da die Realität künftig konkrete Beispiele für die Bewertung und Analyse bieten wird. Zum heutigen Zeitpunkt, zu dem AMS noch eine Zukunftsvision darstellen, konnte die Befragung daher nur auf abstrakter Ebene erfolgen und liefert daher nur eine erste Orientierung für die Artikulation von Handlungsempfehlungen. Eine kontinuierliche Einbeziehung von Expertinnen und Experten in die Ausarbeitung von Maßnahmen und deren Umsetzung kann dazu beitragen, dass Unsicherheiten aus der Studie zeitnah abgebaut werden und Maßnahmen zum Zeitpunkt ihrer Umsetzung den größten möglichen Nutzen entfalten. Ein ständiger Dialog der adressierten Gruppen und die permanente Reevaluierung von getroffenen Einschätzungen sind im Kontext dieses neu entstehenden Marktes dringend gebotene Maßnahmen.

Die Studie hat basierend auf umfassenden Vorarbeiten und detaillierten Analysen Handlungsempfehlungen vorgeschlagen, welche aus Sicht der Autorinnen und Autoren das Potential haben, die Entwicklung von AMS in Deutschland umfassend zu fördern. Das ein grundsätzlicher Nutzen solcher Fördermaßnahmen für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt zu erwarten ist, konnte anhand der Bestandsaufnahme in dieser Studie gezeigt werden. Das jeweilige Potential wird sich aber nur durch

gesteuerte Maßnahmen optimal entfalten, weshalb die Autorinnen und Autoren auf eine zeitnahe Beschäftigung mit der Thematik drängen. Anhand der SWOT Analyse der Umfrageergebnisse ließen sich Handlungsfelder und Aktionen bestimmen, deren Effekt auf konkrete Potentiale und Risiken messbare Erfolge erzielen müssten. Aufgrund der Dynamik des globalen Umfeldes gilt es aber, auch in Bezug auf Handlungsempfehlungen, eine regelmäßige Überprüfung der möglichen Effekte vorzunehmen, um vorhandene Ressourcen optimal zu nutzen.

Die vorliegende Studie bekräftigt die Einschätzung, dass AMS künftig eine Rolle in der maritimen Welt spielen werden, selbst wenn die weltweite Ablösung von konventionellen, bemannten Schiffen in einem Zeithorizont von zehn Jahren derzeit kein plausibles Szenario darstellt. Es spricht allerdings nichts gegen eine graduelle Weiterentwicklung von Technik und Märkten, so dass jegliche entstehende AMS im Bereich der Binnengewässer und der küstennahen Fahrt als Wegbereiter für künftige komplexere Anwendungsfälle gelten können. Die Handlungsempfehlungen adressieren daher nicht nur kurzfristige Effekte, sondern dienen auch der langfristigen Vorausplanung für die Partizipation am Nutzen jeglicher zukünftiger Anwendungsfälle.

10 Literaturverzeichnis

AAWA. "Remote and Autonomous Ships: The Next Steps." 2016. https://www.rolls-royce.com/~/media/Files/R/Rolls-Royce/documents/customers/marine/ship-intel/aawa-whitepaper-210616.pdf, accessed December 2021.

Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions. "Roboat introduces Lucy, the full-scale prototype." 2020. https://www.ams-institute.org/news/roboat-introduces-full-scale-boat-ready-autonomous-tests-amsterdam-canals/, accessed August 2021.

Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions. "Roboat: Amsterdam gets world's first fleet of autonomous boats." 2021. https://www.ams-institute.org/urban-challenges/smart-urban-mobility/roboat/, accessed August 2021.

Anglo Belgian Shipping Company. "Zulu Associates Presentation." 2021.

Aquatic Drones. "Aquatic Drones: Autonomous Inspection of Waterways, Ports and Sea." https://geo-matching.com/uploads/default/2/0/202110-aquatic-drones-company-brochure-p5-v2-1.pdf, accessed November 2021.

Aquatic Drones. "Aquatic Drones Website." 2021a. https://www.aquaticdrones.eu/, accessed August 2021.

Aquatic Drones. "Aquatic Drones Autonomy Demonstration." 2021b. https://www.youtube.com/watch?v=MnMwNGFmyJQ, accessed August 2021.

ATLAS ELTRONIK UK. "ARCIMS Modular USV System: The Next Level of Multi-Mission Intelligence." 2015. https://docplayer.net/50258754-Arcims-modular-usv-system-the-next-level-of-multi-mission-intelligence.html, accessed September 2021.

ATLAS ELTRONIK UK. "Autonomous Minesweeping Capability." 2018. https://www.atlas-elektronik.com/fileadmin/user_upload/01_Images/Solutions/ARCIMS/Sweep_Brochure.pdf, accessed September 2021.

ATLAS ELTRONIK UK. "ARCIMS_SeaSense: Underwater Threat Detection." 2019. https://www.atlas-elektronik.com/fileadmin/user_upload/01_Images/Solutions/ARCIMS/ARCIMS_SeaSense_Brochure.pdf, accessed September 2021.

ATLAS ELTRONIK UK. "Arcims: The Next Level of multi-Mission Intelligence." 2021. https://www.atlas-elektronik.com/de/solutions/mine-warfare-systems/arcims.html, accessed September 2021.

"ATLAS Remote Combined Influence Minesweeping System (ARCIMS) - Naval Technology." 2021. https://www.naval-technology.com/projects/atlas-remote-combined-influence-minesweeping-system-arcims/, accessed November 2021.

Autonome Schiffe - Innovationsnetzwerk SCAS - Systeme und Komponenten für autonome Schiffe. "Mitglieder." 2021. https://www.autonome-schiffe.de/deutsch/%C3%BCber-uns/mitglieder/, accessed August 2021.

"Autonomous Vessel sails." *World Cargo News,* May (2019): 19.

Autoship Project. "Demo & Use Case." 2020. https://www.autoship-project.eu/demo-use-case/, accessed September 2021.

Autship Project. "The project." 2020. https://www.autoship-project.eu/the-project/, accessed August 2021.

Avicola, Gregory. "No Manning Required Ship." DARPA, 2021. https://www.darpa.mil/program/no-manning-required-ship, accessed September 2021.

Bahtić, Fatima. "Rotterdam green port project wins €25 million EU grant." Offshore Energy, 2021. https://www.offshore-energy.biz/rotterdam-green-port-project-wins-e25-million-eu-grant/, accessed August 2021.

Ball, Mike. "Long-Endurance Autonomous USV Under Development for DARPA." *Unmanned Systems Technology,* March 05, 2021. https://www.unmannedsystemstechnology.com/2021/03/long-endurance-autonomous-usv-under-development-for-darpa/, accessed August 2021.

BBC News. "AI-driven robot Mayflower sails back after fault develops." 2021. https://www.bbc.com/news/uk-england-devon-57538316, accessed November 2021.

BEHALA. "Die BEHALA – Berliner Hafen – und Lagerhausgesellschaft mbH gibt den Start des Projekts „A – SWARM" (Autonome elektrische Schifffahrt auf WAsseRstrassen in Metropolenregionen) bekannt." 2019. https://www.hafen-hamburg.de/de/presse/news/behala-start-des-projekts-a-swarm--36476/.

Ben Hicks, Andreas Larsson, Steve Culley, and Tobias Larsson. "A methodology for evaluating Technology Readiness during product development." 2009.

BMWi. "Maritime Forschungsstrategie 2025." https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/maritime-forschungsstrategie-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=6, accessed September 2021.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. "Maritime Agenda 2025. Für die Zukunft des maritimen Wirtschaftsstandortes Deutschland." 2017. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/maritime-agenda-2025.pdf?__blob=publicationFile&v=18, accessed September 2021.

Bundestag, Deutscher. "Drucksache 19/23468." https://dserver.bundestag.de/btd/19/234/1923468.pdf, accessed September 2021.

Bundestag, Deutscher. "Drucksache 19/29282: Klarer Kurs für die Zukunft der maritimen Wirtschaft." https://dserver.bundestag.de/btd/19/292/1929282.pdf, accessed September 2021.

Bundestag, Deutscher. "Drucksache 19/3379: Autonomes Fahren in der Schifffahrt." 2018. https://dserver.bundestag.de/btd/19/033/1903379.pdf, accessed September 2021.

Cairns, Rebecca. "Norway pioneered electric ferries. Now it's making them self-driving." CNN, 2020. https://edition.cnn.com/travel/article/norway-self-driving-ferries-zeabuz-spc-intl/index.html, accessed August 2021.

CAPTN. "VAIARO." 2021. https://captn.sh/vaiaro/, accessed August 2021.

Caroline Schmidt-Gross. "Kieler Forschungsprojekt zur Entwicklung einer autonomen Fähre erhält Millionenförderung des Bundesverkehrsministeriums: Kooperationsprojekt mit der Fachhochschule Kiel und Unternehmen." 2021. https://www.uni-kiel.de/de/detailansicht/news/071-captn-foerde-areal, accessed December 2021.

Chen, Chuntao, Zhu, Jianhua, Ma, Chaofei, Lin, Mingsen, Yan, Longhao, Huang, Xiaoqi, Zhai, Wanlin, Mu, Bo, and Jia, Yongjun. "Preliminary calibration results of the HY-2B altimeter's SSH at China's Wanshan calibration site." *Acta Oceanologica Sinica* 40, no. 5 (2021): 129–140.

Chubb, Nick. "China will be a leader in autonomous shipping by 2025." Thetius, 2020. https://thetius.com/china-will-be-a-leader-in-autonomous-shipping-by-2025/, accessed September 2021.

CIA. "Coastline - The World Factbook." 2021. https://www.cia.gov/the-world-factbook/field/coastline/, accessed September 2021.

City of Zhuhai. "Small unmanned cargo ship first ever to deliver load." 2019. http://www.cityofzhuhai.com/2019-12/17/c_432497.htm, accessed September 2021.

Comm/dg/unit. "Forschungsprogramm Horizont 2020: 11 Mrd. Euro für Arbeitsplätze und Wachstum - Deutschland - European Commission." 2019. https://ec.europa.eu/germany/news/20190702-horizont-2020_de, accessed September 2021.

Cordis. "Projects and Results:sMArt Green Ports as Integrated Efficient multimodal hubs." 2021a. https://cordis.europa.eu/project/id/101036594/de, accessed November 2021.

Cordis. "Project information Autoship." 2021b. https://cordis.europa.eu/project/id/815012, accessed August 2021.

Crowdfunder UK. "Mayflower Autonomous Ship." 2021. https://www.crowdfunder.co.uk/mayflower-autonomous-ship, accessed September 2021.

Curcio, J., Leonard, J., and Patrikalakis, A. "SCOUT — A Low Cost Autonomous Surface Platform for Research in Cooperative Autonomy." 2005.

DAMVAD Analytics. "Evaluation of the Scheme for Research-based Innovation (SFI): Report for The Research Council of Norway." 2018. https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/2018/evaluation_of_the_scheme_for-_research-based_innovation_sfi.pdf, accessed August 2021.

DARPA. "About DARPA." 2021. https://www.darpa.mil/about-us/about-darpa, accessed September 2021.

DARPA. "Budget." 2021. https://www.darpa.mil/about-us/budget, accessed September 2021.

Dealroom. "Aquatic Drones B.V. company information, funding & investors." 2021. https://app.dealroom.co/companies/aquatic_drones_b_v_, accessed August 2021.

Deutscher Marinebund. "Förderung für MUM - Deutscher Marinebund." 2020. https://deutscher-marinebund.de/berichtedmb/foerderung-fuer-mum/, accessed September 2021.

DGON e.V. "Positionspapier zum Thema Autonome Maritime Systeme." 2018. https://www.dgon.de/fileadmin/documents/DGON_2018_-_Positionspapier_zum_Thema_Autonome_Maritime_Systeme.pdf, accessed January 2022.

DGON e.V. "Informationspapier: Einsatzspektrum und Anwendungsfälle autonomer maritimer Systeme." 2021. https://www.dgon.de/fileadmin/documents/DGON_2021_AMS_Informationspapier_Anwendungsfaelle.pdf, accessed January 2022.

"Foerderrichtlinie für Investitionen zur Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Bundeswasserstraßen." https://www.bav.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Digitale_Wasserstrassen/Foerderrichtlinie.pdf?__blob=publicationFile&v=4, accessed September 2021.

"Förderprojekt AKOON." 2019. https://www.irt.rwth-aachen.de/cms/IRT/Forschung/Forschungsprojekte-dyn-Liste-/~cnzsr/AKOON/, accessed August 2021.

Forskningsrådet. "Energioptimalisert konsept for hel-elektriske, utslippsfrie og autonome ferjer i integrerte transport og energisystemer." 2021a. https://prosjektbanken.forskningsradet.no/en/project/FORISS/269116?Kilde=FORISS&distribution=Ar&chart=bar&calcType=funding&Sprak=no&sortBy=score&sortOrder=desc&resultCount=30&offset=0&Fritekst=269116&source=FORISS&projectId=269116, accessed August 2021.

Forskningsrådet. "Etablering av partnerskap for pilotering av et Zeabuz mobilitetssystem - Prosjektbanken." 2021b. https://prosjektbanken.forskningsradet.no/en/project/FORISS/322785?Kilde=FORISS&distribution=Ar&chart=bar&calcType=funding&Sprak=no&sortBy=score&sortOrder=desc&resultCount=30&offset=0&Fritekst=zeabuz, accessed August 2021.

Forskningsrådet. "Multi-Sensor Data Timing, Synchronization and Fusion for Intelligent Robots - Prosjektbanken." 2021c. https://prosjektbanken.forskningsradet.no/en/project/FORISS/327538?Kilde=FORISS&distribution=Ar&chart=bar&calcType=funding&Sprak=no&sortBy=score&sortOrder=desc&resultCount=30&offset=0&Fritekst=zeabuz, accessed August 2021.

Fugro. "Fugro partners with SEA-KIT International to develop new range of uncrewed surface vessels." 2020. https://www.fugro.com/media-centre/news/fulldetails/2020/03/25/fugro-partners-with-sea-kit-international-to-develop-new-range-of-uncrewed-surface-vessels, accessed August 2021.

Gain, Nathan. "IMDEX 2019: Introducing Yunzhou's unmanned solutions." *Naval News*, May 15, 2019. https://www.navalnews.com/event-news/imdex-asia-2019/2019/05/imdex-2019-introducing-yunzhous-unmanned-solutions/, accessed August 2021.

Gain, Nathan. "DARPA awards contracts for the No Manning Required Ship program." *Naval News*, October 14, 2020. https://www.navalnews.com/naval-news/2020/10/darpa-awards-contracts-for-the-no-manning-required-ship-program/, accessed October 2021.

Geomares Publishing. "Aquatic Drones Phoenix 5 (P5): Autonomous Surface Vessel for survey, inspection, surveillance and more." 2021. https://geo-matching.com/usvs-unmanned-surface-vehicles/aquatic-drones-phoenix-5-p5, accessed August 2021.

Ginzel, Leon. "Berlin: So sollen autonome Schiffe die Paketflut eindämmen." Der Spiegel, 2021. https://www.spiegel.de/auto/berlin-wie-autonome-schiffe-gegen-die-paketflut-helfen-sollen-a-fccc8575-c8fb-4f9f-b8a9-531574d0664a, accessed November 2021.

Global Times. "China starts building test site for unmanned ships." 2018. https://www.globaltimes.cn/content/1089488.shtml, accessed September 2021.

Gordon, Rachel. "Autonomous boats could be your next." MIT CSAIL, 2020. https://news.mit.edu/2020/autonomous-boats-could-be-your-next-ride-1026, accessed August 2021.

GOV.UK. "UKHO supports Mayflower Autonomous Ship project with marine data." 2021. https://www.gov.uk/government/news/ukho-supports-mayflower-autonomous-ship-project-with-marine-data, accessed September 2021.

Hebermehl, Gregor. "Floating Platform und Passage." Auto, Motor und Sport, 2021. https://www.auto-motor-und-sport.de/verkehr/captn-vaiaro-floating-platform-und-passage-designfaehren-kieler-foerde-2021/, accessed August 2021.

Hockett, Mike. "China's First Autonomous Ship Completes Maiden Voyage." Tomas Net, 2019. https://www.thomasnet.com/insights/china-s-first-autonomous-ship-completes-maiden-voyage/, accessed August 2021.

Holland, Martin. "Mayflower 400: Erste vollautonome Atlantiküberquerung abgebrochen." 2021. https://www.heise.de/news/Mayflower-400-Erste-vollautonome-Atlantikueberquerung-abgebrochen-6112330.html, accessed September 2021.

IBM. "Mayflower Autonomous Ship Launches." 2020. https://www.prnewswire.com/news-releases/mayflower-autonomous-ship-launches-301131359.html, accessed August 2021.

Ingraham, Nathan. "MIT tests autonomous 'Roboat' that can carry two passengers." Yahoo Finance, 2020. https://au.finance.yahoo.com/news/mit-autonomous-roboat-ii-carries-passengers-140145138.html, accessed August 2021.

International Energy Agency, "Tracking Report International Shipping – Not on track." 2021. https://www.iea.org/reports/international-shipping, abgerufen April 2022.

International Maritime Organization. "MSC.1-Circ.1638: Outcome of the Regulatory Scoping Exercise for the Use of Maritime Autonomous Surface Ships (MASS)." 2021. https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/MediaCentre/HotTopics/Documents/MSC.1-Circ.1638%20-%20Outcome%20of%20The%20Regulatory%20Scoping%20ExerciseFor%20The%20Use%20of%20Maritime%20Autonomous%20Surface%20Ships...%20(Secretariat).pdf, accessed August 2021.

Internetredaktion, Redaktion B. L. "Deutsches Portal für Horizont Europa." 2021. https://www.horizont-europa.de/, accessed September 2021.

iXBlue. "iXblue launches new USV." 2018. https://www.ixblue.com/newsroom/ixblue-launches-new-multi-purpose-autonomous-unmanned-surface-vessel, accessed September 2021.

iXBlue. "iXNews April 2019." 2019. https://www.ixblue.com/newsroom/publications, accessed August 2021.

iXBlue. "DriX: USV for Geosciences and Energy Markets." 2020a. https://www.ixblue.com/sites/default/files/2020-12/brochure-DriX-2020-pap_0.pdf, accessed January 2022.

iXBlue. "NOAA' Ocean Exploration Cooperative Institute chooses DriX USV to help build the next generation ocean exploration system." 2020b. https://www.ixblue.com/news/noaa-ocean-exploration-cooperative-institute-chooses-drix-usv-help-build-next-generation-ocean, accessed August 2021.

iXBlue. "DriX: Unmanned Surface Vehicle." 2021. https://www.ixblue.com/products/drix, accessed August 2021.

Jiang, Jason. "Zhuhai Port Shipping partners up with Cloudrift for unmanned ship development." 2019. https://splash247.com/zhuhai-port-shipping-partners-up-with-cloudrift-for-unmanned-ship-development/, accessed August 2021.

Joe Biden Campaign. "Plan for Climate Change and Environmental Justice | Joe Biden." 2020. https://joebiden.com/climate-plan/, accessed September 2021.

Jülich Forschungszentrum. "Verbundprojekt: AKOON : Automatisierte und koordinierte Navigation von Binnenfähren." https://juser.fz-juelich.de/record/892881/?ln=de, accessed December 2021.

Kalouptsidi, Myrto. "Detection and Impact of Industrial Subsidies: The Case of Chinese Shipbuilding." Harvard University, 2017. http://www.restud.com/wp-content/uploads/2017/08/Paper-4-May-2017.pdf, accessed September 2021.

Koch, René. "Die Schlei als Zukunftslabor." IHK Schleswig-Holstein, 2020. https://www.ihk-schleswig-holstein.de/produktmarken/ihre-ihk/medien/specials/zukunft-transport/die-schlei-als-zukunftslabor-4892308, accessed November 2021.

Kongsberg. "Technology for the ferries of the future." 2018. https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2018/technology-for-the-ferries-of-the-future/, accessed October 2021.

Kongsberg. "Acquisition of Rolls-Royce Commercial Marine." 2019. https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/who-we-are-kongsberg-maritime/rolls-royce-commercial-marine-information/, accessed August 2021.

Kongsberg. "Crossing into new Territory." 2020a. https://www.kongsberg.com/kmagazine/2020/12/asko/, accessed August 2021.

Kongsberg. "Kongsberg Maritime wins coveted OSJ Subsea Innovation Award." 2020b. https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2020/osj-subsea-innovation-award/, accessed August 2021.

Kongsberg. "KONGSBERG secures contract to deliver full solution for ecosystem monitoring using autonomous vessels." 2021a. https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2021/imr/, accessed August 2021.

Kongsberg. "Autonomous ship project, key facts about YARA Birkeland." 2021b. https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/?OpenDocument=, accessed August 2021.

Kongsberg. "Autonomous shipping." 2021c. https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-shipping/, accessed August 2021.

Kongsberg. "Autonomous Future." 2021d. https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/our-stories/autonomous-future/, accessed August 2021.

Kongsberg. "Unmanned Surface Vehicle, Sounder." 2021e. https://www.kongsberg.com/ru/maritime/products/marine-robotics/uncrewed-surface-vehicle-sounder/, accessed August 2021.

Kongsberg. "The Pioneer Trail." 2021f. https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/our-stories/the-pioneer-trail/, accessed October 2021.

Kongsberg. "Sounder USV System." 2022. https://www.kongsberg.com/contentassets/e7566e35d2864417a0e5a3899259f0eb/USV-Sounder-Productsheet.pdf, accessed January 2022.

L3Harris. "L3Harris Leads the Charge in Developing the Next Generation of Autonomous Vehicles." 2021a. https://www.l3harris.com/newsroom/editorial/2021/03/l3harris-leads-charge-developing-next-generation-autonomous-vehicles, accessed August 2021.

L3Harris. "L3Harris Technologies to Design Long-Endurance Autonomous Surface Ship Concept for US Defense Advanced Research Projects Agency." 2021b. https://www.l3harris.com/newsroom/press-release/2021/03/l3harris-technologies-design-long-endurance-autonomous-surface-ship, accessed August 2021.

L3Harris. "C-Worker 5 ASV." 2021c. https://www.l3harris.com/all-capabilities/c-worker-5-asv, accessed August 2021.

L3Harris. "C-Worker 7 ASV." 2021d. https://www.l3harris.com/all-capabilities/c-worker-7-asv, accessed August 2021.

L3Harris. "C-Worker 5 ASV." 2021e. https://www.l3harris.com/all-capabilities/c-worker-5-asv, accessed November 2021.

L3Harris. "C-Worker 7 ASV." 2021f. https://www.l3harris.com/all-capabilities/c-worker-7-asv, accessed November 2021.

Latarche, Malcolm. "NTNU spins off Zeabuz zero-emission waterbus concept." Ship Insight, 2019. https://shipinsight.com/articles/ntnu-spins-off-zeabuz-zero-emission-waterbus-concept/, accessed November 2021.

Link-Wills, Kim. "By land or sea? Massterly sees autonomous vessels competing with trucks." 2019. https://www.freightwaves.com/news/by-land-or-sea-massterly-sees-autonomous-vessels-competing-with-trucks, accessed December 2021.

Manley, J. E., Marsh, A., Cornforth, W., and Wiseman, C. "Evolution of the autonomous surface craft AutoCat." 2000.

Massterly. "Making autonomy a reality." 2021. https://www.massterly.com/news-1, accessed August 2021.

Meyer, David. "Forget Self-Driving Cars: Amsterdam Is Getting 'Roboats'." Fortune Media, 2016. https://fortune.com/2016/09/19/amsterdam-roboat-autonomous/, accessed August 2021.

Meyer, Jens. "Autonomes Containerschiff: Yara Birkeland autonom elektrisch auf Probefahrt." *Schiffahrt, hafen, Bahn und Technik* 40, no. 1 (2021): 33.

Michigan Technological University. "Great Lakes Research Center Becomes Newest PlanetM Testing Facility Partner." 2020. https://www.mtu.edu/news/press/releases/2020/great-lakes-research-center-becomes-newest-planetm-testing-facility-partner.html, accessed September 2021.

Midtbø, Gunvor H. "KONGSBERG completes Rolls-Royce Commercial Marine Acquisition." Kongsberg, 2019. https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2019/kongsberg-completes-rolls-royce-commercial-marine-acquisition/, accessed August 2021.

Midtbø, Gunvor H. "Automatic ferry enters regualr service following world-first crossing with passengers onboard." Kongsberg, 2020. https://www.kongsberg.com/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2020/first-adaptive-transit-on-bastofosen-vi/, accessed August 2021.

Ministry of Climate and Environment. "The Government's action plan for green shipping." 2019. https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/the-governments-action-plan-for-green-shipping/id2660877/, accessed August 2021.

MIT Sea Grant. "The Autonomous Underwater Vehicles Lab." 2021. https://seagrant.mit.edu/auv-lab/, accessed September 2021.

Munim, Ziaul H. "Autonomous ships: a review, innovative applications and future maritime business models." *Supply Chain Forum: An International Journal* 20, no. 4 (2019): 266–279.

Nadkarni, Namrata. "Ferrying the future." *Ports & Harbors, no.* 01 (2019): 24–25.

Naumann, Jan P. "Logistiker mit Schiffbauer-Gen." Deustche Verkehrs-Zeitung, 2020. https://www.dvz.de/rubriken/menschen/detail/news/logistiker-mit-schiffbauer-gen.html, accessed September 2021.

Naval dynamics. "The AutoBarge." 2021. https://www.navaldynamics.com/kopi-av-res-1, accessed August 2021.

Naval Technology. "ATLAS Remote Combined Influence Minesweeping System (ARCIMS)." 2015. https://www.naval-technology.com/projects/atlas-remote-combined-influence-minesweeping-system-arcims/, accessed September 2021.

NFAS. "About us - NFAS." 2020. https://nfas.autonomous-ship.org/about-us/, accessed August 2021.

NTNU. "Autonomous all-electric pssenger feries for urban water transport (Autoferry)." 2021. https://www.ntnu.edu/autoferry, accessed August 2021.

NTNU. "Research at NTNU AMOS." 2021. https://www.ntnu.edu/amos/research, accessed August 2021.

NTNU. "SFI AutoShip - NTNU." 2021. https://www.ntnu.edu/sfi-autoship, accessed August 2021.

O' Dwyer, Rob. "Wärtsilä joins Mayflower autonomous ship project." Smart Maritime Network, 2020a. https://smartmaritimenetwork.com/2020/06/16/wartsila-joins-mayflower-autonomous-ship-project/, accessed August 2021.

O' Dwyer, Rob. "ASKO to build two autonomous vessels for Oslo fjord operations." *Smart Maritime Network,* September 01, 2020b. https://smartmaritimenetwork.com/2020/09/01/asko-to-build-two-autonomous-vessels-for-oslo-fjord-operations/, accessed September 2021.

OceanAlpha. "M80 USV Conducts the Underwater Topographic Survey in The Antarctica." 2017. https://www.oceanalpha.com/application_cases/m80-usv-conducts-the-underwater-topographic-survey-in-the-antarctica/, accessed November 2021.

OceanAlpha. "M40 Unmanned Surface Vehicle." 2021a. https://www.oceanalpha.com/product-item/m40/, accessed August 2021.

OceanAlpha. "M75 Unmanned Surface Vehicle." OceanAlpha, 2021b. https://www.oceanalpha.com/product-item/m75/, accessed August 2021.

OceanAlpha. "OceanAlpha Develops Commercial Shipping USV." 2021c. https://www.oceanalpha.com/application_cases/oceanalpha-develops-commercial-shipping-usv/, accessed August 2021.

OceanAlpha. "OceanAlpha, A World-Leading Unmanned Surface Vehicle Supplier." 2021d. https://www.youtube.com/watch?v=8x5W_dhYKfk&ab_channel=OceanalphaUSV, accessed August 2021.

OceanAlpha. "OceanAlpha - Cloudborne - Large USV - Autonomous Cargo Ship by OceanAlpha Group Ltd." 2021e. https://www.environmental-expert.com/products/oceanalpha-model-cloudborne-autonomous-cargo-ship-635603, accessed August 2021.

OceanAlpha. "About OceanAlpha - World-Leading Unmanned Surface Vehicle Supplier." 2021. https://www.oceanalpha.com/company-profile/, accessed September 2021.

OceanAlpha. "OceanAlpha's new USV plant to enhance region's marine economy." 2021. http://subsites.chinadaily.com.cn/guangdong/2018-09/21/c_512666.htm, accessed September 2021.

OceanAlpha. "M75 - Medium USV - Autonomous Surveillance & Rescue Vessel." 2021f. https://www.environmental-expert.com/products/oceanalpha-model-m75-autonomous-surveillance-rescue-vessel-635600, accessed September 2021.

OceanAlpha. "Unmanned surface vehicle solutions for autonomouos shipping." 2021g. https://www.environmental-expert.com/applications/unmanned-surface-vehicle-solutions-for-autonomouos-shipping-shipbuilding-water-transport-10568, accessed September 2021.

OceanAlpha. "M80 Unmanned Surface Vehicle." 2021h. https://www.oceanalpha.com/product-item/m80/, accessed November 2021.

Office of the Under Secretary of Defense. "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2021 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency." 2020. https://www.darpa.mil/attachments/DARPAJBookFY21.pdf, accessed September 2021.

Office of the Under Secretary of Defense. "Department of Defense Fiscal Year (FY) 2022 Budget Estimates: Defense Advanced Research Projects Agency." 2021. https://www.darpa.mil/attachments/DARPA_PB_2022_19MAY2021_FINAL.pdf, accessed September 2021.

Offshore Energy. "Unmanned Cargo Ship Development Alliance Launched in Shanghai." 2017. https://www.offshore-energy.biz/unmanned-cargo-ship-development-alliance-launched-in-shanghai/, accessed September 2021.

Offshore Energy. "Norway Sets Up Second Test Area for Unmanned Ships." 2017. https://www.offshore-energy.biz/norway-sets-up-second-test-area-for-unmanned-ships/, accessed August 2021.

Offshore Energy. "Norway Opens New Test Area for Autonomous Ships." 2017. https://www.offshore-energy.biz/norway-opens-new-test-area-for-autonomous-ships/, accessed August 2021.

Offshore Energy. "India: Keel laid for ASKO's autonomous, electric ferry pair." 2021. https://www.offshore-energy.biz/india-keel-laid-for-askos-autonomous-electric-ferry-pair/, accessed August 2021.

Omni Access. "SEA-KIT Unmanned USV: USV's, vessels that operate as remotely controlled systems." 2021. https://www.omniaccess.com/sea-kit/, accessed August 2021.

Ortmüller, Simeon. "CAPTN vaiaro is an autonomous electric ferry concept for kiel fjord in germany." Designboom, 2021. https://www.designboom.com/technology/captn-vaiaro-autonomous-electric-ferry-concept-04-07-2021/, accessed November 2021.

Port Technology International. "Rolls-Royce Marine Sale to Advance Autonomous Ships." 2018. https://www.porttechnology.org/news/rolls_royce_maritime_sale_to_advance_robot_ships/, accessed August 2021.

Promare. "Mayflower Autonomous Ship Dashboard." 2021a. https://mas400.com/, accessed August 2021.

Promare. "Mayflower Autonomous Ship - Partners." 2021b. https://mas400.com/partners, accessed September 2021.

Promare. “Mayflower Autonomous Ship - Technology.” 2021c. https://mas400.com/technology, accessed September 2021.

Promare. “Mayflower Autonomous Ship - Ocean.” 2021d. https://mas400.com/ocean, accessed October 2021.

“PtJ: Maritime Forschungsstrategie 2025.” 2021. https://www.ptj.de/projektfoerderung/maritime-forschungsstrategie-2025, accessed September 2021.

Rheinfähre Maul. “Technik: Daten der Fähre "Horst"..” 2020. https://rheinfaehre.de/technik/, accessed September 2021.

Roboat. “Roboat project.” 2021. https://roboat.org/#research_publications, accessed September 2021.

Rolls-Royce. “AAWA project introduces the project’s first commercial ship operators.” 2016. https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2016/pr-12-04-2016-aawa-project-introduces-projects-first-commercial-operators.aspx, accessed August 2021.

Rolls-Royce. “Rolls-Royce and Finferries demonstrate world's first Fully Autonomous Ferry.” 2018a. https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2018/03-12-2018-rr-and-finferries-demonstrate-worlds-first-fully-autonomous-ferry.aspx.

Rolls-Royce. “SVAN - Safer Vessel with Autonomous Navigation: World's first fully autonomous ferry demonstration.” 2018b. https://breakingwaves.fi/wp-content/uploads/2019/06/SVAN-presentation.pdf, accessed August 2021.

RTL Online. “Emissionsfrei mit Brennstoffzelle: "Schleiboot" getauft.” 2021. https://www.rtl.de/cms/emissionsfrei-mit-brennstoffzelle-schleiboot-getauft-4810004.html, accessed August 2021.

“Safe and sustainable hydrographic surveying.” *Ship & Offshore, no.* 7 (2020): 22–24.

SAMS Norway. “SAMS Norway | About SAMS | Business cluster with focus on development.” 2021. https://sams-norway.no/about/, accessed August 2021.

SAMS Norway. “SAMS Norway | Become a partner of SAMS Norway.” 2021. https://sams-norway.no/partners/, accessed August 2021.

Sandra, Sarmpezi. “China builds Asia’s first autonomous ship test area.” SAFETY4SEA, 2018. https://safety4sea.com/china-builds-asias-first-autonomous-ship-test-area/?__cf_chl_jschl_tk__=pmd_JhziLtfP7ym7DUf6fzI0cc9K5J0Iw58rkZ6Aqitv0ns-1630484876-0-gqNtZGzNAhCjcnBszQhl, accessed September 2021.

Schiff & Hafen. “Vollautonome_Fähre_in_Finnland_vorgestellt.” 2018. https://www.schiffundhafen.de/nachrichten/schiffbau/detail/erste-vollautonome-faehre-in-finnland-vorgestellt.html, accessed January 2022.

Sea Technology. “DARPA Selects L3Harris for Unmanned Surface Vessel Concept.” 2021. https://sea-technology.com/nomars, accessed August 2021.

Sea-Kit. “SEA-KIT is first to receive Lloyd’s Register Unmanned Marine Systems certification.” 2021. https://www.sea-kit.com/post/press-release-sea-kit-is-first-to-receive-lloyd-s-register-unmanned-marine-systems-certification, accessed August 2021.

Seatrade Maritime. “China launches Unmanned Cargo Ship Development Alliance.” 2017. https://www.seatrade-maritime.com/asia/china-launches-unmanned-cargo-ship-development-alliance, accessed September 2021.

Ship & Offshore. “Autonomous ferry completes Oslo Fjord sailing.” 2020a. https://www.shipandoffshore.net/news/shipbuilding/detail/news/autonomous-ferry-completes-oslo-fjord-sailing.html, accessed January 2022.

Ship & Offshore. “Testing autonomous technology in various environments.” 2020b. https://www.shipandoffshore.net/fileadmin/pdf_Fachartikel/smartauto12020.pdf.

Ship-technology.com. “Mayflower Autonomous Research Ship (MARS).” 2021. https://www.ship-technology.com/projects/mayflower-autonomous-research-ship-mars/, accessed August 2021.

Shukla, Anushri. “Wartsila to build zero-emission barge in the Netherlands.” Ship Technology, 2021. https://www.ship-technology.com/news/wartsila-zero-emission-barge/, accessed August 2021.

Sjøfartsdirektoratet. "Guidance in connection with the construction or installation of automated functionality aimed at performing unmanned or partially unmanned operations - Norwegian Maritime Authority." 2021. https://www.sdir.no/en/shipping/legislation/directives/guidance-in-connection-with-the-construction-or-installation-of-automated-functionality-aimed-at-performing-unmanned-or-partially-unmanned-operations/, accessed August 2021.

Statistics Norway. "Ferry connections, by region, contents and year. Statbank Norway." 2021. https://www.ssb.no/en/statbank/table/11911/tableViewLayout1/?rxid=f5ab82cc-ba0d-4e11-baa7-87d7acba641b, accessed September 2021.

Steffen, Andrea D. "People Can Ride A Zero-Emissions Autonomous Ferry For Free In Norway!", Intelligent Living, 2020. https://www.intelligentliving.co/zero-emissions-autonomous-ferry-free-norway/, accessed August 2021.

Stein, Mark. "Wärtsilä plant Containershuttle – autonom durch den Hafen." *Binnenschifffahrt Online*, June 15, 2021. https://binnenschifffahrt-online.de/2021/06/schifffahrt/20727/autonom-durch-den-hafen/, accessed August 2021.

The Economist. "A growing number of governments hope to clone America's DARPA." 2021. https://www.economist.com/science-and-technology/2021/06/03/a-growing-number-of-governments-hope-to-clone-americas-darpa, accessed September 2021.

The Guardian. "Roboats: Amsterdam to trial self-driving electric boats." 2021. https://www.theguardian.com/world/2021/jun/03/roboats-amsterdam-to-trial-self-driving-electric-boats, accessed August 2021.

The Maritime Executive. "China to Build Autonomous Ship Test-Bed." 2018. https://www.maritime-executive.com/article/china-to-build-autonomous-ship-test-bed, accessed August 2021.

The Research Council of Norway. "Large-scale programme Energy research – ENERGIX: Work ProgrammeIn effect from 2018." 2019. https://www.forskningsradet.no/contentassets/46fee6d72caf4b749903157e48f43428/energix_programplan2019_engelsk_web.pdf, accessed August 2021.

The Research Council of Norway. "Work programme for the MAROFF programme: Revised 2017." 2019. https://www.forskningsradet.no/contentassets/5179c59c58294219b2aed2fcfa2973c7/maroff-work-programme-2017-2-oppdatert-2019.pdf, accessed August 2021.

The Research Council of Norway. "Statistics MAROFF 2." 2021. https://prosjektbanken.forskningsradet.no/en/explore/statistics?ProgAkt.3=MAROFF-2-Maritim+virksomhet+og+offsh-2&Kilde=FORISS&offset=0, accessed August 2021.

The Research Council of Norway. "Statistics SFI AutoShip." 2021. https://prosjektbanken.forskningsradet.no/en/project/FORISS/309230?distribution=Ar&chart=bar&calcType=funding&Sprak=no&sortBy=score&sortOrder=desc&resultCount=30&offset=0&Fritekst=yara, accessed August 2021.

The Research Council of Norway. "SFI Centre for Research-based Innovation." 2021. https://www.forskningsradet.no/en/call-for-proposals/2019/centre-for-research-based-innovation/, accessed August 2021.

The Research Council of Norway. "Statistics ENERGIX." 2021. https://prosjektbanken.forskningsradet.no/en/explore/statistics?ProgAkt.3=ENERGIX-Stort+program+energi&Kilde=FORISS&offset=0, accessed August 2021.

The Research Council of Norway. "Statistics SFI." 2021. https://prosjektbanken.forskningsradet.no/en/explore/statistics?ProgAkt.3=SFI-Sentre+for+forskn.drevet+innov&Kilde=FORISS&offset=0, accessed August 2021.

The Shipowners' Protection Limited. "The Mayflower Autonomous Ship Project." 2018. https://www.shipownersclub.com/media/2018/01/Mayflower-Autonomous-Ship-Project_0118.pdf, accessed August 2021.

Trade Winds. “Mayflower will be back in water in weeks after fault found.” 2021. https://www.tradewindsnews.com/technology/mayflower-will-be-back-in-water-in-weeks-after-fault-found/2-1-1046970, accessed August 2021.

TU Berlin. “A-SWARM: Autonome elektrische Schifffahrt auf Wasserstraßen in Metropolregionen.” 2021. https://www.tu-berlin.de/?209696, accessed November 2021.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Sustainable Development. "The 17 Goals." 2015. https://sdgs.un.org/goals, abgerufen April 2022

Universität Rostock. “A-SWARM – Autonome elektrische Schifffahrt auf Wasserstraßen in Metropolregionen.” 2021. https://www.ief.uni-rostock.de/fakultaet/institute-und-lehrstuehle/lehrende/institute/automatisierungstechnik/prof-dr-ing-torsten-jeinsch/a-swarm/2021, accessed September 2021.

Unleash Future Boats. “Schleiboote, Emissionsfrei und autonom.” 2021. https://www.schleiboote.de/node/1, accessed August 2021.

Unmanned Systems Technology. “OceanAlpha.” 2021. https://www.unmannedsystemstechnology.com/company/oceanalpha/, accessed November 2021.

Vagale, Anete, Oucheikh, Rachid, Bye, Robin T., Osen, Ottar L., and Fossen, Thor I. “Path planning and collision avoidance for autonomous surface vehicles I: a review.” *Journal of Marine Science and Technology* (2021). https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00773-020-00787-6.pdf, accessed August 2021.

VEINLAND. “Neues vom A-Swarm Projekt.” 2021. https://veinland.net/aktuelles/neues-vom-a-swarm-projekt/, accessed November 2021.

Vincent, James. “Self-driving boats will be tested on Amsterdam's canals next year.” The Verge, 2016. https://www.theverge.com/2016/9/19/12968420/amsterdam-self-driving-boats-roboat, accessed August 2021.

Wärstilä. “Wärtsilä comes onboard the Mayflower Autonomous Ship Project.” 2020. https://www.wartsila.com/media/news/16-06-2020-wartsila-comes-onboard-the-mayflower-autonomous-ship-project-2728706, accessed August 2021.

Wärtsilä. “Wärtsilä to develop autonomous, zero emission barge for Port of Rotterdam.” 2021. https://www.wartsila.com/media/news/27-05-2021-wartsila-to-develop-autonomous-zero-emission-barge-for-port-of-rotterdam-2921606, accessed August 2021.

Washington Technology. “DARPA unmanned ship work moves forward -- Washington Technology.” 2021. https://washingtontechnology.com/blogs/editors-notebook/2021/09/serco-navy-design-work.aspx, accessed October 2021.

Wilcox, Marc. “Smart Ships Coalition Launched.” Michigan Technological University, 2018. https://www.mtu.edu/news/2018/08/smart-ships-coalition-launched.html, accessed September 2021.

Wilh. Wilhelmsen Holding ASA. “Massterly to operate two zero-emission autonomous vessels for ASKO.” 2020. https://www.wilhelmsen.com/media-news-and-events/news/2020/massterly-to-operate-two-zero-emission-autonomous-vessels-for-asko/, accessed December 2021.

Wingrove, Martyn. “Autonomous ships can follow Colregs.” Riviera Maritime Media, 2018. https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/autonomous-ships-can-follow-colregs-25310, accessed September 2021.

Wolf, Jana. “Klimaschutz Bundestagswahl 2021: Die Pläne der Parteien im Vergleich - eine Übersicht.” *RP ONLINE*, September 15, 2021. https://rp-online.de/politik/deutschland/klimaschutz-bundestagswahl-2021-die-plaene-der-parteien-im-vergleich-eine-uebersicht_aid-60769073, accessed September 2021.

XPRIZE. “Winners Announced in $7M Shell Ocean Discovery XPRIZE.” 2019. https://www.xprize.org/articles/ocean-discovery-winners-announced, accessed August 2021.

Yara. “Enova to support the building of Yara Birkeland | Yara International.” 2017. https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2017/enova-to-support-the-building-of-yara-birkeland/, accessed August 2021.

Yara None. "Enova to support the building of Yara Birkeland | Yara International." 2018a. https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2017/enova-to-support-the-building-of-yara-birkeland/, accessed August 2021.

Yara None. "Yara Birkeland | The first zero emission, autonomous ship | Yara International." 2018b. https://www.yara.com/knowledge-grows/game-changer-for-the-environment/, accessed October 2021.

Yara None. "Yara Birkeland press kit | Yara International." 2018c. https://www.yara.com/news-and-media/press-kits/yara-birkeland-press-kit/, accessed October 2021.

Yunzhou Tech. "Cloudborne is coming! Small USVs of OceanAlpha are put into commercial operation in 2019." 2017. http://m.yunzhou-tech.com/en/view/news/113.html, accessed August 2021.

ZEABUZ. "ZERO EMISSION AUTONOMOUS URBAN AND COASTAL MOBILITY." 2021a. https://zeabuz.com/, accessed August 2021.

ZEABUZ. "NTNU AND THE MILLIAMPERE FERRIES." 2021b. https://www.zeabuz.com/milliampere, accessed November 2021.

Zulu Associates. "Website." 2021. https://www.zulu-associates.com/, accessed August 2021.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Potenziell studienrelevante Projekte nach Projektländern und Unterscheidung in rein nationale sowie internationale Konsortien....15
Abbildung 2: Studienrelevante Projekte nach Projektländern und Unterscheidung in rein nationale sowie internationale Konsortien....16
Abbildung 3: Innovationsoutput Vergleichsländer....41
Abbildung 4: Aufschlüsselung der Anwendungsfälle innerhalb der internationalen Projektumschau....64
Abbildung 5: Aufschlüsselung der Routen innerhalb der internationalen Projektumschau....64
Abbildung 6: Aufschlüsselung der Einsatzgebiete innerhalb der internationalen Projektumschau....65
Abbildung 7: Perspektiven und Bewertungsgruppen....66
Abbildung 8: Beispiel der Darstellung der Bewertungsmatrix im online Umfrage-Tool Lime Survey inkl. Likert Skala....77
Abbildung 9: AMS Stakeholder....85
Abbildung 10: Handlungsempfehlung: Nationale Strategie....88
Abbildung 11: Handlungsempfehlung: Verstärkte Investitionen in frühzeitige Umsetzung....89
Abbildung 12: Handlungsempfehlung: Rechtssicherheit....90
Abbildung 13: Handlungsempfehlung: Nachhaltigkeit....92
Abbildung 14: Handlungsempfehlung: Marktpotentialanalyse und Infrastrukturinvestitionen....93
Abbildung 15: Handlungsempfehlung: Operative Sicherheit....94
Abbildung 16: Handlungsempfehlung: Gesellschaftliche Akzeptanz stärken....95
Abbildung 17: Faktoren für Akzeptanz von AMS....96

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Projektübersicht 19
Tabelle 2: Interessengruppen und interessierte Parteien 54
Tabelle 3: Erläuterung der Anwendungsfälle 61
Tabelle 4: Liste der Anwendungsfälle 63
Tabelle 5: Bewertungsperspektiven 66
Tabelle 6: Einteilung der Anwendungsfälle in übergreifende Anwendungsfelder 74
Tabelle 7: Nach Auswertung der ersten Befragungsstufe verbliebene Anwendungsfälle mit einem Mittelwert ≥ 3,8 75
Tabelle 8: Übersicht der ermittelten Bewertungskriterien pro Kategorie 77
Tabelle 9: Ergebnisse der Expert*innen Befragung im Bereich Technologie inkl. der errechneten Mittelwerte 79
Tabelle 10: Ranking der Anwendungsfälle 79
Tabelle 11: Aggregation der Ergebnisse 80
Tabelle 12: SWOT-Analyse 81
Tabelle 13: Relevante Branchenverbände 85
Tabelle 14: Internationaler Vergleich nationaler Strategien 98

Anlagen

Anlage 1 - Projektmatrix

Nr.	Rang-punkte	Projekt-name	TRL	Projekt-beginn	Länder	Konsortium	Kurzbeschreibung	Einsatz-gebiet	Abmessungen			Antrieb	Förderung	Fördersumme	Google Matches
									L	B	T				
1	17	Yara Birkeland	7	2017	NO	Kongsberg, Yara (Verlader), VARD (Werft)	Autonomes Containerschiff	regional	79,5	14,8	6,0	Elektrisch	ENOVA (Norw. Gov.)	EUR 13.000.000	95800
2	15	MAS400	8	2016	GB, US	University of Plymouth, IBM, Promare Foundation, Msubs, diverse andere Partner	Autonomes Forschungsschiff	weltweit	15,0	6,2	-	Elektrisch mit Backup Dieselmotor	unbekannt	unbekannt	26000
3	13	NOMARS	3	2021	US	diverse Konsortien für Phase 1	Autonome Schiffe für weltweiten Einsatz	weltweit	-	-	-	unbekannt	DARPA	EUR 55.000.000 für Konzeptphase	3200
4	13	ASKO	6	2020	NO	Kongsberg, Naval Dynamics (Schiffsentwurf), Massterly (Shipmanagement), ASKO (Verlader)	Autonome RoRo-Fähre	binnen	67,0	15,0	1,7	Elektrisch	ENOVA (Norw. Gov.)	EUR 11.600.000	2300
5	13	Cloudborne	6	2017	CN	Oceanalpha, China Classification Society, Zhuhai Municipal Government, Wuhan University of Technology	Autonomes Containerschiff	regional	46,8	9,3	2,6	Elektrisch	unbekannt	unbekannt	400
6	13	Ferry of the Future	6	2017	NO	Kongsberg, Grenland Energy, Fjellstrand Shipyard, Grønn Kontakt, NTNU	Autonome Fähre	binnen	53,8	12,3	-	Konventionell	Pilot-E	EUR 1.500.000	2800
7	13	Zeabuz	7	2020	NO	Zeabuz, NTNU Trondheim	Autonome urbane Mobilität	binnen	-	-	-	Elektrisch	Research Council of Norway GRØNNPLATTFORM & IKTPLUSS	EUR 1.200.000	12000
8	12	ARCIMS	8	-	DE, GB	Atlas Elektronik	Autonome Mehrzweckplattform	regional	11,2	3,4	0,6	Konventionell	unbekannt	unbekannt	1700

Nr.	Rang-punkte	Projekt-name	TRL	Projekt-beginn	Länder	Konsortium	Kurzbeschreibung	Einsatz-gebiet	Abmessungen			Antrieb	Förderung	Fördersumme	Google Matches
									L	B	T				
9	12	AUTOSHIP	4	2019	IT, NO, GB, BE, FR	Ciaotech (PNO), Kongsberg, Sintef, University of Strathclyde, Eidsvaag A/S, Blue Line Logistics, Bureau Veritas, De Vlaamse Waterweg	Autonome Küsten- und Binnenschiffe	binnen/ regional	74,7	-	-	Konventionell	EU Horizon 2020	EUR 20.109.109,13	2700
10	12	Sea-Kit X	9	2017	GB	Sea-Kit, SMI, University of Essex, Shipowners Club	Autonome Mehrzweckplattform	regional	11,8	2,2	-	Hybrid	Shell Ocean Discovery X Prize	EUR 3.300.000	4800
11	12	DriX	9	vor 2017	FR	iXblue, Bibby HydroMap,	Autonome Mehrzweckplattform	regional	7,7	0,8	2,0	Konventionell	unbekannt	unbekannt	9000
12	11	M75	8	2018	CN	Oceanalpha (Zhuhai Yunzhou)	Autonome Mehrzweckplattform	regional	5,3	1,7	0,4	Konventionell	unbekannt	unbekannt	1000
13	11	AKOON	3	2019	DE	RWTH Aachen Uni, VOITH, Rheinfähre Maul, in - innovative navigation	Autonome Binnenfähre	binnen	57,0	13,4	1,0	Konventionell	BMWi	EUR 2.240.249	350
14	11	Container-Shuttle	2	2021	FI, NL, DE, FR, PT, DK	Wärtsilä, Rotterdam Port Authority, DeltaPort, HAROPA, Sines Port.A. (+10 research institutions, 30+ companies)	Autonome Container-Barge	binnen	-	-	-	Elektrisch	EU Horizon 2020	EUR 25.000.000	8000
15	11	Sounder	9	2019	NO	Kongsberg	Autonome Mehrzweckplattform	regional	8,0	2,2	0,7	Konventionell	unbekannt	unbekannt	3300
16	11	M80	9	2018	CN	Oceanalpha (Zhuhai Yunzhou)	Autonome Mehrzweckplattform	regional	5,3	1,7	-	Konventionell	unbekannt	unbekannt	1100
17	11	Schleiboote	5	2020	DE	Unleash Future Boats, Ophardt Maritim	Autonome urbane Mobilität	binnen	12,0	-	-	Elektrisch	EU Fonds (EFRE.SH)	unbekannt	1300

Nr.	Rang-punkte	Projekt-name	TRL	Projekt-beginn	Länder	Konsortium	Kurzbeschreibung	Einsatz-gebiet	Abmessungen			Antrieb	Förderung	Fördersumme	Google Matches
									L	B	T				
18	10	Roboat	7	2017	NL, US	Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions, MIT, TU Delft, Amsterdam Waternet, Universität Wageningen	Autonome urbane Mobilität	binnen	4,0	2,0	0,0	Elektrisch	MIT & AMS	EUR 20.000.000 (MIT) & EUR 5.000.000 (AMS)	5700
19	10	CAPTN VAIARO	3	2019	DE	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Muthesius Kunsthochschule Kiel, FH Kiel	Autonome urbane Mobilität	binnen	18,0	6,0	-	Elektrisch	EU Fonds (EFRE.SH) über CAPTN	EUR 6.100.000 (Gesamtförderung CAPTN)	1800
20	10	C-Worker 7 ASV	9	-	US	L3Harris	Autonome Mehrzweckplattform	regional	7,5	2,3	1,0	Konventionell	unbekannt	unbekannt	400
21	10	C-Worker 5 ASV	9	-	US	L3Harris	Autonome Mehrzweckplattform	regional	5,5	1,7	0,9	Konventionell	unbekannt	unbekannt	400
22	9	ZULU MASS	2	-	BE	Anglo Belgian Shipping Company Ltd., ZULU Associates	Autonomes Binnenschiff	binnen	95,0	15,0	5,5	Elektrisch	-	unbekannt	8
23	9	M40	9	2018	CN	Oceanalpha (Zhuhai Yunzhou)	Autonome Mehrzweckplattform	binnen	3,3	1,9	-	Elektrisch	unbekannt	unbekannt	1500
24	9	Phoenix 5	7	2015	NL	Aquatic Drones, TU Delft, Deltares, EICB	Autonome Mehrzweckplattform	binnen	5,0	2,0	0,6	Konventionell	unbekannt	unbekannt	600
25	8	A-SWARM	4	2019	DE	BeHaLa, Schiffbau- Versuchsanstalt Potsdam, TU Berlin, Infineon Technologies AG München, Veinland GmbH, Uni Rostock	Autonome urbane Lastenboote	binnen	6,0	-	-	Elektrisch	BMWi	EUR 4.066.745	700

Anlage 2 - Methodik PESTEL

POLITISCH

P1 Politisches Umfeld

P1.1 Partizipation

Voice and Accountability 2019

Der Indikator erfasst die Wahrnehmung des Ausmaßes, in dem die Bürger eines Landes in der Lage sind, an der Wahl ihrer Regierung mitzuwirken, sowie die Meinungsfreiheit, die Vereinigungsfreiheit und die Freiheit der Medien.

Der Indikator reicht ungefähr von -2,5 (schwach) bis +2,5 (hoch), wobei Nordkorea weltweit den schwächsten (-2,19) und Norwegen den höchsten (+1,69) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Worldwide Governance Indicators (http://info.worldbank.org/governance/wgi/)

P1.2 Politische Stabilität

Political Stability and Absence of Violence/Terrorism 2019

Der Indikator erfasst die Wahrscheinlichkeitswahrnehmung von politischer Instabilität und/oder politisch motivierter Gewalt, einschließlich Terrorismus.

Der Indikator reicht ungefähr von -2,5 (schwach) bis +2,5 (hoch), wobei der Jemen weltweit den schwächsten (-2,77) und Grönland den höchsten (+1,90) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Worldwide Governance Indicators (http://info.worldbank.org/governance/wgi/)

P1.3 Regierungseffektivität

Government Effectiveness 2019

Der Indikator erfasst die Qualitätswahrnehmung der öffentlichen Dienstleistungen, die Qualität des öffentlichen Dienstes, den Grad seiner Unabhängigkeit von politischem Druck, die Qualität der Politikformulierung und deren Umsetzung sowie die Glaubwürdigkeit der Regierung für diese Politik.2

Der Indikator reicht ungefähr von -2,5 (schwach) bis +2,5 (hoch), wobei Südsudan weltweit den schwächsten (-2,45) und Singapur den höchsten (+2,22) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Worldwide Governance Indicators (http://info.worldbank.org/governance/wgi/)

P2 Regulatorisches Umfeld

P2.1 Regulatorische Qualität

Regulatory Quality 2019

Der Indikator erfasst die Wahrnehmung der Fähigkeit der Regierung, eine solide Politik und Regulierung zu formulieren und umzusetzen, die die Entwicklung des Privatsektors ermöglichen und fördern.

Der Indikator reicht ungefähr von -2,5 (schwach) bis +2,5 (hoch), wobei Nordkorea weltweit den schwächsten (-2,40) und Singapur den höchsten (+2,16) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Worldwide Governance Indicators (http://info.worldbank.org/governance/wgi/)

P2.2 Rechtsstaatlichkeit

Rule of Law 2019

Der Indikator erfasst die Ausmaßwahrnehmung, in dem die Akteure Vertrauen in die Regeln der Gesellschaft haben und diese einhalten. Insbesondere die Qualität der Vertragsdurchsetzung, der Eigentumsrechte, der Polizei und der Gerichte sowie die Wahrscheinlichkeit von Verbrechen und Gewalt spielen hier eine Rolle.

Der Indikator reicht ungefähr von -2,5 (schwach) bis +2,5 (hoch), wobei Somalia weltweit den schwächsten (-2,35) und Finland den höchsten (+2,02) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Worldwide Governance Indicators (http://info.worldbank.org/governance/wgi/)

P2.3 Korruptionskontrolle

Control of Corruption 2019

Der Indikator erfasst die Ausmaßwahrnehmung, in dem öffentliche Macht zum privaten Vorteil ausgeübt wird, einschließlich kleiner und großer Formen der Korruption sowie der "Vereinnahmung" des Staates durch Eliten und private Interessen.

Der Indikator reicht ungefähr von -2,5 (schwach) bis +2,5 (hoch), wobei Südsudan weltweit den schwächsten (-1,77) und Neuseeland den höchsten (+2,17) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Worldwide Governance Indicators http://info.worldbank.org/governance/wgi/)

P3 Politische Anpassungsfähigkeit

P3.1 Change Readiness

Government Capability 2019

Der Indikator erfasst die Fähigkeit der staatlichen und öffentlichen Regulierungsinstitutionen, Wandel zu steuern und zu beeinflussen.

Der Indikator reicht 0,00 (niedrig) bis 1,0 (hoch), wobei Somalia weltweit den niedrigsten (0,24) und die Schweiz den höchsten (0,84) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: KPMG Change Readiness Index (https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2019/00/2019-change-readiness-index-tool.html)

WITSCHAFTLICH

E1 Volkswirtschaftliches Umfeld

E1.1 Wachstumsrate BIP pro Kopf

GDP per capita growth (annual %) 2010-2019

Der Indikator erfasst die Jährliche prozentuale Wachstumsrate des Pro-Kopf-BIP auf der Grundlage konstanter Landeswährung. Die Aggregate basieren auf konstanten 2010 U.S. Dollars. Das BIP pro Kopf ist das Bruttoinlandsprodukt geteilt durch die Bevölkerung zur Jahresmitte. Das BIP zu Anschaffungspreisen ist die Summe der Bruttowertschöpfung aller gebietsansässigen Produzenten in der Volkswirtschaft, zuzüglich aller Gütersteuern und abzüglich aller nicht im Wert der Güter enthaltenen Subventionen. Es wird ohne Abzüge für die Abschreibung von fabrizierten Gütern oder für die Erschöpfung und den Abbau von natürlichen Ressourcen berechnet.

Für diese Studie wurde der 10-Jahres-Durschnitt des Pro-Kopf-BIP ermittelt, wobei Südsudan weltweit den niedrigsten (-9,02%) und Nauru den höchsten (+8,87%) Wert haben. Anschließend wurden die länderspezifischen Werte durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank (https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD.ZG?most_recent_year_desc=true&view=map)

E1.2 BIP pro Kopf

GDP per capita, PPP

Der Indikator erfasst das Pro-Kopf-BIP auf der Grundlage der Kaufkraftparität (KKP). Das KKP-BIP ist das Bruttoinlandsprodukt, das unter Verwendung von Kaufkraftparitätskursen in internationale Dollar umgerechnet wird. Ein internationaler Dollar hat die gleiche Kaufkraft für das BIP wie der US-Dollar in den Vereinigten Staaten. Das BIP zu Anschaffungspreisen ist die Summe der Bruttowertschöpfung aller in einem Land ansässigen Produzenten zuzüglich aller Gütersteuern und abzüglich aller nicht im Wert der Güter enthaltenen Subventionen. Es wird ohne Abzüge für die Abschreibung von produzierten Vermögenswerten oder für die Erschöpfung und den Abbau von natürlichen Ressourcen berechnet. Die Daten sind in konstanten internationalen Dollars von 2017 angegeben.

Die Indikatorwerte wurden durch eine Min-Max-Transformation des 95/5-Perzentils in einen Bereich zwischen 1 und 10. Durch die Betrachtung des 95/5-Perzentils fließen Extremwerte nicht mit ein. Werte <5- bzw. > 95-Perzentil werden mit 1 bzw. 10 angegeben. Innerhalb des 95/5-Perzentils hat Sierra Leone den niedrigsten (1.720 US-Dollar) und Brunei den höchsten (62.098 US-Dollar) Wert.

Source: The World Bank (https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.KD.ZG?most_recent_year_desc=true&view=map)

E1.3 Makroökonomisches Umfeld

Macroeconomic environment 2017-2018

Der Indikator erfasst die Stabilität des makroökonomischen Umfelds, die wichtig für die Wirtschaft ist und daher auch für die allgemeine Wettbewerbsfähigkeit eines Landes. Die Wirtschaft kann nur dann nachhaltig wachsen, wenn das makroökonomische Umfeld stabil ist.

Der Indikator reicht von 1 (schlecht) bis 7 (sehr gut), wobei Mozambik weltweit den schwächsten (1,86) und Norwegen den höchsten (6,64) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: World Economic Forum, Global Competitiveness Index 2017-2018 (https://tcdata360.worldbank.org/indicators/h236b6250?country=BRA&indicator=729&viz=line_chart&years=2007,2017)

E2 Wirtschaftspolitisches Umfeld

E2.1 Ease of Doing Business

Doing Business Index 2019

Doing Business vergleicht Aspekte der Unternehmensregulierung und -praxis anhand spezifischer Fallstudien mit standardisierten Annahmen. Die Stärke des Unternehmensumfelds wird anhand der Leistung einer Volkswirtschaft in 10 verschiedenen Bereichen bewertet.

Der Indikator reicht von 0 (schwer) bis 100 (leicht), wobei Somalia weltweit den schwächsten (20) und Neuseeland den höchsten (87) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Doing Business (https://www.doingbusiness.org)

S1 Wirtschaftliche Anpassungsfähigkeit

E3.1 Change Readiness

Enterprise Capability 2019

Der Indikator erfasst die Fähigkeit privater und staatlicher Organisationen, Veränderungen zu bewältigen und in einem dynamischen wirtschaftlichen Umfeld zu wachsen.

Der Indikator reicht 0,00 (niedrig) bis 1,0 (hoch), wobei die Republik Tschad weltweit den niedrigsten (0,24) und die Schweiz den höchsten (0,84) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: KPMG Change Readiness Index (https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2019/00/2019-change-readiness-index-tool.html)

GESELLSCHAFTLICH

S1 Humankapital

S1.1 Primarbildung

Quality of primary education 2017-2018

Der Indikator erfasst die Qualität der Grundbildung der Bevölkerung, die in der heutigen Wirtschaft von grundlegender Bedeutung ist. Die Grundbildung steigert die Effizienz jedes einzelnen Arbeitnehmers.

Der Indikator reicht von 1 (schlecht) bis 7 (sehr gut), wobei Liberia weltweit den schwächsten (1,84) und Finnland den höchsten (6,87) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: World Economic Forum, Global Competitiveness Index 2017-2018 (https://tcdata360.worldbank.org/indicators/h931a6a62?country=BRA&indicator=560&viz=line_chart&years=2007,2017)

S1.2 Sekundar- und Tertiärbildung

Higher education and training 2017-2018

Der Indikator erfasst die Anmeldungen im Sekundär- und Tertiärbereich sowie die Qualität der Bildung, wie sie von Wirtschaftsführern bewertet wird. Das Ausmaß der Mitarbeiterschulung wird ebenfalls berücksichtigt, da die berufliche Weiterbildung und die Fortbildung am Arbeitsplatz - die in vielen Volkswirtschaften vernachlässigt wird - für die Gewährleistung einer ständigen Verbesserung der Qualifikationen der Arbeitnehmer wichtig sind.

Der Indikator reicht von 1 (schlecht) bis 7 (sehr gut), wobei Mauretanien weltweit den schwächsten (1,90) und Singapur den höchsten (6,27) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: World Economic Forum, Global Competitiveness Index 2017-2018 (https://tcdata360.worldbank.org/indicators/hf3cac09e?country=BRA&indicator=734&viz=line_chart&years=2007,2017)

S2 Technologieakzeptanz

S1.1 Digital Adoption Index People

DAI People Sub-index 2016

Der Indikator erfasst die digitale Akzeptanz der Einwohner eines Landes. Eine hohe Akzeptanz bedeutet gleichzeitig eine geringere Skepsis gegenüber der Digitalisierung und dadurch auch gegenüber neuen Technologien. In Ländern mit einer hohen digitalen Akzeptanz können technische Innovationen eventuell schneller integriert werden als in Ländern mit wenig Akzeptanz.

Der Indikator reicht von 0 (keine Akzeptanz) bis 1 (hohe Akzeptanz) wobei die Zentralafrikanische Republik weltweit den schwächsten (0,01) und Hong Kong den höchsten (0,91) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Digital Adoption Index (https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index)

S3 Gesellschaftl. Anpassungsfähigkeit

S3.1 Change Readiness

People & civil society capability 2019

Der Indikator erfasst die Fähigkeit der Einwohner eines Landes individuelle, soziale oder kulturelle Veränderungen zu bewältigen.

Der Indikator reicht 0,00 (niedrig) bis 1,0 (hoch), wobei die Republik Tschad weltweit den niedrigsten (0,24) und die Schweiz den höchsten (0,84) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: KPMG Change Readiness Index (https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2019/06/2019-change-readiness-index-tool.html)

TECHNOLOGISCH

T1 Innovationsinput

T1.1 Bruttoinlandsausgaben für F&E

Gross Domestic Spending on R & D 2017

Der Indikator erfasst die gesamten (laufenden und investiven) Ausgaben für F&E, die von allen in einem Land ansässigen Unternehmen, Forschungsinstituten, Universitäts- und Regierungs-labors usw. getätigt werden. Er umfasst auch aus dem Ausland finanzierte F&E, schließt jedoch inländische Mittel für außerhalb der heimischen Wirtschaft durchgeführte F&E aus. Es werden die OECD-Mitgliedsländer plus einige andere große Volkwirtschaften, beispielsweise die

Volksrepublik China erfasst. Der Indikator gibt die Werte in US-Dollar aus.

Von den vom Indikator erfassten Ländern hat Lettland die niedrigsten (ca. 239 Mio US-Dollar) und die USA die höchsten (ca. 484 Mrd. US-Dollar). Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: OECD Innovation & Technology
(https://tcdata360.worldbank.org/indicators/dom.spend.rnd?indicator=3203&viz=line_chart&years=1981,2018)

T1.2 BIP-Anteil für F&E

Research and development expenditure (% of GDP) 2017

Der Indikator erfasst den prozentualen Anteil der gesamten F&E-Ausgaben am BIP, wie unter T1.1. erläutert.

Von den vom Indikator erfassten Ländern sind die F&E-Ausgaben relativ zum BIP von Chile am geringsten (ca. 0,36%) und von Süd-Korea am höchsten (4,55%). Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: OECD Innvoation & Technology
(https://tcdata360.worldbank.org/indicators/dom.spend.rnd?indicator=3203&viz=line_chart&years=1981,2018)

T2 Innovationsoutput

T2.1 Patentanmeldungen gesamt

Total patent applications by filing office 2019

Der Indikator erfasst die gesamten Patentanmeldungen inländischer Antragsteller bei der Anmeldestelle.

Von den vom Indikator erfassten Ländern hat El Salvador die geringste Anzahl an Patentanmeldungen (1) und China die höchste (ca. 1,2 Millionen). Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: World Intellectual Property Organization, WIPO Statistics Database
(https://www3.wipo.int/ipstats/)

T2.2 Patentanmeldungen AMS

Patentanmeldungen Europäisches Patentamt 2021

Der Indikator erfasst die Patentanmeldungen der studienrelevanten Vergleichsländer aus 2021, die mit den Suchbegriffen „Autonomous" und „ship" oder „vessel" oder „boat" übereinstimmen.

Der geringste Wert, der für diverse Vergleichsländer gilt, liegt hier bei 0 Patentanmeldungen. Die höchste Anzahl an AMS Patentanmeldungen hat China (131). Die ermittelten Werte wurden durch eine Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: Espacenet
(https://worldwide.espacenet.com/patent/search)

T2.3 F&E Fachbeiträge

Scientific and technical journal articles 2018

Der Indikator erfasst die Anzahl der veröffentlichten wissenschaftlichen und technischen Artikel in folgenden Bereichen: Physik, Biologie, Chemie, Mathematik, klinische Medizin, biomedizinische Forschung, Ingenieurwesen und Technologie sowie Erd- und Weltraumwissenschaften.

Von den vom Indikator erfassten Ländern hat Nauru hier den geringsten Wert (0) und China den höchsten (ca. 530.000). Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: National Science Foundation, Science and Engineering Indicators
(https://data.worldbank.org/indicator/IP.JRN.ARTC.SC)

T3 Innovationskatalysatoren

T3.1 Rüstungs-F&E

Government budget allocations for R&D

Der Indikator erfasst Daten über die staatlichen Mittelzuweisungen für F&E im Rüstungsbereich der Vergleichsländer, die an studienrelevanten AMS-Projekten beteiligt sind. Um auch die chinesischen F&E-Rüstungsausgaben berück-sichtigen zu können, mussten mehrere Datenquellen für die Ermittlung herangezogen. Zusätzlich mussten die F&E-Rüstungsausgaben von China anhand von Veröffentlichungen des Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) geschätzt werden. Da es sich bei weltweit führenden Unternehmen in der Entwicklung von AMS oft um Rüstungsunternehmen handelt, wird die Förderung von Rüstungsprojekten als Innovationskatalysator gesehen.

Von den studienrelevanten Vergleichsändern hat die Schweiz die niedrigsten (0 US-Dollar) und die USA die höchsten (70,3 Mrd. US-Dollar). Für diese Studie wurde der Indikator durch eine Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: Joint OECD-Eurostat international data collection on resources devoted to RD, SIPRI
(https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=GBARD_NABS2007)(https://www.sipri.org/publications/2021/other-publications/new-estimate-chinas-military-expenditure)

T3.2 Flottenstruktur

Anteil Fähren, Schlepper und Offshore an Gesamtflotte

Der Indikator erfasst den prozentualen Anteil an Fähren, Schleppern und Offshore-Fahrzeugen an der Gesamtflotte eines Landes. Hier wird davon ausgegangen, dass diese Schiffsarten das größte Potenzial haben als erste Systeme autonom betrieben werden zu können. Je größer der Anteil dieser Schiffstypen an der Gesamtflotte eines Landes, umso größer ist deren Bedeutung für die Branche. Die Daten wurden anhand einer Peergroupanalyse der studienrelevanten Vergleichsländer durchgeführt.

Von den studienrelevanten Vergleichsändern hat Belgien den geringsten Anteil der betrachteten Schiffstypen an der

Gesamtflotte (ca. 11%) und Kroatien den höchsten (ca. 71%). Für diese Studie wurde der Indikator durch eine Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: Clarksons Shipping Intelligence Network (https://sin.clarksons.net/)

T4 Technologieakzeptanz

T2.1 Digital Adoption Index Business

DAI Business Sub-index 2016

Der Indikator erfasst die digitale Akzeptanz der Unternehmen eines Landes. Eine hohe Akzeptanz bedeutet gleichzeitig eine geringere Skepsis gegenüber der Digitalisierung und dadurch auch gegenüber neuen Technologien. In Ländern mit einer hohen digitalen Akzeptanz können technische Innovationen eventuell schneller integriert werden als in Ländern mit wenig Akzeptanz.

Der Indikator reicht von 0 (keine Akzeptanz) bis 1 (hohe Akzeptanz) wobei Guinea weltweit den schwächsten (0,13) und Island den höchsten (0,97) Wert haben. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.

Source: The World Bank, Digital Adoption Index (https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2016/Digital-Adoption-Index)

ÖKOLOGISCH

$E_2$1 Umweltleistung

$E_2$1.1 Environmental Performance

Environmental Performance Index 2020

Der Environmental Performance Index bietet eine datengestützte Zusammenfassung des Zustands der Nachhaltigkeit in der Welt. Anhand von 32 Leistungsindikatoren aus 11 Themenkategorien stuft der EPI 180 Länder in Bezug auf Umweltgesundheit und Vitalität der Ökosysteme ein. Diese Indikatoren geben auf nationaler Ebene Aufschluss darüber, wie nahe die Länder den festgelegten umweltpolitischen Zielen sind. Da die Entwicklung von AMS in den nationalen politisch-strategischen Maßnahmenkatalogen oft in Zusammenhang mit ökologischen Gesichtspunkten genannt wird, könnte hier ein kausaler Zusammenhang bestehen. So liegt der Schluss nahe, dass Länder, die strikte umweltpolitische Ziele festlegen, auch den Bereich AMS stärker in ihre politisch-strategischen Maßnahmen integrieren, z.B. durch Fördermaßnahmen.

Von den vom Indikator erfassten Ländern hat Liberia den niedrigsten (22,6) und Dänemark den höchsten (82,5) Wert. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: Yale University Environmental Performance Index (https://epi.yale.edu/epi-team)

RECHTLICH

L1 Gesetzgebung

L1.1 Environmental Policy Stringency

Environmental Policy Stringency Index

Der OECD Environmental Policy Stringency Index (EPS) ist ein länderspezifisches und international vergleichbares Maß für die Strenge der Umweltpolitik. Strenge ist definiert als das Ausmaß, in dem die Umweltpolitik einen expliziten oder impliziten Preis für umweltverschmutzendes oder umweltschädliches Verhalten festlegt. Der Index reicht von 0 (keine Strenge) bis 6 (höchster Grad an Strenge). Der Index deckt 28 OECD- und 6 BRIICS-Länder für den Zeitraum 1990-2012 ab. Der Index basiert auf dem Grad der Strenge von 14 umweltpolitischen Instrumenten, die sich hauptsächlich auf Klima- und Luftverschmutzung beziehen. Da die Entwicklung von AMS in den nationalen politisch-strategischen Maßnahmen-katalogen oft in Zusammenhang mit ökologischen Gesichtspunkten genannt wird, könnte hier ein kausaler Zusammenhang bestehen. So liegt der Schluss nahe, dass Länder, die eine strenge Umweltpolitik und Gesetzgebung verfolgen, auch den Bereich AMS stärker in ihre politisch-strategischen Maßnahmen integrieren, z.B. durch Fördermaßnahmen.

Von den vom Indikator erfassten Ländern hat Brasilien den niedrigsten (0,375) und Dänemark den höchsten (3,85) Wert. Für diese Studie wurde der Indikator durch eine weltweite Min-Max-Transformation in einen Bereich von 1 bis 10 vereinheitlicht.
Source: OECD Environmental Policy Stringency Index (https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EPS)

Anlage 3 – Knock-Out Kriterien (Umfrage Stufe 1)

Block T1
T1.1 Die *vorbeugende Instandhaltung (Wartung)* des Anwendungsfalls wird im Vergleich zu konventionellen Schiffen zu einer deutlich erhöhten Liegezeit (Nichtverfügbarkeit) führen.

T1.2 *Reparaturen* im Anwendungsfall werden im Vergleich zu konventionellen Schiffen zu deutlich erhöhten Ausfallzeiten führen.

T1.3 Für den Anwendungsfall werden neue, zusätzliche *Navigationssysteme und/oder Einrichtungen zur Steuerung* des Schiffbetriebes notwendig sein.

Block T2
T2.1 Der sichere autonome Betrieb wird die *redundante* (ggf. *mehrfach redundante) Auslegung von schiffeigenen Systemen* für Navigation, Kommunikation, Betrieb und Propulsion erfordern.

T2.2 Die für den *Datenaustausch* mit anderen Schiffen, Verkehrszentralen, Navigationssystemen oder Betreibern *notwendige Infrastruktur* wird innerhalb der nächsten 10 Jahre ausreichend resilient verfügbar sein.

Block T3
T3.1 Zuverlässige *Navigations- und Kollisionsverhütungssysteme* werden für den Anwendungsfall innerhalb der nächsten 10 Jahre zur Verfügung stehen.

T3.2 Für die *permanente Überwachung autonomer Systeme* (inkl. Steuerungsübernahme) sind für den Anwendungsfall in den nächsten 10 Jahren sichere und stabile Systeme zu erwarten.

Block T4
T4.1 *Komplexe Manöver*, die über das reguläre An- und Ablegen hinausgehen, werden sich im Anwendungsfall innerhalb der nächsten 10 Jahre autonom bewältigen lassen.

Block S1
S1.1 Im Anwendungsfall wird innerhalb der nächsten 10 Jahre die Möglichkeit gegeben sein, bei *Problemen und in Notfällen durch Boarding oder ferngesteuert einzugreifen*.

Block S2
S2.1 Die besonderen *Gefährdungen durch Wetter- und Seebedingungen* werden sich im Einsatzgebiet des Anwendungsfalls innerhalb der nächsten 10 Jahre ohne menschlichen Eingriff bewältigen lassen.

S2.2 Die besonderen *Gefährdungen durch die Verkehrsdichte* werden sich im Einsatzgebiet des Anwendungsfalls innerhalb der nächsten 10 Jahre ohne menschlichen Eingriff bewältigen lassen.

Block S3
S3.1 Ausreichender Schutz vor *Angriffen auf bordseitige Sensorik* (Jamming und Spoofing) lässt sich innerhalb der nächsten 10 Jahre im Anwendungsfall erreichen.

S3.2 Ausreichender *Schutz vor physischen Risiken* (Diebstahl, Vandalismus, Piraterie oder Terrorismus) lässt sich innerhalb der nächsten 10 Jahre im Anwendungsfall erreichen.

Anlage 4 – Kategorisierung der Bewertungskriterien

Bewertungskriterien	Hypothesen	Mittelwert
Skalierbarkeit	W12 Das Marktvolumen ist so hoch, dass eine Serienfertigung (Schiffe, Teilsysteme) umsetzbar sein wird.	**3,1**
Marktpotenzial	W11 Der Anwendungsfall ist in einem Markt positioniert, der für die Thematik der Autonomie sehr offen und positiv eingestellt ist.	**3,4**
Profitabilität/Tragfähigkeit des Geschäftsmodells	W13 Der Anwendungsfall erfordert disruptiver Geschäftsmodelle (z.B. durch innovative technische und organisatorische Gestaltung).	**2,7**
	W14 Die Durchgängigkeit und Effizienz von Logistikketten oder Prozessabläufen (Technik, Organisation, Information, digitale Geschäftsmodelle) wird durch den Anwendungsfall unterstützt werden.	
	W21 Privatwirtschaftliche Investitionen in die notwendige Infrastruktur für den Anwendungsfall sind ökonomisch sinnvolle Maßnahmen.	
	W21a Staatliche Subventionen in die notwendige Infrastruktur für den Anwendungsfall sind volkswirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen.	
	W22 Der Aufwand / die Kosten für den operativen Betrieb des autonomen Anwendungsfalls wird in den nächsten 10 Jahren auf das Niveau eines wirtschaftlichen Betriebs gebracht werden.	
	W23 Die Versicherungsbeiträge (zur Absicherung von Schäden an Fahrzeugen, Ladungen, Menschen und Umwelt) werden im Vergleich zur konventionellen Schifffahrt eine erhöhte Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit des Anwendungsfalles haben.	
	W24 Die Umsetzung des Anwendungsfalls wird eine Anschubfinanzierung benötigen.	
	W31 Wesentliche Investitionen in die Einrichtung von unterstützenden Systemen (wie zur Unterstützung der Navigation, Kommunikation, Verkehrslenkung und den Betrieb) sind für den Anwendungsfall mit Bezug auf das Einsatzgebiet zu erwarten.	
	W32 Für den Anwendungsfall werden Investitionen in die Infrastruktur von Häfen und Revieren notwendig sein.	
	W33 Für den Anwendungsfall ist ein erhöhter Aufwand (Kosten) zur Aufrechterhaltung des Systems (z.B. Control Center an Land, Verkehrslenkung und Navigationshilfen, Hafenanlagen) zu erwarten.	
Klima/Ökologischer Fußabdruck	U11 Der Anwendungsfall wird aufgrund der Branchengröße und der zu erwartenden Verlagerung von Transportleistung auf Schiffe zur Verringerung des Ausstoßes von Treibhausgasen beitragen.	**3,3**
	U12 Der vollautonome Betrieb erlaubt eine Optimierung jeglicher Steuerungen und Regelungen, wodurch der Energieeinsatz für den Betrieb im Vergleich zu konventionellen Schiffen reduziert wird.	
	U13 Um den Wartungsaufwand zu reduzieren und einen zuverlässigen Betrieb über die benötigte Reisedauer zu gewährleisten, wird das Schiff voraussichtlich alternative, umweltfreundliche Antriebsarten nutzen.	
Umwelt/ökologisches Gefährdungspotenzial	U21 Im Vergleich mit einem konventionellen Schiff wird der Anwendungsfall weniger Gewässerverunreinigungen durch die Dezimierung von Abfällen oder anderen schädlichen Substanzen verursachen.	**3,2**

Bewertungskriterien	Hypothesen	Mittelwert
	U22 Das Risiko von Umweltschäden im Falle von Havarien wird im Anwendungsfall größer ausfallen als bei vergleichbaren konventionellen Schiffen.	
Nebeneffekt/Zusatznutzen	U14 Der leistbare Beitrag zur Klimaforschung durch die Bereitstellung von automatisiert gesammelten Wetter- und Seegangsdaten, die für den Betrieb des Schiffes erforderlich sind, ist in dem Anwendungsfall als wesentlich zu bewerten.	**2,9**
	U31 Das UN17 Ziel, die Meeresverschmutzung durch Müll zu verringern, wird durch den Einsatz von autonomen Schiffen in diesem Anwendungsfall unterstützt.	
Akzeptanz	G11 Die Akzeptanz (Erklärbarkeit, Sicherheit, Sinnhaftigkeit) des Anwendungsfalles durch direkt Betroffene und Anwender, wie Reedereien, Ship Manager, Hafenbetriebe, Lotsen usw. wird gewährleistet sein.	**3,6**
	G12 Die Akzeptanz (Erklärbarkeit, Sicherheit, Sinnhaftigkeit) des Anwendungsfalles durch Nutzer und Kunden, die eine entsprechende Marktmacht besitzen wie Verlader oder Passagiere, wird gewährleistet sein.	
	G13 Die Akzeptanz (Erklärbarkeit, Sicherheit, Sinnhaftigkeit) des Anwendungsfalles durch die Öffentlichkeit wird gegeben sein.	
Beschäftigung	G21 Die Einführung dieses Anwendungsfalles wird positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt durch Marktchancen für die deutsche Zulieferindustrie und Werften haben.	**3,7**
	G22 Die Einführung des Anwendungsfalles bietet Chancen für maritime Dienstleister in Deutschland (technisches Schiffsmanagement, Betrieb von Control Centern, etc.).	
	G27 Die Attraktivität der Beschäftigung in der maritimen Branche wird durch die Einführung dieses Anwendungsfalles erhöht.	
	G26 Die im Zusammenhang mit dem Anwendungsfall geförderte Forschung zu maritimen Systemen wird die generelle Weiterentwicklung anderer autonomer Systeme begünstigen.	
Qualifizierung	G23 Der Bedarf an Facharbeitern und hochqualifizierten Experten für den Bau und Betrieb von Schiffen für diesen Anwendungsfall wird eine Beschäftigungszunahme in der deutschen maritimen Branche bedeuten.	**2,8**
	G25 Die maritimen Ausbildungseinrichtungen in Deutschland werden von dem Bedarf an neuen Qualifikationen profitieren	
Einstellung zu autonomen Systemen	G15 Der Anwendungsfall kann der Akzeptanz weiterer autonomer maritimer Systeme den Weg bereiten.	**4,1**
	G26 Die im Zusammenhang mit dem Anwendungsfall geförderte Forschung zu maritimen Systemen wird die generelle Weiterentwicklung anderer autonomer Systeme begünstigen.	
Stärkung Technologiestandort	G24 Die Nutzung autonomer Schiffe für diesen Anwendungsfall wird den Standort Deutschland als Technologienation stärken.	**3,6**
Nationales Recht	G31 Das geltende nationale Recht steht dem Anwendungsfall entgegen.	**2,6**
	G36 Rechtlichen Barrieren für diesen Anwendungsfall werden voraussichtlich in den kommenden 10 Jahren durch die zuständigen Gesetzgeber beseitigt.	

Bewertungskriterien	Hypothesen	Mittelwert
	G34 Die bestehenden Vorschriften zur straf- und ordnungsrechtlichen Verantwortlichkeit eignen sich auch für etwaige Gefahrensituationen und Unglücksfälle im vorliegenden Anwendungsfall.	
	G35 Die rechtlichen Konflikte für diesen Anwendungsfall sind bereits identifiziert und werden von den Entscheidungsträger*innen ernstgenommen.	
Internationales Recht	G32 Das geltende internationale Recht steht diesem Anwendungsfall entgegen.	**2,8**
	G35 Die rechtlichen Konflikte für diesen Anwendungsfall sind bereits identifiziert und werden von den Entscheidungsträger*innen ernstgenommen.	
	G36 Rechtlichen Barrieren für diesen Anwendungsfall werden voraussichtlich in den kommenden 10 Jahren durch die zuständigen Gesetzgeber beseitigt.	
Haftung	G33 Dieser Anwendungsfall erfordert spezielle Haftungsregeln, um eine angemessene Schadenregulierung für Schäden an Personen, Ladung, Schiffen und Umwelt sicherzustellen.	**1,7**
Innovationskraft/Verfügbarkeit technischer Lösungen	T12 In den nächsten 10 Jahren wird für den Anwendungsfall ein einsatzfähiges technisches Gesamtsystem existieren, das alle Teilsysteme und Anwendungen integriert. (Anm.: Zulassung, Regulierung, Haftung, etc. sind nicht zu bewerten).	**3,6**
	T13 Der Einsatz autonomer Schiffe begünstigt in dem Anwendungsfall die Umsetzung innovativer schiffbaulicher Konzepte, die zu Effizienzsteigerungen oder neuen Wertschöpfungsmöglichkeiten führen.	
	T211 Die für den Anwendungsfall erforderliche technologische Zuverlässigkeit wird sich in 10 Jahren vor allem durch prädiktive Wartung gewährleisten lassen.	
	T212 Die für den Anwendungsfall erforderliche technologische Zuverlässigkeit wird sich in 10 Jahren vor allem durch Redundanzen und Backup-Lösungen gewährleisten lassen	
Technologiesprünge	T42 Die während der Reisedurchführung gesammelten Messdaten erlauben die prädiktive Wartung und ggf. erforderliche Instandhaltung des Schiffes, während der zu erwartenden regulären Hafenliegezeiten durchzuführen.	**3,1**
Technische Standards/Normen	T11 Technische Standards, Normen und Prüfverfahren für Komponenten, Schnittstellen und Systeme regeln die Herstellung, Integration und Verwendung von systemkritischen und sicherheitsrelevanten Bauteilen im genannten Anwendungsfall bis 2030	**3,4**
	T111 Durch die Modularisierung von Teilen der Schiffstechnik lassen sich die - für die Autonomie erforderlichen - Teilsysteme standardisieren, was in den nächsten 10 Jahren die Etablierung am Markt erleichtern wird.	
	T112 Die Entwicklung autonomer Schiffe für diesen Anwendungsfall wird die Einführung von Standards für die Herstellung, Integration, oder Verwendung von systemkritischen und sicherheitsrelavanten Systemen beschleunigen.	
Leistungspotenzial	T213 Die für den Anwendungsfall erforderliche technologische Zuverlässigkeit wird sich in 10 Jahren vor allem durch die Möglichkeit von Fernwartung, Fernreparatur und autonome gewährleisten lassen.	**3,2**
Umsetzbarkeit	T41 In 10 Jahren ist der vollautonome Betrieb über die gesamte geplante Reisedauer hinweg technisch realisierbar.	**3,1**

Bewertungskriterien	Hypothesen	Mittelwert
	T411 Der Anwendungsfall wird sich in 10 Jahren durch eine Kombination von vollautonomem Betrieb und aktivem fernsteuernden Eingreifen so realisieren lassen, dass der zeitliche Umfang einer Reise und die Durchführung aller damit verbundenen Aktionen technisch zu realisieren ist.	
	T33 Die regelmäßige Anwesenheit von Personen an Bord ist in dem Anwendungsfall zu erwarten (z.B. als Passagier, zur Ladungsfürsorge, für die Instandsetzung, o.ä.).	
Operative Sicherheit	T221 Die Komplexität der autonomen Navigation wird im Vergleich zu der bemannten Schifffahrt mehr Fehlerquellen bedingen.	**2,9**
	T222 Die Komplexität des autonomen Antriebsystems wird im Vergleich zu der bemannten Schifffahrt mehr Fehlerquellen bedingen.	
	T223 Die Komplexität der autonomen Ladungsfürsorge wird im Vergleich zu der bemannten Schifffahrt mehr Fehlerquellen bedingen.	
	T23 Der totale Ausfall der autonomen Fähigkeiten eines Schiffes und der Möglichkeit fernsteuernd einzugreifen führt in dieser Anwendung zu größeren Risiken, als dies bei einem vergleichbaren bemannten Schiff der Fall wäre.	
Notfallbehandlung	T431 Ein Schiff für diesen Anwendungsfall wird zweckgemäß Gefahrgüter (Ladung) transportieren, deren Umweltrisiken durch Freisetzung allerdings durch innovatives Schiffsdesign sowie autonome und ferngesteuerte Systeme wirksam verhindert werden können.	**3,3**
	T43 Ein Schiff für diesen Anwendungsfall wird bauartbedingt Gefahrstoffe (Betriebsstoffe) und gefährliche Stoffe (hazardous materials wie Batteriezellen) mitführen müssen, deren Umweltrisiken durch Freisetzung allerdings durch innovatives Schiffsdesign sowie autonome und ferngesteuerte Systeme wirksam verhindert werden können.	
	T34 Die Evakuierung von Personen, deren Anwesenheit an Bord regelmäßig anzunehmen ist (Passagiere, o.ä.) wird sich in 10 Jahren durch autonome Systeme vergleichbar sicher wie auf konventionell bemannten Schiffen realisieren lassen.	

Anlage 5 – Vollständiger Bewertungsbogen der Expert*innen-Befragung (Stufe 2)

Umfeldanalyse zu Anwendungsfällen von Autonomen Maritimen Systemen

Sehr geehrte Damen und Herren,

die PCCG Point Conception Consulting GmbH führt im Auftrag des Deutschen Maritimen Zentrums e.V. (DMZ) eine internationale Umfeldanalyse zu Anwendungsfällen von Autonomen Maritimen Systemen (AMS) durch. Gemeinsam mit dem DLR-Institut für den Schutz maritimer Infrastrukturen (Bremerhaven), dem DLR-Institut für Kommunikation und Navigation (Neustrelitz), dem Institut für maritime Simulation (Hochschule Bremen) und dem Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) wird hierzu eine entsprechende Studie angefertigt.

Ziel der Studie ist es, zunächst in einer internationalen Umfeldanalyse AMS-Projekte zu erfassen und zu dokumentieren sowie deren Eigenschaften und Rahmenbedingungen zu analysieren und zu bewerten. Anschließend werden abstrakte Anwendungsfälle von AMS generiert und diese hinsichtlich ihrer technischen Machbarkeit, ihres ökonomischen Potenzials sowie ihrer ökologischen und gesellschaftlichen Akzeptabilität erörtert.

Wir haben hierzu eine mehrstufige Expertenbefragung entwickelt und laden Sie hiermit zur Teilnahme an der zweiten Befragungsstufe ein.

In dieser zweiten Stufe geht es uns darum, mögliche abstrakte Anwendungsfälle von AMS zu bewerten, für die eine erhöhte Realisierungswahrscheinlichkeit erwartet wird.

Untenstehend finden Sie eine kurze Anleitung zu der Befragung.

Bei Rückfragen können Sie sich gerne jederzeit unter folgender Email-Adresse an mich wenden: ams-survey@point-conception.com

Falls Sie Interesse an den Ergebnissen der Studie sowie deren öffentlicher Vorstellung haben, können Sie am Ende der Befragung Ihre E-Mail-Adresse angeben.

Sie können den Link zur Umfrage auch gerne an Ihre Kontakte weiterleiten.

An dieser Stelle schon einmal herzlichen Dank für Ihre Bereitschaft zur Teilnahme, auch im Namen des DMZ.

Mit freundlichen Grüßen

Claas-Heye Diekmann

Anleitung zur Befragung:

Unsere Bitte ist es, dass Sie der Bewertungs-Matrix den Aussagen im jeweiligen Anwendungsfall eine der vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsbewertungen zuordnen. Falls eine Zuordnung aus Ihrer Sicht nicht möglich sein sollte bzw. Sie diese nicht einschätzen wollen oder können, wählen Sie bitte "keine Antwort" aus.

Wichtige Hinweise: Ein Anwendungsfall im Sinne der Studie ist eine konkrete Anwendung in der Schifffahrt. Dies inkludiert die Durchführung spezifischer Aufgaben eines komplett autonomen Schiffes ohne Besatzung in einem bestimmten Einsatzgebiet, auf einer bestimmten Route, über eine bestimmte Dauer hinweg.

Alle Ergebnisse werden von uns vollständig anonymisiert im Rahmen der Studie weiterverarbeitet. Mit Ihrer Teilnahme stimmen Sie einer solchen Verwendung zu. Die Teilnahme an der Befragung erfolgt freiweillig und kann jederzeit ohne Angabe von Gründen abgebrochen werden. Die Einhaltung aller relevanten datenschutzrechtlichen Vorschriften ist gewährleistet.

Die Umfrage wird am 5. Dezember 2021 geschlossen.

In dieser Umfrage sind 67 Fragen enthalten.

Fachliche Expertise

Bitte geben Sie den Bereich/die Bereiche Ihrer fachlichen Expertise an:

❗ Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:
Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- [ ] Nautik
- [ ] Schiffsbetriebstechnik
- [ ] Sozialwissenschaften / Technologiefolgenabschätzung
- [ ] Recht
- [ ] Ökologie
- [ ] Ökonomie
- [ ] Sonstiges: _____

Seit wie vielen Jahren arbeiten/forschen Sie bereits in diesem Bereich/diesen Bereichen? *

❗ Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:
Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ◯ 1-3 Jahre
- ◯ 4-6 Jahre
- ◯ 7-9 Jahre
- ◯ 10-13 Jahre
- ◯ 13+ Jahre

Welche der folgenden Angaben beschreibt die Art/ den Bereich Ihrer derzeitigen Beschäftigung am besten?

❗ Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:
Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ◯ Student:in/ Praktikant:in(Azubi)
- ◯ Privatwirtschaft
- ◯ Forschung und Lehre
- ◯ Verwaltung
- ◯ Sonstiges _____

Haben Sie Seefahrts-Erfahrung?

❗ Bitte wählen Sie eine der folgenden Antworten:
Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- ◯ Nein
- ◯ 1-5 Jahre
- ◯ 6-10 Jahre
- ◯ 10+ Jahre

Bitte wählen Sie aus, welche(n) Teil(e) des Fragebogens Sie beantworten möchten: *

❗ Bitte wählen Sie die zutreffenden Antworten aus:
Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- ☐ Technologie (21 Fragen)
- ☐ Gesellschaft und Recht (18 Fragen)
- ☐ Ökologie (7 Fragen)
- ☐ Ökonomie (12 Fragen)

Technologie

Technische Standards, Normen und Prüfverfahren für Komponenten, Schnittstellen und Systeme regeln die Herstellung, Integration und Verwendung von systemkritischen und sicherheitsrelevanten Bauteilen im genannten Anwendungsfall bis 2030.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Durch die Modularisierung von Teilen der Schiffstechnik lassen sich die für die Autonomie erforderlichen Teilsysteme standardisieren, was in den nächsten 10 Jahren die Etablierung am Markt erleichtern wird.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Entwicklung autonomer Schiffe für diesen Anwendungsfall wird die Einführung von Standards für die Herstellung, Integration, oder Verwendung von systemkritischen und sicherheitsrelevanten Systemen beschleunigen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

In den nächsten 10 Jahren wird für den Anwendungsfall ein einsatzfähiges technisches Gesamtsystem existieren.

(Anm.: Zulassung, Regulierung, Haftung, etc. sind nicht zu bewerten)

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Der Einsatz autonomer Schiffe begünstigt für den Anwendungsfall die Umsetzung innovativer schiffbaulicher Konzepte.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Technologie Teil 2

Die für den Anwendungsfall erforderliche technologische Zuverlässigkeit wird sich in 10 Jahren vor allem durch prädiktive Wartung gewährleisten lassen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die für den Anwendungsfall erforderliche technologische Zuverlässigkeit wird sich in 10 Jahren vor allem durch Redundanzen und Backup-Lösungen gewährleisten lassen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die für den Anwendungsfall erforderliche technologische Zuverlässigkeit wird sich in 10 Jahren vor allem durch die Möglichkeit von Fernwartung, Fernreparatur und robotischer Reparatur gewährleisten lassen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Komplexität der autonomen Navigation wird im Vergleich zu der bemannten Schifffahrt mehr Fehlerquellen bedingen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Komplexität des autonomen Antriebsystems wird im Vergleich zu der bemannten Schifffahrt mehr Fehlerquellen bedingen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Komplexität der autonomen Ladungsfürsorge wird im Vergleich zu der bemannten Schifffahrt mehr Fehlerquellen bedingen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Der totale Ausfall der autonomen Fähigkeiten eines Schiffes und der Möglichkeit fernsteuernd einzugreifen führt in dieser Anwendung zu größeren Risiken, als dies bei einem vergleichbaren bemannten Schiff der Fall wäre.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Für welche technologischen Teilsysteme werden in den nächsten 10 Jahren sichere und stabile Systeme entwickelt werden?

❗ Kommentieren wenn eine Antwort gewählt wird

Bitte wählen Sie die zutreffenden Punkte aus und schreiben Sie einen Kommentar dazu:

- ☐ Antriebstechnik (Energiespeicher, Antriebsmotor, etc.)
- ☐ Betriebstechnik (Ballastwasser, Regelungssysteme, etc.)
- ☐ Sensorik und entsprechende Datenverarbeitung
- ☐ Kommunikation
- ☐ Bordseitige Kontrolle aller Teilsysteme

Sonstiges:

Die Entwicklung welcher Systeme weist das Potenzial auf, Synergien mit parallelen Entwicklungen außerhalb der autonomen Schifffahrt zu nutzen?

❗ Kommentieren wenn eine Antwort gewählt wird

Bitte wählen Sie die zutreffenden Punkte aus und schreiben Sie einen Kommentar dazu:

- ☐ Antriebstechnik (Energiespeicher, Antriebsmotor, etc.)
- ☐ Betriebstechnik (Ballastwasser, Regelungssysteme, etc.)
- ☐ Sensorik und entsprechende Datenverarbeitung
- ☐ Kommunikation
- ☐ Bordseitige Kontrolle aller Teilsysteme

Sonstiges:

Die regelmäßige Anwesenheit von Personen an Bord ist in dem Anwendungsfall zu erwarten (z.B. zur Ladungsfürsorge, für die Instandsetzung, o.ä.).

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Evakuierung von Personen, deren Anwesenheit an Bord regelmäßig anzunehmen ist (Passagiere, o.ä.), wird sich in 10 Jahren durch autonome Systeme vergleichbar sicher wie auf konventionell bemannten Schiffen realisieren lassen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

In 10 Jahren ist der vollautonome Betrieb über die gesamte geplante Reisedauer hinweg technisch realisierbar.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Der Anwendungsfall wird sich in 10 Jahren durch eine Kombination von vollautonomem Betrieb und aktivem fersteuernden Eingreifen so realisieren lassen, dass der zeitliche Umfang einer Reise und die Durchführung aller damit verbundenen Aktionen technisch zu realisieren ist.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	**wahrscheinlich**	**neutral**	**unwahrscheinlich**	**äußerst unwahrscheinlich**
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die im Anwendungsfall notwendige Fürsorge für Passagiere oder Ladung wird in 10 Jahren durch innovative Technik ohne den Einsatz einer Mannschaft leistbar sein.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Ein Schiff für diesen Anwendungsfall wird bauartbedingt Gefahrstoffe (Betriebsstoffe) und gefährliche Stoffe (hazardous materials wie Batteriezellen) mitführen müssen, deren Umweltrisiken durch Freisetzung allerdings durch innovatives Schiffsdesign wirksam verhindert werden können.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	**wahrscheinlich**	**neutral**	**unwahrscheinlich**	**äußerst unwahrscheinlich**
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Ein Schiff für diesen Anwendungsfall wird zweckgemäß Gefahrgüter (Ladung) transportieren, deren Umweltrisiken durch Freisetzung allerdings durch innovatives Schiffsdesign wirksam verhindert werden können.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Gesellschaft - Akzeptanz

Die Akzeptanz (Erklärbarkeit, Sicherheit, Sinnhaftigkeit) des Anwendungsfalles durch direkt Betroffene und Anwender, wie Reedereien, Ship Manager, Hafenbetriebe, Lotsen usw. wird gewährleistet sein.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Akzeptanz (Erklärbarkeit, Sicherheit, Sinnhaftigkeit) des Anwendungsfalles durch Nutzer und Kunden, die eine entsprechende Marktmacht besitzen wie Verlader oder Passagiere, wird gewährleistet sein.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Akzeptanz (Erklärbarkeit, Sicherheit, Sinnhaftigkeit) des Anwendungsfalles durch die Öffentlichkeit wird gegeben sein.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Von welchen Faktoren wird die Akzeptanz autonomer Schiffe Ihrer Meinung nach abhängen.

❗ Kommentieren wenn eine Antwort gewählt wird

Bitte wählen Sie die zutreffenden Punkte aus und schreiben Sie einen Kommentar dazu:

☐ Erklärbarkeit (im Sinne der Nachvollziehbarkeit der Technologie)

☐ Sicherheit (im Sinne der Unfallvermeidung)

☐ Sinnhaftigkeit (im Sinne des Mehrwerts)

Sonstiges:

Der Anwendungsfall kann der Akzeptanz weiterer autonomer maritimer Systeme den Weg bereiten.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Gesellschaft - Arbeitsmarkt und Bildung

Die Einführung dieses Anwendungsfalles wird positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt durch Marktchancen für die deutsche Zulieferindustrie und Werften haben.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Einführung des Anwendungsfalles bietet Chancen für maritime Dienstleister in Deutschland (technisches Schiffsmanagement, Betrieb von Control Centern, etc.).

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Der Bedarf an Facharbeitern und hochqualifizierten Experten für den Bau und Betrieb von Schiffen für diesen Anwendungsfall wird eine Beschäftigungszunahme in der deutschen maritimen Branche bedeuten.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Nutzung autonomer Schiffe für diesen Anwendungsfall wird den Standort Deutschland als Technologienation stärken.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die maritimen Ausbildungseinrichtungen in Deutschland werden von dem Bedarf an neuen Qualifikationen profitieren.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die im Zusammenhang mit dem Anwendungsfall geförderte Forschung zu maritimen Systemen wird die generelle Weiterentwicklung anderer autonomer Systeme begünstigen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Attraktivität der Beschäftigung in der maritimen Branche wird durch die Einführung dieses Anwendungsfalles erhöht.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Recht

Das geltende nationale Recht steht dem Anwendungsfall entgegen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	stimme überhaupt nicht zu	stimme nicht zu	neutral	stimme zu	stimme voll und ganz zu
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Das geltende internationale Recht steht diesem Anwendungsfall entgegen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	stimme überhaupt nicht zu	stimme nicht zu	neutral	stimme zu	stimme voll und ganz zu
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Dieser Anwendungsfall erfordert spezielle Haftungsregeln, um eine angemessene Schadenregulierung für Schäden an Personen, Ladung, Schiffen und Umwelt sicherzustellen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	stimme überhaupt nicht zu	stimme nicht zu	neutral	stimme zu	stimme voll und ganz zu
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die bestehenden Vorschriften zur straf- und ordnungsrechtlichen Verantwortlichkeit eignen sich auch für etwaige Gefahrensituationen und Unglücksfälle im vorliegenden Anwendungsfall.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	neutral	stimme nicht zu	stimme überhaupt nicht zu
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die rechtlichen Konflikte für diesen Anwendungsfall sind bereits identifiziert und werden von den Entscheidungsträger:innen ernstgenommen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	neutral	stimme nicht zu	stimme überhaupt nicht zu
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Rechtlichen Barrieren für diesen Anwendungsfall werden voraussichtlich in den kommenden 10 Jahren durch die zuständigen Gesetzgeber beseitigt.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Ökologie

Der Anwendungsfall wird aufgrund der Branchengröße und der zu erwartenden Verlagerung von Transportleistung auf Schiffe zur Verringerung des Ausstoßes von Treibhausgasen beitragen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	**wahrscheinlich**	**neutral**	**unwahrscheinlich**	**äußerst unwahrscheinlich**
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Der vollautonome Betrieb erlaubt eine Optimierung jeglicher Steuerungen und Regelungen, wodurch der Energieeinsatz für den Betrieb im Vergleich zu konventionellen Schiffen reduziert wird.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Um den Wartungsaufwand zu reduzieren und einen zuverlässigen Betrieb über die benötigte Reisedauer zu gewährleisten, wird das Schiff voraussichtlich alternative, umweltfreundliche Antriebsarten nutzen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Der leistbare Beitrag zur Klimaforschung durch die Bereitstellung von automatisiert gesammelten Wetter- und Seegangsdaten, die für den Betrieb des Schiffes erforderlich sind, ist in dem Anwendungsfall als wesentlich zu bewerten.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Im Vergleich mit einem konventionellen Schiff wird der Anwendungsfall weniger Gewässerverunreinigungen durch die Dezimierung von Abfällen oder anderen schädlichen Substanzen verursachen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Das Risiko von Umweltschäden im Falle von Havarien wird im Anwendungsfall größer ausfallen, als bei vergleichbaren konventionellen Schiffen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Das UN17 Ziel, die Meeresverschmutzung durch Müll zu verringern, wird durch den Einsatz von autonomen Schiffen in diesem Anwendungsfall unterstützt.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Ökonomie

Der Anwendungsfall ist in einem Markt positioniert, der für die Thematik der Autonomie sehr offen und positiv eingestellt ist.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Das Marktvolumen ist so hoch, dass eine Serienfertigung (Schiffe, Teilsysteme) umsetzbar sein wird.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Der Anwendungsfall erfordert disruptiver Geschäftsmodelle (z.B. durch innovative technische und organisatorische Gestaltung).

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Durchgängigkeit und Effizienz von Logistikketten oder Prozessabläufen (Technik, Organisation, Information, digitale Geschäftsmodelle) wird durch den Anwendungsfall unterstützt werden.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Ökonomie Teil 2

Privatwirtschaftliche Investitionen in die notwendige Infrastruktur für den Anwendungsfall sind ökonomisch sinnvolle Maßnahmen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	neutral	stimme nicht zu	stimme überhaupt nicht zu
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Staatliche Subventionen in die notwendige Infrastruktur für den Anwendungsfall sind volkswirtschaftlich sinnvolle Maßnahmen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	stimme voll und ganz zu	stimme zu	neutral	stimme nicht zu	stimme überhaupt nicht zu
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Der Aufwand / die Kosten für den operativen Betrieb des autonomen Anwendungsfalls wird in den nächsten 10 Jahren auf das Niveau eines wirtschaftlichen Betriebs gebracht werden.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Versicherungsbeiträge (zur Absicherung von Schäden an Fahrzeugen, Ladungen, Menschen und Umwelt) werden im Vergleich zur konventionellen Schifffahrt eine erhöhte Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit des Anwendungsfalles haben.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Die Umsetzung des Anwendungsfalls wird eine Anschubfinanzierung benötigen.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Ökonomie Teil 3

Wesentliche Investitionen in die Einrichtung von unterstützenden Systemen (wie zur Unterstützung der Navigation, Kommunikation, Verkehrslenkung und den Betrieb) sind für den Anwendungsfall mit Bezug auf das Einsatzgebiet zu erwarten.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Für den Anwendungsfall werden Investitionen in die Infrastruktur von Häfen und Revieren notwendig sein.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Für den Anwendungsfall ist ein erhöhter Aufwand (Kosten) zur Aufrechterhaltung des Systems (z.B. Control Center an Land, Verkehrslenkung und Navigationshilfen, Hafenanlagen) zu erwarten.

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	äußerst wahrscheinlich	wahrscheinlich	neutral	unwahrscheinlich	äußerst unwahrscheinlich
Standardroute/ Binnen/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladung	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Transport von Flüssigkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Fähre (RoPax oder nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Binnen/ Passagierschiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Windfarmen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebsphase)	○	○	○	○	○
Standardroute/ Regional/ Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Baggerarbeiten	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Forschungs- und Ausbildungsschiff für Autonome Vermessung u. Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	○	○	○	○	○
Geplante Tracks/ Regional/ Bekämpfung von Gewässerverschmutzung	○	○	○	○	○

Abschließende Fragen

Welche aus Ihrer Sicht relevante Frage wurde nicht gestellt?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Was ist aus Ihrer Sicht der stärkste Treiber für autonome Schifffahrt?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Was ist aus Ihrer Sicht das größte Hindernis für den Betrieb autonomer Schiffe?

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Wenn Sie weitere Informationen bezüglich der Ergebnisse sowie abschließender Veranstaltungen der Studie erhalten möchten, können Sie hier Ihre E-Mail Adresse eintragen.

Ihre Daten werden trotzdem anonymisiert ausgewertet werden.

Bitte geben Sie Ihre Antwort hier ein:

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Teilen Sie die Umfrage gerne mit Ihren Kontakten.

Übermittlung Ihres ausgefüllten Fragebogens:
Vielen Dank für die Beantwortung des Fragebogens.

Anlage 6 – Ergebnisübersicht der Expert*innen-Befragung

Ergebnisse der Expert*innen Befragung im Bereich Technologie inkl. der errechneten Mittelwerte

	Standardrouten									geplante Tracks					
	binnen	regional	binnen	binnen	regional	binnen	regional	regional	regional	regional					
	Transport von Massengut, Containern und RoRo-Ladung	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladug	Transport von Flüssgkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Passagier-schiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Versorgung von Windfarmen (Betriebs-phase)	Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebs-phase)	Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Bagger-arbeiten	Vermessung und Erforschung von Gew ässern (Kleinfahrzeug)	Forschungs- und Ausbildungs-schiff für autonome Vermessung und Erforschung von Gew ässern (Kleinfahrzeug)	Bekämpfung von Gew ässerver-schmutzung	Mittelwert
T11	3,8	3,6	3,4	3,8	3,4	3,3	3,1	3,0	2,5	3,3	3,3	4,1	4,2	3,5	**3,4**
T111	3,5	3,3	3,2	3,4	3,3	3,4	3,2	3,2	3,0	3,5	3,2	3,8	3,8	3,6	**3,4**
T112	3,6	3,4	3,3	3,7	3,4	3,6	3,2	3,1	2,8	3,6	3,4	3,8	3,9	3,6	**3,5**
T12	3,6	3,5	3,0	3,6	3,4	3,5	3,6	3,2	2,9	3,7	3,6	4,1	4,2	3,8	**3,6**
T13	3,7	3,7	3,4	4,0	3,8	3,8	3,6	3,5	3,3	3,7	3,8	4,1	4,2	4,0	**3,8**
T211	3,4	3,2	3,1	3,4	3,3	3,4	3,2	3,3	3,0	3,3	3,5	3,9	3,8	3,5	**3,4**
T212	3,8	3,4	3,7	3,8	3,6	3,8	3,3	3,6	3,2	3,5	3,5	4,0	4,0	3,7	**3,6**
T213	3,2	2,9	3,0	3,2	3,0	3,2	3,1	3,0	2,8	3,2	3,2	3,5	3,5	3,3	**3,2**
T221	2,9	2,8	2,7	3,0	2,8	2,9	2,8	2,8	2,7	3,1	3,0	3,2	3,2	3,1	**2,9**
T222	3,2	3,0	3,2	3,2	3,2	3,3	3,1	3,2	3,2	3,2	3,1	3,3	3,3	3,2	**3,2**
T223	3,3	3,0	3,1	3,0	2,9	3,1	3,0	3,1	2,9	3,0	3,1	3,4	3,4	3,3	**3,1**
T23	2,5	2,4	2,3	2,4	2,2	2,5	2,4	2,3	2,3	2,5	2,8	3,0	3,0	2,9	**2,5**
T33	2,3	2,0	1,9	2,1	1,9	2,2	2,2	2,0	1,5	2,3	2,3	3,5	3,3	3,0	**2,3**
T34	3,5	3,3	3,4	3,0	2,8	3,1	3,5	3,3	3,3	3,3	3,6	3,5	3,5	3,4	**3,3**
T41	2,8	2,8	3,1	2,9	3,2	3,0	2,7	2,3	3,0	3,2	4,0	4,0	3,6	4,0	**3,2**
T411	4,0	3,7	3,6	3,9	3,7	4,0	3,5	3,2	3,2	3,6	3,9	4,4	4,2	4,1	**3,8**
T42	3,3	2,9	2,8	2,9	2,6	2,9	3,0	2,8	2,5	3,0	3,3	4,0	3,9	3,6	**3,1**
T43	3,4	3,4	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,3	3,2	3,3	3,2	3,4	3,4	3,5	**3,3**
T431	3,5	3,4	3,3	3,5	3,5	2,9	3,4	3,6	3,4	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	**3,4**
Mittelwert	**3,3**	**3,1**	**3,1**	**3,3**	**3,1**	**3,2**	**3,1**	**3,0**	**2,9**	**3,2**	**3,3**	**3,7**	**3,7**	**3,5**	

Ergebnisse der Expert*innen Befragung im Bereich Gesellschaft inkl. der errechneten Mittelwerte

	Standardrouten									geplante Tracks					
	binnen	regional	binnen	binnen	regional	binnen	regional	regional	regional	regional					
	Transport von Massengut, Containern und RoRo-Ladung	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladug	Transport von Flüssgkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Passagier-schiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Versorgung von Windfarmen (Betriebs-phase)	Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebs-phase)	Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Bagger-arbeiten	Vermessung und Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	Forschungs- und Ausbildungs-schiff für autonome Vermessung und Erforschung von Gewässern (Kleinfahrzeug)	Bekämpfung von Gewässer-verschmutzung	Mittelwert
G11	3,3	3,5	3,2	2,8	3,1	3,0	3,4	3,2	2,8	2,4	2,7	3,4	4,1	3,9	**3,2**
G12	4,1	3,8	3,3	3,6	3,5	3,8	3,4	3,1	3,0	3,4	3,9	4,5	4,4	4,3	**3,7**
G13	4,1	4,0	3,3	3,7	3,5	3,7	3,8	3,3	3,2	3,4	4,1	4,3	4,1	4,2	**3,7**
G15	4,4	4,3	4,2	4,4	4,2	4,4	4,1	3,8	3,9	4,0	4,3	4,5	4,5	4,4	**4,2**
G21	3,8	3,8	3,7	3,6	3,7	3,8	3,7	3,7	3,7	3,9	3,7	4,1	4,1	3,9	**3,8**
G22	3,9	3,9	3,8	3,9	4,0	4,1	3,7	3,6	3,6	3,8	3,8	4,0	4,0	3,7	**3,8**
G23	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,7	2,6	2,4	2,6	2,9	2,8	3,1	3,1	2,9	**2,7**
G24	3,8	3,6	3,7	3,6	3,5	3,6	3,5	3,3	3,5	3,7	3,7	3,9	3,9	3,7	**3,6**
G25	3,0	2,9	2,9	3,0	3,0	2,9	2,8	2,7	2,8	2,8	2,7	3,1	3,1	2,9	**2,9**
G26	4,1	4,0	4,0	3,9	3,8	4,0	3,9	3,8	3,8	3,9	3,9	4,1	4,1	4,0	**3,9**
G27	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1	3,3	3,3	3,5	3,6	3,3	**3,2**
G31	2,4	2,3	2,1	2,1	2,4	2,3	2,2	2,0	2,3	2,8	2,6	3,1	2,8	2,7	**2,4**
G32	2,7	2,4	2,3	2,4	2,1	2,4	2,3	2,1	2,4	2,7	2,4	3,0	3,1	2,8	**2,5**
G33	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,8	1,7	1,8	1,8	1,8	2,2	2,2	1,9	**1,7**
G34	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,1	**2,2**
G35	2,7	2,7	2,6	2,25	2,3	2,3	2,5	2,6	2,6	2,5	2,6	2,8	2,8	2,6	**2,6**
G36	3,4	3,1	3,1	3,2	3,0	3,2	3,2	2,8	2,9	2,8	3,3	3,6	3,6	3,4	**3,2**
Mittelwert	**3,3**	**3,2**	**3,0**	**3,0**	**3,0**	**3,1**	**3,1**	**2,9**	**2,9**	**3,1**	**3,2**	**3,5**	**3,5**	**3,3**	

Ergebnisse der Expert*innen Befragung im Bereich Ökologie inkl. der errechneten Mittelwerte

	Standardrouten									geplante Tracks					
	binnen	regional	binnen	binnen	regional	binnen	regional	regional	regional	regional					
	Transport von Massengut, Containern und RoRo-Ladung	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladug	Transport von Flüssgkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Passagier-schiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Versorgung von Windfarmen (Betriebs-phase)	Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebs-phase)	Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Bagger-arbeiten	Vermessung und Erforschung von Gew ässern (Kleinfahrzeug)	Forschungs- und Ausbildungs-schiff für autonome Vermessung und Erforschung von Gew ässern (Kleinfahrzeug)	Bekämpfung von Gew ässer-verschmutzung	Mittelwert
U11	3,4	3,3	3,2	3,1	2,8	2,9	2,8	2,6	2,7	3,0	3,3	3,4	3,3	3,2	**3,1**
U12	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8	3,1	3,0	2,6	2,8	2,9	3,0	3,4	3,2	3,0	**2,9**
U13	3,7	3,6	3,5	3,7	3,8	3,9	4,0	3,6	3,8	3,7	3,9	4,0	4,0	3,8	**3,8**
U14	2,4	2,7	2,3	2,4	2,7	2,3	2,6	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,1	2,9	**2,6**
U21	3,1	3,3	2,9	2,8	3,1	2,7	3,0	3,0	3,2	3,2	3,4	3,3	3,2	3,4	**3,1**
U22	3,3	3,2	3,0	3,1	3,1	3,1	3,3	3,0	3,1	3,4	3,3	3,4	3,4	3,4	**3,2**
U31	3,4	3,5	3,3	3,1	3,2	3,1	3,1	3,1	3,0	3,4	3,2	3,4	3,2	3,3	**3,2**
Mittelwert	**3,1**	**3,2**	**3,0**	**3,0**	**3,1**	**3,0**	**3,1**	**2,9**	**3,0**	**3,2**	**3,3**	**3,4**	**3,4**	**3,3**	

Ergebnisse der Expert*innen Befragung im Bereich Ökonomie inkl. der errechneten Mittelwerte

	Standardrouten									geplante Tracks					
	binnen	regional	binnen	binnen	regional	binnen	regional	regional	regional	regional					
	Transport von Massengut, Containern und RoRo-Ladung	Transport von Massengut, Containern oder RoRo-Ladug	Transport von Flüssgkeiten (Öl, Produkte) und Gasen	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Fähre (RoPax oder nur Pax)	Passagier-schiff im Hafen, auf dem Fluss (nur Pax)	Versorgung von Windfarmen (Betriebs-phase)	Versorgung von Oil/Gas-Strukturen (Betriebs-phase)	Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Räumung von Munition und Altlasten, Errichten von Offshore-Strukturen (Bauphase)	Bagger-arbeiten	Vermessung und Erforschung von Gew ässern (Kleinfahrzeug)	Forschungs- und Ausbildungs-schiff für autonome Vermessung und Erforschung von Gew ässern (Kleinfahrzeug)	Bekämpfung von Gew ässer-verschmutzung	Mittelwert
W11	3,2	3,1	2,9	3,1	3,0	3,2	3,6	2,9	3,0	3,7	3,7	4,1	4,3	3,7	**3,4**
W12	3,4	3,3	3,2	3,1	2,9	3,0	2,8	2,8	2,8	3,0	3,2	3,6	3,5	3,2	**3,1**
W13	2,8	2,8	2,7	2,8	2,7	2,7	2,9	2,8	2,9	2,9	3,3	3,6	3,4	3,5	**3,0**
W14	3,6	3,6	3,5	3,3	3,1	3,1	3,1	2,9	3,0	3,0	3,4	3,4	3,3	3,3	**3,3**
W21	3,5	3,5	3,3	3,5	3,5	3,6	2,9	3,0	2,9	3,2	3,6	3,7	3,7	3,4	**3,4**
W21a	3,1	3,1	3,1	3,4	3,2	3,2	2,9	2,8	2,6	3,4	3,2	3,5	3,6	3,4	**3,2**
W22	3,0	2,8	2,9	2,9	2,8	3,2	2,8	2,5	2,5	2,9	3,1	3,8	3,8	3,2	**3,0**
W23	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,4	2,3	2,4	2,2	**2,4**
W24	1,9	1,9	1,8	1,9	1,7	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	2,3	2,1	2,0	**1,9**
W31	1,8	1,8	1,8	2,0	1,9	2,1	1,9	2,1	1,8	2,2	1,8	2,2	2,1	2,1	**2,0**
W32	1,5	1,6	1,5	1,5	1,4	1,6	1,4	1,6	1,6	1,9	1,9	2,4	2,4	2,0	**1,7**
W33	2,6	2,5	2,7	2,6	2,5	2,5	2,1	2,3	2,1	2,1	2,2	2,7	2,8	2,1	**2,4**
Mittelwert	**2,7**	**2,7**	**2,6**	**2,7**	**2,6**	**2,7**	**2,6**	**2,5**	**2,5**	**2,7**	**2,8**	**3,1**	**3,1**	**2,8**	