

Saarbrücken 20 10 2023

Empfehlungen  
zur Weiterentwicklung  
der deutschen marinen  
Forschungsflotte

## **IMPRESSUM**

Empfehlungen zur Weiterentwicklung der deutschen marinen Forschungsflotte

### **Herausgeber**

Wissenschaftsrat  
Scheidtweilerstraße 4  
50933 Köln  
[www.wissenschaftsrat.de](http://www.wissenschaftsrat.de)  
[post@wissenschaftsrat.de](mailto:post@wissenschaftsrat.de)

**Drucksachenummer:** 1556-23

**DOI:** <https://doi.org/10.57674/yw22-7p81>

**Lizenzhinweis:** Diese Publikation wird unter der Lizenz Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International (CC BY-SA 4.0) veröffentlicht. Den vollständigen Lizenztext finden Sie unter <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>.



### **Veröffentlicht**

Köln, Oktober 2023

<b>Vorbemerkung</b>	<b>5</b>
<b>Kurzfassung</b>	<b>6</b>
<b>A. Ausgangslage</b>	<b>10</b>
<b>A.I Meeresforschung in Deutschland</b>	<b>10</b>
I.1 Themenfelder der Meeresforschung	10
I.2 Einrichtungen der Meeresforschung	15
I.3 Organisation und Governance der Meeresforschung	18
<b>A.II Aktueller Bestand der deutschen marinen Forschungsflotte</b>	<b>20</b>
II.1 Globale und ozeanische Schiffe	21
II.2 Regionale Forschungsschiffe	24
II.3 Lokale Schiffe und Küstenschiffe	26
<b>A.III Einsatz- und Aufgabenprofile der regionalen Schiffe</b>	<b>27</b>
III.1 Einsatzgebiete und Einsatzmodi	27
III.2 Bauliche Konzeption	29
III.3 Einsatz zur Erforschung der Küsten und Schelfmeere	31
III.4 Technologieentwicklung und Geräteerprobung	35
III.5 Ausbildung des Nachwuchses	36
III.6 „Für ein gutes Miteinander auf See“	37
<b>A.IV Organisation des Betriebs und der Nutzung der regionalen Schiffe</b>	<b>38</b>
IV.1 Vergabe von Schiffszeit	38
IV.2 Nachfrage und Einsatz auf Basis des Antragsgeschehens	39
IV.3 Nutzung und Auslastung der Schiffe	40
IV.4 Internationale Kooperation bei der Schiffsnutzung in Europa	41
IV.5 Forschungsdaten	43
<b>A.V Antriebsysteme und Treibstoffe</b>	<b>45</b>
<b>A.VI Forschungsschiffe als Plattformen für eigenständige Systeme</b>	<b>49</b>
VI.1 Autonome und ferngesteuerte marine Oberflächen- und Unterwasser-Fahrzeuge	50
VI.2 Sensorik	51
<b>A.VII Organisation des Betriebs und der Nutzung von seegehenden Großgeräten</b>	<b>52</b>
VII.1 Organisation des Zugangs	53
VII.2 Status quo der Finanzierung von Großgeräteeinsätzen	54

<b>B.</b>	<b>Empfehlungen</b>	<b>57</b>
<b>B.I</b>	<b>Die Zukunft regionaler Forschungsschiffe</b>	<b>57</b>
I.1	Konzeption regionaler Schiffe	58
I.2	Künftige Einsatzgebiete	60
I.3	Einsatz (teil-)autonomer Systeme	61
I.4	Forschungsschiffe als Data Hub	62
I.5	Ausbildung und Lehre	63
I.6	Wissenstransfer und Öffentlichkeitsarbeit	64
I.7	Internationale Kooperation	65
<b>B.II</b>	<b>Anforderungen und Ausstattung regionaler Forschungsschiffe</b>	<b>66</b>
II.1	Schiffsnutzung und Ausstattungsbedarf	66
II.2	Verbesserung des Umweltschutzes	72
II.3	Verbesserung der Internet-Anbindung an Bord	73
II.4	(Forschungs-)Datenmanagement und Dateninfrastrukturen	76
<b>B.III</b>	<b>Empfehlungen zum Einsatz und Betrieb von Großgeräten</b>	<b>77</b>
III.1	Organisation des Betriebs seegehender Großgeräte	77
III.2	Neu- und Ersatzbeschaffungen von Großgeräten	79
III.3	Optionen für mögliche Finanzierungsmodelle des Betriebs	79
	<b>Anhang</b>	<b>85</b>
	<b>Europäische Forschungsflotten und Kooperationen</b>	<b>87</b>
I.1	Multilaterale Kooperationen in Europa	87
I.2	Kooperationen auf EU-Ebene	91
I.3	Betrieb und Verwaltung von Großgeräten in Europa	92
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>95</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>98</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>100</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>107</b>
	<b>Mitwirkende</b>	<b>115</b>

---

# Vorbemerkung

Im Jahr 2010 hat der Wissenschaftsrat sich zur zukünftigen Entwicklung der deutschen marinen Forschungsflotte geäußert (Drs. 10330-10). Auf Basis eines Konzepts für die strategische Weiterentwicklung der Forschungsflotte entwickelte er Empfehlungen zu anstehenden Neu- bzw. Ersatzbeschaffungen von Forschungsschiffen sowie zur Organisation des Betriebs und der Nutzung der Flotte, einschließlich seegehender Großgeräte. Wesentliche Teile dieser Empfehlungen wurden in der Zwischenzeit umgesetzt, oder ihre Umsetzung befindet sich in Vorbereitung.

Im Januar 2021 hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) vor diesem Hintergrund den Wissenschaftsrat gebeten, seine Empfehlungen zur Entwicklung und zum Gesamtkonzept der deutschen marinen Forschungsflotte zu aktualisieren und dabei den Fokus auf die Strategie, die Nutzung und den Erneuerungsbedarf bei den mittelgroßen, vornehmlich für den regionalen Einsatz in Rand- und Schelfmeeren gedachten Forschungsschiffen zu legen.

Zudem sollte die Empfehlung aus dem Jahr 2010, eine gemeinsame Verwaltung und Einsatzplanung für die von der Forschung benötigten Großgeräte zu etablieren, neu bewertet werden.

Zur Vorbereitung dieser Empfehlungen hat der Wissenschaftsrat im Juni 2022 eine Arbeitsgruppe eingerichtet. In ihr haben auch Sachverständige mitgewirkt, die nicht Mitglieder des Wissenschaftsrats sind. Ihnen weiß sich der Wissenschaftsrat zu besonderem Dank verpflichtet. Ebenso dankt der Wissenschaftsrat weiteren Sachverständigen, die den Beratungsprozess im Rahmen von Expertengesprächen und mit Hintergrundinformationen konstruktiv unterstützt haben. Im Rahmen ihrer dritten Sitzung besuchte die Arbeitsgruppe im November 2022 das GEOMAR in Kiel, wo neben Präsentationen von und Gesprächen mit Vertreterinnen und Vertretern der Meeresforschungsgemeinschaft eine Begehung zweier regionaler Forschungsschiffe stattfand. Besonderer Dank gilt den Organisatoren, der Geschäftsstelle der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM) sowie den Schiffskoorinatoren und Mitarbeitenden an den schiffsbetreibenden Einrichtungen.

Der Wissenschaftsrat hat die vorliegenden Empfehlungen am 20. Oktober 2023 in Saarbrücken verabschiedet.

---

# Kurzfassung

Die deutsche Meeresforschung verfügt aktuell mit den Forschungsschiffen Alkor, Heincke und Elisabeth Mann Borgese (EMB) über **drei regionale Forschungsschiffe**. Sie sind seit über 30 Jahren im Einsatz und erreichen in diesem Jahrzehnt ihre maximale Nutzungsdauer. Der Aktionsradius der Schiffe dieser Kategorie umfasst primär das Gebiet der Nord- und Ostsee, mit Fahrten bis nach Spitzbergen und vereinzelt bis ins Mittelmeer. Die Schiffe bieten je 12 Wissenschaftlerplätze und sind für Einsätze von maximal zwei bis drei Wochen konzipiert. Sie sind kurzfristiger als größere Forschungsschiffe nutzbar und werden neben der Forschung für die Lehre, für (Umwelt-)Monitoring-Aufgaben und zur Geräteerprobung eingesetzt.

Mit den regionalen Forschungsschiffen wird ein wichtiger Forschungsbeitrag dazu geleistet, die Funktion der Schelf- und Nebenmeere für das marine Ökosystem und die Biodiversität sowie globale Stoffkreisläufe in Zeiten des Klimawandels zu analysieren. Sie tragen zur Entwicklung **belastbarer Prognosen** und auch zu einem umfassenderen **Verständnis des Wandels** im Klimageschehen und durch die zunehmende anthropogene Nutzung der Meere bei.

Regionale Forschungsschiffe sind zunehmend als Plattformen für den Einsatz wie auch die **Erprobung, Entwicklung und Weiterentwicklung** (teil-)autonomer Systeme von Bedeutung. Auch wird die **Nachwuchsausbildung** weiterhin einen hohen Anteil der Nutzung ausmachen, insbesondere in Hinblick auf Training in der Anwendung von Geräten. Für Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler mit befristeten Verträgen sind die regionalen Schiffe nicht zuletzt wegen der kürzeren Antragsfristen besonders wichtig. Anhaltender, mindestens gleichbleibender Bedarf an regionalen Schiffen ist auch im Bereich des **Monitorings** zu erwarten. Angesichts der zunehmenden Dringlichkeit der **Forschungsfragen** auch vor den deutschen Küsten ist es aus Sicht des Wissenschaftsrats essenziell, dass trotz der genannten, ebenfalls unverzichtbaren Nutzungen mindestens die bisher verfügbare Schiffskapazität für Forschungszwecke verfügbar bleibt. Wichtig ist dies nicht zuletzt wegen der Flexibilität der regionalen Forschungsschiffe, die beispielsweise zeitnahe, kürzere Einsätze anlässlich besonderer Umweltereignisse ermöglicht.

Angesichts dieses Bedarfs empfiehlt der Wissenschaftsrat, die bestehende regionale Flotte durch **auf einem einheitlichen Entwurf basierende Neubauten** schritt-

weise zu ersetzen und weiterzuentwickeln. Die Neubauten sollen aus Sicht des Wissenschaftsrats das **Profil „regional“** beibehalten und primär auf Einsätze in der Nord- und Ostsee, den Schelfrandgebieten und dem Nordatlantik/Nordpolarmeer ausgerichtet werden. Zur **Stärkung der internationalen Kooperation** empfiehlt der Wissenschaftsrat, alle neuen regionalen Schiffe in den Pool der Ocean Facilities Exchange Group (OFEG) aufzunehmen. Durch eine intensivere **Zusammenarbeit der europäischen Partnerländer**, etwa im Rahmen von Vereinbarungen zur Stationierung oder gemeinsamen Nutzung eines Schiffs im Mittelmeer, könnten lange Transitfahrten vermieden werden.

Wegen des schnellen technischen Fortschritts und der langen Nutzungszeit der Forschungsschiffe sollte die **Ausstattung** der Neubauten möglichst **technologiefreundlich und interoperabel** gestaltet werden. Aus diesem Grund spricht der Wissenschaftsrat sich für **Schwesterschiffe** mit identischen Grundplattformen aus, die zudem Einsparungen bei den Entwurfskosten und einen effizienteren Bau ermöglichen. Eine technische Spezialisierung, die unterschiedlichen wissenschaftlichen Aufgaben der Schwesterschiffe genügt, kann durch modulare, austauschbare Komponenten realisiert werden. So empfiehlt der Wissenschaftsrat, für die **Laboraausstattung** der Neubauten zwei feste Labore vorzusehen. Weitere (Spezial-)Labore sollten je nach Thema und Untersuchungsgebiet als mobile Container an Bord gebracht werden. Eine Grundausrüstung an Laborcontainern muss Teil des Bauauftrags sein.

Der **Antrieb** der neuen regionalen Forschungsschiffe muss so konzipiert werden, dass die Dekarbonisierung mit der Zielmarke „Null Emission“ erreichbar ist. Voraussichtlich werden ab 2030 viele neue Motoren- bzw. Antriebstypen verfügbar sein. Daher sollten bereits ausgereifte, geräuscharme und klimaneutrale alternative Antriebe verwendet oder zumindest eine **Nach- bzw. Umrüstung des Antriebs** von Beginn an mitgeplant werden. Sofern für die erste Zeit ein (mit Diesel betriebener) Verbrennungsmotor als Hauptgenerator eingesetzt wird, sollte im Laufe der Betriebszeit der Neubauten ein Austausch vorgenommen werden. Mit einem Dual-Fuel-Motor könnten von vorneherein verschiedene Treibstoffe zum Einsatz kommen. Die derzeit aussichtsreichsten **alternativen Kraftstoffe** Wasserstoff, Methanol oder Ammoniak werden aufgrund ihrer geringeren Energiedichte bei gleicher Standzeit mehr Platz benötigen, was für den Platzbedarf an Bord der Schiffe zu berücksichtigen ist. Den Zuwendungsgebern empfiehlt der Wissenschaftsrat, für eine fundiertere Einschätzung der nötigen schiffstechnischen Konfigurationen und der Kombinationen aus Energieträgern und -wandlern vor der Erneuerung der regionalen Flotte eine **Studie zu alternativen Antriebsarten** in Auftrag zu geben.

Die zeitgemäße Arbeit an Bord von Forschungsschiffen bedarf einer Ausrüstung für den Umgang mit großen Datenmengen wie auch für die Übertragung von Daten zu bzw. von Stationen an Land. Der Wissenschaftsrat empfiehlt, für die neuen Forschungsschiffe eine feste Internet-Anbindung über Satelliten im Sinne

einer Flatrate mit hoher Bandbreite und geringer Latenz vorzusehen. Durch die freie Nutzung ohne Kostendruck können so beispielsweise bidirektionale Übertragung von Daten, Fernsteuerung oder Fernwartung von Geräten und nicht zuletzt Telepräsenz und Ship-to-Shore-Videokonferenzen ermöglicht werden.

Um Forschungsschiffe und Equipment national wie international gemeinsam nutzen zu können, sind **gemeinsame Standards** für den Umgang mit den Daten, die durch Geräte generiert werden, zu entwickeln bzw. in die Anwendung zu bringen. Dabei sollten **standardisierte, offene Schnittstellen** zu Schiffssystemen, der Datenkommunikation, Energieübertragung und Navigation sichergestellt werden.

Ergänzend zur Erneuerung der regionalen Forschungsflotte empfiehlt der Wissenschaftsrat, die Finanzierung des Betriebs seegehender Großgeräte anders zu organisieren. Hierbei handelt es sich um ferngesteuerte Tauchroboter (ROV), autonome Unterwasserfahrzeuge (AUV) und Meeresbodenbohrgeräte (MeBo), die derzeit von den drei Einrichtungen GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (GEOMAR), Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) und Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) betrieben werden. Um allen Forschenden unabhängig von ihrer Herkunftseinrichtung gleichen Zugang zu seegehenden Großgeräten zu ermöglichen sowie die Effizienz und Transparenz des Systems zu verbessern, hält der Wissenschaftsrat es für notwendig, die Kostenerstattung für die Nutzung neu zu regeln.

In einigen europäischen Nachbarländern hat man gute Erfahrungen damit gemacht, seegehende Großgeräte für alle Nutzenden in einem zentralen Pool vorzuhalten. Aufgrund des deutschen föderalen Systems und der unterschiedlichen Finanzierungswege und Zuständigkeiten bei Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wäre ein solches Modell jedoch nur unter großem Verhandlungsaufwand auf Deutschland übertragbar. Eher umsetzbar wäre aus Sicht des Wissenschaftsrats die Einrichtung eines Fonds zur Finanzierung des Großgerätebetriebs, der einer **virtuellen nationalen Infrastruktur** gleichkäme. Die Betriebskosten würden in diesem Fall aus einem gemeinsamen Mittelpool finanziert, der als dritte Instanz zwischen Einrichtungen und Zuwendungsgebern fungieren würde. Für die Nutzenden wäre diese Fondslösung nahezu ununterscheidbar von einer echten Poollösung. Wegen ihres zu erwartenden Verhandlungsaufwands empfiehlt der Wissenschaftsrat, zunächst pragmatisch und zeitnah bei externen Nutzungen eine Deckung der variablen Einsatzkosten aus **Projektmitteln** zu realisieren. Mit Blick auf ihre langjährigen Erfahrungen in der Förderung der Meeresforschung bittet der Wissenschaftsrat die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), die Schaffung eines Programms für die Förderung der Nutzung von seegehenden Großgeräten zu prüfen. Für die Finanzierung von Ersatz- oder Neuanschaffungen spricht sich der Wissenschaftsrat für eine **Roadmap als übergreifendes Planungsinstrument** aus. Dabei sollte die

wissenschaftliche Community eingebunden werden, indem ein Nutzerbeirat aus wissenschaftlichen und technischen Fachleuten gegründet wird, der Empfehlungen zu Investitionen abgibt. Konkrete Investitionsentscheidungen sind auch künftig im Rahmen der für die jeweiligen Einrichtungen geltenden Finanzierungsmechanismen zu treffen.

---

# A. Ausgangslage

---

## A.1 MEERESFORSCHUNG IN DEUTSCHLAND

---

### I.1 Themenfelder der Meeresforschung

Die Ozeane sind zentral für den Wärmehaushalt der Erde und die Regulation des Weltklimasystems. Sie speichern einen hohen Anteil des durch die Menschen erzeugten Kohlendioxids aus der Atmosphäre und nehmen einen Großteil der Wärme auf, die durch Sonneneinstrahlung entsteht. Gleichzeitig sind die marinen Ökosysteme immer stärkeren Belastungen ausgesetzt. Ozeane und Küstenmeere haben eine enorme Bedeutung nicht nur als Natur-, sondern auch als Lebens- und Wirtschaftsräume und stellen eine wertvolle Quelle für viele Ressourcen dar. Die Meere und ihre Küsten sind in ihrer geologischen, physikalischen und chemischen Dynamik, als wichtiger Teil des Weltklimasystems, als Lebensräume für eine Vielzahl von Lebewesen und als Kultur- und Wirtschaftsräume Gegenstand vielfältiger Forschungsaktivitäten. Zunehmend werden dabei übergreifende Themen interdisziplinär erforscht. Eine immer wichtigere Rolle spielen dabei der Klimawandel |<sup>1</sup> und andere gesellschaftliche Herausforderungen sowie die Frage der Energiesicherheit.

Deutschland hat sich politisch und völkerrechtlich zum Schutz der Ozeane verpflichtet. Es ist in internationale Programme und Initiativen eingebunden und leistet einen Beitrag zur Umsetzung international vereinbarter Ziele. Dazu zählen die Agenda 2030 mit den Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (SDGs – Sustainable Development Goals), insbesondere Ziel 13 „Maßnahmen zum Klimaschutz“ und Ziel 14, das eigens das „Leben unter Wasser“ adressiert. |<sup>2</sup> Deutschland beteiligt sich zudem an der Dekade der Meeresforschung

|<sup>1</sup> Der Weltklimarat (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) kam 2022 in seinem Bericht zu dem Ergebnis, dass der Klimawandel erhebliche Schäden und zunehmend irreversible Verluste in Meeresökosystemen an der Küste und im offenen Meer verursacht hat. Er schätzt das Ausmaß und die Größenordnung der Auswirkungen des Klimawandels als größer ein als in früheren Bewertungen. Zu den beobachteten Auswirkungen des Klimawandels gehören auch langsam einsetzende Prozesse wie der Verlust der Biodiversität, die Versauerung der Ozeane oder der Anstieg des Meeresspiegels; manche Auswirkungen näherten sich der Irreversibilität, wie z. B. die Auswirkungen der hydrologischen Veränderungen, die sich aus dem Rückzug der Gletscher ergeben (vgl. IPCC, 2022, S. 9).

Alle Weblinks in diesen Empfehlungen wurden zuletzt am 20.10.2023 abgerufen.

|<sup>2</sup> Vgl. <https://sdgs.un.org/2030agenda> und <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/leben-unter-wasser-schuetzen-1522310>.

für Nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (**United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development**) (2021–2030), die von der Zwischenstaatlichen Ozeanographischen Kommission (IOC) der United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) ausgerufen wurde. Im Rahmen der Dekade sollen wissenschaftliche Grundlagen und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung der marinen Ziele der Agenda 2030 entwickelt werden. Disziplin- und länderübergreifend sollen transformative Lösungen für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Ozeane umgesetzt werden. Das Seerechtsübereinkommen der Vereinten Nationen (SRÜ) bildet neben der Biodiversitätskonvention eine weitere völkerrechtliche Grundlage für Regelungen zur Umsetzung dieser Politikziele. |<sup>3</sup>

Auf europäischer Ebene arbeitet Deutschland an der Umsetzung der **EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL)** mit, die den Rahmen für einen ganzheitlichen Meeresschutz in der EU vorgibt (vgl. A.III.3). Ihre Maßnahmen werden gemeinsam von Bund und Ländern durchgeführt.

Das nationale Meeresforschungsprogramm der Bundesregierung **„MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit“** versteht sich als Beitrag zur UN-Dekade und adressiert mit seinen sechs Schwerpunkten deren sieben Themen. |<sup>4</sup> Der Schwerpunkt **„Globaler Wandel und Klimageschehen“** untersucht und analysiert die Veränderungen des Klimas und die bedeutende Rolle des Meeres im globalen Klimawandel. Ziel sind belastbare Prognosen durch Modellierung und Beobachtungen, um die Auswirkungen auf Ökosysteme, Fischerei, Küstenräume, maritime Wirtschaft, Tourismus und auf die gesamte Gesellschaft abschätzen zu können. Unter dem Schwerpunkthema **„Ökosystemfunktion und Biodiversität“** geht es darum, die Veränderungen der Systeme aufgrund menschlicher Einflüsse zu erfassen und die funktionelle Rolle der Biodiversität sowie die Wechselwirkungen mit den Stoff- und Energieflüssen zu verstehen. Im Bereich **„Globale Stoffkreisläufe und Energieflüsse“** steht das Verständnis der Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe im Zentrum, die die Ökosystemfunktionen beeinflussen. Die Forschungsaktivitäten im Schwerpunkt **„Umgang mit Naturgefahren“** dienen der Entwicklung neuer und verbesserter Verfahren zur Prognose und Früherkennung von sowie zum Schutz vor Naturgefahren mit dem Ziel der Schadens- und Risikominimierung der betroffenen Küstenregionen. Der Themenschwerpunkt **„Nachhaltige Ressourcennutzung“** befasst sich mit dem Problem einer verbindlichen Definition nachhaltiger Ressourcennutzung und deren erfolgreicher Umsetzung. Forschungsaktivitäten tragen dazu bei, die Folgen der Gewinnung und Nutzung mariner Ressourcen abzuschätzen. **„Governance und**

|<sup>3</sup> Vgl. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/nachhaltigkeitspolitik/leben-unter-wasser-schuetzen-1522310>.

|<sup>4</sup> Vgl. Diese lauten „ein sauberer Ozean“, „ein gesunder und widerstandsfähiger Ozean“, „ein produktiver Ozean“, „ein vorausschauender Ozean“, „ein sicherer Ozean“, „ein zugänglicher Ozean“ und „ein inspirierender Ozean“ (vgl. <https://www.unesco.de/kultur-und-natur/wasser-und-ozeane/ozeane/start-un-dekade-ozeanforschung> bzw. <https://oceanecade.org/vision-mission/>).

**Partizipation**“ sind schließlich zentral, um allgemein gültige Vereinbarungen zum Schutz der Meere treffen und umsetzen zu können, und damit wichtiger Bestandteil aller Themenfelder.

Im Rahmen von MARE:N wurden so genannte **Agendaprozesse** initiiert, die Forschungsbedarfe in der Küsten-, Meeres- und Polarforschung identifiziert haben. Der Agendaprozess „Küste im Wandel“ des Verbundes „Küstenforschung Nordsee – Ostsee“ (KüNO) (vgl. auch A.I.3) adressiert in sechs interdisziplinären Forschungsverbänden die Themen Klima- und Küstendynamik, Biodiversität und Nahrungsnetze sowie Ökosystembasierter Küstenschutz. Ziel des KüNO-Forschungsprogramms ist, die wissenschaftlichen Grundlagen für ein ökosystemorientiertes, nachhaltiges Management der Küstenressourcen zu verbessern. Dabei soll mittels trans- und interdisziplinärer Forschung auch die Komplexität der Themen im Küstenraum deutlich werden. |<sup>5</sup>

Der Agendaprozess „Blauer Ozean“ widmet sich der Bedeutung des Ozeans als Klimaregulator, Lebens-, Natur- und Wirtschaftsraum. Teil der Forschungsagenda sind die fünf Forschungsfelder „Ozeandynamik im Wandel“; „Marine Ökosysteme unter Stress“; „Umgang mit marinen Naturgefahren“; „Nachhaltige Nutzung mariner Ressourcen“ und „Ozean-Governance und gesellschaftlicher Wandel“. |<sup>6</sup> In einem dritten Agendaprozess stehen die Themenschwerpunkte und Forschungsbedarfe in der Polarforschung im Fokus („Polarregionen im Wandel“). |<sup>7</sup>

Die **Deutsche Allianz Meeresforschung** (DAM, s. A.I.3), als Koordinationsgremium von Meeresforschungseinrichtungen, Küstenländern und Bundesregierung gegründet, initiiert langfristige, wirkungs- und anwendungsorientierte Forschungsmissionen. Diese sollen transdisziplinär ausgerichtet sein und sich auf aktuelle und relevante gesellschaftliche Herausforderungen der Meeresforschung fokussieren. Kernaufgabe ist es, wissenschaftsbasierte Entscheidungen zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Küsten, Meere und Ozeane zu ermöglichen und dabei bestehende Aktivitäten von außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Hochschulen zu vernetzen.

Die erste DAM-Forschungsmission **„Marine Kohlenstoffspeicher als Weg zur Dekarbonisierung“** wurde 2021 begonnen und läuft bis Juli 2024. In sechs Verbundprojekten wird erforscht, wie die klimaregulierende Wirkung des Ozeans in Zukunft verstärkt werden kann und Fragen nach Zusammenhängen mit und Auswirkungen auf die Meeresumwelt, das Erdsystem und die Gesellschaft nachgegangen. Zeitlich parallel dazu läuft die zweite Forschungsmission **„Schutz und**

|<sup>5</sup> Vgl. <https://deutsche-kuestenforschung.de/mission.html>.

|<sup>6</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Begleitkreis Mare:N „Blauer Ozean“, 2018, S. 5.

|<sup>7</sup> Vgl. Wissenschaftlicher Begleitkreis Mare:N „Forschungsagenda Polarregionen im Wandel“, 2021.

**nachhaltige Nutzung mariner Räume**“ (Kurztitel: sustainMare); sie adressiert den Wirtschaftszweig der so genannten „Blue Economy“ und untersucht in zwei Pilotvorhaben und fünf Forschungsverbänden die ökologischen, ökonomischen und sozialen Auswirkungen der Nutzung und Belastung verschiedener Meeresregionen. |<sup>8</sup> Die dritte DAM-Forschungsmission trägt den Titel „**Wege zu einem verbesserten Risikomanagement im Bereich mariner Extremereignisse und Naturgefahren**“ und soll im Januar 2024 starten. Sie ist den Wechselwirkungen zwischen Extremereignissen/Naturgefahren und ihren langfristigen Auswirkungen auf marine Ökosysteme und das menschliche Leben an der Küste gewidmet. |<sup>9</sup>

Zukünftig wichtige Themenfelder der Meeresforschung mit hoher gesellschaftlicher Relevanz adressiert auch das **Konsortium Deutsche Meeresforschung (KDM)**, in dem die meeresforschenden Einrichtungen Deutschlands zusammengeschlossen sind. Dies geschieht in den im Folgenden dargestellten **Strategiegruppen** Marine Biodiversitätsforschung; Küstenforschung; Meeresschutzgebiete, Multi-Use; Mineralische Ressourcen; Ozeanzirkulation und Veränderungen im Klima; Nachhaltige Ozeanbeobachtungen sowie Marine Sozial- und Kulturwissenschaften.

**Marine Biodiversitätsforschung** ist angesichts der rasant zunehmenden Biodiversitätsverluste und von Problemen, wie Einwanderungen neuer Arten, von großer Bedeutung. Die zentralen Fragen der marinen Biodiversitätsforschung beziehen sich auf das Erfassen der Biodiversität auf der Erde, auf die Mechanismen und die zu erwartenden Veränderungen der Biodiversität sowie ihre Konsequenzen auf die Ökosystemfunktionen und auf den Menschen. |<sup>10</sup>

Die Strategiegruppe **Küstenforschung** widmet sich marinen und terrestrischen Einflüssen auf die Küstenzonen. Ein Ziel der Küstenforschung ist es, den Wandel in den Küstenmeeren mit Hilfe von Daten nachzuvollziehen und die Folgen menschlicher Aktivitäten besser abschätzen zu können.

Die verstärkte Nutzung der Meere und besonders die stark beschleunigte Nutzung der Küsten- und Schelfmeere, aber auch der Hohen See machen zusätzliche Maßnahmen zum Schutz der Ozeane und Meere erforderlich. Eines der meistgenutzten Instrumente ist die Ausweisung von **Meeresschutzgebieten** (MPAs – Marine Protected Areas). Das Management dieser oft abgelegenen Gebiete erfordert das Engagement einer Vielzahl von Disziplinen, um entscheidende Daten

|<sup>8</sup> Vgl. <https://www.allianz-meeresforschung.de/kernbereiche/forschung/meere-schuetzen-und-nachhaltig-nutzen/>.

|<sup>9</sup> Vgl. <https://www.allianz-meeresforschung.de/news/bekanntmachung-fuer-3-forschungsmission-der-da-m-veroeffentlicht/>.

|<sup>10</sup> Vgl. <https://www.deutsche-meeresforschung.de/strategie/strategiegruppen/biodiversitaet/>.

und Kenntnisse zu liefern. Dieser Thematik widmet sich die Strategieguppe Meeresschutzgebiete; Multi-Use. |<sup>11</sup>

Statt wirtschaftlicher und geostrategischer Interessen vergangener Jahrzehnte stehen **Mineralische Ressourcen** und die potenziellen Umweltauswirkungen des Abbaus mariner Bodenschätze heute im Fokus der Forschung und einer KDM-Strategieguppe. Dazu gehört auch die Untersuchung von Tiefsee-Ökosystemen und der negativen Auswirkungen des Tiefseebergbaus auf die biologische Vielfalt sowie auf die Ökosystemfunktionen und -services. |<sup>12</sup>

Die Interaktion von **Ozeanzirkulation und Veränderungen im Klima** sind Gegenstand einer weiteren Strategieguppe. Dabei spielen die verschiedenen physikalischen, chemischen und biologischen Vorgänge im Meer eine wichtige Rolle, wie z. B. am Phänomen der Versauerung der Meere durch die Aufnahme von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) durch den Ozean deutlich wird.

Um Veränderungen des Meeres erkennen zu können, bedarf es **einer nachhaltigen Ozeanbeobachtung**. Eine der KDM-Strategieguppen adressiert daher den derzeitigen und künftigen Beobachtungsbedarf und die damit verbundenen technologischen Herausforderungen. Dabei spielen Datenerhebungsprozesse und der Umgang mit Forschungsdaten eine wichtige Rolle, z. B. der Austausch von Metadaten und Daten aus Beobachtungsaktivitäten mit nationalen, europäischen und internationalen Datenzentren und Aggregatoren.

Darüber hinaus widmet sich eine Strategieguppe dem Verhältnis zwischen Mensch und Meer, da das Feld der **Marinen Sozial- und Kulturwissenschaften** durch die stetig zunehmende Nutzung des Meeres durch die Menschen an Bedeutung gewinnt.

Die Programme der außeruniversitären Forschungseinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft und der Leibniz Gemeinschaft setzen ebenfalls jeweils thematische Schwerpunkte: Im Rahmen der **Programmorientierten Förderung der Helmholtz-Gemeinschaft (PoF)** führt der Forschungsbereich Erde und Umwelt seit 2021 „**Changing Earth – Sustaining our Future**“ als gemeinsames Forschungsprogramm durch. Das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) koordiniert das Themenfeld 2 „Ozeane und Kryosphäre im Klimawandel“. |<sup>13</sup> Das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (GEOMAR) leitet das Themenfeld 6 „Marines und polares Leben: Erhaltung der biologischen Vielfalt, der biotischen Wechselwirkungen und der

|<sup>11</sup> Vgl. <https://www.deutsche-meeresforschung.de/strategie/strategieguppen/strategieguppe-mpasmu/>.

|<sup>12</sup> Vgl. <https://www.deutsche-meeresforschung.de/strategie/strategieguppen/mineralische-ressourcen/#Schwerpunkte> sowie <https://storymaps.arcgis.com/stories/9df4af63795342389615f01c8ae0a86e>.

|<sup>13</sup> Vgl. <https://www.awi.de/forschung/forschungs-programm.html>.

biogeochemischen Funktionen“, an dem auch das AWI mitarbeitet. |<sup>14</sup> Am AWI werden dabei schwerpunktmäßig die Polarregionen und Fragestellungen im Nordseeumfeld bearbeitet, am GEOMAR Gebiete in mittleren und niederen Breiten sowie die Tiefsee.

Am Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) läuft seit 2013 das **Forschungsprogramm „Küsten. Meer. Verstehen.“**, das bis 2024 verlängert wurde. |<sup>15</sup> Die Forschung orientiert sich sektionsübergreifend an den vier Schwerpunkten „Klein- und mesoskalige Prozesse“; „Beckenweite Ökosystemdynamik“; „Ökosysteme im Wandel“ sowie „Küstenmeere und Gesellschaft“.

Im Rahmen der Dekade der Meeresforschung für Nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen koordiniert das GEOMAR das globale Programm der Initiative „Digital Twins of the Ocean“ (DITTO). **Digitale Zwillinge des Ozeans** spielen eine wichtige Rolle als Grundlage einer international abgestimmten Ozeanbeobachtung auf Basis von globalen Klima- und Ozeanmodellen. Sie sind digitale Abbilder des Meeres und werden eingesetzt, um Modelle zu testen und Umweltveränderungen zu simulieren. |<sup>16</sup> Darüber hinaus koordiniert das GEOMAR das Dekadenprogramm GOOD – Global Ocean Oxygen Decade, das sich mit dem Sauerstoffverlust der Ozeane durch anthropogene Treibhausgasemissionen und durch die Verschmutzung durch Nährstoffe und organische Abfälle befasst. Es soll das Bewusstsein für die Ozeanübersättigung schärfen, Wissen für Maßnahmen bereitstellen und Strategien und Lösungen zur Abschwächung und Anpassung entwickeln. |<sup>17</sup>

## 1.2 Einrichtungen der Meeresforschung

Die Meeres- und Polarforschung wird in Deutschland zum großen Teil an außer-universitären Forschungseinrichtungen betrieben. In der **Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren** (HGF) sind drei Einrichtungen angesiedelt, das AWI, das Helmholtz-Zentrum Hereon (Hereon) mit Sitz in Geesthacht, sowie das GEOMAR. Darüber hinaus ist das Helmholtz-Institut für Funktionelle Marine Biodiversität (HIFMB) in Oldenburg als institutionelle Kooperation zwischen dem AWI und der Carl von Ossietzky Universität in Oldenburg zu nennen. Daneben gibt es drei **Leibniz-Institute** mit Schwerpunkten in der Meeresforschung, das IOW, das Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung (ZMT) und die Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN), die

|<sup>14</sup> Vgl. <https://www.geomar.de/forschen/forschungsprogramm-changing-earth-sustaining-our-future>.

|<sup>15</sup> Vgl. <https://www.io-warnemuende.de/forschungsprogramm.html>.

|<sup>16</sup> Zum Digital Twins of the Ocean Programme DITTO vgl. <https://ditto.geomar.de/>; zum Forschungsfokus am GEOMAR vgl. <https://www.geomar.de/forschen/irf/digitaler-ozean-zwilling>.

|<sup>17</sup> Vgl. <https://www.geomar.de/entdecken/ozeandekade>.

drei Abteilungen im Bereich der Meereskunde unterhält. |<sup>18</sup> Zwei **Max-Planck-Institute** (MPI) sind ebenfalls der Meeresforschung gewidmet, die marin arbeitenden Abteilungen des MPI für Meteorologie (MPI-M) in Hamburg und das MPI für Marine Mikrobiologie (MPIMM) in Bremen. Die beiden größten Institute der Meeresforschung in Deutschland sind das Kieler GEOMAR mit dem Schwerpunkt Ozeanforschung sowie das AWI in Bremerhaven mit Schwerpunkten im Bereich der Polarforschung sowie auch der Küstenforschung.

Daneben sind eine Reihe größerer Meeresforschungseinrichtungen an Universitäten in den norddeutschen Küstenländern angesiedelt: das Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) in Oldenburg, das HIFMB in Oldenburg, das Zentrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) an der Universität Hamburg, an dem u. a. das Meteorologische Institut und das Institut für Meereskunde der Universität beteiligt sind, und das Zentrum für interdisziplinäre Meereswissenschaften Kiel Marine Science (KMS) an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU). Das Zentrum für Marine Umweltwissenschaften (MARUM) in Bremen ist eine organisatorische Grundeinheit und „Research Faculty“ an der Universität Bremen und betreibt eine Reihe seegehender Großgeräte. |<sup>19</sup>

Im Rahmen der **Exzellenzinitiative** des Bundes und der Länder wurden bzw. werden drei Exzellenzcluster auf dem Gebiet der Meeres- und Polarforschung gefördert: Das Exzellenzcluster **„Ozean der Zukunft“** an der CAU, dem Leibniz-Institut für Meereswissenschaften (IfM-GEOMAR) |<sup>20</sup>, dem Institut für Weltwirtschaft (IfW) und der Muthesius Kunsthochschule lief bis 2019. Das Exzellenzcluster **„Ozean im System Erde“**, das auch am MARUM in Bremen angesiedelt war und an dem ebenfalls das AWI, das MPIMM, das Forschungsinstitut Senckenberg und das ZMT sowie außerdem die Jacobs University Bremen beteiligt waren, setzt die Arbeit des 2001 gegründeten, durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) finanzierten Forschungszentrums **„Ozeanränder“** fort und wurde 2007–2018 über die Exzellenzinitiative gefördert. Seit 2019 wird am MARUM das Exzellenzcluster **„Der Ozeanboden – unerforschte Schnittstelle der Erde“** gefördert (bis 2026), an dem das MPIMM, das Forschungsinstitut Senckenberg am Meer, das AWI, die Constructor University sowie die Universität Oldenburg mit dem ICBM und das ZMT beteiligt sind.

Im Bereich der Atmosphären-, Meeres- und Klimaforschung wurde zudem das Hamburger Exzellenzcluster **„Integrierte Klimasystemanalyse und -vorhersage“**

|<sup>18</sup> Am Forschungsinstitut Senckenberg am Meer in Wilhelmshaven und Hamburg sind die Abteilungen „Meeresforschung“ und „Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung (DZMB)“ angesiedelt, am Senckenberg Forschungsinstitut und Naturmuseum Frankfurt am Main die Abteilung „Marine Zoologie“.

|<sup>19</sup> Daten zur Nutzung der für die Empfehlungen relevanten regionalen Schiffe im Zeitraum 2017–2022 zeigen, dass Anträge beim Begutachtungspanel Forschungsschiffe (GPF) (vgl. Kap. A.IV) fast ausschließlich von Angehörigen norddeutscher Einrichtungen eingereicht wurden. Ein ähnliches Bild ergibt die Betrachtung der Fahrten in der Datenbank SeaDataNet (Herkunftseinrichtungen der Chief Scientists), vgl. <https://csr.seadatanet.org/>.

|<sup>20</sup> Seit 2012 umbenannt in GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel.

von 2007–2018 gefördert, das u. a. globale und regionale Wärmeaufnahme der Ozeane und Veränderungen des Meeresspiegels behandelte; neben der antragsstellenden Universität Hamburg waren das MPI-M, das Helmholtz-Zentrum Heron Geesthacht (bis 2021 unter dem Namen Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)) und das Deutsche Klimarechenzentrum beteiligt. Unter der **Exzellenzstrategie** (ExStra) wird seit 2019 das Exzellenzcluster „**Climate, Climatic Change, and Society (CLICCS)**“ gefördert. Neben den zuvor involvierten Hamburger Einrichtungen sind an diesem Cluster die Technische Universität Hamburg, die HafenCity Universität Hamburg, die Helmut-Schmidt-Universität der Bundeswehr, das German Institute for Global and Area Studies – Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien (GIGA) sowie das Institut für Friedensforschung und Sicherheitspolitik an der Universität Hamburg beteiligt. Erforscht werden hier auch die Rückkoppelungsprozesse im Klimasystem sowie die Wechselwirkung mit sozio-ökonomischen Systemen. |<sup>21</sup>

Als **Betreiberinnen von Forschungsschiffen** (FS) kommt den Helmholtz Einrichtungen GEOMAR und AWI sowie dem Leibniz-Institut IOW eine zentrale Rolle zu. Das AWI koordiniert die deutsche Polarforschung, erforscht aber auch die Nordsee und ihre deutschen Küstenregionen; es betreibt den Forschungseisbrecher Polarstern, das regionale Forschungsschiff Heincke, den Forschungskutter Uthörn (II) sowie das lokale Küstenforschungsschiff Mya II. Am GEOMAR werden das regionale Forschungsschiff Alkor und der Forschungskutter Littorina betrieben. Das IOW konzentriert sich bei seiner Forschung besonders auf Küsten- und Randmeere und nimmt das Ökosystem Ostsee in den Fokus. Es betreibt das regionale Forschungsschiff Elisabeth Mann Borgese (EMB) (vgl. A.II sowie Tabelle 1). |<sup>22</sup> Das AWI ist die größte Einrichtung in Hinblick auf die Personalkapazitäten, im Jahr 2022 waren dort in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) mit rund 1.115 VZÄ die meisten Personen beschäftigt. Der Anteil des wissenschaftlichen Personals lag mit rund 407 VZÄ bei rund 37 %. Am GEOMAR waren im Jahr 2022 Mitarbeitende im Umfang von 628 VZÄ angestellt, von denen 206 VZÄ auf Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fielen (rund 33 %). Am IOW umfasste das Personal rund 215 VZÄ. Hier ist der Anteil des wissenschaftlichen Personals mit rund 42 % (90,5 VZÄ) etwas höher als bei den anderen beiden Einrichtungen (vgl. Tabelle 2). |<sup>23</sup>

Neben den universitären und außeruniversitären Einrichtungen sind vier **Resortforschungseinrichtungen** von Bundesministerien in der Meeresforschung aktiv: das Bundesamt für Naturschutz (BfN) und das Umweltbundesamt für das

|<sup>21</sup> Vgl. <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/38787541?context=projekt&task=showDetail&id=38787541&> sowie <https://gepris.dfg.de/gepris/projekt/390683824>.

|<sup>22</sup> Als weiteres Leibniz Institut betreibt Senckenberg am Meer das Küstenforschungsschiff „Senckenberg“.

|<sup>23</sup> Der Unterschied ist vor dem Hintergrund der Funktion der Helmholtz-Zentren zu sehen, national und international bedeutende Forschungsinfrastrukturen bereitzustellen.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV), die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) als nachgeordnete Behörde des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) aus dem Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) und das Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Alle vier Ressortforschungseinrichtungen betreiben eigene Schiffe.

### I.3 Organisation und Governance der Meeresforschung

Die wichtigsten Gremien der Selbstorganisation der deutschen Meeres- und Polarforschung sind die 2019 von den Einrichtungen, dem Bund und den norddeutschen Bundesländern Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein gegründete **Deutsche Allianz Meeresforschung (DAM)** und das seit 2004 bestehende **Konsortium Deutsche Meeresforschung (KDM)** (vgl. Tabelle 3 und Tabelle 4).

Die DAM hat 24 Mitglieder und wird im Verhältnis 80 zu 20 vom Bund und den fünf norddeutschen Bundesländern als Plattform zur Koordinierung und strategischen Weiterentwicklung der deutschen Meeresforschung gefördert, „um die internationale Spitzenposition der deutschen Meeresforschung weiter auszubauen, den Wissenschaftsstandort Deutschland zu stärken und einen Beitrag zur Erforschung des globalen Klimawandels zu leisten“. |<sup>24</sup> Ihr Ziel ist es, „den nachhaltigen Umgang mit den Küsten, Meeren und Ozeanen“ zu stärken „durch Forschung und Transfer, Datenmanagement und Digitalisierung sowie die Koordinierung der Infrastrukturen.“ |<sup>25</sup> Ihre zentrale Aufgabe liegt in der Konzeption und Durchführung von Forschungsmissionen, die im Rahmen von anwendungsnahen langfristigen Verbundprojekten durchgeführt werden. Insgesamt stehen jährlich bis ca. 18 Mio. Euro von Bund und Ländern zur Finanzierung der Forschungsmissionen zur Verfügung. Aufgabe der DAM ist es darüber hinaus, ein Datenmanagementkonzept für die Meeresforschung und einen offenen Zugang nach den FAIR Prinzipien |<sup>26</sup> zu erarbeiten. Der Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse aus den Missionen heraus in die Politik, Wirtschaft und Gesellschaft ist zudem eine zentrale Querschnittsaufgabe der DAM. Ihrem vierten

|<sup>24</sup> Präambel der Verwaltungsvereinbarung zum Aufbau und zur Förderung einer Deutschen Allianz Meeresforschung vom 18. Juli 2019, S. 1 (<https://www.allianz-meeresforschung.de/app/uploads/2020/01/2019-DAM-Verwaltungsvereinbarung.pdf>).

|<sup>25</sup> Mission Statement der DAM (<https://www.allianz-meeresforschung.de/kernbereiche/transfer/nachhaltigkeit>).

|<sup>26</sup> Die „FAIR guiding principles for scientific data management and stewardship“ definieren für den Umgang mit Forschungsdaten, dass diese findable, accessible, interoperable, and reusable sein müssen, also auffindbar, zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar (vgl. <https://www.go-fair.org/fair-principles>).

Kernbereich Koordinierung der Infrastruktur ist der Auftrag zugeordnet, Konzepte zur Optimierung des Großgeräteinsatzes zu entwickeln.

Das KDM wurde als Verein der meeresforschenden Einrichtungen Deutschlands 2004 gegründet und ist über Mitgliedsbeiträge grundfinanziert. Seit 2018 ist es insbesondere mit der Strategieentwicklung und der internationalen Vernetzung der Meeresforschungsgemeinschaft befasst. Es ist Mitglied des European Marine Board und darüber in den multilateralen europäischen Austausch über Meeresforschung und die dafür eingesetzte Forschungsinfrastruktur eingebunden. Das KDM arbeitet eng mit der DAM zusammen. Beide Vereine streben in den kommenden Jahren eine Zusammenführung ihrer Aktivitäten an, um größere Wirkung zu erzielen, und wollen perspektivisch in einem neuen Verein aufgehen.

Eine gemeinsame Initiative der DAM und des KDM ist das Zukunftsforum Ozean (ZFO), das sich als disziplinübergreifendes Gremium der Meeresforschungsgemeinschaft übergeordneten wissenschaftlichen Fragestellungen widmet und dabei unterstützt, die Interessen der Meeresforschung zu vertreten und sichtbar zu machen. |<sup>27</sup>

Projektförderung, die die institutionelle Förderung komplementiert, findet zu einem großen Teil unter dem Dach der Forschungsstrategie „Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)“ des **Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)** statt, das damit ebenfalls eine koordinierende Funktion erfüllt. Aufgrund des trans- und interdisziplinären Charakters der Meeresforschung und der Herausforderungen der Zukunft, die die Beteiligung gesellschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Akteure erfordern, hat die Bundesregierung unter der Federführung des BMBF 2016 mit „**MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit**“ ein ressortabgestimmtes Forschungsprogramm ausgerichtet an den UN-Nachhaltigkeitszielen aufgesetzt (vgl. auch A.I.1). Das Programm ist insbesondere auf kurz- bis mittelfristige Forschungsfragen der Küsten-, Meeres- und Polarforschung ausgelegt und stellt einen „offene[n], lernende[n] Handlungsrahmen“ dar. |<sup>28</sup> Im Rahmen der **Agendaprozesse** werden die Forschungsbedarfe in der Küsten-, Meeres- und Polarforschung identifiziert; Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft entwickeln dabei Fördermaßnahmen zu zukunftsrelevanten Forschungsthemen. Auf Basis der Ergebnisse der Prozesse „Küste im Wandel“, „Blauer Ozean“ und „Polarregionen im Wandel“ wurden Förderbekanntmachungen formuliert, die seit dem Jahr 2020 umgesetzt werden. |<sup>29</sup>

|<sup>27</sup> Vgl. <https://www.deutsche-meeresforschung.de/strategie/zukunftsforum-ozean/>.

|<sup>28</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2020, S. 11.

|<sup>29</sup> Vgl. <https://www.fona.de/de/forschung-fuer-die-zukunft-der-meere>.

Die im Agendaprozess „Küste im Wandel“ identifizierten Themen (vgl. A.I.1) werden im Rahmen des bestehenden Forschungsschwerpunktes „Küstenforschung Nordsee-Ostsee“ (KüNO) bearbeitet.

Auch die Forschungsmissionen der DAM werden auf der Grundlage von MARE:N vom BMBF gemeinsam mit den fünf norddeutschen Bundesländern gefördert und leisten einen Beitrag zur Umsetzung des Forschungsprogramms, indem sie Forschungsbedarfe der Agendaprozesse adressieren.

Um die Erfüllung der ihnen übertragenen Aufgaben sicherzustellen, schließen die Ressortforschungseinrichtungen insbesondere im Bereich des Monitoring Verwaltungsvereinbarungen mit Einrichtungen der Meeresforschung. Diese stellen für die Einrichtungen der Meeresforschung eine Ergänzung zu institutionellen Forschungsprogrammen dar. Für die Ressortforschungseinrichtungen stellen die Verwaltungsvereinbarungen eine Möglichkeit dar, bei Kapazitätsproblemen Aufgaben an andere meeresforschende Einrichtungen zu übertragen und die Erfüllung von Aufgaben, z. B. im Rahmen internationaler Abkommen, sicherzustellen. Während das Chartern von Schiffen in solchen Fällen mit hohen Kosten und durch EU-weite Ausschreibungsverfahren mit einem hohen administrativen Aufwand und langem Vorlauf verbunden sein kann, können Verwaltungsvereinbarungen mit einem geringen Aufwand administriert werden. Sie werden insbesondere bei langjährigen Projekten, genutzt. So betreibt z. B. das IOW für das Ostsee-Monitoring des BSH im Rahmen des Helsinki-Abkommens (HELCOM) im Auftrag des BSH Stationen in der Ostsee und führt regelmäßige Fahrten mit der EMB durch. |<sup>30</sup> Die Verwaltungsvereinbarungen beinhalten Bestimmungen zur jährlichen Arbeitsplanung und regeln u. a. die Nutzung und Veröffentlichung der Arbeitsergebnisse sowie die Erstattung von Kosten.

## **A.II AKTUELLER BESTAND DER DEUTSCHEN MARINEN FORSCHUNGSFLOTTE**

---

Die Meeresforschung verwendet je nach Zweck Schiffe und Boote in unterschiedlichen Größen, die für Planungs- und Vergleichszwecke in Klassen eingeordnet werden. Ein gebräuchliches Klassifikationsschema für Forschungsschiffe ist die von der Ocean Facilities Exchange Group (OFEG) verwendete Unterscheidung nach Haupteinsatzgebiet und Größe mit den Kategorien „global“ (G), „ozeanisch“ (O), „regional“ (R) und „lokal“ (L). Schiffe der globalen Klasse sind weltweit bis in die Polarregionen im Einsatz, Schiffe der Ozeanklasse in den (äußeren) Ozeanen und Schiffe der regionalen Klasse in regionalen Meeren und dem Kontinentalschelf. Andere daran angelehnte Klassifizierungsschemata ziehen auch

|<sup>30</sup> Vgl. <https://www.io-warnemuende.de/umweltueberwachung.html>.

weitere Kriterien wie die Länge der Schiffe und die Zahl der Wissenschaftlerplätze zur Einordnung von Forschungsschiffen heran. |<sup>31</sup>

Die marine Forschung in Deutschland verfügt zurzeit über sieben hochseetaugliche Forschungsschiffe. Der Forschungseisbrecher Polarstern sowie die Forschungsschiffe Meteor und Sonne gehören zu den Forschungsschiffen der Klasse „global“. Das Forschungsschiff Maria Sybilla Merian gilt nach der OFEG-Klassifizierung als „ozeanische“ Einheit. |<sup>32</sup> Diese Kategorie kann für die deutschen Forschungsschiffe mit „nordatlantisch“ gleichgesetzt werden. Daneben werden im Bereich des BMBF aktuell drei „regionale“ Forschungsschiffe für die europäischen Schelfmeere, insbesondere Nord- und Ostsee, betrieben: die Schwesterschiffe FS Alkor und FS Heincke sowie das Forschungsschiff Elisabeth Mann Borgese (vgl. dazu auch Tabelle 1).

## II.1 Globale und ozeanische Schiffe

Schiffe der Kategorie „global“ sind durch eine Länge von mehr als 65 m definiert, ihre Windenkapazität übersteigt 6 000 m, sie verfügen über komplexe Lot- und Kommunikationstechnologien und können mehr als 40 Tage auf See bleiben. Ihre Ladekapazität für wissenschaftliche Großgeräte und Container ist größer als 100 000 kg und die Zahl der wissenschaftlichen Besatzung übersteigt 25. Sie operieren auf allen Weltmeeren. Im Jahr 2010 hatte der Wissenschaftsrat Empfehlungen zu diesem Segment an Forschungsschiffen veröffentlicht.

Das Tiefseeforschungsschiff **Sonne** wurde 2014 in Dienst gestellt. Es wird von der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe (LDF) an der Universität Hamburg betrieben (Eigner: BMBF, Besitzer: Land Niedersachsen) und kommt vorwiegend im pazifischen und indischen Ozean zum Einsatz. Sein Heimathafen ist Wilhelmshaven. Das Forschungsschiff gilt als besonders energieeffizient und umweltfreundlich, da es schwefelarmen Dieseltreibstoff tankt und die Abgase von Stickstoffoxiden gereinigt werden; der Treibstoffverbrauch wird zudem durch eine optimierte Rumpfkonstruktion und dieselektrischen Antrieb gesenkt und es gibt ein Abwärmenutzungskonzept. Auch ist die Sonne in der Lage, besonders leise und vibrationsarm zu fahren. |<sup>33</sup> Die Sonne hatte eine gleichnamige Vorgängerin, die 36 Jahre im Dienst war. Der Wissenschaftsrat hatte in seinen Empfehlungen 2010 den bereits 2008 von den Küstenländern Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Hamburg und Bremen und dem Bund vereinbarten Neubau befürwortet und dazu Empfehlungen ausgesprochen. Die Forschungsschwerpunkte der „neuen“ Sonne wurden auf alle marinen Forschungs-

|<sup>31</sup> Zur Definition vgl. <https://www.ofeg.org/np4/54> sowie Nieuwejaar, P./Mazauric, V./Betzler, C. et al., 2019, S. 17.

|<sup>32</sup> Das European Marine Board listet die beiden Schiffe als „global“ (ebd. S. 122).

|<sup>33</sup> Vgl. BMBF, 2016, S. 9.

zweige ausgedehnt, so dass das Schiff in verschiedenen Disziplinen der Meeresforschung genutzt werden kann. |<sup>34</sup>

Der Forschungseisbrecher **Polarstern** wurde 1982 in Dienst gestellt; sein Heimathafen ist Bremerhaven. Als für die Polarforschung konzipiertes Schiff liegt sein Einsatzgebiet im Nord- und Südpolarmeer. Dort werden Forschungsarbeiten in der Biologie, Geologie, Geophysik, Glaziologie, Chemie, Ozeanographie und Meteorologie durchgeführt. Zuletzt fand die Polarstern durch die Arktisexpedition MOSAiC zur Untersuchung des Arktisklimas (September 2019 bis Oktober 2020) viel öffentliche Aufmerksamkeit, die vom AWI geleitet und medial intensiv begleitet wurde. |<sup>35</sup> Die Erneuerung der Polarstern, die vom Wissenschaftsrat 2010 empfohlen wurde, befindet sich derzeit in der Umsetzungsphase: Der Bundestag genehmigte im Mai 2022 eine Budgetanpassung, mit der die Ausschreibung des Bauauftrags für ein Nachfolgeschiff **Polarstern II** durch das AWI als Betreiber des Schiffes beginnen konnte. |<sup>36</sup> Die Polarstern II soll eine Eisschicht von bis zu 1,8 m durchbrechen können. Sie soll umweltfreundlicher sein, indem z. B. der Stickstoffoxidausstoß deutlich reduziert werden soll. Das alte Forschungsschiff Polarstern soll nach einer Überprüfung bis zur voraussichtlichen Fertigstellung des Neubaus im Jahr 2028 fahren können und wäre dann 46 Jahre alt.

Das 1986 in Dienst gestellte Forschungsschiff **Meteor** ist das drittgrößte Forschungsschiff Deutschlands. Sein Heimathafen ist Hamburg; sein Einsatzgebiet der Atlantik, der Ostpazifik, der Westindische Ozean, das Mittelmeer und die Ostsee. Die Meteor dient Untersuchungen von Atmosphäre, Wassersäule, marinen Lebewesen und dem Ozeanboden; sie verfügt über 28 Plätze für wissenschaftliches Personal. Der Bau der Meteor wurde vom BMBF finanziert, die laufenden Kosten des Betriebs werden zu 70 % von der DFG und zu 30 % vom BMBF übernommen. 2010 hatte der Wissenschaftsrat den Bau eines neuen globalen Forschungsschiffs empfohlen; diese Empfehlung wird mit dem Bau der neuen Meteor IV umgesetzt, die derzeit von zwei Werften in Niedersachsen gebaut wird. |<sup>37</sup> Die neue Meteor soll 2026 fertiggestellt werden und die derzeitige Meteor sowie die 2019 außer Dienst gestellte Poseidon ersetzen. Sie soll weltweit und interdisziplinär mit einem Einsatzschwerpunkt im Atlantik eingesetzt werden.

|<sup>34</sup> Vgl. <https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/umwelt-und-klima/kuesten-meeres-und-polarforschung/das-forschungsschiff-sonne/das-forschungsschiff-sonne.html>.

|<sup>35</sup> Vgl. <https://www.awi.de/im-fokus/mosaic-expedition.html>.

|<sup>36</sup> Vgl. AWI (<https://www.awi.de/expedition/schiffe/polarstern-ii.html>) sowie <https://www.forschung-und-lehre.de/politik/bundestag-genehmigt-zusatzmittel-fuer-forschungsschiff-4731>.

|<sup>37</sup> Vgl. Pressemitteilung des BMBF vom 21.01.2022 (<https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/2022/01/210122-Meteor.html>).

Das Forschungsschiff **Maria S. Merian** wurde 2006 in Dienst gestellt. Sein Heimathafen ist Rostock. Mit Blick auf die Einsatzgebiete zeichnet es sich gegenüber anderen Forschungsschiffen vor allem durch seine Eisrandfähigkeit aus. Es kann in der Eisklasse E3 Eisdicken bis 0,8 m brechen. |<sup>38</sup> Forschende nutzen die Maria S. Merian im subpolaren Nordmeer, im Nordatlantik und im Mittelmeer. Sie bietet mit Labor- und Arbeitsräumen Platz für 23 Forschende und 23 Besatzungsmitglieder. Wie auch die Meteor wird der laufende Schiffsbetrieb der Maria S. Merian von der DFG als „Hilfseinrichtung der Forschung“ gemeinsam mit dem BMBF (70 zu 30) finanziert. Die Investitionskosten teilten sich das BMBF sowie die Küstenbundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Bremen und Hamburg. |<sup>39</sup>

Bis Dezember 2019 betrieb das GEOMAR zudem das ozeanische Forschungsschiff **Poseidon** mit Heimathafen Kiel, das wie die Maria S. Merian und die regionalen Forschungsschiffe als „mittelgroß“ kategorisiert war. Die Poseidon diente auch als Plattform, von der aus das Forschungstauchboot Jago sowie Großgeräte abgesetzt werden konnten. |<sup>40</sup> In seinen Empfehlungen 2010 hatte der Wissenschaftsrat eine Bündelung der Kapazitäten bei den mittelgroßen, regionalen Forschungsschiffen empfohlen, auch vor dem Hintergrund, dass sich der Pool der regionalen Schiffe mit dem geplanten Erwerb der Schwedeneck (der heutigen Elisabeth Mann Borgese) durch das IOW von der Bundeswehr ab Ende 2010/Anfang 2011 vergrößern würde. Das sich derzeit im Bau befindliche Forschungsschiff Meteor IV wird als Nachfolgeschiff für die Meteor und die Poseidon gebaut. |<sup>41</sup>

Neben den genannten Forschungsschiffen aus dem Bereich des BMBF betreibt die Bundeswehr das Wehrforschungsschiff **Planet**, das 2005 in Dienst gestellt wurde und mit einer Länge von 73 m in die Kategorie „ozeanisch“ fällt. Sie ist aufgrund ihrer Bauweise, bei der der Auftrieb durch zwei unter Wasser liegenden Schwimmkörpern erbracht wird, besonders unempfindlich gegen Seeang. |<sup>42</sup> Der Wissenschaftsrat wies in seiner „Stellungnahme zur Wehrtechnischen Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung (WTD 71)“ im Januar 2022 darauf hin, dass das Forschungsschiff Planet aufgrund von Personalmangel nur etwa ein Drittel des Jahres im Einsatz sei.

|<sup>38</sup> Vgl. <https://briese-research.de//de/research-department/forschungs-schiffe/fs-maria-s-merian>. Der Germanische Lloyd unterscheidet in der Klasse E fünf Stufen (E und E 1–4). E 3 bedeutet Operation in „schwierigen Eisverhältnissen“.

|<sup>39</sup> Vgl. <https://www.io-warnemuende.de/bau-probefahrten-und-indienststellung.html>.

|<sup>40</sup> Dabei handelte es sich um kleinere ROVs (Remotely Operated Vehicle), AUVs (Autonomous Underwater Vehicle) sowie Mesokosmen und Gleiter, vgl. hierzu Kapitel A.VI und A.VII.

|<sup>41</sup> Vgl. z. B. Pressemitteilung des BMBF zur Ausschreibung der Meteor IV (<https://www.bmbf.de/bmbf/shar-eddocs/pressemitteilungen/de/2022/01/210122-Meteor.html>).

|<sup>42</sup> Vgl. <https://www.bundeswehr.de/de/ausruistung-technik-bundeswehr/seesysteme-bundeswehr/forschungsschiff-planet>.

Um eine bessere Auslastung zu gewährleisten, sollte geprüft werden, ob das Schiff temporär für eine zivile Nutzung im Forschungsbereich zur Verfügung gestellt werden könne. Eine Voraussetzung dafür sei jedoch, dass „die der Geheimhaltung unterliegende Spezialausrüstung des Schiffs zuvor abgebaut werden kann.“ |<sup>43</sup> Das BMEL ist Eigner des 1993 in Dienst gestellten Fischereiforschungsschiffs **Walther Herwig III**, das vor allem dem Thünen-Institut zur Verfügung steht und neben Nord- und Ostsee auch im Nordatlantik zum Einsatz kommt. Der Rumpf des Schiffes ist eisverstärkt (Eisklasse E2). Mit einer Länge von 63 m und einer Standzeit von bis zu 7 Wochen fällt es ebenfalls in die Kategorie „ozeanisch“. |<sup>44</sup>

## II.2 Regionale Forschungsschiffe

Regionale Schiffe (Länge  $\leq 55$  m) operieren auf dem Kontinentalschelf und im offenen Meer einer bestimmten geografischen Region. |<sup>45</sup> Die deutsche Meeresforschung verfügt aktuell mit den Forschungsschiffen **Alkor**, **Heincke** und **Elisabeth Mann Borgese** über drei regionale Forschungsschiffe. Ihre maximale Standzeit auf See beträgt 21 Tage (**Alkor** und **Heincke**) bzw. 14 Tage (**Elisabeth Mann Borgese**). Sie haben nicht die langen Einsatzplanungszeiten der großen Schiffe. Sie sind kurzfristiger für spezifische Aufgaben im Nahfeld einsetzbar und dienen auch der Lehre und der Geräteerprobung. In diesem Jahrzehnt erreichen die drei regional operierenden deutschen Forschungsschiffe eine Altersgrenze, die einen baldigen Ersatz der Schiffe nahelegt.

Eigentümer der regionalen Forschungsschiffe sind das BMBF und die Länder Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein, betrieben werden die Schiffe vom AWI, dem GEOMAR sowie dem IOW. Den Betrieb der Forschungsschiffe finanzieren Bund und Länder gemeinsam. Im Fall von FS **Alkor** und **Heincke** fällt der Großteil mit 90 % auf den Bund, 10 % wird von Länderseite getragen. |<sup>46</sup> An den Betriebskosten der **Elisabeth Mann Borgese** beteiligt sich das BMBF mit 50 %, das Land Mecklenburg-Vorpommern trägt die anderen 50 %.

### II.2.a Alkor und Heincke

Die fast zeitgleich gebauten Schwesterschiffe **Alkor** und **Heincke** sind für Forschungsfahrten in die Nord- und Ostsee, aber auch andere europäische Schelf- und Randmeere ausgestattet. Sie zählen aufgrund ihrer Länge (55 m) zu den regionalen Forschungsschiffen. Beide Schiffe hatten Vorläufer, die schließlich ersetzt

|<sup>43</sup> Wissenschaftsrat, 2022, S. 68.

|<sup>44</sup> Vgl. <https://www.thuenen.de/de/thuenen-institut/verbundstrukturen/forschungsschiffe/walther-herwig-iii>.

|<sup>45</sup> Definition nach OFEG (vgl. <https://www.ofeg.org/np4/54>) sowie European Marine Board (vgl. Nieuwejaar, P./Mazauric, V./Betzler, C. et al., 2019, S. 18).

|<sup>46</sup> Im Fall des Forschungsschiffs (FS) **Alkor** übernimmt das Sitzland Schleswig-Holstein die 10 %, im Fall des FS **Heincke** ist die landesseitige Finanzierung zwischen den Ländern Bremen und Schleswig-Holstein über eine Vereinbarung geregelt.

wurden. Die beiden heutigen Schiffe gingen 1990 in den Dienst. Seitdem wurden sie auf dem Stand der Technik gehalten: Die Alkor wurde 2010/11 generalüberholt und modernisiert, die Heincke wurde im Rahmen eines „Midlife-Refit“ 2008/2009 modernisiert und mit neuen Geräten ausgestattet und erhielt 2014 außerdem neue Motoren und eine Abgasreinigungsanlage mit Rußfilter und Katalysator. Mit einem Alter von aktuell 33 Jahren erreichen beide Schiffe in dieser Dekade ihre maximale Nutzungsdauer. Als Mehrzweckforschungsschiffe sind sie grundsätzlich für alle Disziplinen der Meeresforschung einsatzfähig. Forschungsschwerpunkte der Schiffe sind biologische und meereskundliche Arbeiten einschließlich Fischereibiologie sowie geowissenschaftliche und hydrographische Projekte. Auf beiden Schiffen kommen verschiedene Geräte zum Einsatz. Auf der Alkor wurde gelegentlich das Forschungstauchboot Jago |<sup>47</sup> eingesetzt. Es befinden sich verschiedene Labore (Nass-, Trocken-, Thermo- und Mehrzwecklabor) an Bord der beiden Schiffe. |<sup>48</sup>

#### II.2.b Elisabeth Mann Borgese

Das Forschungsschiff Elisabeth Mann Borgese wird seit 2011 vom IOW betrieben. Das Schiff war bereits 1987 in Dienst gestellt worden und ist somit 36 Jahre alt. Bis 2010 ist sie unter dem Namen FS „Schwedeneck“ von der WTD 71 genutzt worden. Auch die Elisabeth Mann Borgese erreicht ihre maximale Nutzungszeit innerhalb dieses Jahrzehnts. Bevor sie der zivilen Forschung zur Verfügung gestellt und auf ihren neuen Namen getauft wurde, ist sie neu ausgerüstet worden. Nach dem Kauf wurde eine zeitweise Nutzung des Schiffs durch die WTD 71 vertraglich vereinbart, mit der Schiffszeiten als Zahlungsgegenstand genutzt wurden. Diese wurden mit Ablauf des Jahres 2021 abgegolten. Ihr Einsatzgebiet ist in erster Linie die Ostsee. Sie verfügt über sieben Labore und kann zwölf Forschende sowie eine elf Personen umfassende Besatzung beherbergen.

#### II.2.c Weitere regionale Schiffe

Neben den genannten regionalen Forschungsschiffen gibt es in Deutschland weitere Schiffe dieser Kategorie, die von anderen Ressorts betrieben werden. Das BMDV und das BSH betreiben fünf Schiffe, die zur Seevermessung, Wracksuche und für Forschungszwecke eingesetzt werden: das Forschungsschiff **Atair**, das 2020 in Dienst gestellt wurde, das Vermessungsschiff **Capella** sowie die Vermessungs-, Wracksuch- und Forschungsschiffe **Deneb** und **Wega**. |<sup>49</sup> Die HARACO Holding GmbH in Bremerhaven betreibt und verchartert kleine und mittlere

|<sup>47</sup> Das bemannte Unterwasserfahrzeug war von 1989 bis 2021 in Betrieb, von 2006 bis 2021 am GEOMAR. Es war für zwei Personen Besatzung und 400 m maximale Einsatztiefe ausgelegt (vgl. <https://www.geomar.de/zentrum/einrichtungen/tlz/jago/uebersicht>).

|<sup>48</sup> Zu den Einsatzgebieten und der baulichen Konzeption vgl. Kapitel A.III.1 bzw. A.III.2.

|<sup>49</sup> Vgl. [https://www.bsh.de/DE/Das\\_BSH/BSH-Schiffe/bsh-schiffe\\_node.html](https://www.bsh.de/DE/Das_BSH/BSH-Schiffe/bsh-schiffe_node.html).

### II.3 Lokale Schiffe und Küstenschiffe

Die meeresforschenden Einrichtungen betreiben außerdem neun lokale Schiffe und Küstenschiffe mit Längen zwischen 39 und 15 m, die sie direkt finanzieren. Die Schiffe der Kategorie „lokal“ sind nicht Gegenstand des Auftrags an den Wissenschaftsrat bzw. der Empfehlungen. Sie haben eine Reichweite von 500–1 500 Seemeilen und Standzeiten auf See von wenigen Tagen bis zwei Wochen. Meist ist ihre Ausstattung an die lokalen Gegebenheiten angepasst, weswegen keine übergeordnete Einsatzplanung der lokalen Schiffe stattfindet. Wie die Forschungsschiffe Alkor, Heincke und Elisabeth Mann Borgese werden sie auch intensiv für Ausbildungszwecke genutzt.

Längere Standzeiten (mind. 1 Woche) haben darunter die Forschungskutter *Littorina* und *Senckenberg*. Der **Forschungskutter Littorina** gehört der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und wird vom GEOMAR betrieben. Es ist für alle Bereiche der Meeresforschung und Probennahmen im Flachwasserbereich bis zu einer Tiefe von 500 m einsetzbar und wird für Lehrgänge und Arbeiten der Forschungstauchgruppe des Zentrums für Geowissenschaften an der CAU genutzt. Mit der *Littorina* können in der gesamten Ostsee und Nordsee, dem Englischen Kanal und an der norwegischen Küste bis zu den Lofoten Forschungsarbeiten durchgeführt werden. |<sup>51</sup> Eigner des **Küstenforschungsschiffs Senckenberg** war bis 2019 die Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN) in Frankfurt am Main, die eine Außenstelle in Wilhelmshaven und Hamburg hat. Aktueller Eigner ist die Reederei Briese, die über einen Chartervertrag mit der SGN zusammenarbeitet. Die Koordination der *Senckenberg* liegt bei der SGN. Die *Senckenberg* wird in der Nord- und Ostsee sowie im Ärmelkanal und der Irischen See zu Ausbildungszwecken und zur Forschung eingesetzt. Da das Küstenforschungsschiff am 31.03.2026 außer Dienst gestellt werden wird, befindet sich ein **Neubau** in Planung, der bis zur Außerdienststellung 2026 fertig gestellt sein soll. Wie im Fall des aktuellen Küstenforschungsschiffs wird die Reederei Briese Eigner des Neubaus sein, von der die SGN das Schiff chartern und den Einsatz koordinieren wird. Das geplante Einsatzgebiet der *Senckenberg II* wird die Übergangszone Küstenmeer – Schelf sein, Ästuare in Nord-/Ostsee und das Mittelmeer (bis Westafrika/Mauretanien sowie die Atlantikküste Marokkos). Auch Fahrten in den nordatlantischen Raum werden mit dem Schiff durchführbar sein. Mit dem geplanten Einsatzgebiet sowie einer Standzeit von ca. drei Wochen und einer Länge von ca. 49,7 m soll das Schiff die deutsche marine Forschungs-

|<sup>50</sup> Vgl. [https://www.bsh.de/DE/DATEN/Klima-und-Meer/Ozeanographisches\\_Datenzentrum/Planung\\_Forschungsfahrten/Frames\\_html/Schall\\_node.html](https://www.bsh.de/DE/DATEN/Klima-und-Meer/Ozeanographisches_Datenzentrum/Planung_Forschungsfahrten/Frames_html/Schall_node.html).

|<sup>51</sup> Vgl. <https://www.geomar.de/zentrum/zentrale-einrichtungen/geomar-forschungsschiffe/fk-littorina/vorgeschichte-bau-und-ausruestung-littorina>.

flotte als Technologieträger im Übergangsbereich ergänzen, da die großen und regionalen Forschungsschiffe mit Längen über 50 m nur in Wassertiefen von mehr als 15 m operieren. Das Senckenberg Institut plant, Fahrtzeiten auf dem neuen Schiff durch Unterverchartern auch anderen Forschungseinrichtungen zur Verfügung zu stellen. Eine Einbindung in den Begutachtungsprozess des Begutachtungspanels Forschungsschiffe (GPF) und eine Planungs Kooperation mit der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe (LDF) unter Beibehalt eines festen Kontingents des Senckenberg Instituts werden dabei angestrebt.

Der Neubau des **Forschungskutters Uthörn** des AWI, dessen Übergabe an die Betreiber für den 23. Oktober 2023 vorgesehen ist, zeichnet sich insbesondere durch seinen umweltschonenden und besonders emissionsarmen Methanol-Antrieb aus, den er als „weltweit erstes Seeschiff“ erhalten hat. |<sup>52</sup> Wie auf dem Vorgängerschiff Uthörn, das nach 40 Jahren außer Dienst gestellt wird, |<sup>53</sup> werden auf der Uthörn II Ausbildungsfahrten für Meeresbiologen durchgeführt; daneben wird sie für die Entnahme von Probenmaterial aus der Nordsee genutzt sowie für ein langfristiges Monitoring-Programm in der Deutschen Bucht.

Das Thünen-Institut betreibt außerdem das **Fischereiforschungsschiff Solea** (Eigner: BMEL), das in den Seegebieten der Kleinen Hochseefischerei (Ostsee, Nordsee) zum Einsatz kommt.

Die neu geplante **Ludwig Prandtl II (Coriolis)** des Helmholtz-Zentrums Hereon dient neben der Küsten- auch der Umweltforschung mit der Entwicklung von Wasserstofftechnologie. Mit einem Brennstoffzellen-Antrieb mit Metallhydrid-Speichertanks soll das neue Schiff teilweise emissionsfrei fahren und wird auf Flusssystemen sowie im offenen Meer unterwegs sein. Die Auslieferung ist für 2024 vorgesehen.

### **A.III EINSATZ- UND AUFGABENPROFILE DER REGIONALEN SCHIFFE**

---

#### III.1 Einsatzgebiete und Einsatzmodi

Der Fokus der drei regionalen Schiffe liegt auf der Nord- und Ostsee (vgl. Abbildung 1). Die Schwesterschiffe Alkor und Heincke werden für Forschungsarbeiten in den europäischen Schelfmeeren genutzt. Sie sind auf Flachmeere beschränkt, und ihre Ausstattung ist nicht oder nur eingeschränkt für Arbeiten an Kontinentalrändern und tieferen Gebieten geeignet. Die Alkor wird fast ausschließlich in der Ostsee, dem Kattegat und Skagerrak eingesetzt. Selten kommt

| <sup>52</sup> <https://www.awi.de/expedition/schiffe/forschungskutter-uthoern-2022.html>; vgl. auch <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/neues-forschungsschiff-uthoern-2138992>.

| <sup>53</sup> Vgl. <https://www.awi.de/expedition/schiffe/uthoern.html> sowie <https://www.awi.de/ueber-uns/service/presse/presse-detailansicht/co2-neutral-auf-der-nordsee.html>. Die Verbrennung des „grünen“ Methanols, das mit erneuerbaren Energien erzeugt wird, soll lediglich das CO<sub>2</sub> freisetzen, das bei seiner Produktion zuvor gebunden wurde.

sie auch in anderen Teilen der Nordsee oder im Mittelmeer zum Einsatz (vgl. Abbildung 2). Vorwiegender Einsatzort der Heincke ist die Nordsee; in den letzten Jahren sind außerdem regelmäßig Expeditionen entlang des norwegischen Kontinentalrandes bis nach Spitzbergen durchgeführt worden (vgl. Abbildung 3). Die Elisabeth Mann Borgese wird in erste Linie in der Ostsee eingesetzt (vgl. Abbildung 4). Ein fester Anteil ihrer jährlichen Einsatzzeit ist durch das Ostsee-Monitoring belegt; außerdem wurden bisher Zeiten für Arbeiten für die Wehrtechnische Dienststelle der Bundeswehr (WTD 71) reserviert.

Die Einsätze der Schiffe lassen sich in die Kategorien Forschung, Ausbildung, Monitoring und Geräteerprobung unterteilen (vgl. Abbildung 2–5).<sup>54</sup> Im Zeitraum 2017–2022 dienten die Hälfte der Einsätze der Alkor **Ausbildungszwecken**. Auch die Heincke wurde mit 46 % zu einem hohen Anteil für die Lehre eingesetzt. Im Fall der Elisabeth Mann Borgese dienten rund 16 % der Fahrten der Ausbildung. Entsprechend ihrer Heimathäfen liegt der Schwerpunkt der Ausbildungsfahrten der Forschungsschiffe Alkor und Elisabeth Mann Borgese in der Ostsee während die der Heincke primär in der Nordsee stattfanden.

Der Schwerpunkt der Fahrten der Elisabeth Mann Borgese liegt mit über der Hälfte der Fahrten auf dem Bereich **Monitoring**. Das **Monitoring** wird von den schiffsbetreibenden Einrichtungen unterschiedlich dokumentiert, so dass die Angaben nicht direkt vergleichbar sind. So werden für die Heincke Fahrten zum Monitoring statistisch nicht erfasst, da dies während Forschungsfahrten durchgeführt wird; Monitoringfahrten sind entsprechend in den Forschungsfahrten enthalten. Im Fall der Elisabeth Mann Borgese wird eine Unterscheidung zwischen reinen Monitoringfahrten (rund 30 %) und Forschungsfahrten vorgenommen, auf denen Monitoring stattfindet (rund 21 %) (vgl. Abbildung 5). Die Nutzung der Elisabeth Mann Borgese durch die WTD 71 machte, bezogen auf die Gesamtzahl der Einsatztage im Zeitraum 2017–2022, einen Anteil von rund 21 % aus.

Das Einsatzgebiet der Schiffe – die Ostsee, die Nordsee, die Schelfrandgebiete und die europäischen Meere (z. T. Nordpolarmeer und Mittelmeer) – weist einige Besonderheiten auf, die Gegenstand der Forschung sind, Forschung erforderlich machen oder beim Einsatz berücksichtigt werden müssen. Die Ostsee bzw. der Ostseeboden ist durch eine tiefe Becken- und flache Schwellenstruktur gekennzeichnet. Sie verfügt über anoxische Bereiche, in denen kein Sauerstoff mehr vorhanden ist, sowie Meereisbereiche. Diese Bedingungen haben u. a. Einfluss auf die Fauna und Flora. Darüber hinaus gibt es in der Ostsee (wie in der Nordsee) ein hohes Verkehrsaufkommen. Die Nordsee ist durch starke Tidenströme ge-

<sup>54</sup> Die Erfassung der Daten zu den Schiffseinsätzen erfolgt in den drei schiffsbetreibenden Einrichtungen auf unterschiedliche Art und Weise, so bei der Interpretation auf die jeweils angegebenen Besonderheiten zu achten ist.

kennzeichnet sowie durch Bereiche mit Grundseeberührung, Sedimentverfrachtung und Schlickbildung. Neben dem hohen Verkehrsaufkommen ist in der Nordsee künftig der Ausbau von Infrastrukturen wie Windparks ein Faktor, der Einfluss auf die Forschung sowie die Planung und Durchführung von Forschungsfahrten hat. |<sup>55</sup> In Schelfgebieten wird im offenen Ozean über den ganzen Kontinentalhang bis in den Bereich des Nordostatlantiks mit den regionalen Schiffen gearbeitet. Über das Schelfmeer werden Frischwasser, Kohlenstoff und andere Substanzen vom Kontinent in den offenen Ozean transportiert und auf ihrem Weg modifiziert; die dadurch entstehende Dynamik und Wechselwirkung zwischen physikalischen und biogeochemischen Prozessen werden untersucht. Der flache Schelf wird außerdem zunehmend für Offshore-Windenergieanlagen, Kabeltrassen, Kavernenspeicher sowie Sand/Kiesentnahme genutzt, wofür geologische Informationen über die Sedimente und Verständnis der Prozesse notwendig ist. Für Fahrten in diese Gebiete sind entsprechend längere Einsatzzeiten notwendig.

Die Forschungsschwerpunkte der Schiffe erstrecken sich von physikalischer Ozeanographie (EMB) über Meeresbiologie (Heincke, Alkor, EMB), Meereschemie (EMB) zu mariner Geologie/Geophysik (Alkor, Heincke). Betrachtet man die fachliche Zuordnung anhand des Fachgebiets der Fahrtteilnehmenden im Zeitraum 2017–2022, sind bei der Alkor mit rund 33 % die Geowissenschaften am stärksten vertreten. Die Elisabeth Mann Borgese wurde mit 32 % am häufigsten von Teilnehmenden aus dem Fachgebiet Physikalische Ozeanographie genutzt, die Heincke mit 35 % aus der Biologie (vgl. Abbildung 6).

### III.2 Bauliche Konzeption

Die Schwesterschiffe Alkor und Heincke sind 54,6 m lang und 12,5 m breit. |<sup>56</sup> Ihr maximaler Tiefgang beträgt 4,2 m, ihre maximale Verdrängung 1 452 Tonnen. Die Tonnage beträgt 1 322 BRZ (Bruttoreaumzahl). Die Elisabeth Mann Borgese ist 56,5 m lang und 10,8 m breit. Ihr maximaler Tiefgang beträgt 3 m. Die Tonnage beträgt 850 BRZ. Die Unterschiede in Länge und Breite ergeben sich aus Vorgaben, die beim Bau von Alkor und Heincke die Länge limitierten und zur Folge hatten, dass die Schiffe etwas breiter gebaut wurden. Die größere Breite sorgt jedoch für höheren Brennstoffverbrauch; der Elisabeth Mann Borgese wird

|<sup>55</sup> Für das erhöhte Ausbauziel von 30 GW bis zum Jahr 2030 werden gemäß dem im Januar 2023 vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) veröffentlichten Flächenentwicklungsplan in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) insbesondere der Nordsee, aber auch der Ostsee zusätzliche Flächen für Offshore-Windkraft ausgewiesen (vgl. Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), 2023 sowie [https://www.bsh.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/Text\\_html/html\\_2023/Pressemitteilung-2023-01-09.html](https://www.bsh.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/Text_html/html_2023/Pressemitteilung-2023-01-09.html)).

|<sup>56</sup> Zu den baulichen Angaben und technischen Details der Ausrüstung der Schiffe vgl. <https://briese-research.de//de/research-department/forschungs-schiffe> sowie <https://www.awi.de/expedition/schiffe/heincke.html>.

aufgrund ihrer Länge bzw. geringeren Breite eine bessere hydrodynamische Optimierung bescheinigt.

Die Planungsvorgaben der Elisabeth Mann Borgese beinhalteten ein Containerkonzept, auf der Alkor und der Heincke ist dagegen je nach Konfiguration weniger Platz für Container vorhanden. Die Schiffe Alkor und Heincke verfügen über etwa 94 m<sup>2</sup> Laborfläche zum Arbeiten sowie einen Hangar im Außenbereich. An Bord befinden sich je ein Nass-, Thermo- und Trockenlabor mit Messraum sowie ein Tiefkühlraum. Die Alkor verfügt darüber hinaus noch über ein Mehrzwecklabor. |<sup>57</sup> Die Labore auf der Elisabeth Mann Borgese wurden nachgerüstet und sind relativ klein und schmal. Ihre Fläche beträgt insgesamt 97 m<sup>2</sup>. Sie verfügt über ein Universallabor, ein Nasslabor, ein Kühllabor, einen Raum für die Nutzung von CTD-Systemen (Conductivity/Leitfähigkeit, Temperatur und Depth/Tiefe), einen Messraum, eine Lottechnische Zentrale und einen Raum für Oberflächenregistrierung. |<sup>58</sup> Auf den drei regionalen Forschungsschiffen haben jeweils zwölf Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Platz.

Die Schiffe sind mit mehreren Windensystemen, Kränen und Sonarsystemen ausgestattet, die ein breites Spektrum an biologischen, chemischen, ozeanografischen, ökologischen und geophysikalischen Anwendungen in der Forschung ermöglichen. Sie verfügen jeweils über einen **Hydrographenschacht**, eine Öffnung im Schiffsrumpf oberhalb der Wasserlinie zum Aussetzen von kleinen Geräten wie z. B. Sampler oder Sonare. Das **Hebezeug** umfasst im Fall der Alkor und der Heincke je einen A-Rahmen am Heck, einen Galgen, einen Hauptkran sowie Zusatzkräne. Die Elisabeth Mann Borgese verfügt über einen A-Rahmen, zwei Hydraulikkräne (mit einer maximalen Arbeitslast/Safe Working Load (SWL) von 4,5 t/bis Auslage 12 m mit Winde bis 900 m und SWL 1,5 t/bis Auslage 6 m mit Winde bis 300 m), sowie einen Proviantkran auf dem Vordeck.

Die **Windenkapazitäten** (z. B. für den Einsatz von ROVs-(Remotely Operated Vehicles) und die hydroakustischen Systeme sind für eine maximale Arbeitstiefe von etwa 2000 m Wassertiefe ausgelegt. Auf der Alkor und der Heincke sind verschiedene Winden, darunter je eine Vier-Trommel-Winde, sowie unterschiedliche Kabel/Drähte verschiedener Längen vorhanden. Die Spezialwinden der Elisabeth Mann Borgese umfassen eine CTD-Winde, eine mobile hydraulische Doppeltrommelwinde und eine mobile Mooringwinde. Die **Echolotanlagen** an Bord der Schiffe umfassen u. a. ein Fischerei- und ein Sedimentecholot, einen Ultra-

|<sup>57</sup> Die Größe einzelner Labore auf der Alkor beträgt 42 m<sup>2</sup> (Trockenlabor), 28 m<sup>2</sup> (Nasslabor), 9 m<sup>2</sup> (Thermo-/Gefrierlabor), 15 m<sup>2</sup> (Chemielabor) und 22 m<sup>2</sup> (Mehrzwecklabor) (vgl. <https://briese-research.de//de/research-department/forschungs-schiffe/fs-alkor>).

|<sup>58</sup> Die Größe einzelner Labore auf der Elisabeth Mann Borgese beträgt 16 m<sup>2</sup> (Universallabor), 17 m<sup>2</sup> (Nasslabor), 11 m<sup>2</sup> (Kühllabor), 11 m<sup>2</sup> (CTD-Raum), 8 m<sup>2</sup> (Messraum), 14 m<sup>2</sup> (Lottechnische Zentrale) und 9 m<sup>2</sup> (Oberflächenregistrierung) (vgl. [https://www.io-warnemuende.de/files/forschung/schiffe/datenblatt\\_emb-2011.pdf](https://www.io-warnemuende.de/files/forschung/schiffe/datenblatt_emb-2011.pdf)).

schall-Doppler-Profil-Strömungsmesser/ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) sowie ein (mobiles) Fächerecholot und ein Navigationsecholot.

Die Schiffe verfügen über **CTD-Systeme**, ein Instrument zur Bestimmung physikalischer Eigenschaften des Meerwassers. Die CTD besteht aus einer Reihe kleiner Sonden, die an einer großen Metallrosette befestigt sind. Wassereigenschaften können in Echtzeit erfasst und über ein Leitungskabel, das die CTD mit einem Computer auf dem Schiff verbindet, übertragen werden. Die Elisabeth Mann Borgese verfügt über eine CTD-Sonde mit **Seegangshubkompensation** die den Seegang durch eine Gegenbewegung des Windenmotors, die durch die Schiffsbewegung gesteuert wird, ausgleicht. Zu **Navigationszwecken** werden Radargeräte, Kreiselkompass, das Echtzeit-Navigations- und Informationssystem ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) und Autopilot, Echolot, sowie GPS-Systeme eingesetzt.

### III.3 Einsatz zur Erforschung der Küsten und Schelfmeere

Die regionalen (und z. T. lokalen) Schiffe werden insbesondere für Langzeituntersuchungen in Nord- und Ostsee eingesetzt. Dabei dienen sie der Bearbeitung von Forschungsfragen unterschiedlicher Bereiche, von denen hier beispielhaft eine Auswahl genannt wird:

- \_ Vor dem Hintergrund der sich erwärmenden Nord- und Ostsee leisten sie Beiträge bei der Erhebung von Beobachtungsdaten für die Klimagrundlagenforschung. Mit der Elisabeth Mann Borgese werden z. B. Langzeitprogramme durchgeführt, deren Beobachtungsdaten der Entwicklung von hochaufgelösten Klimasystemmodellen dienen.
- \_ Die Schiffe werden für Datenerhebungen im Rahmen von Ökosystemuntersuchungen in Küsten- und Nebenmeeren genutzt, die durch verschiedene Faktoren unter Druck geraten, wie der Nutzung durch Schifffahrt, Windenergie, Fischerei, einer zunehmenden Besiedlungsdichte, invasiver Arten und nicht zuletzt durch den Klimawandel. So werden mit der Alkor Verteilungsmuster von Bakterienstämmen und -klassen in der Ostsee untersucht, die von Bedeutung für Stoffumsetzungsprozesse sind, mit der Heincke die Biodiversität der benthischen Infauna (der im Bodensediment lebenden tierischen Organismen) in der Nordsee.
- \_ Durch Langzeitbeobachtungen (mit Monitoringfahrten) der Eutrophierung, wie sie mit der Elisabeth Mann Borgese durchgeführt werden, können Langzeitentwicklungen erkannt und eingeordnet werden. Von dem durch menschliche Aktivitäten ausgelösten globalen Problem der Eutrophierung ist die Ostsee besonders betroffen. Es kommt zu einer Anreicherung von Nährstoffen in ursprünglich nährstoffarmen Gewässern und hat als Folge von Algenwachstum und entstehendem Sauerstoffmangel negative ökologische und ökonomi-

sche Auswirkungen. Die Folgenabschätzung der Eutrophierung wird daher als eine wichtige Aufgabe der Meeresforschung angesehen.

- \_ Die Heincke wird für Langzeituntersuchungen im Bereich Hydrographie, Nährstoffe und Plankton der Nordsee sowie zum Benthos-Monitoring der Nordsee eingesetzt. Gemeinsam mit der Elisabeth Mann Borgese wurde von 2011 bis 2018 ein Benthos-Monitoring der Nordsee für das BfN durchgeführt, um benthische Arten und Biotope zu erfassen, zu bewerten und zu kartieren. |<sup>59</sup>
- \_ Mit der Alkor wird neben Kampfmittel-Monitoring (s. u.) auch ein Ökosystem-Monitoring der Ostsee sowie Fischmonitoring durchgeführt.
- \_ Mit der Heincke und der Elisabeth Mann Borgese wurden/werden im Rahmen der DAM-Mission „Meere schützen und nachhaltig nutzen (sustainMare)“ bis Februar 2023 die multidisziplinäre DAM-Pilotmission „Ausschluss mobiler, grundberührender Fischerei in Schutzgebieten der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) von Nord- und Ostsee“ durchgeführt (Kurztitel: „MGF Nordsee“ und „MGF Ostsee“). Dabei untersuchten elf Institute gemeinsam mit dem BfN die Auswirkungen des Ausschlusses der Fischerei mit Grundschleppnetzen in Meeresschutzgebieten in Nord- und Ostsee (2. Projektphase läuft bis 2026). In diesem Rahmen fand ein koordinierter Einsatz der Elisabeth Mann Borgese mit einem Schiff des Thünen-Instituts für Ostseefischerei im Rahmen des MFG-Ostsee Projekts statt.
- \_ Die Alkor leistet außerdem einen Beitrag zur Forschung zu besonderen Naturgefahren wie Vulkanismus, die hauptsächlich im Mittelmeer vorkommen. Dabei werden lokale Untersuchungen mit Ozean-Boden-Seismometern vorgenommen, um aktive Strukturen in räumlich hoher Auflösung abzubilden. Diese Art der Forschung (z. B. für Auslage und Bergung) wird idealerweise mit einem kleinen, aber Atlantik-tauglichen Schiff durchgeführt, da mehrere Einsätze, aber nur eine kleine wissenschaftliche Besatzung nötig sind.
- \_ Seit 2011 behandeln mehrere BMBF-, BMWK- und EU-Projekte das Thema **Altlasten Munitionsforschung** in Deutschland. Die verbliebene Munition birgt Gefahren für Schifffahrt, Fischerei, Offshore-Installationen wie Windparks und die Umwelt. Aktuell wird das Thema im Rahmen der DAM Mission Sustain:MARE im Projekt CONMAR |<sup>60</sup> bearbeitet. Weitere Projekte zum Thema Munition im Meer dienen der Technologieentwicklung: Zum Aufspüren von in Munition verwendeter sprengstofftypischer Verbindungen und chemischen

|<sup>59</sup> Vgl. Bundesamt für Naturschutz (BfN), 2019.

|<sup>60</sup> Der Projektname leitet sich ab aus „CONcept for conventional MARine munition Remediation in the German North and Baltic Sea“ (vgl. [https://www.sustainmare.de/imperia/md/assets/microsites/sustainmare/dokumente/factsheet\\_conmar23\\_de.pdf](https://www.sustainmare.de/imperia/md/assets/microsites/sustainmare/dokumente/factsheet_conmar23_de.pdf)).

Kampfstoffen werden im Rahmen der Projekte ProBaNNt |<sup>61</sup> (KI-basierte Evaluation von Räummethoden) und AMMOTRACe |<sup>62</sup> (In-situ Sprengstoffanalyse) unter Nutzung des FS Alkor neue schiffsbasierte und in-situ Echtzeit-Messverfahren entwickelt.

\_ Im EU-Verbundprojekt BiodivERsA |<sup>63</sup> fanden ostseeweite Expeditionen mit der Elisabeth Mann Borgese statt, um aktuelle und künftige Entwicklungen von pathogenen Vibrio-Bakterien in Küstengewässern der Ostsee zu untersuchen (Projekt BaltVib – „Pathogenic Vibrio bacteria in the current and future Baltic Sea waters: mitigating the problem“). An dem internationalen Projekt für naturbasierte Lösungen zur Eindämmung der Bakterien sind von deutscher Seite das IOW und das GEOMAR beteiligt. |<sup>64</sup>

\_ Darüber hinaus greifen auch Sonderforschungsbereiche, Forschungsgruppen, Graduiertenkollegs und Emmy Noether Nachwuchsgruppen auf die regionalen Forschungsschiffe zu. |<sup>65</sup>

Der Einsatzbereich **Monitoring und Umweltüberwachung**, für den die regionalen Forschungsschiffe und insbesondere die Elisabeth Mann Borgese genutzt werden, dient zu einem großen Teil der **Erfüllung internationaler Abkommen**. Diese Aufgaben werden auch im Auftrag von und gemeinsam mit Einrichtungen der Ressortforschung durchgeführt (s. auch A.I.3). |<sup>66</sup> Auf europäischer Ebene ist seit 2008 die Europäische Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL 2008/56/EG) in Kraft, mit der sich die 22 EU-Staaten mit Zugang zum Meer verpflichtet haben, den Zustand ihrer Meere zu bewerten. Für die Umsetzung der MSRL sind die einzelnen Mitgliedsstaaten verantwortlich, die ihre Maßnahmen untereinander abstimmen müssen. Dazu sind umfassende und kohärente Überwachungsdaten notwendig, die mittels eines marinen Monitorings biologischer Parameter

|<sup>61</sup> ProBaNNt steht für „Professional intelligent munitions assessment using 3D reconstructions and Bayesian Neural Networks“, vgl. <https://www.probannt-munition.eu/>.

|<sup>62</sup> AMMOTRACe steht für „Marine AMMunitiOn dump site exploration by surface- and underwater-based laser mass spectrometric TRACing technology“, vgl. <https://www.geomar.de/en/ammotrace>.

|<sup>63</sup> BiodivERsA ist eine europäische Initiative zur Förderung der biologischen Vielfalt, die exzellente Forschung zur biologischen Vielfalt mit Impact für Gesellschaft und Politik unterstützt.

|<sup>64</sup> Außerdem sind das Meeresforschungsinstitut der litauischen Universität Klaipėda, die Universität Kopenhagen, die Estnische Universität für Lebenswissenschaften, das Königliche Institut für Technologie Stockholm, die finnische Åbo Akademi Universität und Polens Nationales Forschungsinstitut für Meeresfischerei beteiligt.

|<sup>65</sup> Dazu gehören der Sonderforschungsbereich „Energietransfer in der Atmosphäre und im Ozean“ (TRR-SFB 181 – Energy Transfers, Univ. Hamburg und Bremen) und die Forschungsgruppe „Biogeochemische Prozesse und Ozean/Atmosphäre – Austauschprozesse in marinen Oberflächenfilmen“ (FOR 5267 – BASS, ICBM Univ. Oldenburg). Die Schiffe werden außerdem im Rahmen der DFG-Graduiertenkollegs Baltic TRANSCOAST (Univ. Rostock, IOW) und ECOMOL – Die Ökologie der Moleküle (ICBM Univ. Oldenburg) genutzt sowie im Rahmen der DFG Emmy Noether-Nachwuchsgruppe „Pilzinfektionen auf Phytoplankton – unbekannter Störfaktor für das Wachstum von Phytoplankton, sowie für Recycling- und Sedimentationsprozesse“ (Isabell Klawonn, IOW).

|<sup>66</sup> Aufgrund von Kapazitätsproblemen und zeitlicher Überlappung von Überwachungs- und Forschungsaufgaben bei den ressorteigenen Schiffen wird damit beispielsweise der Bedarf des Thünen-Instituts und des BSH gedeckt.

als Grundlage für die Bewertung des Umweltzustands erhoben werden. Mit Programmen für die Beurteilung des Zustands der Meere werden seitens der deutschen Meeresforschung zahlreiche Daten über einen langen Zeitraum hinweg erfasst. |<sup>67</sup> Dabei werden regelmäßige Überwachungsfahrten mit den Forschungsschiffen zu fest verankerten Stationen auf See in der AWZ der deutschen Nord- und Ostsee durchgeführt.

Darüber hinaus hat Deutschland die internationalen Abkommen ICES, OSPAR- und HELCOM unterzeichnet:

\_ Das International Council for the Exploration of the Sea (ICES) ist eine 1902 gegründete zwischenstaatliche Organisation mit inzwischen 20 Mitgliedsländern, die sich mit Fragen der Meeres- und Fischereiforschung befasst und den Nordost-Atlantik einschließlich Nord- und Ostsee abdeckt.

\_ Das Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordost-Atlantiks (Oslo-Paris Konvention, OSPAR, 1992) hat die Erhaltung der Meeresökosysteme des Nordost-Atlantiks und ihren Schutz vor nachteiligen Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten zum Ziel. Vertragsparteien sind 15 Länder und die Europäische Union.

\_ Die Helsinki Kommission (HELCOM) ist eine durch das Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt der Ostsee von 1974 (und aktualisiert 1992) eingesetzte internationale Organisation mit Sitz in Helsinki, Finnland. Die neun Anrainerstaaten der Ostsee und der EU vereinbarten darin, gemeinsam am Schutz und Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Ökosysteme, der Überwachung und Bewertung der Meeresumwelt sowie Themen wie Eutrophierung, Schadstoffe, Schifffahrts- und Offshore-Aktivitäten zu arbeiten.

Das IOW erfüllt im Auftrag des BSH den deutschen Beitrag zur Überwachung der Meeresumwelt der Ostsee im Rahmen des HELCOM-Abkommens. Bei diesem Ostseemonitoring werden auf fünf, regelmäßig über das Jahr verteilten Monitoringfahrten meereschemische, -physikalische und -biologische Untersuchungen durchgeführt. Außerdem werden in diesem Rahmen mit autonomen Messstationen das marine Umweltüberwachungs-Messnetz (MARNET) betrieben und geologische Untersuchungen zur Kartierung der Sedimentbeschaffenheit und zur Belastung der Sedimente mit Schadstoffen durchgeführt. |<sup>68</sup> In den vergangenen Jahren fanden selten auch koordinierte Einsätze der Elisabeth Mann Borgese mit Schiffen des BSH statt, z. B. beim Ausbringen oder Bergen der MARNET Messstationen und -bojen.

Mit den dargelegten Aufgaben gehen verschiedene Anforderungen an die Schiffe einher. Insbesondere erfordert die Forschung den Einsatz verschiedener, kom-

|<sup>67</sup> Das MSRL-Maßnahmenprogramm wird fortgeschrieben und zur Überprüfung und Aktualisierung Berichte veröffentlicht (vgl. BMUV, 2022).

|<sup>68</sup> Vgl. <https://www.io-warnemuende.de/umweltueberwachung.html>.

plexer, teils autonomer Geräte wie ozeanographische und biogeochemische in-situ Geräte/Messinstrumente und Sensortechnologie.

#### III.4 Technologieentwicklung und Geräteerprobung

Die regionalen Schiffe werden neben den lokalen Schiffen für die Erforschung, Entwicklung und den Transfer von innovativen Technologien wie neuen Messverfahren eingesetzt. An diesen Entwicklungsprozessen arbeiten unterschiedliche Disziplinen eng zusammen, da neben den technischen Aspekten die meereswissenschaftliche Nutzerperspektive ausschlaggebend ist. Dieser enge Austausch mit der Wissenschaft wird seitens der Einrichtungen, die Geräte entwickeln und betreiben, besonders hervorgehoben. Die Schiffe dienen dabei zunehmend auch der Ausbildung des ingenieur- und naturwissenschaftlichen Nachwuchses.

Auf Testfahrten werden u. a. Messsysteme erprobt, die zur Beobachtung biochemischer oder physikalischer Variablen des Meeres in unterschiedlichen Umgebungen verwendet werden, autonome Systeme, die eigenständig wissenschaftliche Messaufgaben durchführen, oder die Integration von Sensoren auf Unterwasserfahrzeugen bzw. anderen Plattformen getestet (vgl. auch A.VI.). Dieser Abschnitt im Entwicklungsprozess zwischen Grundlagenforschung und einem fertigen „Produkt“ ist zentral für die Entwicklung neuer Geräte. Der Vorteil der regionalen Schiffe besteht für die an der Entwicklung Beteiligten in den kurzen Wegen einer zeitnahen, flexiblen Erprobung direkt vor Ort. Sie können zum einen nach dem so genannte „Huckepack-Prinzip“ im Rahmen von anderen Forschungsfahrten durchgeführt werden, zum anderen können Kurzfahrten von ein bis drei Arbeitstagen, die dezidiert dem Test von sich in der Entwicklung befindenden wissenschaftlichen Geräten dienen, als Kurzantrag direkt bei den Betreibern beantragt werden. |<sup>69</sup> Darüber hinaus können für längere Erprobungsfahrten Anträge zu diesem Zweck in einem gesonderten Verfahren über das GPF (vgl. A.IV.1) gestellt werden, die nach ihrem innovativen Potenzial beurteilt werden, wobei von dieser Möglichkeit seltener Gebrauch gemacht wird. Nach der Fahrt ist i. d. R. ein Bericht über den Ablauf und den Erfolg oder Misserfolg der Gerätetestfahrt einzureichen.

Geräte als Teil der Forschungsinfrastruktur werden auch in Kooperation mehrerer Einrichtungen entwickelt. Die drei großen meeresforschenden Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft AWI, GEOMAR und Hereon entwickeln im Rahmen des Projekts MUSE (Marine Umweltrobotik und -Sensorik für nachhaltige Erforschung) derzeit mit Sensoren ausgestattete Unterwasserroboter, die 2029 einsatzfähig sein sollen. Als ein Beispiel für Technologieentwicklung auf regionalen Schiffen kann die Helmholtz-Allianz „ROBEX – Robotische Explorati-

|<sup>69</sup> Vgl. <https://www.portal-forschungsschiffe.de/>.

on unter Extrembedingungen“, ein Kooperationsprojekt zu Unterwasser Crawlern, genannt werden.

### III.5 Ausbildung des Nachwuchses

Die regionalen Forschungsschiffe sind besonders gut für die Lehre geeignet, da sich ihre kürzeren Fahrtabschnitte gut ins Studium integrieren lassen und die Teilnahme einer größeren Zahl Studierender ermöglichen. So waren 2017–2022 etwa die Hälfte der Fahrtteilnehmenden auf den Forschungsschiffen Alkor und Heincke Studierende und Promovierende (vgl. Abbildung 7). Ausbildungsfahrten gehen in nahegelegene Seegebieten wie die Deutsche Bucht, aber auch in das Nordwest-Europäische Schelf bis hin zum Kontinentalrand. Üblicherweise verbringt jede Kohorte, die aus acht bis zehn Personen besteht, fünf Tage auf See.

Unter Ausbildungsfahrten werden Kursfahrten im Rahmen der Studiengänge sowie auch die Ausbildung des wissenschaftlichen und technologischen Nachwuchses gefasst, wie sie z. B. im Rahmen von Sommerschulen stattfinden. Ausbildungsfahrten ermöglichen Studierenden, Arbeitsabläufe während einer Expedition zu erleben, wie z. B. die Labor- und Gerätevorbereitung, Stationsplanung, Datengewinnung, Qualitätskontrolle, Erstauswertung, Visualisierung, etc. Darüber hinaus kann das Erkennen möglicher Fehlerquellen und deren Bedeutung für Interpretation erlernt werden. Auch können Situationen, wie technische Probleme, ungünstige Wetter- und Witterungsbedingungen etc., die eine Anpassung der Fahrtplanung erfordern, sowie auch Alltagssituationen im Bordbetrieb und die eigene Seetauglichkeit und Belastbarkeit erfahren werden und Entscheidungen über Vertiefung oder Berufswahl erleichtern.

Für Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler sind die Schiffe auch für Training im Einsatz und der Auswertung von Sensorsystemen von Bedeutung. Darüber hinaus haben Forschende im frühen Stadium der wissenschaftlichen Laufbahn an Bord der regionalen Schiffe die Möglichkeit, Erfahrungen für eine Übernahme einer Fahrtleitung zu sammeln, die für die weitere wissenschaftliche Karriere von hoher Relevanz sind.

Studierende haben die Möglichkeit, an Expeditionen teilzunehmen und für ihre Abschlussarbeiten z. B. Experimente an Bord durchzuführen. Zwischen 2017 und 2022 entstanden so im Zusammenhang mit Fahrten bzw. Fahrtabschnitten der drei regionalen Schiffe 79 Masterarbeiten (vgl. Tabelle 8 und Abbildung 9). Über die Hälfte dieser Abschlussarbeiten gingen dabei auf Fahrten mit der Alkor zurück. Daneben gibt es Fahrten, an denen Promovierende im Rahmen von Graduiertenkollegs und Sonderforschungsbereichen mitwirken, die jedoch nicht im engeren Sinne als „Ausbildungsfahrten“ zu sehen sind.

Eine Besonderheit stellt das seit 2013 am AWI angesiedelte POGO Center of Excellence Program der Nippon Foundation dar. Es handelt sich um ein Programm, das ein Training für zehn junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus

Schwellen- und Entwicklungsländern über zehn Monate auf Helgoland und Sylt umfasst. Es bietet eine Aus- und Weiterbildung auf dem Gebiet der beobachtenden Ozeanographie und umfasst Spezialthemen wie Modellierung, Fernerkundung, Wechselwirkungen zwischen Ozean und Atmosphäre sowie Training in Messtechniken und Probenahmen. |<sup>70</sup>

Der Ausbildung an Bord wird seitens der Meeresforschungscommunity ein hoher Stellenwert eingeräumt. |<sup>71</sup> Die Ausbildungsfahrten werden hinsichtlich der Kapazitäten auf den Schiffen besonders berücksichtigt und laufen außerhalb des externen Begutachtungsverfahrens des GPF (vgl. A.IV.1). Der Zeitpunkt der Fahrten, die idealerweise bei guten Bedingungen in den Sommermonaten stattfinden sollten, ist allerdings auch für Forschungsfahrten stark nachgefragt, so dass eine gewisse Konkurrenz um Schiffszeit zu dieser Jahreszeit besteht.

Um einen Wissenstransfer in die Gesellschaft zu erreichen, werden im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit von den Betreibenden Einrichtungen Events wie „Open Ship“ organisiert. Dabei erläutern Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler das wissenschaftliche Arbeiten auf See und berichten Interessierten über verschiedene Themen der Meeresforschung, den Zustand der Ostsee bzw. Nordsee etc. |<sup>72</sup>

### III.6 „Für ein gutes Miteinander auf See“

Die gemeinsame Initiative „Für ein gutes Miteinander auf See“ von GEOMAR, AWI, IOW, MPI-M sowie der Reederei Briese und der LDF dient der Wahrnehmung der Schutzpflicht als Arbeitgeberin bzw. Arbeitgeber und als Präventionsmaßnahme gegen sexuelle Belästigung und sexualisierte Gewalt auf See. Dabei wird das Ziel verfolgt, zu informieren, Regeln zu kommunizieren und zu sensibilisieren, Hilfsangebote bekannt zu machen sowie Vertrauenspersonen und Fahrtleitungen Hilfestellung im Umgang mit Vorfällen zu geben. |<sup>73</sup> Die Umsetzung ist bislang uneinheitlich, da eine verbindliche Geltung abhängig vom Abschluss einer Betriebs- bzw. Dienstvereinbarung der jeweiligen Einrichtung des mitfahrenden Personals ist.

|<sup>70</sup> Vgl. <https://pogo-ocean.org/capacity-development/centre-of-excellence/>.

|<sup>71</sup> Ergebnis einer internen nicht-repräsentativen Befragung durch Mitglieder der Community unter den elf auf See ausbildenden Instituten.

|<sup>72</sup> Beispielsweise bietet das GEOMAR im Rahmen der Kieler Woche ein „Open Ship“ auf der Alkor an, das IOW auf der Elisabeth Mann Borgese im Rahmen des Ostseetags im Rostocker Stadthafen.

|<sup>73</sup> Informationen sowie die entsprechenden Materialien sind unter <https://www.geomar.de/zentrum/team-gender-equality-diversity/fuer-ein-gutes-miteinander-auf-see> abrufbar.

Die **Senatskommission für Ozeanographie** der DFG plante und koordinierte von 1959 bis 2017 die Aktivitäten der DFG auf dem Gebiet der Meeresforschung. 2018 konstituierte sich das von BMBF, DFG und HGF eingesetzte **Gutachterpanel Forschungsschiffe (GPF)**, das im Rahmen eines von BMBF, DFG und HGF entwickelten gemeinsamen Verfahrens für die Begutachtung von Fahrtvorschlägen für alle globalen, ozeanischen und regionalen deutschen Forschungsschiffe zuständig ist.

#### IV.1 Vergabe von Schiffszeit

Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit der benötigten Infrastruktur im Bereich der Meeresforschung werden Forschungsexpeditionen sowohl national als auch international koordiniert. Die Vergabe von Schiffszeiten für die großen und regionalen deutschen Forschungsschiffe erfolgt durch Antrag über das Portal **deutsche Forschungsschiffe** auf der Grundlage einer Begutachtung der einzureichenden wissenschaftlichen Fahrtvorschläge. |<sup>74</sup> Das Portal steht in deutscher und englischer Sprache zur Verfügung. Die Entscheidungen über die Schiffszeiten trifft seit 2018 das GPF, dem nationale und internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler angehören. |<sup>75</sup> Es wurde gegründet, um ein einheitliches Verfahren und einen gemeinsamen Begutachtungsstandard sicherzustellen. Das GPF wird durch eine eigene, bei der DFG angesiedelte Geschäftsstelle administriert, die den Begutachtungsprozess organisiert. Nach Einholen schriftlicher Gutachten tritt das Panel zusammen, um die eingegangenen Bewertungen zu diskutieren und nimmt eine abschließende Bewertung vor.

Für die regionalen und lokalen Forschungsschiffe können bewilligte Fahrten meist sehr zeitnah umgesetzt werden. Der **Vorlauf** ist für Schiffszeitanträge bei global operierenden Schiffen deutlich länger und kann z. B. beim FS Polarstern mehrere Jahre betragen. Im Gegensatz zu den globalen und ozeanischen Schiffen ist für regionale Forschungsschiffe keine Nebennutzung vorgesehen, bei der

|<sup>74</sup> Vgl. <https://www.portal-forschungsschiffe.de/fahrtvorschlaege>.

|<sup>75</sup> Im Jahr 2021 fand eine Evaluierung des Verfahrens durch BMBF, DFG, HGF und die schiffsbetreibenden Einrichtungen statt, die dem GPF transparente Entscheidungen nach einheitlichen Standards bescheinigte und eine unbefristete Fortführung des Verfahrens zum Ergebnis hatte. Einzelne Optimierungen betrafen u. a. die Zusammensetzung des Panels, die mit der Periode 2022–2025 in Hinblick auf Internationalität, den Anteil von Wissenschaftlerinnen sowie die Repräsentanz der biologischen Wissenschaften diverser gestaltet wurde. Außerdem wurden die bis dahin festen Einreichfristen für Fahrtvorschläge aufgehoben sowie die wissenschaftliche Berichtspflicht vereinfacht (vgl. <https://www.portal-forschungsschiffe.de/fahrtvorschlaege/begutachtung>). Der Name wurde zudem in „Begutachtungspanel Forschungsschiffe“ geändert, die Abkürzung GPF jedoch beibehalten.

sich kleinere Gruppen von drei bis zehn Personen mit einem eigenständigen Arbeitsprogramm an einer bestehenden Fahrt beteiligen können. |<sup>76</sup>

**Fahrtberichte** dokumentieren die an Bord durchgeführten Arbeiten sowie die gewonnenen Daten und Proben. Sie müssen zwei Monate nach der Fahrt bei der GPF-Geschäftsstelle eingereicht werden; später werden sie mit einer DOI versehen und über die TIB – Leibniz-Informationszentrum Technik und Naturwissenschaften und Universitätsbibliothek und das Portal PANGAEA veröffentlicht. Die Berichtspflicht sieht außerdem vor, dass Ergebnisse zwei Jahre nach Abschluss der Fahrt auf der nächstmöglichen Statuskonferenz Forschungsschiffe präsentiert werden. Dabei müssen auch Angaben zu Publikationen und Präsentationen im Rahmen des Projekts eingereicht werden. |<sup>77</sup>

Die **Fahrtplanung** der vom GPF bewilligten Fahrten für die verschiedenen Schiffe obliegt der Koordinierungsgruppe Schiff (KG Schiff, dazu ausführlicher in A.VII) bzw. den jeweiligen Schiffsbetreibern in Zusammenarbeit mit der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe (LDF) an der Universität Hamburg: Das AWI für die Forschungsschiffe Polarstern und Heincke, die LDF für die Forschungsschiffe Meteor, Maria S. Merian und Sonne, das GEOMAR für die Alkor und das IOW für die Elisabeth Mann Borgese. Die externe wissenschaftliche Begutachtung und die logistische Fahrtplanung sind somit voneinander getrennte Verfahren (vgl. auch A.VII).

#### IV.2 Nachfrage und Einsatz auf Basis des Antragsgeschehens

Im Zeitraum 2017–2022 wurden pro Jahr zwischen 32 und 58 Anträge unter Nutzung der regionalen Forschungsschiffe beim Begutachtungspanel Forschungsschiffe eingereicht (vgl. Tabelle 5).

Daten des GPF zum Antragsgeschehen ermöglichen einen Überblick über die Nachfrage und zeigen die Bewilligungsquote sowie den zeitlichen Abstand bis zur Umsetzung des Vorhabens/der beantragten Forschungsfahrt. Zwischen September 2017 und August 2022 sind 227 Anträge für die regionalen Schiffe gestellt worden; davon wurden rund 79 % bewilligt. Die bewilligten Fahrtvorschläge werden in die Fahrtplanung aufgenommen. Sie können mehrere einzelne Ausfahrten beinhalten und sich über mehrere Jahre erstrecken. Bei rund 6 % der betrachteten Fahrtvorschläge von 2017–2022 mit dem Status „in die Fahrtplanung aufgenommen“ ist noch kein Umsetzungszeitraum festgelegt. |<sup>78</sup>

|<sup>76</sup> Vgl. <https://www.portal-forschungsschiffe.de/fahrtvorschlaege-nebennutzung.html>.

|<sup>77</sup> Vgl. <https://www.portal-forschungsschiffe.de/fahrtberichte>.

|<sup>78</sup> Für die großen Forschungsschiffe werden bereits positiv begutachtete und vom GPF zur Aufnahme in die Fahrtplanung empfohlene Fahrten, die von den Schiffsbetreibern noch nicht in bestehende Fahrpläne aufgenommen werden konnten, in einer Übersichtstabelle veröffentlicht, um eine Nebennutzung zu erleichtern (vgl. <https://www.portal-forschungsschiffe.de/fahrtplanung.html>).

In der Gesamtzahl enthalten sind 11 Anträge für Fahrten, die 2018–2019 mit dem Forschungsschiff Poseidon umgesetzt wurden. Dieses war Ende 2019 außer Dienst gestellt worden. Unter den drei aktuell noch im Dienst befindlichen regionalen Forschungsschiffen Alkor, Heincke und Elisabeth Mann Borgese wurde die Heincke im Zeitraum September 2017 bis August 2022 am häufigsten als das „bevorzugte“ Schiff im Antrag genannt (rund 41 % der Anträge), dieser Anteil bleibt unter den umgesetzten Fahrten der drei Schiffe bestehen (vgl. Tabelle 6). Betrachtet man den Zeitraum, in dem auch die Poseidon noch im Einsatz war, so ist die Heincke ebenfalls mit rund 46 % das am häufigsten favorisierte Schiff, während die Anteile von Alkor und Elisabeth Mann Borgese durch die Möglichkeit, das FS Poseidon zu nutzen, geringer ausfielen.

Es ist auch möglich, mehrere Fahrten in einem Antrag zusammenzufassen. Im betrachteten Zeitraum wurden bei rund 15 % der Fahrtvorschläge |<sup>79</sup> mehr als eine Fahrt beantragt; die höchste Anzahl an Arbeitstagen im Rahmen eines Fahrtvorschlages wurde mit 15 Einzelfahrten im Fall einer längeren Messreihe (koordiniertes Programm mit Voranmeldung) für den Zeitraum 2021–2023 genehmigt.

Forschungsfahrten durchlaufen das Begutachtungsverfahren des GPF, daneben werden auch Fahrtvorschläge für Ausbildungsfahrten eingereicht. Von den 227 eingereichten Anträgen sind 27 % Anträge für Ausbildungsfahrten. Diese machen unter den genehmigten Anträgen rund 29 % aus. Über die Hälfte aller Anträge (53 %) sind Forschungsfahrten, die den externen Begutachtungsprozess durchlaufen. Unter den genehmigten Fahrtvorschlägen machen sie 47 % aus. Bei den übrigen Anträgen handelt es sich um Fahrten, für die Ausnahmebedingungen gelten, so dass wie auch im Fall der Ausbildungsfahrten keine externe Begutachtung vorgenommen wird. |<sup>80</sup>

#### IV.3 Nutzung und Auslastung der Schiffe

Die Nutzung der Schiffe beinhaltet neben den Tagen auf See, die einem konkreten Zweck dienen, auch Rüst-, Transit- und Hafentage. Dabei unterliegen die drei Schiffe unterschiedlichen Bedingungen, und die Dokumentation unterscheidet sich zwischen den drei Einrichtungen. In den sechs Jahren 2017–2022 betrug die durchschnittliche jährliche Zahl der Tage auf See, inklusive der damit verbundenen Rüst- und Transittage, für die Alkor 260 Tage, für die Heincke 234 Tage und für die Elisabeth Mann Borgese 245 Tage. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es während der COVID-19-Pandemie zu Ausfällen kam, die besonders im Fall der Heincke 2021 eine höhere Zahl an Hafentagen zur Folge hatte. Die hohe Zahl

|<sup>79</sup> In diesem Fall beinhalten die Fahrten nur jene genehmigten Fahrten, die bereits konkret geplant und/oder durchgeführt sind.

|<sup>80</sup> Dabei handelt es sich um Ressort-Fahrten, die durch das zuständige Ministerium finanziert werden, um Fahrten, die bereits anderweitig im Rahmen von Forschungsprogrammen begutachtet wurden („koordiniertes Programm mit Voranmeldung“), sowie um Gerätetests.

der Ausbildungsfahrten der Alkor führt Angaben der Betreiber zufolge zu einer höheren Zahl an Rüsttagen (vgl. Tabelle 7).

Bei den Teilnehmenden der Fahrten, die im Zeitraum 2017–2022 mit den drei regionalen Schiffen durchgeführt wurden, handelte es sich zu 44 % um Studierende (inklusive Promovierende, da die beiden Kategorien vom GEOMAR und vom AWI nicht separat erfasst werden), 29 % waren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und 23 % gehörten zum technischen Personal (vgl. Abbildung 7). Aufgrund des häufigen Einsatzes in der Lehre war der Studierendenanteil bei den Forschungsschiffen Alkor und Heincke mit 52 % bzw. 48 % etwas höher, während die Elisabeth Mann Borgese mit 46 % einen höheren Anteil des technischen Personals an allen Mitfahrenden aufwies. Den höchsten Anteil an Forschenden unter den Fahrtteilnehmenden hat in diesem Zeitraum die Heincke mit 34 % zu verzeichnen. Mit Blick auf die Geschlechterbalance unter den Fahrtteilnehmenden lag der Anteil der Studentinnen mit 57 % über dem der Studenten, Wissenschaftlerinnen machten jedoch nur 30 % der Forschenden an Bord aus. Das technische Personal auf den Fahrten bestand zu 73 % aus männlichen Technikern.

Mit Blick auf den wissenschaftlichen Output im Zusammenhang mit den drei regionalen Schiffen entstanden im Zeitraum 2017–2022 nach Angaben der Einrichtungen 192 **Publikationen**, die auf Forschungsfahrten mit diesen Schiffen zurückgeführt werden können (vgl. Tabelle 10 und Abbildung 11). Der Großteil der Publikationen geht mit je 88 bzw. 77 Veröffentlichungen auf die Elisabeth Mann Borgese bzw. die Alkor zurück. Auf Fahrten der Schiffe werden zudem Untersuchungen und Datenerhebungen im Rahmen von Abschlussarbeiten und Promotionsprojekten durchgeführt. Dabei entstanden im o. g. Zeitraum 79 **Masterarbeiten** und fünfzig **Doktorarbeiten** (vgl. Tabelle 8–9; Abbildung 9–10). Mit 41 Masterarbeiten ging über die Hälfte der Abschlussarbeiten auf Fahrten bzw. Fahrtabschnitte auf dem Forschungsschiff Alkor zurück. Auf Fahrten der Heincke basierte mit 30 Publikationen der Großteil der Dissertationen. |<sup>81</sup>

Betrachtet man den Anteil der grund- und drittmittelfinanzierten Projekte, die unter Nutzung der Schiffe und Großgeräte umgesetzt wurden, so machten im Zeitraum 2017–2022 grundfinanzierte Projekte im Fall der Alkor 59 % aus, im Fall der Elisabeth Mann Borgese dagegen waren 59 % der Projekte projektfinanziert. Für die Heincke liegen keine vergleichbaren Informationen vor.

#### IV.4 Internationale Kooperation bei der Schiffsnutzung in Europa

In Europa bestehen mehrere formalisierte Kooperationsverbände, die teilweise oder hauptsächlich dem Austausch über die nationalen regionalen Forschungs-

|<sup>81</sup> Die Daten zu Fahrten der Forschungsschiffe und daraus entstandenen Master- und Doktorarbeiten sowie anderen Publikationen basieren auf einer Anfrage bei den drei schiffsbetreibenden Einrichtungen, werden dort jedoch nicht systematisch erfasst.

schiffe dienen; zwischen Betreibern von Forschungsschiffen existieren in Europa vereinzelt bilaterale Kooperationen über die Schiffsnutzung (vgl. Anhang). Die meisten Forschungsschiffe werden jedoch von nationalen Organisationen allein betrieben. Ein informeller internationaler Austausch über Schiffszeiten findet für global operierende Forschungsschiffe über die OFEG statt. Die OFEG vertritt die wichtigsten ozeanographischen Forschungsorganisationen Europas und bietet ein Forum, um Tausch- und Kooperationsmöglichkeiten für die Forschungsschiff flotte der Kategorien Global und Ozeanisch zu finden. Dem 1996 geschlossenen Abkommen zur Zusammenarbeit bei gemeinsamen meereswissenschaftlichen Interessen und Aktivitäten auf der Basis von „no-money-flow“ (d.h. Tauschhandel) zwischen dem BMBF, dem französischen IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France) und dem britischen NERC (Natural Environment Research Council) traten 2002 und 2006 das niederländische NIOZ (Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee) das spanische CSIC (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Spain) und das norwegische IMR (Institute of Marine Research bzw. Havforskingsinstituttet) bei. |<sup>82</sup>

Bei Tauschsystemen (barter systems) werden die bestehenden Infrastrukturen vom Eigentümer finanziert und dem Partner für einen bestimmten Zeitraum leihweise zur Verfügung gestellt. Im Gegenzug erhält der Eigentümer das Recht, die Infrastruktur des Partners in absehbarer Zeit zu nutzen. Der Wert der einzelnen Nutzung wird in der Regel in Punkten pro Tag berechnet und jährlich aufgerechnet. |<sup>83</sup> Schiffszeiten können üblicherweise nur direkt bei den Betreibern beantragt werden. Die Finanzierungsmodelle für den Betrieb der Schiffe fallen jedoch unterschiedlich aus. Die nationalen Fördermöglichkeiten sind jeweils darauf zugeschnitten und ihrerseits entsprechend heterogen. Deutschland, Frankreich, die Niederlande, Spanien, das Vereinigte Königreich und Norwegen tauschen untereinander Schiffszeiten, indem die Schiffsnutzung statt über Zahlungen über ein Punktesystem verbucht wird, durch das Nutzungszeiten jeweils in den nachfolgenden Jahren ausgeglichen werden können. |<sup>84</sup> Bislang ist die OFEG der einzige Mechanismus, der Forschenden auf Antrag Zugang zu einem Forschungsschiff ermöglicht, das nicht vom eigenen Land betrieben wird. |<sup>85</sup>

Ein Beispiel, bei dem die OFEG in die Schiffsnutzung einbezogen wird, ist das größte seegängige Forschungsschiff der Niederlande, die Pelagia. Es wird von

|<sup>82</sup> Vgl. <https://www.ofeg.org/np4/13.html>.

|<sup>83</sup> Vgl. Binot, J./Danobeita, J./Müller, T. et al., 2007, S. 25.

|<sup>84</sup> Vgl. <https://www.ofeg.org/np4/13>.

|<sup>85</sup> Voraussetzung für die Nutzung eines Tiefseeforschungsschiffs ist jedoch, dass das eigene Land ebenfalls ein tiefseetaugliches Forschungsschiff besitzt und betreibt. Angesichts der Tatsache, dass dies nur auf eine begrenzte Anzahl von Ländern zutrifft, gibt es Forderungen nach nachhaltigen Mechanismen zur Finanzierung des Zugangs zu Forschungsschiffen auf europäischer Ebene. (vgl. Nieuwejaar, P./Mazauric, V./Betzler, C. et al., 2019, S. 62).

NIOZ betrieben und ein Teil seiner Kapazität über die OFEG getauscht. Im Gegenzug für die Schiffszeit auf Pelagia können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Niederlanden Zugang zu den Schiffen der OFEG-Partner erhalten, wodurch der Aktionsradius der niederländischen Meeresforschung weit über das hinausgeht, was mit der Pelagia allein erreicht werden kann. |<sup>86</sup>

Mit Blick auf die gemeinsame europäische Nutzung der deutschen regionalen Forschungsschiffe im Rahmen des OFEG Abkommens sind die Schiffe Alkor und Heincke Teil des OFEG-Pools, im Zeitraum 2017–2022 gab es jedoch keine Barterfahrten im Rahmen des Abkommens. Dabei spielt neben der Verfügbarkeit in manchen Fällen die Inkompatibilität von Equipment eine Rolle. |<sup>87</sup> Deutschland hat im gleichen Zeitraum fünf Schiffseinsätze im Rahmen des OFEG Abkommens für ozeanische Forschungsschiffe angefragt; diese Anfragen kamen zustande.

#### IV.5 Forschungsdaten

Durch die Weiterentwicklung von Sensoren und den vermehrten Einsatz von autonomen Messstationen hat die Meeres- und Polarforschung in den letzten Jahrzehnten immer mehr Daten produziert. Um für ein adäquates Datenmanagement auch mit Blick auf die in Zukunft weiter anwachsenden Datenmengen zu sorgen, hatte der Wissenschaftsrat 2010 zu einer erweiterten Nutzung der **Datenbibliothek PANGAEA** geraten. „WDC PANGAEA“ (Weltdatenzentrum für Marine- und Umwelt-Datensätze) wird seit 1994 durch das AWI in Bremerhaven und das Marum in Bremen betrieben. In PANGAEA werden auch Daten der deutschen Forschungsschiffe in Verbindung mit den beschreibenden Metadaten erfasst |<sup>88</sup>. Das System wird von verschiedenen internationalen Forschungsprojekten der öffentlichen Hand und vom World Data Center for Marine Environmental Sciences (WDC-MARE) als Datenarchiv und -bibliothek genutzt; es steht jedem Projekt, jeder Institution und jeder/jedem Forschenden zur Nutzung, Archivierung und Veröffentlichung von Daten offen.

Über das GEOMAR sind verschiedene Daten bislang u. a. in den folgenden Portalen zu finden:

|<sup>86</sup> Vgl. <https://www.nioz.nl/national-marine-facilities/research-vessels/RV-pelagia>.

|<sup>87</sup> Laut den Schiffsbetreibern gab es in dem genannten Zeitraum eine Anfrage vom NIOZ für die Nutzung der Alkor, die nach Prüfung der Kompatibilität schließlich nicht zu Stande kam, da die einzusetzende Dredge (Schleppnetz) bzw. die Winde und der A-Rahmen für die Alkor zu schwer gewesen wären.

|<sup>88</sup> In der Forschungsdaten-Leitlinie der Deutschen Allianz Meeresforschung heißt es: „Datensätze müssen in geeigneten, nachhaltig betriebenen, vertrauenswürdigen Langzeit-Repositorien archiviert und publiziert werden.“ Genannt werden PANGAEA oder das Langzeitarchiv des Deutschen Klimarechenzentrums CERA; alternativ gewählte Archive müssen die gleichen Standards erfüllen (vgl. Forschungsdaten-Leitlinie der Deutschen Allianz Meeresforschung, S. 10, verfügbar unter <https://www.allianz-meeresforschung.de/app/uploads/2021/06/dam-forschungsdatenleitlinie-stand-210520-2.pdf>). Im Publikationszeitraum 2017–2022 werden in PANGAEA für FS Heincke 631, für FS Alkor 115 und für FS Elisabeth Mann Borgese 30 Datensätze gefunden (vgl. <https://www.pangaea.de/>, Stand 18.07.2023).

- \_ Das Data Management Portal „OSIS – Ocean Science Information System for Expeditions, Numeric Models, Experiments“ am GEOMAR ermöglicht es Forschenden, Datendateien im Rahmen von Expeditionen, numerischen Modellen oder Experimenten unabhängig vom Dateiformat hochzuladen und auszutauschen. OSIS wird im Rahmen der DAM-Forschungsmissionen in Verbänden mit GEOMAR-Beteiligung genutzt.
- \_ GEOMAR OPeNDAP Service |<sup>89</sup> ermöglicht es, ergänzende Daten (Supplements) von Artikeln mit Ergebnissen numerischer Modellierungen zu veröffentlichen.
- \_ OceanRep ist ein Repositorium für den wissenschaftlichen Output aus dem GEOMAR im Bereich der marinen Naturwissenschaften (GEOMAR-Archiv). Hier sind auch Fahrtberichte und Wochenberichte der Alkor abrufbar.

Zur Kuratierung von Sensor-Daten wurde vom AWI das Informationssystem „Sensor.awi.de“ entwickelt, das der Erstellung und Verwaltung von plattform-, geräte- und sensorbezogenen Informationen dient. Ziel ist es unter anderem, Sensor-Informationen standardmäßig an Datenpublikationen z. B. in PANGAEA als Metadaten anhängen zu können.

Die DAM ist damit befasst, gemeinsam mit den Mitgliedsinstitutionen ein integriertes nachhaltiges Datenmanagementkonzept für die Forschungslandschaft sowie Standards zu entwickeln, die den Zugang zu und die Nutzung von dezentralen Datensätzen erleichtern. Der Aufbau einer solchen vernetzten Dateninfrastruktur für Meeresforschungsdaten unter dem Dach der DAM wurde im Juni 2019 genehmigt und befindet sich derzeit in der Umsetzungsphase. Dabei wird die systematische Erfassung und Auswertung von Daten aus Schiffsexpeditionen ausgebaut. Die Meeresforschungseinrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft entwickeln dazu das **Datenportal „Marine-Data.de“** sowie Konzepte zur Verbesserung der Datenerfassung, -auswertung und des Forschungsdatenmanagements. Mit dem Portal wird außerdem der Zugang zu und die Visualisierung von Meeresforschungsdaten vereinfacht. |<sup>90</sup> Mit dem Projekt „**Unterwegs**“-Forschungsdaten werden die von bordeigenen Sensoren gemessenen Daten zusammengeführt, die nicht Teil des wissenschaftlichen Programms einer Expedition sind. |<sup>91</sup> Seit Januar 2023 werden diese Aktivitäten im Rahmen der neuen Projektphase auf die regionalen Schiffe ausgeweitet. Es werden Workflows etabliert, die sicherstellen, dass qualitätsgeprüfte Unterwegsdaten nach FAIR-Prinzipien geteilt werden. Die bisher getrennten Datenbestände der marinen, terrestrischen und atmosphärischen Forschung einschließlich der interdisziplinären Bereiche der Klima- und Biodiversitätsforschung werden zudem zu einer offenen, vernetzten Informationsinfrastruktur zusammengelegt; die Datenbestände der Meeresforschungs-

|<sup>89</sup> OPeNDAP steht für „Open-source Project for a Network Data Access Protocol“.

|<sup>90</sup> Vgl. <https://marine-data.de/>.

|<sup>91</sup> Vgl. <https://www.allianz-meeresforschung.de/kernbereiche/datenmanagement-und-digitalisierung/>.

einrichtungen AWI, GEOMAR und Hereon sollen zu einem „MARE Hub“ zusammengeführt werden.

Ziel des Projekts ist die Integration, aber auch die Konsolidierung bestehender Repositorien und gemeinsamer Dienste sowie die Stärkung der Verbindungen zu nationalen, europäischen und internationalen Plattformen. Dies soll in enger Abstimmung mit der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) geschehen. Mit dem Datenmanagement-Konzept der DAM sollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Mitgliedseinrichtungen außerdem dabei unterstützt werden, Bedingungen im Umgang mit Forschungsdaten, die im Zuge von Forschungsprojekten gestellt werden, zu erfüllen. Dies beinhaltet Unterstützung durch Datenmanagementexpertinnen und -experten „in allen Phasen des Datenlebenszyklus (Projektplanung, Datenaufnahme, -aufbereitung, -analyse, -archivierung, -publikation)“. |<sup>92</sup>

Auf internationaler Ebene sind Daten auf der Website „Seadatanet.org“ verfügbar, die als eine „pan-european infrastructure for ocean and marine data management“ fungieren will. |<sup>93</sup>

#### **A.V ANTRIEBSYSTEME UND TREIBSTOFFE**

---

Die Antriebstechnologie der Schiffe ist für Emissionen in die Luft (z. B. Stickstoffoxide, Schwefeldioxid und Partikel), Ableitungen ins Wasser (z. B. Ölverschmutzung), den Kraftstoffverbrauch und Lärmemissionen entscheidend. Da die Gewinnung von Erkenntnissen zum Schutz der Umwelt und des Meereslebens eines der Hauptziele der Meeresforschung ist, ist das Thema für die dabei eingesetzten Forschungsschiffe besonders wichtig. Die drei regionalen Forschungsschiffe haben wie die meisten aktuellen Forschungsschiffe einen diesel-elektrischen Antrieb, bei dem Dieselgeneratoren ein elektrisches Antriebssystem mit Energie versorgen. Die Dieselmotoren der Heincke wurden 2014 ausgewechselt und im Zuge dessen mit Rußpartikelfiltern mit nachgeschalteter Abgasreinigung ausgestattet. |<sup>94</sup>

Neue emissionsarme Antriebstechnologien sind ein wichtiges Instrument zur Verringerung der Klima- und Umweltauswirkungen der Schiffe. Die Auswahl alternativer Antriebstechnologien von Forschungsschiffen ist jedoch abhängig von den Anforderungen an Geschwindigkeit, Manövrierfähigkeit und insbesondere Reichweite sowie von der Verfügbarkeit und der Infrastruktur zur Versorgung mit emissionsarmen Energieträgern. Die Wahl der Technologie hat erheb-

|<sup>92</sup> DAM-Konzeptpapier „Datenmanagement und Digitalisierung“ (Stand 09/2022), S. 4 (<https://www.allianz-meeresforschung.de/app/uploads/2021/06/210630-fdm-konzeptionierung-dam.pdf>).

|<sup>93</sup> Vgl. <https://www.seadatanet.org/>.

|<sup>94</sup> Vgl. <https://www.awi.de/ueber-uns/service/presse/presse-detailansicht/neuer-antrieb-fuer-forschungsschiff-heincke-umweltfreundliche-nachbehandlung-reduziert-abgase.html>.

liche Auswirkungen auf die Konzeption potenzieller Neubauten. Inzwischen sind Technologien verfügbar, die eine Energieversorgung mit Gas (LNG, LPG, s. u.), Methanol, Biokraftstoff, E-Fuels, Ammoniak, Wasserstoff, in Verbrennungsmotoren, Batterie oder Brennstoffzellen ermöglichen und in unterschiedlichem Maß zur Verbesserung des Umweltschutzes beitragen können. Sie können als alleinige Energiequelle oder als Hybridantrieb in Ergänzung des diesel-elektrischen Antriebssystems genutzt werden. Der Einsatz von Brennstoffzellen und Batterien resultiert allgemein in weniger Lärm und Vibrationen als der Einsatz von Verbrennungsmotoren. Eine im Auftrag des Deutschen Maritimen Zentrums durchgeführte Studie zum Kraftstoffportfolio der Schifffahrt weist im Juli 2022 darauf hin, dass die Alternativkraftstoffe bislang „in signifikante[r] Menge auf fossiler Basis hergestellt [werden]. Eine vollständige und nachhaltige Dekarbonisierung der Schifffahrt kann allerdings nur durch den Einsatz von Bio- und E-Fuels aus erneuerbaren Quellen erreicht werden.“ |<sup>95</sup> Durch die geringere Energiedichte der Alternativen im Vergleich zu den etablierten Kraftstoffen ergeben sich außerdem Anpassungsbedarfe bei den Schiffen, insbesondere wegen des größeren Platzbedarfs für Tanks. Auch bringen sie erhöhte Sicherheitsanforderungen an Technik und Personal mit sich. Mit Blick auf die Verfügbarkeit ist zu beachten, dass bestimmte Rohstoffe wie Wasserstoff, Methanol und Ammoniak noch nicht überall als Schiffskraftstoff angeboten werden. Ihre Bunkerpreise sind deutlich höher als die etablierter Schiffskraftstoffe sowie fossilen LNGs.

**LNG (Liquified Natural Gas, flüssiges Erdgas):** Im Umgang mit LNG gibt es u. a. durch Umweltschutzvorgaben in der Schifffahrt bereits Kenntnisse und Praxiserfahrung, zudem ist eine relativ gute Verfügbarkeit gegeben. Mit LNG kann eine Reduktion des Schadstoffausstoßes erreicht werden, es ist jedoch in der Regel fossiler Herkunft. Kritisch gesehen wird der durch unvollständige Verbrennung im Motor entstehende Methanschlupf sowie das Freisetzungspotenzial an anderen Punkten im Prozess (Herstellung, Transport), mit nur komplexen Eindämmungsmöglichkeiten. |<sup>96</sup> Befürworter sehen LNG als Brückentechnologie für den späteren Einsatz von verflüssigten Biokraftstoffen oder synthetischen Kraftstoffen, für die die LNG-Infrastrukturen genutzt werden könnten (Antriebs-, Kraftstoff- und Tanksysteme). Für die Betankung mit LNG gibt es neben Bunkerschiffen und Tank-LKW auch ortsfeste Bunkeranlagen oder teilweise LNG-Terminals. An Bord wird LNG unter Druck oder in speziellen thermisch isolierten Tanks gelagert. |<sup>97</sup>

|<sup>95</sup> Ramboll, 2022, S. 120.

|<sup>96</sup> Vgl. Ebd. S. 50.

|<sup>97</sup> Ebd. S. 46 f.

In Deutschland wird das regionale Forschungsschiff Atair des BSH mit LNG betrieben. Es wurde 2021 in Dienst gestellt und wird zur Seevermessung und Wracksuche eingesetzt. Die Größe des LNG-Tanks beträgt 130 m<sup>3</sup>, das Schiff kann zehn Tage allein mit LNG-Antrieb fahren. |<sup>98</sup>

**LPG (Liquified Petroleum Gas, Autogas):** Der Einsatz von LPG in der Schifffahrt basiert i. d. R. auf den bereits etablierten LNG-Konzepten für Motoren, der verbreitetste Antrieb ist ein 2-Takt-Dieselmotor. LPG entstammt nahezu ausschließlich fossilen Quellen, als Nebenprodukt der Öl- und Gasförderung sowie auch der Öltraffinerie. Mit Blick auf Treibhausgas-Emissionen besteht auch bei LPG eine mit Methan vergleichbare Schlupfproblematik. Seine Energiedichte ist ähnlich der LNGs. |<sup>99</sup>

**Methanol:** Bei der Verbrennung von Methanol gelangen deutlich weniger Rußpartikel in die Luft als bei Schiffsdiesel oder Schweröl. Der Methanol-Antrieb kann CO<sub>2</sub>-neutral sein, wenn das bei der Methanolsynthese benötigte Synthesegas nicht aus fossilen Brennstoffen erzeugt, sondern „grüner Wasserstoff“ verwendet wird (s. nächster Abschnitt). Dieselmotoren können zur Methanol-Verbrennung umgerüstet werden. Da sich Methanol im Wasser auflösen kann, birgt es für die Umwelt im Falle eines Unfalls weniger Gefahren. Für die Besatzung müssen die toxischen Eigenschaften bzw. die mit einem Austritt von Methanol verbundenen Gefahren jedoch bedacht werden. Aufgrund der geringeren Energiedichte benötigt die gleiche Energiemenge Methanol ungefähr 2,5-mal so viel Platz wie die Bunkertanks von etablierten Schiffskraftstoffen, wenn die gleiche Reichweite wie mit einem herkömmlichen Dieselantrieb erreicht werden soll. |<sup>100</sup> Mit Blick auf die Verfügbarkeit ist Methanol entlang der Hauptverkehrsrouten insbesondere in Nordamerika, Europa und Südostasien auf Lager. Beim Bunkern wird das Methanol meist per LKW angeliefert, inzwischen kann es aber auch von Schiff zu Schiff abgewickelt werden (entsprechende Bunkerdienste werden in Rotterdam und Göteborg angeboten). |<sup>101</sup>

2023 wird der mit Methanol betriebene Forschungskutter Uthörn II des AWI in Betrieb genommen. Das Schiff ist mit zwei umgerüsteten Dieselmotoren ausgestattet, die mit Methanol statt mit Schiffsdiesel angetrieben werden und Strom für zwei elektrische Fahrmotoren liefern. Um die Reichweite des Vorgängerschiffs erreichen zu können, wurden auf der Uthörn II deutlich größere Tanks für die benötigte Menge an Methanol eingebaut. |<sup>102</sup>

**Ammoniak:** Da Ammoniak viel Energie auf kleinem Raum speichern kann, benötigt es (im Vergleich zu Wasserstoff, s. u.) kleinere Tanks. Der Rohstoff wird

|<sup>98</sup> Vgl. [https://www.bsh.de/DE/Das\\_BSH/BSH-Schiffe/Atair/atair\\_node.html](https://www.bsh.de/DE/Das_BSH/BSH-Schiffe/Atair/atair_node.html).

|<sup>99</sup> Vgl. Ramboll, 2022, S. 55 ff.

|<sup>100</sup> Ebd. S. 81 f.

|<sup>101</sup> Ebd. S. 82 f.

|<sup>102</sup> Vgl. <https://www.awi.de/expedition/schiffe/forschungskutter-uthoern-2022.html>.

für Dünger schon lange industriell hergestellt, so dass bereits eine Infrastruktur für Produktion und Transport besteht. Allerdings wird „grünes Ammoniak“, das durch Elektrolyse hergestellt wird und ein emissionsfreier Kraftstoff wäre, derzeit nur in geringen Mengen produziert. Während die Verbrennung von Ammoniak kein CO<sub>2</sub> freisetzt, kann sie jedoch zu Emissionen von Stickstoffoxiden und Lachgas führen, was kontrolliert werden müsste. Aufgrund der Toxizität von Ammoniak besteht bei seinem Austritt Gefahr für Mensch und Umwelt; bei Unfällen oder Lecks kann es u. a. Fischsterben auslösen. Bei der Lagerung in Tanks besteht bei hoher und kontinuierlicher Wärmeeinwirkung zudem Explosionsgefahr. | <sup>103</sup> Die internationale Klassifikationsgesellschaft DNV (Det Norske Veritas) beurteilte die technischen und sicherheitstechnischen Herausforderungen Ammoniaks als Schiffskraftstoff 2020 in einer Studie als erheblich, aber nicht unüberwindbar. | <sup>104</sup>

**Wasserstoff:** Wasserstoff wird derzeit noch zu etwa 95 % aus fossilen Quellen gewonnen, ihm wird jedoch ein besonderes Zukunftspotenzial zugesprochen, wenn er aus Ökostrom über Elektrolyse erzeugt wird („grüner Wasserstoff“). | <sup>105</sup> In Hinblick auf das bei der Produktion von Wasserstoff aus fossilen Quellen entstehende Kohlendioxid werden Möglichkeiten erforscht, den Eintritt in die Atmosphäre durch unterirdische Lagerung zu verringern. Bisher gibt es noch wenige Erfahrungen mit der Speicherung und Bunkerung von Wasserstoff; diese werden im Rahmen von Pilotvorhaben gesammelt. Als Antrieb wird die Brennstoffzelle in der Studie des Deutschen Maritimen Zentrums als die ausgereifteste Antriebslösung bewertet. | <sup>106</sup> Wasserstoff und Sauerstoff werden dabei in elektrische Energie umgewandelt, und es entstehen keine schädlichen Emissionen. Der Platzbedarf ist jedoch aufgrund der geringen Energiedichte etwa 6–10-mal höher als bei etablierten Schiffskraftstoffen. Der Wasserstoff wird entweder gasförmig unter sehr hohem Druck von 250 Bar oder mehr gelagert oder verflüssigt, indem er auf minus 253 °C heruntergekühlt wird. Er zeichnet sich durch seine leichte Entzündbarkeit aus.

Auf dem im Bau befindlichen Forschungsschiff Coriolis (Ludwig Prandtl II) des Helmholtz-Zentrums Hereon soll ergänzend zum dieselektrischen Antrieb auch eine Brennstoffzelle mit Wasserstoff zum Einsatz kommen. Der Wasserstoff wird im Hafen an Bord in einem Metallhydridtank gespeichert. Dieser ist zwar schwerer, aber hat ein geringeres Volumen und speichert den Wasserstoff bei niedrige-

| <sup>103</sup> Vgl. Ramboll, 2022, S. 71.

| <sup>104</sup> Vgl. <https://www.dnv.com/Publications/ammonia-as-a-marine-fuel-191385>.

| <sup>105</sup> Vgl. Ramboll, 2022, S. 61.

| <sup>106</sup> Ebd. S. 67.

rem Druck. Die Bindung in Hydrid macht den Einsatz von Wasserstoff zudem sicherer. | <sup>107</sup>

Im Rahmen des EU-Projekts HyMethShip | <sup>108</sup> wird ein Entwurf umgesetzt, bei dem Wasserstoff aus Methanol gewonnen wird, so dass die Technologie keine großen Wasserstofftanks an Bord erfordert. Das Konzept sieht vor, am Hafen Methanol zu tanken, aus dem an Bord durch Dampfreformierung Wasserstoff für den Schiffsantrieb gewonnen wird. Das ebenfalls entstehende Kohlenstoffdioxid wird in CO<sub>2</sub>-Tanks an Bord eingelagert und erneut für die Methanol-Herstellung genutzt, nachdem es an Land abgepumpt wurde. | <sup>109</sup>

#### **A.VI FORSCHUNGSSCHIFFE ALS PLATTFORMEN FÜR EIGENSTÄNDIGE SYSTEME**

---

Die Infrastruktur der Meeresforschung ist als ein komplexes Gesamtsystem zu verstehen, in dessen Zentrum die Forschungsschiffe stehen. Sie sind zwar der zentrale Bestandteil dieser Infrastruktur, befinden sich jedoch in einem Gefüge aus zahlreichen Geräten wie zum Beispiel Meeresbohrgeräten, Tauchrobotern, Drohnen oder Sonden. Die Nutzung bestimmter Infrastrukturen hat Einfluss auf die Anforderungen an die Forschungsschiffe. Mit Blick auf diese Anforderungen muss die strategische Planung einer Forschungsflotte deshalb das Gesamtsystem berücksichtigen und der Tatsache Rechnung tragen, dass sich die Funktion und Nutzungsweise der Schiffe durch neue Entwicklungen im Bereich der Mess- und Beprobungstechniken einschließlich seegehender Großgeräte über die Zeit verändern können.

Die Möglichkeiten durch die (Weiter-)Entwicklung neuer Systeme wachsen stetig. Dies gilt nicht zuletzt für unbemannte Systeme, die ebenfalls als Plattformen fungieren und den Blick der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erweitern. Sie ermöglichen eine effektivere Nutzung der Forschungsschiffe und der Schiffszeit.

Die regionalen Forschungsschiffe sind als Plattformen für eigenständige Systeme besonders geeignet, da sie längere Einsatzzeiten gestatten und eine größere Reichweite besitzen als lokale Schiffe und Küstenschiffe. Darüber hinaus verfügen sie über ein größeres Arbeitsdeck und mehr Kammer- und Containerplatz als kleine Forschungsschiffe, was u. a. für das Ausbringen und Einholen der

| <sup>107</sup> Vgl. <https://www.helmholtz.de/forschung/helmholtz-challenges/challenge/ein-weltweit-einzigartiges-forschungsschiff-bauen/> und vgl. <https://blogs.helmholtz.de/kuestenforschung/2022/02/04/wir-sitzen-im-selben-boot/>.

| <sup>108</sup> Das Projekt wird vom Large Engines Competence Center (LEC) Graz koordiniert und gemeinsam vom Fraunhofer Institut für Keramische Technologie und System (IKTS), der Meyer Werft, dem Zertifizierer Lloyd's Register und weiteren internationalen Partnern aus sechs EU-Ländern durchgeführt (vgl. <https://www.hymethship.com>).

| <sup>109</sup> Vgl. <https://www.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/2022/juli-2022/ikts-wasserstoff-aus-methanol-treibt-schiffe-an.html>.

Geräte wichtig ist. Gegenüber den großen Forschungsschiffen haben sie den Vorteil, dass Vorlauf- und Reisezeiten deutlich kürzer sind.

#### VI.1 Autonome und ferngesteuerte marine Oberflächen- und Unterwasser-Fahrzeuge

Ferngesteuerte Unterwasserroboter (ROVs) unterschiedlicher Größen bzw. Leistungsklassen werden über eine Kabelverbindung vom Schiff aus bedient. AUVs (Autonomous Underwater Vehicles) arbeiten dagegen ohne Kabel unabhängig vom Forschungsschiff. Sie sind meist torpedoförmig und werden am Heck von einem Propeller angetrieben. Ihre Einsatztiefe variiert je nach Modell von bis zu 100 m bis hin zu 600 m. Ihre Wege und die durchzuführenden Messungen werden bislang vor dem Einsatz programmiert. Sie werden je nach Zweck und Größe mit unterschiedlichen Sensoren versehen. Für Kartierungsarbeiten werden beispielsweise Fächerecholote oder Seitensichtsonare bzw. Kameras integriert. Als unbemannte (teil)autonome Unterwasserfahrzeuge gelten auch profilierende Systeme wie Floats und Unterwasser-Gleiter, die in der Wassersäule Daten erheben. | <sup>110</sup>

Einfache ferngesteuerte Systeme können als USVs (Unmanned surface vehicle) kategorisiert werden. Eine Unterkategorie sind autonome Oberflächenfahrzeuge (ASV – Autonomous Surface Vehicle), robotergestützte Schiffe/Boote, die ihren Status, ihre Position und Umgebung überwachen können, um automatisch zu navigieren und Daten zu erfassen. Eine ständige Überwachung durch eine Bedienperson ist nicht erforderlich. Unbemannte Oberflächenfahrzeuge wie der Wave Glider werden durch Wind und Wellen angetrieben. Er fungiert als Messplattform und fährt einen festgelegten Kurs ab, um biochemische Umweltparameter aufzunehmen. Dabei kann er sich über Zeiträume von mehreren Monaten autark durch das Wasser bewegen. | <sup>111</sup>

Neben den großen, in Tabelle 11 gelisteten Geräten existieren weitere kleinere Systeme, die für die Meeresforschung von Bedeutung sind. Dazu zählen beispielsweise die AUVs Anton und Louise, | <sup>112</sup> die für geringere Geschwindigkeiten und das Arbeiten nah am Meeresboden genutzt werden, sowie das AUV Aegir, | <sup>113</sup> das für den Einsatz in Nord- und Ostsee ausgelegt ist und gleichzeitig als Testobjekt für neue Navigations- und Steuerungssoftware sowie Sensoren dient. Der Meeresboden-Crawler Viator, | <sup>114</sup> der von einer Dockingstation aus autonom

| <sup>110</sup> Im Rahmen des Argo-Programms werden mit autonom messenden Treibkörpern Vermessungen des tiefen Ozeans vorgenommen (vgl. [https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Beobachtungssysteme/ARGO/argo\\_node.html](https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Beobachtungssysteme/ARGO/argo_node.html)).

| <sup>111</sup> Vgl. <https://www.marum.de/Infrastruktur/Wave-Glider.html>.

| <sup>112</sup> Vgl. <https://www.geomar.de/tlz/auv-autonome-unterwasserfahrzeuge/autonome-unterwasserfahrzeuge/auv-anton-luise>.

| <sup>113</sup> Vgl. <https://www.geomar.de/news/article/aegir-erkundet-die-unterwasserwelt>.

| <sup>114</sup> Vgl. <https://www.geomar.de/news/article/erster-tiefsee-einsatz-fuer-meeresboden-crawler-viator>.

den Meeresboden erkundet, sammelt Daten und kehrt eigenständig zu seiner Station zurück, wenn er Energie benötigt oder die Mission beendet ist. MARUM NERIDIS, ein elektromagnetischer Profiler für den Meeresboden, dient der Kartierung der magnetischen Suszeptibilität und der elektrischen Leitfähigkeit der oberflächlichen Sedimente des Meeresbodens. Anhand der Daten sollen Rückschlüsse auf ihre Zusammensetzung, Porosität, Schichtung und Entstehungsbedingungen gezogen werden. | <sup>115</sup> Das Unterwasser Radfahrzeug CMOVE dient als mobile Plattform für Seismometer, elektromagnetische Sensoren und Instrumente für die Messung physikalischer Parameter. | <sup>116</sup>

## VI.2 Sensorik

Durch den Einsatz mariner Sensorsysteme bei der Erfassung bedeutsamer Ozeanvariablen werden große Mengen an Daten generiert. Um diese auszuwerten und darin enthaltene Informationen nutzen zu können, wird vermehrt mit künstlicher Intelligenz bzw. KI-gestützten Analysen gearbeitet. Auch um schneller präzise Klimaprognosen und Ozeanvorhersagen zu erhalten, können Verknüpfungen von klassischen Methoden der Meeresforschung mit Technologien der künstlichen Intelligenz künftig Anwendung finden.

Ein Beispiel für adaptive lernende Sensorik und Probenahmen ist das Projekt ChESS (Change Event based Sensor Sampling), in dem derzeit ein neues KI-Verfahren entwickelt wird. Auf Basis der verschiedenen Umweltparameter, zu denen Daten gesammelt werden, können mit Hilfe von künstlicher Intelligenz ungewöhnliche Veränderungen in den Sensordaten erkannt werden. Bei extremen Ereignissen, die für das Ökosystem relevant sein können, soll dann autonom eine geeignete Aktion ausgelöst werden. Die zu entwickelnde KI muss dabei verschiedene Arten von Daten in Echtzeit kombinieren und analysieren können. Ziel des Projekts ist es auch, Teile des naturwissenschaftlichen Forschungsprozesses durch den Einsatz von KI zu automatisieren. | <sup>117</sup>

Die verschiedenen Arten von Sensoren im Bereich der Meereswissenschaften verfügen in der Regel jeweils über individuelle Schnittstellen, wodurch die Weiterverarbeitung der Daten stark erschwert wird. Als erster Schritt zur Standardisierung der Verbindung zwischen Sensoren, wissenschaftlicher Datenbank und Nutzenden wurde im Rahmen des von der EU geförderten Projekts ENVRIplus das Open Data Acquisition Module entwickelt. | <sup>118</sup>

| <sup>115</sup> Vgl. <https://www.marum.de/Infrastruktur/NERIDIS-EM-Profiler.html>.

| <sup>116</sup> Vgl. <https://www.robex-allianz.de/move-seismik/>.

| <sup>117</sup> An dem Projekt sind das Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), die Carl von Ossietzky Universität Oldenburg sowie die Jade Hochschule Wilhelmshaven, Oldenburg und Eilsfleth beteiligt (vgl. <https://www.dfki.de/web/news/chess>).

| <sup>118</sup> Vgl. <https://www.marum.de/Dipl.-Ing.-sebastian-meckel.html>.

Mit Hilfe von Klimamodellierung und Digitalen Zwillingen wird eine Untersuchung von hypothetischen Szenarien und die Visualisierung und Erkundung von Prognosen möglich.

#### **A.VII ORGANISATION DES BETRIEBS UND DER NUTZUNG VON SEEGEHENDEN GROßGERÄTEN**

---

Der Einsatz von Großgeräten ermöglicht die gezielte Erkundung und Probenahme sowie die Durchführung von in-situ Experimenten; durch die Geräte sind in den letzten zwanzig Jahren neue Möglichkeiten der Beobachtung und Untersuchung entstanden, die die Meeresforschung maßgeblich verändert haben; durch ihren Einsatz sind gleichzeitig auch die Anforderungen an die Forschungsschiffe gestiegen. Gegenwärtig versteht die Meeresforschungsgemeinschaft in Deutschland unter Großgeräten einige große ferngesteuerte Tauchroboter (ROV), autonome Unterwasserfahrzeuge (AUV) und Meeresbodenbohrgeräte (MeBo). Diese Geräte sind durch ihre technische Komplexität, ihre Größe und die Kosten für Beschaffung und Betrieb gekennzeichnet und werden auf der Webseite „Portal deutsche Forschungsschiffe“ gelistet. |<sup>119</sup> Großgeräte unterscheiden sich beim Zugang und der Finanzierung ihres Betriebs von anderen wissenschaftlichen Geräten. Als Abgrenzungskriterium zur Definition wurde bisher häufig das Investitionsvolumen herangezogen. |<sup>120</sup> Dabei werden (in Deutschland) Pools von Geräten meist nicht als ein großes Gerät angesehen.

Der Transport der Großgeräte erfolgt je nach Gerät in 1–7 20-Fuß-Containern. Das GEOMAR und das MARUM betreiben jeweils zwei ROVs und ein AUV, auch das AWI betreibt ein AUV. Darüber hinaus betreibt das MARUM zwei Meeresbodenbohrgeräte (vgl. Tabelle 11). Bis zum Jahr 2021 betrieb das GEOMAR zudem das Forschungstauchboot Jago. Die Bedienung der Geräte erfordert eine unterschiedlich hohe Anzahl an spezialisiertem Personal, von drei bis vier Personen für ein AUV bis hin zu zehn Personen, die zur Bedienung der MeBos benötigt werden. Auch für die Wartung der Geräte an Land sind Technikerinnen und Techniker nötig.

Bereits in den letzten **Empfehlungen des Wissenschaftsrats** aus dem Jahr 2010 wurde die Koordination der seegängigen Großgeräte thematisiert; seinerzeit wurden die Einrichtung einer gemeinsamen Begutachtung von Schiffszeitanträgen und einer gemeinsamen Leitstelle für die Forschungsschiffe Meteor, Maria S. Merian, Sonne und allen Nachbauten empfohlen. Daran anknüpfend empfahl der Wissenschaftsrat mit Verweis auf eine nicht optimale Organisation der Schiffstechnologien sowie der seegängigen Großgeräte, diese in die Begutach-

| <sup>119</sup> Vgl. <https://www.portal-forschungsschiffe.de/grossgeraete.html> sowie Tabelle 11.

| <sup>120</sup> Beispielsweise belaufen sich die Kosten des neuen ROV des MARUM, MARUM-QUEST 5000, inklusive Kabel und Winde auf etwa 4,5 Mio. Euro (vgl. <https://www.marum.de/Entdecken/Quest5000Ankunft.html>).

tung und Koordination mit aufzunehmen. Dies wurde auch im Zusammenhang mit einer als wünschenswert betrachteten Intensivierung und Erweiterung der internationalen/europäischen Zusammenarbeit als wichtig erachtet, da die dezentrale Struktur besonders für internationale Partner als unübersichtlich angesehen wurde. |<sup>121</sup> Dazu heißt es „Der Wissenschaftsrat empfiehlt, eine ‚Leitstelle für Unterwassertechnologie‘ zu gründen, die an einem meereskundlichen Institut angesiedelt ist und von einem wissenschaftlich-technischen Team geleitet wird. Sie sollte [...] für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung der Gerätenutzung zuständig sein.“ |<sup>122</sup> Dabei sollten die Geräte laut der Empfehlung in einem Pool zusammengeführt und der Zugang einheitlich geregelt werden. Diese Empfehlung, eine gemeinsame „Leitstelle für Unterwassertechnologie“ zu gründen, wurde jedoch nicht umgesetzt.

### VII.1 Organisation des Zugangs

Zu den Lösungen, die stattdessen realisiert wurden, gehört die **Koordinierungsgruppe Schiff** (KG Schiff). Nachdem sie mit Einführung des GPF zunächst eingestellt wurde, nahm sie 2018 wieder die Arbeit auf, da Schiffsbetrieb und Einsatzplanung nicht Teil des Begutachtungsverfahrens sind und sich eine Instanz zur Planung und Synchronisation als unverzichtbar erwiesen hatte. Die KG Schiff koordiniert die Einsatzplanungen der Forschungsschiffe und Großgeräte, nachdem die Entscheidungen des GPF über die Fahrtvorschläge vorliegen. Organisatorisch ist sie bei der Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe angesiedelt. Sie soll sicherstellen, dass die Schiffe und die Großgeräte so effektiv wie möglich eingesetzt werden. In der Gruppe sind alle schiffs- und gerätebetreibenden Einrichtungen vertreten, daneben sind GPF, BMBF, DFG und der Projektträger Jülich (PtJ) zu den Sitzungen eingeladen. Die KG Schiff trifft sich mindestens einmal jährlich, meistens jedoch zweimal pro Jahr.

**Informationen über die Geräte und zum Zugang** zu ihnen sind inzwischen über die Webseite des GPF verfügbar, wo die einzelnen Geräte gelistet und mit der Webseite der betreibenden Einrichtung verlinkt sind. Bei Einreichung eines Fahrtvorschlags ist die grundsätzliche Verfügbarkeit des benötigten Großgerätes bereits nachzuweisen. |<sup>123</sup> Nach einer entsprechenden Voranfrage an die Betreiber wird dort ein Angebot über die Kosten des geplanten Geräteeinsatzes gestellt.

Die Forschenden reichen danach ihren Fahrtvorschlag sowie die im Angebot genannten Kosten für den Geräteeinsatz beim GPF zur Begutachtung ein. Der Einsatz der Großgeräte wird als Teil des Fahrtvorschlags ebenfalls nach wissenschaft-

| <sup>121</sup> Vgl. Wissenschaftsrat, 2010, S. 100.

| <sup>122</sup> Ebd. S. 101.

| <sup>123</sup> Vgl. <https://www.portal-forschungsschiffe.de/grossgeraete.html>.

lichen Kriterien bewertet. Nach Bewilligung der Fahrt werden die Antragstellenden und die schiffs- sowie die gerätebetreibenden Einrichtungen informiert. Außerdem berät nach der Sitzung des GPF bereits die **KG-Schiff** in einem Vorgespräch über die perspektivische Aufnahme der Fahrtvorschläge in die Fahrtrplanung, da neben der Verfügbarkeit der Geräte und der Bedienmannschaften zahlreiche weitere Faktoren berücksichtigt werden müssen. Dazu gehören auch Verpflichtungen, die die Einrichtungen z. B. im Rahmen langfristiger Projekte eingegangen sind. Die Fahrtrplanung und ein separater Plan für den Einsatz der Großgeräte werden auf der Homepage der LDF veröffentlicht. |<sup>124</sup> Im Gegensatz zum Antragsverfahren bzw. zum Verfassen wissenschaftlicher Fahrtvorschläge sind zu den organisatorischen Details des Verfahrens („Workflow“) keine Informationen für Antragstellende abrufbar.

## VII.2 Status quo der Finanzierung von Großgeräteeinsätzen

Im Fall des GEOMAR als Einrichtung der Helmholtz Gemeinschaft wird der Betrieb der Geräte grundsätzlich aus der institutionellen Förderung finanziert. Gerätebezogene Kosten eigener Projekte gelten daher als bereits abgedeckt; für externe Nutzende werden sogenannte nachweislich zusätzliche projektbezogene Kosten wie Transport der Geräte, Kosten der Einsatzversicherung sowie Überstunden und Reisen der mitfahrenden Technikerinnen und Techniker in Rechnung gestellt. Wartung, Instandhaltung sowie das grundfinanzierte Personal gehören dagegen zu den grundständigen Kosten des Betriebs. Die zusätzlichen Kosten können auf Antrag über das BMBF oder die DFG im Rahmen der Projektförderung finanziert werden. Besteht seitens des GEOMAR ein wissenschaftliches Eigeninteresse an der Forschung, z. B. wenn ein Gerät im Rahmen eines BMBF Verbundprojekts genutzt wird, übernimmt das BMBF in diesem Fall keine Extrakosten, um eine Doppelfinanzierung auszuschließen.

Das Finanzierungsmodell für die Nutzung von Großgeräten des GEOMAR unterscheidet sich von dem des MARUMs. Im Fall des MARUM, das als universitäre Einrichtung landesfinanziert ist, werden die Kosten des Geräteeinsatzes im Rahmen der Projektförderung durch das BMBF auf Ausgabenbasis oder über die DFG finanziert. Hierfür wurden Tagessätze festgelegt, die zwischen hauseigenen und externen Projekten differenzieren. Dabei handelt es sich um Tagessätze pro vom GPF genehmigtem Arbeitstag. |<sup>125</sup> Das BMBF finanziert im Rahmen der Projektförderung die projektbezogenen Kosten. Hierfür werden vorkalkulatorisch die festgelegten Tagessätze anerkannt, abgerechnet werden die tatsächlich entstandenen Kosten. Bei einer Finanzierung des Geräteeinsatzes durch die DFG werden die festgesetzten Tagessätze anerkannt.

|<sup>124</sup> Vgl. <https://www.ldf.uni-hamburg.de/sonne/fahrtplaene-grossgeraete.html>.

|<sup>125</sup> Vgl. Tabelle „Kostenpauschalen für die Nutzung spezieller Großgeräte innerhalb der Meeresforschung“. ([https://www.portal-forschungsschiffe.de/downloads/20210408\\_Tabelle\\_Gro%C3%9Fger%C3%A4te\\_Rev\\_03.pdf](https://www.portal-forschungsschiffe.de/downloads/20210408_Tabelle_Gro%C3%9Fger%C3%A4te_Rev_03.pdf)).

Die Kosten für den Einsatz von Großgeräten werden für die Forschungsschiffe Maria S. Merian, Meteor und Sonne im Rahmen des Fahrtvorschlags beantragt (sofern sie nicht bereits durch Eigen- oder Drittmittel finanziert werden), im Fall der anderen Schiffe müssen die Mittel von den Forschenden selbst eingeworben werden. Die Notwendigkeit des Einsatzes und der Finanzierungsbedarf müssen im Arbeitsprogramm begründet und eine Kalkulationsgrundlage für die Gesamtkosten der einzusetzenden Großgeräte (Angebot des Betreibers) beigefügt werden. |<sup>126</sup> Arbeitsgruppen aus Einrichtungen der HGF und der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) sowie aus Bundesbehörden können keine Mittel für Großgeräte ihrer Einrichtungen beantragen. Dies gilt auch für gemeinsame Projekte mit universitären Partnern, auch wenn die Großgeräte primär von der Hochschulgruppe genutzt werden. |<sup>127</sup>

Zu den Betriebskosten zählen neben Wartung, Ersatzteilbeschaffung, Anpassung für den jeweiligen Einsatz, etc. auch die Personalkosten, da die Großgeräte nur von geschultem Personal bedient werden können. Die Größe der benötigten Bedienmannschaften an Bord liegt bei drei bis zehn Personen. Darüber hinaus wird an den betreibenden Einrichtungen Personal für die Wartung der Geräte und Logistik wie der Transport der schiffsungebundenen Großgeräte in Containern beschäftigt. Das technische Personal ist an den Einrichtungen angestellt. In der Verfügbarkeit des Personals wird ein entscheidender limitierender Faktor bei der Nutzung der Geräte gesehen, eine Aufstockung ist laut Betreibern jedoch aufgrund der Arbeitsmarktsituation schwierig. Nach Expeditionen steht den Beschäftigten tarifbedingt ein Freizeitausgleich zu, der in Dienstvereinbarungen der jeweiligen Einrichtungen geregelt ist. Die Betreibereinrichtungen berichten, dass aufgrund dieser Ausgleich-Zeiträume teilweise kein Personal für die Bedienung eines Geräts mehr zur Verfügung stehe. Sie weisen zudem darauf hin, dass aufgrund des Spezialisierungsgrads der einzelnen Geräte auch die Ausbildung des technischen Personals gerätespezifisch oder auf einen Gerätetyp bezogen sei, so dass eine Übernahme von Einsätzen anderer Großgeräte i. d. R. nicht möglich sei.

Der Nutzungsstatistik der großgerätebetreibenden Einrichtungen zufolge gab es zwischen 2017 und 2022 54 Fahrteinsätze der neun Geräte (vgl. Tabelle 12). Sieben Einsätze wurde in diesem Zeitraum im Rahmen von Projekten ohne die Beteiligung Angehöriger einer der großgerätebetreibenden Einrichtungen durchgeführt (Universitäten, SGN und NIOZ). |<sup>128</sup>

|<sup>126</sup> Vgl. Leitfaden „Cruise Proposal Preparation Instructions“, S. 15 (<https://www.portal-forschungsschiffe.de/fahrtvorschlaege/leitfaden.html>).

|<sup>127</sup> Ebd.

|<sup>128</sup> Die Corona-Pandemie hat die Zahl der Nutzungen in den Jahren 2020 und 2021 begrenzt. Gleichzeitig wurden Gerätenutzungen durch den pandemiebedingten Ausfall geplanter Fahrten für externe Nutzende erst möglich (Einsätze durch Angehörige der SGN).

Da das Feld der Meeresforschung in der Zwischenzeit stark gewachsen und komplexer geworden ist, ist der Bedarf an einem transparenten Betriebskonzept nach wie vor aktuell. Zu klärende Fragen betreffen außerdem die Deckung des technischen Personalbedarfs, da die wissenschaftliche Nachfrage nach einer Nutzung der Geräte den Betreibern zufolge die technisch mögliche Verfügbarkeit übersteigt. | <sup>129</sup>

| <sup>129</sup> Die DAM weist in einem 2022 erarbeiteten Konzept zum „Betrieb der Seegehenden Großgeräte als nationale Infrastruktur“ darauf hin, dass die Verfügbarkeit des Personals und die Logistik die eigentlichen limitierenden Faktoren seien.

# B. Empfehlungen

## B.1 DIE ZUKUNFT REGIONALER FORSCHUNGSSCHIFFE

Das Aufgabenspektrum der regionalen Forschungsschiffe umfasst die vier Bereiche Forschung, Lehre, Monitoring und Geräteerprobung. Wie in Kapitel A.III und Abbildung 2–5 deutlich wird, variieren die Anteile der Aufgaben an der Nutzung der Kapazität zwischen den drei derzeit betriebenen Schiffen, jedes hat jedoch einen weiteren Schwerpunkt neben der Forschung. Beim Monitoring handelt es sich um Langzeitaufgaben, die nicht unterbrochen werden dürfen und deren Umfang zum Teil aufgrund von internationalen Verträgen und anderen Verpflichtungen mit Gesetzeskraft festgelegt ist. Auch für die Ausbildung und Geräteerprobung müssen aus Sicht des Wissenschaftsrats (WR) ausreichende Kapazitäten verfügbar bleiben, da diese Nutzungsarten wichtige Voraussetzungen für die Zukunft der deutschen Meeresforschung insgesamt darstellen. Vor allem aber erachtet es der Wissenschaftsrat angesichts der Bedeutung und der absehbar zunehmenden Dringlichkeit der von der Meeresforschung bearbeiteten Forschungsfragen gerade auch in den Meeren vor den deutschen Küsten für unabdingbar, dass trotz der genannten, ebenfalls unverzichtbaren Nutzungen mindestens die bisher verfügbare regionale Schiffskapazität für Forschungszwecke verfügbar bleibt. Dabei ist nicht zuletzt zu bedenken, dass die für regionale Schiffe typische Flexibilität, die bspw. einen zeitnahen, auch koordinierten Einsatz bei unvorhergesehenen Naturereignissen erlaubt, in der künftigen, dynamischeren Welt eine noch größere Bedeutung erlangen wird.

Diese Argumente sprechen aus Sicht des Wissenschaftsrats dafür, dass in Zukunft im Segment der regionalen Forschungsschiffe mindestens die gleiche Kapazität zur Verfügung stehen muss wie bislang. Er empfiehlt deshalb, die bestehende regionale Flotte durch **auf einem einheitlichen Entwurf basierende Neubauten** schrittweise zu ersetzen und weiterzuentwickeln. |<sup>130</sup> Ausgehend von einem initialen Entwurfsprozess für die Schwesterschiffe sollte aus Sicht des Wissenschaftsrats der durch einen zeitlich leicht versetzten Bau mögliche Lern-

| <sup>130</sup> Die Forschungsschiffe Alkor und Heincke wurden 1990 in Dienst gestellt und sind damit 33 Jahre alt. Die Elisabeth Mann Borgese wurde 2011 nach der Übernahme von der WTD 71 modernisiert und überholt, insgesamt ist das Schiff jedoch bereits seit 36 Jahren im Einsatz. Die drei regionalen Forschungsschiffe erreichen in dieser Dekade ihre maximale Nutzungsdauer, ihre Außerdienststellung wird ca. 2027 anstehen.

prozess genutzt werden. Die Abläufe der Konzeption und des Baus sollten an die Bedarfe angepasst werden (vgl. B.II.1).

### I.1 Konzeption regionaler Schiffe

Grundsätzlich sind für die Abgrenzung des Segments der regionalen Forschungsschiffe das Einsatzgebiet, die Reichweite bzw. die Standzeiten sowie ggf. die Zahl der Wissenschaftlerplätze entscheidend. Darüber hinaus kann die Bruttoreaumzahl (BRZ) (Gross-Tonnage (GT)), als Kriterium herangezogen werden. Die vorliegenden Empfehlungen legen die Kategorien der Ocean Facilities Exchange Group (OFEG) zugrunde, nach der die drei derzeitigen, in Deutschland auch „mittelgroß“ genannten Schiffe als „regional“ klassifiziert sind (vgl. A.II). Im Vergleich zu den aktuellen Schiffen werden die Neubauten einen höheren Platzbedarf decken müssen (dazu B.II.1). Gleichzeitig erachtet es der Wissenschaftsrat für wichtig, die Schiffe mit Blick auf ihr Einsatzgebiet und die Forschungsaufgaben, für die sie eingesetzt werden, angemessen zu dimensionieren und eine starke Ausdehnung der Maße zu vermeiden. Er erwartet, dass neue regionale Schiffe, die alle künftigen Anforderungen erfüllen, in einem Spektrum bis 1 500 BRZ realisiert werden können. |<sup>131</sup>

Das zukünftige Einsatzprofil der regionalen Schiffe wird mit Blick auf die Art der Nutzung und der Aufgaben im Wesentlichen dem derzeitigen, in Kapitel A.III beschriebenen Einsatzprofil entsprechen. Verschiebungen im Verhältnis zwischen Ausbildung, Monitoring und Forschung sowie Technologieentwicklung scheinen seitens der Community nicht erwartet zu werden, wohl aber ein **steigender Nutzungsdruck** auf die Schiffe, auch durch zunehmende, problematische marine Veränderungen.

Da es sich bei den Monitoringaufgaben um Langzeitbeobachtungen, z. T. im Rahmen von internationalen Abkommen und Verträgen bzw. Verwaltungsvereinbarungen handelt, ist von einem ähnlichen Anteil des Monitorings an allen Fahrten auszugehen. Aufgrund ungenügender Kapazitäten bei den ressorteigenen Schiffen vergeben die Ressortforschungseinrichtungen über Verwaltungsvereinbarungen Aufgaben an die Einrichtungen und nutzen die Schiffe im Rahmen von Kooperationen mit, so dass auch von dieser Seite ein Nutzungsdruck auf die Schiffe ausgeht. Der Abschluss weiterer Verwaltungsvereinbarungen wird angestrebt, da diese auf beiden Seiten – bei den schiffsbetreibenden Einrichtungen und den Ressortforschungseinrichtungen – eine höhere Planungssicherheit schaffen. Wenngleich Daten aus dem Monitoring auch für die Forschung nützlich sind, sollte aus Sicht des Wissenschaftsrats sichergestellt werden, dass es bei steigendem Bedarf an Schiffszeit für diese Aufgaben nicht zu einer Vermin-

|<sup>131</sup> Es wäre grundsätzlich möglich, dass eine Länge erreicht wird, die dazu führt, dass die Schiffe nach dem System der OFEG nicht mehr der Kategorie „regional“ zugeordnet würden. Dies wäre irrelevant, da es nicht das Ziel ist, eine bestimmte OFEG-Kategorie (Länge) zu erreichen bzw. beizubehalten.

derung der Kapazitäten für Grundlagenforschung, Ausbildung und Geräteerprobung kommt.

Angesichts des rapide voranschreitenden Klimawandels wird in den kommenden Jahren und Jahrzehnten ein besseres Verständnis der dafür relevanten Prozesse im Zentrum des Forschungsinteresses stehen. Beobachtungsdaten für die Klimagrundlagenforschung kommt dabei eine wichtige Rolle zu.

Von einem steigenden Bedarf an regionalen Schiffen ist aufgrund von dynamischen Veränderungen der Ökosysteme auszugehen, die häufigere, kürzere Einsätze erforderlich machen (werden). Die zunehmende Volatilität, wie sie z. B. durch die Temperaturanomalie im Nordatlantik |<sup>132</sup> zu Tage tritt, hat zur Folge, dass Planungen häufiger angepasst werden müssen.

Ein erhöhter Nutzungsdruck auf die regionalen Forschungsschiffe besteht zudem durch das Einstellen der Kooperationen mit Russland; Berichten zufolge betrifft dies aktuell besonders das Forschungsschiff Heincke. Um Reihen und Prozessstudien lückenlos fortsetzen zu können, werden die Fahrten in den Norden von regionalen Schiffen verstärkt mit abgedeckt werden müssen.

Die im nationalen Meeresforschungsprogramm „MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit“ enthaltenen übergeordneten forschungspolitischen Ziele sind darauf ausgerichtet, Lösungswege für die mit den Veränderungen der Meere verbundenen Herausforderungen zu finden. Die identifizierten Forschungsbedarfe in der Küsten- und Meeresforschung sollen wissenschaftsbasierte Entscheidungen zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Küsten, Meere und Ozeane ermöglichen. Mit den regionalen Forschungsschiffen wird ein Beitrag dazu geleistet, die Funktion der Schelf- und Nebenmeere für das marine Ökosystem und die Biodiversität sowie globale Stoffkreisläufe in Zeiten des Klimawandels und zunehmender anthropogener Nutzung zu analysieren. Durch Modellierung und Beobachtungen sowie die Fortsetzung von Messreihen tragen sie zur Entwicklung belastbarer Prognosen und auch zu einem umfassenderen Verständnis des Wandels im Klimageschehen bei.

Neben der Grundlagenforschung leistet die deutsche Meeresforschung auch einen Beitrag zur Vergrößerung des Wissens zu aktuellen Problemen wie es im Fall der Munitionssuche im Projekt CONMAR als Teil der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM) Forschungsmission sustain:Mare der Fall ist (vgl. A.III.3). Indem die Kenntnisse verschiedener Sektoren und Akteure zum Thema Munition im Meer gebündelt werden, können entsprechende Handlungsempfehlungen gegeben werden. |<sup>133</sup>

| <sup>132</sup> Vgl. z. B. <https://climate.copernicus.eu/record-breaking-north-atlantic-ocean-temperatures-contribute-extreme-marine-heatwaves>.

| <sup>133</sup> Vgl. <https://www.sustainmare.de/104229/index.php.de>.

Bei der Entwicklung neuer Geräte und Technologien wird auf die regionalen Schiffe für Testfahrten zurückgegriffen. Ihr Vorteil liegt in den kurzfristigeren, flexiblen Nutzungsmöglichkeiten und kurzen Wegen, die Testläufe in der Erprobungsphase erleichtern.

Ansichts der in Zukunft noch wichtiger werdenden Forschungsfragen ist für die Fortsetzung der in Kapitel A.III.3 dargelegten Forschungsaufgaben in den kommenden Jahren bzw. Jahrzehnten die dafür benötigte Infrastruktur entscheidend.

## I.2 Künftige Einsatzgebiete

Aus den angestrebten Fahrtgebieten ergeben sich Anforderungen an die Größe und Fahrteigenschaften der Schiffe und ihre Ausrüstung. Die derzeitige Flotte regionaler Schiffe soll durch Neubauten ersetzt werden, die aus Sicht des Wissenschaftsrats das Profil „regional“ beibehalten und entsprechend primär auf Einsätze in der Nord- und Ostsee, den Schelfrandgebieten und dem Nordatlantik/Nordpolarmeer ausgerichtet werden. Fahrten in andere Regionen sollten damit nicht ausgeschlossen, jedoch nicht der Grundkonzeption der neuen regionalen Schiffe zugrunde gelegt werden. Ausstattungen für einen weiteren Einsatzbereich können auch bei Beibehalten des Fokus auf die Region vorgenommen werden. Dazu gehören beispielsweise ein gutes Seegangsverhalten in Regionen mit steileren, höheren Wellen wie der Biskaya sowie ausreichend dimensionierte Klimatisierungs- und Heizungsanlagen. Abhängig vom Energieträger können diese ggf. einfacher als bisher umgesetzt werden. Fahrten in andere, weiter entfernte Regionen sollten prioritär über Kooperationen wie beispielsweise über das OFEG-System oder mit den Forschungsschiffen Maria S. Merian und Meteor IV, das als gemeinsamer Ersatz für das ehemalige FS Poseidon und das bisherige FS Meteor III vorgesehen ist, abgedeckt werden. Besonders für Forschungsfahrten in flachere Meeresregionen wird künftig ergänzend die Möglichkeit bestehen, das neue FS Senckenberg II zu chartern, das über umfangreichere Fähigkeiten verfügen wird als das bisherige Küstenforschungsschiff Senckenberg (vgl. A.II.3).

Voraussichtlich werden die regionalen Schiffe künftig häufiger für Fahrten in bestimmte Regionen des Nordatlantiks und des Nordpolarmeers eingesetzt werden als bisher. Da sich durch den Klimawandel auch die jeweiligen lokalen (Einsatz-) Bedingungen verändern, muss von zunehmendem Bedarf an Forschungsfahrten bis nach Spitzbergen ausgegangen werden. Aus der bisherigen Schiffsnutzung und den Einsatzgebieten lässt sich nach Aussage der Betreiber eine **Standzeit** von 25 Tagen für die Fahrten bis Spitzbergen und ins Mittelmeer ableiten (jeweils mit Zwischenaufenthalt). Für das Einsatzgebiet Ostsee bzw. Monitoring-fahrten bis hin zu den norwegischen Fjorden werden 21 Tage benötigt.

Für die Messungen in den genannten nördlichen Gebieten ist einerseits eine (geringe) Eisfähigkeit (derzeit noch) nötig, ein zu großer Tiefgang muss jedoch für den küstennahen Einsatz in Nord- und Ostsee und den Einsatz bestimmter Systeme

me (z. B. Datensammlung zu bestimmten Tierarten) vermieden werden. Aus schiffbaulicher Sicht lässt sich jedoch ein guter Mittelweg mit einem einheitlichen Rumpftyp für alle intendierten Einsatzgebiete finden. Während traditionell ein größerer Tiefgang für die Stabilisierung von Schiffen vorgesehen wurde, wird dieser inzwischen mit anderen Vorkehrungen und Techniken wie z. B. mit Rolltanks erreicht. Die Seegangseigenschaften (sea state) müssen dementsprechend auf die Anforderungen von Forschungs- und Transitfahrten abgestimmt werden (s. hierzu B.II.1).

Die Fahrten der Elisabeth Mann Borgese (EMB) zu den norwegischen Fjorden ergaben sich bisher durch die Nutzung durch die Wehrtechnische Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung (WTD 71) (vgl. Abbildung 4). Der Wissenschaftsrat hält es vor dem Hintergrund dieser gewachsenen Strukturen für angebracht, die Nutzung durch die WTD 71 neu zu bewerten. Dabei sollte die Schiffszeit an die WTD 71 in einem transparenten Verfahren vergeben werden, das mit dem Verfahren des Begutachtungspanels Forschungsschiffe (GPF) abgestimmt wird und dessen Ergebnisse im Internet bzw. in den Fahrtplänen veröffentlicht werden. Der Wissenschaftsrat nimmt darüber hinaus Bezug auf seine Empfehlungen zur WTD 71 vom Januar 2022 und bittet darum, die Nutzung des FS Planet für die Verteidigungsforschung zu optimieren, um den Nutzungsdruck auf ein Nachfolgeschiff der EMB zu verringern.

Der Wissenschaftsrat kommt nach seiner Bewertung der Kapazitäten auf Basis der verfügbaren Daten zur Schiffsnutzung sowie der Berichte zur Nachfrage und zukünftigen Nutzung aus der Meeresforschungsgemeinschaft zu der in B.I dargelegten Empfehlung, dass die vorhandenen Kapazitäten der regionalen Flotte ersetzt werden sollen. Um diesen Bedarf mit einer quantitativen Abschätzung der zu erwartenden Überbuchung zu präzisieren, empfiehlt der Wissenschaftsrat den Zuwendungsgebern, eine ergänzende, zeitnah abzuschließende Kapazitätsanalyse durch eine unabhängige Stelle in Auftrag zu geben.

### 1.3 Einsatz (teil-)autonomer Systeme

Zukünftige Forschungsschiffe werden immer mehr in Kombination mit (teil-)autonomen Systemen in der Luft, auf dem Wasser, unter Wasser und auf dem Meeresboden eingesetzt werden. Dabei fungieren sie als Logistik-, Kontroll- und Rechenzentren, als Kommunikationsknotenpunkte, Entwicklungslabore und als Ausbildungszentren. Der Anteil der autonomen mobilen Systeme an den eingesetzten Geräten wird weiter steigen und die Arbeit an Bord prägen. Bei der Entwicklung der Systeme wurden und werden Fortschritte im Bereich der Kommunikation, Navigation, Energieversorgung und Autonomie erzielt; Einsätze können so auch über immer längere Zeiträume und Distanzen gehen. Voraussichtlich werden in Zukunft langzeitautonome Systeme unter Anwendung von Künstlicher Intelligenz zum Einsatz kommen, die über noch längere Zeiträume bis hin

zu Jahren am Einsatzort verbleiben und mit der Meeresoberfläche bzw. mit Satelliten kommunizieren können. Auch ist von einem zunehmenden Einsatz von Sensorik mit Oberflächen- und Unterwasserfahrzeugen für die Kartierung sowie für atmosphärische und ozeanographische Messungen und Erfassung von Umweltparametern auszugehen, bei denen immer sensitivere, höherauflösende Sensoren verwendet und hochdimensionale Daten generiert werden. Für die Weiterentwicklung der Systeme ist die Fortführung existierender langfristiger Beobachtungen sowie die Erhöhung der zeitlichen und räumlichen Auflösung mit Hilfe autonomer Systeme zentral, da so die Vorhersagequalität numerischer Modelle erhöht wird. Zugleich besteht hoher Bedarf an solchen Daten auch bei der (Weiter)Entwicklung Digitaler Zwillinge des Ozeans, die meist auf Meeresbeobachtungen basieren, die Sensoren während Forschungsfahrten oder Fernerkundungen sammeln.

In Zukunft werden zudem auch Einsätze von schiffsgestützten Drohnen in der Flachwasserforschung als nicht invasive Geräteträger zunehmen. Beispielsweise basiert Forschung zu küstennahen und marinen Sedimentsystemen auch auf 3D-Aufschluss- und Geländemodellen. |<sup>134</sup>

Wenngleich die Systeme unabhängig agieren können, bleibt menschliches Eingreifen dennoch essentiell und beschränkt sich nicht auf das Ausbringen und Einholen der Geräte sowie die Beseitigung etwaiger Störungen. Vielmehr gewinnen die Erprobung und Kalibrierung neuer Sensoren durch die zunehmende Komplexität des Zusammenspiels von Sensor, Datenaufbereitung, Auswertesystem und Nutzenden an Bedeutung. Auch mit Blick auf die Bedeutung von Zufallsfunden für den wissenschaftlichen Fortschritt bleibt es wichtig, dass der Einsatz autonomer Systeme vor Ort von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern begleitet wird.

Der zunehmende Einsatz autonomer Systeme wirkt sich auf den Platzbedarf, die Gestaltung der Hebezeuge sowie die notwendigen Schnittstellen (Interfaces) aus. Da die Systeme mit dem Schiff interagieren, müssen sie kompatibel und interoperabel sein. Der Wissenschaftsrat erachtet es für den Bau aller zukünftigen Schiffe für zentral, dies mitzudenken, und spricht sich für **mehr Standardisierung** aus (vgl. hierzu B.II.1).

#### I.4 Forschungsschiffe als Data Hub

Als Plattformen für den Einsatz verschiedenartiger Messsysteme müssen Forschungsschiffe und so auch die zukünftigen regionalen Schiffe für den Umgang mit großen Datenmengen ausgerüstet sein. Der Umfang an Daten, die durch autonome Sensorplattformen und AUVs (Autonomous Underwater Vehicles) erhoben werden, wird nach Einschätzung der Meeresforschungscommunity in Zu-

|<sup>134</sup> Vgl. <https://www.marum.de/en/about-us/Sedimentary-Systems/3D-Modelling-Lab.html>.

kunft weiter steigen; hinzu kommt die ebenfalls wachsende Detailtreue durch verbesserte, hochauflösende Mess- und Analysetechniken. Weitere daten- und rechenintensive Aktivitäten umfassen den Echtzeitzugriff auf Umgebungsdaten (von Land) und deren Verknüpfung mit vor Ort gewonnenen Daten, die numerisch erwirkte Integration (Assimilation), Simulationen der Umgebung und deren Aufbereitung. So werden, um „Was-wäre-wenn“-Szenarien zu untersuchen, in Zukunft Digitale Zwillinge des Ozeans erstellt, die Sensordaten und Simulationen bündeln und zugänglich machen. Die virtuelle Umgebung, in der so ein Modell ausgeführt wird, besteht aus Recheninfrastruktur (i. d. R. High-Performance Computing) und Datenquellen sowie Schnittstellen. |<sup>135</sup>

Für die Verarbeitung der Daten vor Ort und ihre Weiterleitung müssen neben entsprechenden Rechen- und Speicherkapazitäten niedrige Latenzzeiten für unterbrechungsfreie Datenströme zwischen dem Schiff, den Landstationen und autonomen Systemen sichergestellt sein (vgl. auch B.II.2). Dies wird u. a. auch der Erweiterung des „Unterwegsdaten“-Projekts auf die regionalen Schiffe zu Gute kommen, bei dem meteorologische, ozeanographische und geologische Informationen „unterwegs“ sowie bei stationsbezogenen Arbeiten erfasst werden. Ziel sollte ein standardisierter Datenfluss vom Sensor bis ins Archiv bzw. Datenportal sein, um das Datenhandling und die weitere Nutzung der Daten durch die Meeresforschung zu erleichtern.

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Infrastruktur zur Datenverarbeitung IT-Upgrades in regelmäßigen Abständen von ca. 4–5 Jahren erfordern wird. In diesem Zusammenhang sollten zudem Fragen der Cybersicherheit berücksichtigt sowie mögliche Einschränkungen der digitalen Souveränität vermieden werden. |<sup>136</sup>

## 1.5 Ausbildung und Lehre

Ausbildungsfahrten dienen der Vertiefung und Umsetzung theoretischer Kenntnisse in der Praxis und ermöglichen es, Arbeitsabläufe an Bord kennenzulernen. Die Teilnahme an Expeditionen auf regionalen Schiffen kann auf Fahrten mit größeren Schiffen vorbereiten; die Erfahrung an Bord ist außerdem für Karrierepfad-Entscheidungen der Studierenden von Bedeutung (vgl. A.III.5). Eine physische Fahrtteilnahme als festen Bestandteil des Studiums erachtet der Wissenschaftsrat daher als unabdingbar. Gleichwohl empfiehlt er, die Möglichkeit von Live-Schaltungen von Bord weiter auszuloten und die virtuelle Teilnahme zusätzlich zu der realen Erfahrung verstärkt zu ermöglichen, wann immer sie einen Mehrwert verspricht.

|<sup>135</sup> Vgl. <https://www.geomar.de/forschen/irf/digitaler-ozean-zwilling>.

|<sup>136</sup> Der Wissenschaftsrat hat im Oktober 2023 „Empfehlungen zur Souveränität und Sicherheit der Wissenschaft im digitalen Raum“ veröffentlicht (vgl. Wissenschaftsrat, 2023).

Die regionalen Schiffe sind zudem eine wichtige Infrastruktur für Forschungsvorhaben von Nachwuchsgruppenleiterinnen und -leitern. Da die Vorlaufzeiten bei Anträgen auf Fahrtzeit kurz sind, lassen sich Fahrten innerhalb einer typischen Projektlaufzeit oder Tenuretrack-Phase realisieren. Die Logistik wird dabei in zeitlicher, finanzieller und personeller Hinsicht als handhabbar beschrieben.

Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler können während Fahrten auf den regionalen Schiffen außerdem den Einsatz und die Auswertung von Sensorsystemen erlernen und trainieren. Im Sinne der Nachwuchsförderung erachtet es der Wissenschaftsrat als zentral, ausreichend Gelegenheiten zu schaffen, Erfahrungen im Umgang mit Systemen zu sammeln, die zukünftig die Arbeit der Meeresforschung immer mehr prägen werden.

Insgesamt stellt der Wissenschaftsrat fest, dass gerade die regionalen Forschungsschiffe für Ausbildung und Lehre im Feld der Meeresforschung eine zentrale Rolle spielen. Ausreichende Kapazitäten regionaler Schiffe für Ausbildung und Lehre sind deshalb wichtig für die Meeresforschung insgesamt. Darüber hinaus empfiehlt der Wissenschaftsrat, angesichts des zwischen den Studierenden und den wissenschaftlichen Fahrtteilnehmenden absinkenden Frauenanteils (vgl. Abbildung 8), die Ursachen hierfür zu ermitteln und geeignete Maßnahmen für mehr Durchlässigkeit und Diversität zu ergreifen.

Engagement für internationale Kooperationen mit internationalen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern nach dem Vorbild des POGO Center of Excellence Program ist aus Sicht des Wissenschaftsrats sehr begrüßenswert; Möglichkeiten, zum Capacity Building für Länder ohne eigene (oder mit begrenzter) Meeresforschungsinfrastruktur beizutragen, sollten weiterhin genutzt bzw. neu geschaffen werden.

Der Wissenschaftsrat unterstützt die gemeinsame Initiative „Für ein gutes Miteinander auf See“ von GEOMAR, AWI, IOW, MPI-M |<sup>137</sup> und der Reederei Briese. Um eine einheitliche Implementierung zu erleichtern, empfiehlt er, mit den Betriebsräten der Einrichtungen Gespräche zu führen und allgemeingültige Prinzipien zu erarbeiten.

## I.6 Wissenstransfer und Öffentlichkeitsarbeit

Der Wissenschaftsrat begrüßt die bereits vorhandenen Aktivitäten der meeresforschenden Einrichtungen, die Meeresforschung und ihre Ergebnisse in der Gesellschaft sichtbarer zu machen und für Themen wie den Schutz der Meere zu sensibilisieren. Die Einbindung der Zivilgesellschaft und unterschiedlicher Gruppen

| <sup>137</sup> GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (GEOMAR), Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW), Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M).

aus den Bereichen Schule, Medien, Politik, NGOs, interessierte Öffentlichkeit etc. sind geeignet, um Neugierde für die Wissenschaft zu wecken und Karrierewege in der Meeresforschung bekannt zu machen. Dabei werden Live-Übertragungen von Forschungsaktivitäten an Bord künftig eine tragende Rolle spielen (zu Telepräsenz und Internetbandbreite vgl. auch B.II.3). Auf diese Weise kann die Wissenschaftskommunikation auch auf den regionalen Schiffen – ggf. durch professionelle journalistische und technische Begleitung einzelner Fahrten – ein diverses Publikum erreichen. | <sup>138</sup>

Neben diesen Möglichkeiten, die über Live-Streaming bestehen, könnte mit einem Programm auch eine physische Partizipation von Personen außerhalb der Meeresforschung angestoßen werden, die im Sinne von Citizen Science an Forschungsprojekten mitwirken und als Multiplikatoren und Botschafter das gewonnene Wissen und ihre Eindrücke der Erfahrung auf See weitergeben können. Besonders Lehrerinnen und Lehrer können eine solche Funktion wahrnehmen und einen Aufenthalt an Bord gerade bei der Vermittlung in MINT-Fächern nutzen. Der Wissenschaftsrat regt daher an, diese Zielgruppe mit den Outreach-Aktivitäten der Betreibereinrichtungen in den Fokus zu nehmen. | <sup>139</sup>

## I.7 Internationale Kooperation

Internationale Koordination und Kooperation ist in der Meeresforschung schon immer erfolgreich praktiziert worden. Mit Blick auf die regionalen Schiffe kann aus Sicht des Wissenschaftsrats durch verstärkte innereuropäische Zusammenarbeit eine noch bessere Nutzung der vorhandenen Kapazitäten erreicht werden. Über die OFEG (vgl. A.IV.4) besteht bereits ein etabliertes funktionierendes System, über das Forschungsschiffe unter den teilnehmenden Partnern verliehen bzw. ausgeliehen werden können. Fast alle als global klassifizierten und mehr als die Hälfte der ozeanischen Forschungsschiffe der beteiligten Länder sind Gegenstand des Abkommens, unter den regionalen Schiffen von deutscher Seite bislang nur die Forschungsschiffe Alkor und Heincke. Der Wissenschaftsrat empfiehlt die **Aufnahme aller neuen regionalen Schiffe** in den **Pool der OFEG**. Er spricht sich weiterhin für eine Stärkung der Gruppe und eine Erweiterung der Kooperation auf Ebene der regionalen Schiffe aus. Dazu hält er es für erforderlich, bestehende Hemmnisse des Austauschs auf deutscher Seite zu identifizieren und die Zugriffsmöglichkeiten auf die Schiffe zu verbessern. Die deutschen Betreibereinrichtungen sollten in der OFEG dafür werben, die Kompatibilität

| <sup>138</sup> Das ressourcenstarke Ship-to-Shore Programm des Schmidt-Ocean-Institute (vgl. <http://schmidt-ocean.org/education>) kann hier Anregungen liefern. Gearbeitet wird hier u. a. mit eigens zu diesem Zweck mitreisenden „Storytellern“, Kameras in den Laboren und einer speziellen Broadcasting-Software, um mehrere Kanäle rund um das Schiff einzurichten.

| <sup>139</sup> Als Vorbilder können hier die Programme „Educator on Board“ und „Teacher Researcher in Partnership“ der nationalen Wissenschaftsorganisation Australiens CSIRO (vgl. <https://www.csiro.au/en/education/Teacher-professional-development>) sowie das Programm „Teacher at Sea“ der US-amerikanischen National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dienen (vgl. <https://www.fisheries.noaa.gov/topic/teacher-at-sea-program>).

von Schiffen, Geräten und kleinerem Equipment zu adressieren, um mit Blick auch auf Neubauten und Neuanschaffungen der Partner gemeinsame Lösungen zu finden (vgl. auch B.II.1).

Der Wissenschaftsrat erachtet es für die gemeinsame Nutzung auf europäischer Ebene überdies als zentral, gemeinsame Standards für den Umgang mit den Daten, die durch Geräte generiert werden, zu entwickeln bzw. in die Anwendung zu bringen. In diesem Zusammenhang ist auch entsprechende technologische Vorbereitung der Schiffe von Bedeutung.

Die OFEG verweist auf ihrer Webseite neben dem Gewinn durch den Zugang auf eine breitere Auswahl an Infrastrukturen (Forschungsschiffe sowie Geräte) auch auf die Verringerung von Zeit- und damit Kostenaufwand für lange Überfahrten zwischen Gebieten von wissenschaftlichem Interesse und dem Zugang zu einer größeren Zahl von geografischen Gebieten innerhalb eines Zeitraums. |<sup>140</sup> In Hinblick auf das Einsatzgebiet Mittelmeer sieht der Wissenschaftsrat die **Vermeidung von langen Transitfahrten** als Desiderat an und empfiehlt, die Zusammenarbeit der europäischen Partnerländer über den bestehenden Tauschmechanismus hinaus zu intensivieren. Ein möglicher Ansatz wird darin gesehen, Vereinbarungen zur Stationierung oder gemeinsamen Nutzung eines Schiffs im Mittelmeer, ggf. mit Institutionen anderer Länder, zu treffen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher der Bundesregierung, Verhandlungen mit Mittelmeeranrainerstaaten aufzunehmen, um den Einsatz regionaler Schiffe in der europäischen Meeresforschung effizienter zu gestalten.

## **B.II ANFORDERUNGEN UND AUSSTATTUNG REGIONALER FORSCHUNGSSCHIFFE**

---

### II.1 Schiffsnutzung und Ausstattungsbedarf

Die regionalen Forschungsschiffe sind Infrastrukturen, die für eine Vielzahl an Aufgaben in Forschung, Ausbildung/Lehre, Monitoring und Technologieerprobung benötigt werden. Angesichts des schnellen technischen Fortschritts in vielen Bereichen und weil die Entwicklungen in der Meeresforschung nicht für mehrere Dekaden vorherzusehen sind, sollte für die Ausstattung der Neubauten aus Sicht des Wissenschaftsrats die Maxime einer möglichst großen Interoperabilität und Technologieoffenheit zugrunde gelegt werden.

Diese Anforderungen können am besten erfüllt werden, wenn die künftigen regionalen Forschungsschiffe als Plattformen mit einem hohen Maß an Modularität und Austauschbarkeit einzelner Komponenten konzipiert werden. Aus diesem Grund spricht sich der Wissenschaftsrat dafür aus, eine **identische Grundplattform** aus Rumpf und den Hauptfunktionsteilen für die neuen Schiffe zu entwer-

| <sup>140</sup> Vgl. <https://www.ofeg.org/np4/13.html>.

fen. Baugleiche Schiffe ermöglichen Einsparungen bei den Kosten des Entwurfs. Darüber hinaus bringt die Baugleichheit eine Übertragbarkeit der Nutzungserfahrung mit sich. Dadurch kann der Betrieb optimiert und können Fahrtvorschläge flexibler auf die Schiffe verteilt werden. Zudem kann die Planung der Bauprojekte bei einmaliger Ausschreibung und einmaligem Vergabeverfahren schneller und effizienter erfolgen.

Ein gleicher Bauplan lässt leichte Abweichungen bei der Rumpflänge und den Aufbauten zwischen den Schiffen zu, so dass dem vom intendierten Einsatzprofil abhängigen Platzbedarf an Bord Rechnung getragen werden kann. Die technische Spezialisierung, die sich aus den unterschiedlichen wissenschaftlichen Aufgaben der regionalen Schiffe ergibt, kann aus Sicht des Wissenschaftsrats durch modulare Bauweisen realisiert werden. Neben den unterschiedlichen Einsatzregionen erfordert auch die multidisziplinäre Nutzung der regionalen Forschungsschiffe **Laboreinrichtungen**, die unterschiedlichen Funktionen gerecht werden. Der Wissenschaftsrat empfiehlt für die **Laboraausstattung** der Neubauten zwei feste Labore in einem ansonsten modularen Laborsystem aus flexibel einsetzbaren Einheiten vorzusehen. Neben einem Trocken- bzw. Mehrzwecklabor von ca. 30–35 m<sup>2</sup> wird von einem Bedarf an einem fest installierten Nasslabor von ca. 25 m<sup>2</sup> für Probenaufnahmen ausgegangen. Weitere (Spezial-)Labore sollten hingegen je nach Thema und Untersuchungsgebiet als mobile Container an Bord gebracht werden.

Insgesamt geht der Wissenschaftsrat von einer höheren Zahl an Containerstellplätzen aus als bei den bisherigen regionalen Schiffen. Wenn diese zum Teil alternativ für weitere Labore oder aber für Großgeräte genutzt werden können, führt dies zu einer effizienten und flexiblen Nutzung des Deckplatzes.

Zu jedem Schiff sollten drei Labore als Leercontainer mit standardisierten Anschlüssen für Strom, Wasser und Gas sowie Glasfaser gehören, an denen individuelle, ggf. methoden- bzw. projektspezifische Anpassungen für die jeweiligen Aufgaben und Bedarfe der Einrichtungen vorgenommen werden können. Ziel sollte aus Sicht des Wissenschaftsrats sein, Handlungsspielraum für neue Entwicklungen offen zu halten. Er betont, dass eine Ausstattung an Laborcontainern als Bestandteil des Schiffs angesehen werden und Teil des Bauauftrags sein muss. Die Verantwortung für Betrieb, Wartung und Zertifizierung sollte bei den schiffsbetreibenden Einrichtungen liegen. Weitere Anlagen (Kühl- und Aquarienanlagen, etc.) müssen ebenfalls modular an Bord gebracht werden können. Alle Container sollten mit allen Neubauten kompatibel sein, so dass ein Austausch von Laborcontainern zwischen den Schiffen nach Absprache möglich ist. Die benötigte Anzahl und Ausstattung der Container sollten im Antrag auf Schiffszeit abgefragt werden. Bei Modulen, die es nur einmal gibt, bedarf es eines Koordinationsverfahrens, damit der benötigte Container für eine Fahrt zur Verfügung steht. Da auch der jeweils benötigte Platz für Container für jede Fahrt bewertet werden muss, erscheint es sinnvoll, die vorhandenen Strukturen des

GPF und der Leitstellen einzubeziehen und relevante Aspekte in die Koordination durch die Koordinierungsgruppe Schiff (KG Schiff) aufzunehmen.

Neben der Flexibilität und der erweiterten Platznutzung sieht der Wissenschaftsrat in der beschriebenen Containerlösung den Vorteil, dass diese auch an Land verwendet werden können. Damit eröffnen sich neue, schiffsunabhängige Möglichkeiten für das Training, die Wartung oder technische Arbeiten an den Laboren und Geräten sowie deren Vorbereitung für einen Einsatz. Darüber hinaus wäre zu prüfen, ob die Liegezeiten der Schiffe reduziert werden können, wenn ein Containertyp mehrfach vorhanden ist.

Seitens der Nutzenden besteht der Wunsch nach geschützten Hangar-Flächen, u. a. für Arbeiten an Fahrzeugen und anderen eigenständigen Systemen, was aus Sicht des Wissenschaftsrats beim Aufbau berücksichtigt werden sollte, indem beispielsweise der Hangar mit geschützten Containerstellplätzen kombiniert wird. Diese sollten nach Möglichkeit so arrangiert werden, dass ein direkter Zugang aus dem geschützten Bereich besteht und die Container so auch bei Schlechtwetter gefahrlos zugänglich sind. In den Hangar kann beispielsweise auch eine Vorrichtung für die CTD-Messung integriert werden. |<sup>141</sup> Für Einsätze im kalten Einsatzgebiet können hier weitere Optimierungen vorgenommen werden.

Um den Platz an Deck flexibel nutzen zu können, sollten feste Einbauten vermieden werden. Der Wissenschaftsrat empfiehlt zudem, an Bord Raum und Infrastrukturen für die zunehmend erforderlichen technischen Arbeiten vorzuhalten. Der Einsatz von komplexen, teilweise robotischen Geräten erfordert Platz, ebenso der Aufbau von Unterwassermessnetzen, der jeweils den Einsatz und die Bergung des Equipments beinhaltet. Auch für die Wartung der Geräte muss ausreichend Raum vorhanden sein.

In Hinblick auf den Platzbedarf an Bord der Schiffe ist außerdem die Raumkapazität für die Besatzung und das wissenschaftliche Personal relevant. Auf Mehrtagesfahrten sollten aus Sicht des Wissenschaftsrats mindestens zwölf Forschende an Bord arbeiten können. Es sollte jedoch insbesondere mit Blick auf die künftigen Forschungspraktiken die Möglichkeit bestehen, auch auf den regionalen Forschungsschiffen mehr als zwölf Personen mitnehmen zu können. Durch den zunehmenden Geräteeinsatz besteht z. B. in manchen Fällen ein höherer Bedarf an technischem Personal, so dass eine höhere Zahl wissenschaftliches/technisches Personal erforderlich sein kann. Aus diesem Grund wird es als wichtig erachtet, eine gewisse Flexibilität bei der Kammereinrichtung der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vorzusehen. Darüber hinaus sollten die Spielräume genutzt werden, die bei Tagesfahrten hinsichtlich der Personenzahl

|<sup>141</sup> Mit Platz für neun Laborcontainer kann das FS Pelagia (NIOZ) als Beispiel für ein Forschungsschiff mit Containersystem herangezogen werden. Die Instandhaltungskosten eines temperaturgeregelten Laborcontainers auf der Pelagia belaufen sich auf rund 3.000 Euro jährlich.

bestehen. Laut den schiffsbetreibenden Einrichtungen haben sich die Besatzungskonzepte der bestehenden drei Schiffe für mehrtägige Reisen bewährt. Für Fahrten im Gebiet Ostsee und Nordsee wird eine Besatzung von zwölf Mitgliedern als ausreichend bewertet, um einen 24-Stunden Betrieb zu gewährleisten. Bei Fahrten in weiter entfernte Einsatzgebiete werden dagegen bis zu 15 Besatzungsmitglieder (inkl. wissenschaftlich-technischem Dienst und einem Steward) seitens der Betreiber als sinnvoll erachtet.

Durch neue gesetzliche Vorgaben im Seearbeitsübereinkommen (MLC – Maritime Labour Convention) z. B. zur Unterbringung der Besatzungsmitglieder in Einzelkabinen, der Verschärfung von Stabilitätskriterien, etc. ist der Platzbedarf auf neu gebauten Schiffen zwangsläufig höher. Hinzu kommt die geringere Energiedichte alternativer Treibstoffe, die in Verbindung mit der gewünschten Reichweite wesentlich den Platzverbrauch der Energiespeicher bestimmt (vgl. B.I.5).

Um bei der Ausstattung der Schiffe eine größtmögliche **Interoperabilität** sicherstellen zu können, ist es zentral, auch auf eine **einheitliche Ausstattung** mit unterstützenden Systemen an Bord zu achten. Dabei sollten austauschbare Winden vorgesehen werden und auch kompatible Hebeseysteme, Sonar, Standardmessboxen, etc. angeschafft werden. Heckgalgen (bzw. A-Rahmen), wie sie auch auf den aktuellen Schiffen vorhanden sind, sollten für das Ausbringen größerer Geräte ausreichend stark und flexibel sein. Ausreichend starke Fundamente vorausgesetzt, ist auch ein Austausch der Hebezeuge im Laufe der Lebensdauer eines Forschungsschiffs denkbar, falls sich der Bedarf ändert.

Für den Einsatz **autonomer Systeme** sind die **Kommunikations- und Navigationsinfrastruktur** an Bord und die Ausrüstung zur Ausbringung entscheidend (vgl. B.I.3). **USBL (Ultra Short Baseline)**, ein akustisches Unterwassernavigationssystem, das auf Laufzeiten von Wasserschall zwischen einem Objekt und mehreren Bezugspunkten basiert |<sup>142</sup>, ermöglicht die Lokalisation von Geräten wie AUVs während des Einsatzes. Auch kann das System als Instrument zur Positionsbestimmung für die dynamische Positionierung (DP) dienen und verwendet werden, um die Positionen von Sensoren und Detektoren zu tracken und so die Messgenauigkeit zu verbessern. Da der Einsatz autonomer Systeme immer mehr zunimmt, empfiehlt der Wissenschaftsrat, auch für die regionalen Schiffe USBL-Systeme als standardisierte akustische Navigationslösung vorzusehen. Diese sollte mit der Schiffsnavigation integriert sein und zudem ein hochauflösendes **Trägheitsnavigationssystem** beinhalten. Für eine robuste akustische Kommunikation und Navigation ist außerdem ein **laufruhiger Schiffsbetrieb** von Bedeutung.

| <sup>142</sup> Ein Sende-Empfangsgerät (Transceiver) ist auf dem Schiff installiert und verwendet akustische Signale, um Entfernungen und Peilpunkte zu Zielobjekten zu bestimmen. An diesen ist ein Gerät angebracht, das Funksignale empfängt und automatisch beantwortet (Transponder). Die Transponder antworten auf die akustischen Signale des USBL-Transceivers mit ihren eigenen akustischen Impulsen, so dass der Transceiver die Positionen berechnen kann.

Die **Seegangseigenschaften** der Schiffe sollten eingeschränkten Forschungsbetrieb bei 7 Bft. bzw. einer signifikanten Wellenhöhe von 4 m Hs ermöglichen; robuste Geräte sollten bis 8 Bft. bzw. 5,5 m Hs eingesetzt werden können. Für Transitfahrten sollte das Erreichen eines sicheren Hafens bei 8–9 Bft. bzw. 6 m Hs möglich sein. Eine gute Kursstabilität sollte auch bei geringer Fahrt ab 2 Knoten gewährleistet sein.

Um ein möglichst hohes Maß an Modularität und Austauschbarkeit zu erreichen, muss eine Kompatibilität der Geräte(-komponenten) und den an Bord installierten Systemen gewährleistet sein. Der Wissenschaftsrat unterstützt den von der Meeresforschungscommunity geäußerten Bedarf an standardisierten, offenen **Schnittstellen** zu Schiffsystemen, der Datenkommunikation, Energieübertragung und Navigation. Dabei handelt es sich z. B. um Schnittstellen für die Unterwasser- Kommunikations- und Navigationsgeräte der Schiffe wie Transponder von USBL-Systemen. Um die Möglichkeiten höherer Datenübertragungsraten (s. nächster Abschnitt) ausschöpfen zu können, sind adaptierbare Schnittstellen insbesondere zu autonomen oder ferngesteuerten Beobachtungs- und Messsystemen erforderlich, z. B. zu unterschiedlichen Sensoren, die an AUVs installiert werden können (vgl. B.I.3). Grundlegend empfiehlt der Wissenschaftsrat, nur Equipment auf den neuen Schiffen zu verbauen, das Schnittstellen nach außen bietet. So sollten auch bei Geräten wie hochwertigen Sonaren sämtliche Daten für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zur Weiterverarbeitung zugänglich sein. Relevant sind zudem Schnittstellen zur Ansteuerung sowie zum Auslesen der Sensorik bei AUVs und ROVs.

Um dies zu gewährleisten, sollten bei Entscheidungen für Neubeschaffungen neben den technischen Leistungsparametern insbesondere die **Anwendung von offenen Standards** ausschlaggebend sein. Wenn keine solchen Standards existieren, sollte innerhalb der deutschen Forschungsflotte auf Kompatibilität geachtet werden, so dass die Systeme zum einen auf verschiedenen Schiffen einfach eingesetzt werden können und zum anderen Dritten der Zugang ermöglicht werden kann.

Was die Entwicklung von Standards betrifft, besteht in vielen Fällen die Herausforderung darin, die Hersteller von Seiten der Wissenschaft dazu zu bewegen, solche Standards zu implementieren, da die größte Nachfrage aus der Offshore-Industrie und der Marine kommt. Der Wissenschaftsrat rät im Fall wissenschaftsspezifischer Schnittstellen eine zusätzliche Koordination mit wissenschaftlichen Partnereinrichtungen im Rahmen der OFEG an.

Um erweiterte Einsatzbedingungen zu ermöglichen, empfiehlt der Wissenschaftsrat, Systeme für **Dynamisches Positionieren (DP)** für die neuen Schiffe vorzusehen. Für ein Schiff, das mit einem DP-System ausgerüstet werden soll, müssen die Anforderungen wie Sensoren, Positionsreferenzsysteme und die Anzahl der Propeller mit ausreichender Leistung auch bei schlechtem Wetter etc. in der Entwurfsphase berücksichtigt werden. Bei der Konzeption des Systems sollten

zudem die Regularien für die Arbeit in der Nähe von Offshore-Anlagen beachtet werden, um auch diese Möglichkeit offenzuhalten.

Die konkrete **Ausarbeitung und Optimierung der Entwürfe** der Forschungsschiffe obliegt der einzusetzenden **Planungsgruppe** aus Angehörigen aller relevanten Fachgebiete. Im Folgenden werden weitere Aspekte der Ausstattung genannt, die aus Sicht des Wissenschaftsrats für die neuen regionalen Schiffe Berücksichtigung finden sollten, um erweiterte Einsatzbedingungen zu ermöglichen. Sie stellen Desiderate dar, die im Rahmen des Entwurfprozesses der Konkretisierung und ggf. Prüfung auf potenzielle Zielkonflikte bedürfen:

- \_ Um an Bord der Schiffe gute Arbeitsbedingungen zu schaffen, sollte beim Bauplan auf gute **Tariermöglichkeit** und günstige Krängungseigenschaften geachtet werden.
- \_ Für alle Schiffe sollten **Hydrographenschächte** von etwa einem halben Meter für höhere Flexibilität beim Einsatz mobiler Geräte vorgesehen werden.
- \_ Bei der Konstruktion der Schiffe sollte außerdem geprüft werden, wie der Einsatz von **Drohnen** (UAV-Unmanned Aerial Vehicles) am geeignetsten möglich ist (z. B. UAV-Deck).
- \_ Um bei Seegang Messungen vornehmen zu können, ist es wichtig, dass alle neuen Schiffe über **hubkompensierende Windensysteme** verfügen.
- \_ Die Bedingungen an Bord der Schiffe sollten den Einsatz verschiedenartiger **Launch and Recovery Systeme (LaRS)** für autonome Vehikel ermöglichen. Die diversen Aussetz-Systeme aus Winden, Kabeln, Kabel-Block und Aussetzrahmen, die am Heckgalgen (A-Rahmen) des jeweiligen Schiffes montiert werden, fungieren als mobile Einheit, d. h. sie sind nicht fest auf den Schiffen installiert. Die LaRS sollten für einen möglichst platzsparenden Betrieb konzipiert sein, um den an Deck der Schiffe benötigten Raum zu minimieren.
- \_ Um den **Einsatz von kleineren autonomen Systemen** zu erleichtern, die von einem Punkt nahe der Wasseroberfläche abgesetzt werden müssen, sollte ein Bereich (vorzugsweise am Arbeitsdeck in Nähe des Hangars) eingerichtet werden, an dem die Bordwand der Schiffe nicht zu hoch über dem Wasserspiegel ist, so dass kleinere Systeme per Hand oder mittels kleinerer Flaschenzüge ausgebracht werden können.
- \_ Für die Meeresforschung, insbesondere die Ozeanbeobachtung, ist eine erweiterte Sensorik zentral, die biogeochemische Daten erfassen kann (**BGC-Sensorik**). Diese Messverfahren werden konstant weiterentwickelt und sollten an Bord der neuen Schiffe eingesetzt werden können.
- \_ Die Schiffe sollten über hochauflösende Bewegungssensoren sowie ein integriertes Probenahmesystem verfügen.

- \_ Um den Arbeitsplatz bzw. die Arbeitsbedingungen an Bord zu optimieren, sollte bei der Gestaltung des Brückendecks eine ergonomisch angepasste Brücke vorgesehen werden.

## II.2 Verbesserung des Umweltschutzes

Im Juli 2023 verständigte sich die Weltschiffahrtsorganisation (IMO – International Maritime Organisation) darauf, den Ausstoß von Treibhausgasen wie Kohlendioxid von Schiffen bis etwa 2050 auf null zu reduzieren. Das Ziel der Dekarbonisierung und Verbrauchsoptimierung hat jedoch schon seit längerem den Fokus auf die (Weiter)Entwicklung alternativer Kraftstoffe und Antriebstechnologien gelenkt und sorgt für eine Dynamik, die eine endgültige Festlegung auf eine Technologie für neue regionale Forschungsschiffe zum jetzigen Zeitpunkt unmöglich macht. Hinzu kommt, dass ihr tatsächlicher Baubeginn und die Inbetriebnahme noch mehrere Jahre in der Zukunft liegen.

Wenngleich zu Beginn noch Kompromisse notwendig sein werden, sieht es der Wissenschaftsrat als Ziel an, die Forschungsschiffe baldmöglichst einsetzen zu können, ohne dass klimaschädliche Emissionen entstehen (Null Emission). Bis 2030 werden Prognosen zufolge verschiedene neue Motoren- bzw. Antriebstypen verfügbar sein, so dass über eine modulare Bauweise die Zukunftsfähigkeit sichergestellt und Übergangskompromisse ermöglicht werden sollten.

Aufgrund des Platzbedarfs des Treibstoffs ist der Radius, in dem die Schiffe unterwegs sein müssen, bei der Wahl des Antriebs ausschlaggebend. Daneben spielen das Gewicht, die Verfügbarkeit des Kraftstoffs (weltweit) sowie die energieträgerbezogene notwendige (Hafen)Infrastruktur und Landlogistik eine wichtige Rolle für die Nutzbarkeit (vgl. A.V), da der Aufbau von globaler Bunkerinfrastruktur für alternative Energieträger Zeit in Anspruch nehmen wird. Für die erste Zeit ist voraussichtlich ein Verbrennungsmotor, der (auch) mit Diesel betrieben werden kann, als Hauptgenerator wie bei den bisherigen Schiffen noch unverzichtbar. Da die Schiffe zeitversetzt gebaut werden, könnten für die Realisierung der späteren Systeme bereits ausgereifte, geräuscharme und klimaneutrale alternative Antriebe verfügbar sein. Angesichts der Vorbildfunktion eines öffentlichen Auftraggebers sollten solche Möglichkeiten genutzt werden. In jedem Fall sollte jedoch von Beginn an eine Nach- bzw. Umrüstung des Antriebs auf grüne Treibstoffe mitgedacht werden, so dass in der Betriebszeit der Neubauten ein Austausch vorgenommen werden kann, um das Ziel „Null Emission“ erreichen zu können. So sollte ein Einbau von Treibstofftanks für alternative Kraftstoffe vorgesehen werden, damit die Schiffe innerhalb ihrer Lebenszeit beispielsweise mit Wasserstoff fahren können, sobald die Technologie ausreichend weit fortgeschritten ist („H2-ready“). Hier sind insbesondere Verbesserungen hinsichtlich der Verfügbarkeit und der Technologiereife abzuwarten. Da der Transport von Wasserstoff derzeit optimiert wird, ist es möglich, dass der Nachteil des Platzverbrauchs z. B. gegenüber Ammoniak bald ausgeglichen ist.

Mit Blick auf die angestrebte Dekarbonisierung wird außerdem Potenzial bei einem Antrieb mit grünem Methanol gesehen. Mit einem Dual-Fuel-Motor können dabei verschiedene Treibstoffe zum Einsatz kommen und ein Schiff mit Methanol und Diesel betrieben werden. Auf diese Weise ist es möglich, je nach Verfügbarkeit den umweltfreundlicheren Antrieb zu nutzen.

LNG erscheint aus heutiger Sicht aufgrund seiner fossilen Herkunft und der stark gestiegenen Preise demgegenüber weniger vielversprechend. Hohe Preise bergen zudem das Risiko, dass aus Kostengründen der Dieselantrieb vermehrt zum Einsatz kommt, was dem Ziel der Dekarbonisierung zuwiderliefe.

Für die Neubauten FS Meteor IV und Polarstern II wurde 2019 eine Konzeptstudie durch die internationale Klassifikationsgesellschaft DNV (Det Norske Veritas) zu alternativen Energieträgern und Technologien durchgeführt, deren Handlungsempfehlungen auf Energieträger-Konfigurationen und energieträgerbezogenen Infrastrukturen basiert. Um neuere Entwicklungen bei der Technologie sowie die veränderte Preissituation miteinbeziehen zu können, empfiehlt der Wissenschaftsrat den Zuwendungsgebern, für eine fundiertere Einschätzung der nötigen schiffstechnischen Konfigurationen und der Kombinationen aus Energieträgern und -wandlern vor der Erneuerung der regionalen Flotte ebenfalls eine Studie zu alternativen Antriebsarten in Auftrag zu geben.

Unabhängig von den Antriebsarten empfiehlt der Wissenschaftsrat, im Baukonzept mindestens das Siegel „Blauer Engel für Umweltfreundliches Seeschiffsdesign“ (DE-UZ141) vorzusehen. Außerdem sollten die Anforderungen der Forschung und des Meeresschutzes an einen lauffruhigen Betrieb mit geringen Vibrationen und Lärmemissionen berücksichtigt werden. Aufgrund der bekannten schädlichen Auswirkungen von Unterwasserlärm auf Meeresorganismen sollten bei Konzeption und Betrieb neuer regionaler Forschungsschiffe beste verfügbare Techniken und Technologien angewendet werden, um Unterwasserschallemissionen zu reduzieren. Darin kann eine Stärke bestimmter neuer Antriebskonzepte liegen, die sich auch durch Laufruhe und geringere Vibrationen auszeichnen. Ihren höheren Kosten stehen damit erhebliche Mehrwerte gegenüber. Zukünftig sinnvoll erscheint der (zusätzliche) Einsatz von Brennstoffzellen oder Batterien, die für begrenzte Zeit eine rein elektrische Energieversorgung ermöglichen, beispielsweise um bestimmte Arbeiten in langsamer Fahrt durchzuführen.

### II.3 Verbesserung der Internet-Anbindung an Bord

Für eine Vielzahl von Aufgaben an Bord von Forschungsschiffen ist ein Informations- und Datenaustausch zwischen Schiff und Land in Echtzeit erforderlich oder ermöglicht einen wissenschaftlichen Mehrwert. Um alle vorhandenen Möglichkeiten und Erweiterungen der wissenschaftlichen Kapazität vollumfänglich nutzen zu können, empfiehlt der Wissenschaftsrat deshalb, eine feste Internet-Anbindung mit hoher Bandbreite und geringer Latenz vorzusehen.

Moderne Forschungsschiffe verfügen über Systeme zur Navigation und Kommunikation zwischen Schiff und Land sowie auch Unterwasser; auch autonome oder ferngesteuerte Messsysteme sowie Geräte wie ROVs sind mit Datenübertragungstechnik ausgestattet. Experten weisen darauf hin, dass die Kommunikations- und Datenverarbeitungsanlagen der nächsten Generation höhere und robustere Datenübertragungsraten sowie deutlich kürzere Latenzen ermöglichen. Die Internetbandbreite ist für die bidirektionale Übertragung von Forschungsdaten ebenso wichtig wie für die Fernsteuerung und Fernwartung von Geräten. Zudem können Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Bord, die bei ROV-Tauchgängen keinen Platz im Kontrollcontainer oder -labor haben, den Tauchgang mittels Videostream mitverfolgen.

Mittels sogenannter Telepräsenz kann der allgemein hohe technische Personalbedarf auf See begrenzt werden. Durch den vermehrten Einsatz von Großgeräten kommt ihr eine immer größere Bedeutung zu, aber auch bei Fragen des Schiffsbetriebs sind z. T. Ferndiagnosen möglich. Auch ein wissenschaftlicher Mehrwert kann durch Hinzuziehen räumlich entfernter Akteurinnen und Akteure geschaffen werden: Da die Expeditionen meist interdisziplinären Fragestellungen dienen, kann über Ship-to-Shore-Videokonferenzen gezielt punktuell Expertise von Land virtuell hinzugezogen werden oder bei unvorhergesehenen Beobachtungen hinzugeholt werden. Auch Forschende, die aufgrund körperlicher Einschränkungen nicht seediensttauglich sind, können mittels Telepräsenz partizipieren. Perspektivisch können Fahrtteilnehmende auch von den Möglichkeiten der Telemedizin profitieren.

Ein weiterer Anwendungszweck ist die Etablierung von Digitalen Zwillingen des Ozeans („Digital Twin Ocean“, vgl. A.I.1), mit denen Sensordaten und Simulationen gebündelt und zugänglich gemacht werden. Ihre Entwicklung erfordert ein unmittelbares Einbringen von In-situ Ereignissen in Modellrechnungen. Sie werden unter Nutzung von Hochleistungscomputing an Land entwickelt, und die Forschenden an Bord erhalten mit den Modellergebnissen Orientierungshilfe von Land.

Zukünftig wird zudem der Bedarf an hohen Datenübertragungsraten im Bereich der Teleoperation steigen, da die Forschungsschiffe als Schnittstelle zu den autonomen oder ferngesteuerten Beobachtungs- und Messsystemen fungieren. Durch die Implementierung teilautonomer und ferngesteuerter Systeme an Offshore-Anlagen kann die wissenschaftliche Kapazität so erweitert werden. Ein weiteres Beispiel sind Meeresbodenobservatorien, die mit beweglichen Fahrzeugen für Monitoring, Wartung etc. ausgestattet sind.

Aufgrund der schnell voranschreitenden Entwicklungen in diesem Bereich kann nur nach jetzigem Ermessen eine Empfehlung ausgesprochen werden. Für die oben geschilderten Anwendungszwecke ergibt sich aus Sicht des Wissenschaftsrats die Notwendigkeit, konstant eine hochwertige Datenverbindung sicherzustellen.

Allgemein ist festzustellen, dass Provider den Nutzenden inzwischen einen bestimmten Leistungsumfang garantieren, anstatt dass diese sich auf eine bestimmte Verbindungsart festlegen müssen. Für die Internetverbindung werden dabei je nach Verfügbarkeit über ein integriertes Antennensystem GEO-, MEO- oder LEO-Satelliten genutzt. |<sup>143</sup> Da diese Systeme bereits heute erhältlich sind, kann davon ausgegangen werden, dass sie in fünf bis sechs Jahren, wenn die neuen regionalen Schiffe gebaut werden, Standard sind. Darüber hinaus wird über kommerziell verfügbaren, terrestrischen Mobilfunk küstennah eine gute Abdeckung erreicht werden. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher, die genannten Multifrequenz- und Multi-Orbit-Systeme, einschließlich 5G/6G, zu installieren.

In Bezug auf die Bandbreite zum Zeitpunkt der Fertigstellung der Schiffe sollten Verträge mit mindestens 100 Mbit/s zu akzeptablen Preisen abgeschlossen werden können. Von besonderer Bedeutung ist die Latenz; sie sollte aus heutiger Sicht nicht mehr als 50 ms betragen.

Der Wissenschaftsrat hält es für besonders wichtig, eine verbindungsneutrale Flatrate zu verhandeln und damit allen Schiffsnutzenden Datenübertragungsleistung automatisch zur Verfügung zu stellen. Auf diese Weise können Erweiterungen der wissenschaftlichen Kapazität vollumfänglich genutzt und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ein flexibles Agieren durch eine freie Nutzung ohne Kostendruck ermöglicht werden. Eine Festlegung der Bandbreitenkosten pro Expedition sowie die Klärung der Kosten(übernahme) entfallen somit. Eine feste Bandbreite im Sinne einer Flatrate wird auch zum Zweck der Kommunikation an die Öffentlichkeit empfohlen, um dem gesellschaftlichen Auftrag der Wissenschaft nachzukommen.

Es wird überdies für sinnvoll erachtet, eine landgestützte Infrastruktur einzurichten, die beispielsweise für die Vorbereitung und die Betreuung von gestreuten Events genutzt werden kann.

|<sup>143</sup> Im Low-Orbit-Bereich ist das Satellitennetzwerk Starlink des amerikanischen Raumfahrtunternehmens Space X vorherrschend, ein weiterer großer Anbieter ist das britische Oneweb. Ab 2024 soll der Testbetrieb des Kuiper Systems des Amazon-Konzerns beginnen (vgl. <https://www.reuters.com/lifestyle/science/amazon-targets-2024-launch-first-kuiper-internet-satellites-2023-03-14/>). Die EU plant außerdem mit dem Satellitenverbund Iris<sup>2</sup> (Infrastructure for Resilience, Interconnection and Security by Satellites) ein eigenes Netzwerk aufzubauen (vgl. [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/iris2\\_en](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/eu-space-policy/iris2_en)).

Der Wissenschaftsrat begrüßt die bestehenden Aktivitäten der DAM zur systematischen Datenerfassung und Datenauswertung aller Schiffsexpeditionen und Observatorien sowie der „Unterwegsdaten“ und die damit einhergehende Vernetzung der Aktivitäten ihrer Mitgliedseinrichtungen. Die Homogenisierung des Forschungsdatenmanagements zwischen den DAM-Mitgliedern ist eine wichtige Voraussetzung für die Publikation von Datensätzen unter Umsetzung der FAIR-Prinzipien. |<sup>144</sup> Diese Aktivitäten sollten weiter vorangetrieben werden, um eine optimale Aufbereitung für die Nachnutzung der Daten sicherzustellen.

Der Wissenschaftsrat begrüßt das Engagement der DAM und des DAM-Kernbereichs „Datenmanagement und Digitalisierung“ im Rahmen der NFDI-Konsortien für Biodiversitätsforschung (NFDI4Biodiversity) und für Erdsystemforschung (NFDI4Earth), durch das sie aktiv daran mitwirken, das Forschungsdatenmanagement der nationalen Meeresforschung entsprechend den FAIR-Prinzipien zu gestalten und in einen übergeordneten Rahmen einzubringen.

Neben den Forschungsdaten sind für die Einsatz- und Bedarfsplanung vielfältige Nutzungsdaten von Relevanz, die von den Schiffsbetreibern erhoben werden. Während die einzelnen Fahrtabschnitte der Forschungsschiffe gut dokumentiert und über das Datenportal „Marine-Data“ abrufbar sind, wird ein Nachholbedarf bei der **einheitlichen Dokumentation der Schiffsnutzung** gesehen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt daher die Einführung eines einheitlichen Standards für die Datenerhebung in den schiffsbetreibenden Einrichtungen. Um die Nutzung der Schiffe möglichst differenziert beschreiben zu können, sollte dieser Standard z. B. Angaben zu den Fahrtteilnehmenden enthalten, wie deren Statusgruppe (Studierende BA/MA, Promovierende, Forschende, technisches Personal etc.), Fachrichtung und Einrichtungszugehörigkeit (sowie Einrichtungsart). Auch die Angaben des Fahrzwecks sowie die Erfassung von Rüst- und Hafentagen sollte über die Einrichtungen hinweg einheitlich erfolgen. Weitere aus Sicht des Wissenschaftsrats relevante Parameter wären auf der Fahrt eingesetzte Großgeräte sowie Angaben zur Finanzierung (Grundmittel/Drittmittel). Angesichts des hohen Anteils der Ausbildungsfahrten an den Einsätzen der regionalen Schiffe wird außerdem eine einheitliche Erhebung von Art und Inhalt der Lehrfahrten sowie deren regelmäßige Evaluation als sinnvoll erachtet.

Der Wissenschaftsrat regt an, diese mit der Nutzung der Schiffe verbundenen Daten in das bestehende DAM-Vorhaben als Teil eines „Datenökosystems“ zu integrieren.

|<sup>144</sup> Das Akronym FAIR steht für Findable (Auffindbar), Accessible (Zugänglich), Interoperable (Interoperabel) und Reusable (Wiederverwendbar).

### III.1 Organisation des Betriebs seegehender Großgeräte

Um allen Forschenden unabhängig von ihrer Herkunftseinrichtung gleichen Zugang zu seegehenden Großgeräten zu ermöglichen, empfahl der Wissenschaftsrat 2010, eine so genannte Leitstelle für Unterwassertechnologie zu gründen (vgl. Kapitel A.VII), die für die wissenschaftlich-technische, logistische und finanzielle Vorbereitung, Abwicklung und Betreuung der Gerätenutzung zuständig sein sollte. Die Geräte sollten dabei als Pool mit einheitlichem Zugang betrieben werden. Konkrete Vorschläge zur Implementierung sollten von den betreibenden Einrichtungen erarbeitet werden.

Als Abgrenzungskriterium seegängiger Großgeräte (z. B. gegenüber kleineren ROV, AUV, etc.) werden in den vorliegenden Empfehlungen neben den Kosten und dem Erfordernis einer spezialisierten Betreiber Mannschaft zur Bedienung der Geräte auch das (mindestens) nationale Interesse an den Geräten und ihre Bedeutung für die Forschungscommunity angesehen. Der Wissenschaftsrat empfiehlt Betreibern und Zuwendungsgebern, gemeinsam eine präzise Definition zu erarbeiten. Neben der Einordnung existierender Geräte ist eine klare Definition insbesondere für Neuzugänge notwendig und kann zur Prüfung der Legitimität von Förderanträgen herangezogen werden (vgl. B.III.3.b).

In einigen europäischen Nachbarländern hat man gute Erfahrungen damit gemacht, seegehende Großgeräte für alle Nutzenden in einem zentralen Pool vorzuhalten (vgl. Anhang). Aufgrund des deutschen föderalen Systems und der unterschiedlichen Finanzierungswege und Zuständigkeiten bei Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wäre ein solches Modell jedoch nur unter großem Verhandlungsaufwand auf Deutschland übertragbar. Der Wissenschaftsrat erachtet es demgegenüber als vorrangig, den Betrieb der Großgeräte zeitnah und mit dem primären Ziel zu reformieren, einen offenen Zugang für alle Nutzenden zu gewährleisten und die Effizienz sowie die Transparenz des Systems zu verbessern.

Die DAM hat 2022 ein Konzept zum „Betrieb der Seegehenden Großgeräte als nationale Infrastruktur“ erarbeitet, in dem Desiderate zum Betrieb der bestehenden und zukünftigen Geräte sowie zu Beschaffungen und Investitionen beschrieben werden. In dem Konzept wird zwischen „schiffsunabhängigen“ seegehenden Großgeräten, wie die von GEOMAR und MARUM (Zentrum für Marine Umweltwissenschaften), und „schiffsgebundenen“ Geräten unterschieden. Die für die Polarstern II vom AWI geplanten neuen Geräte (Untereis-ROV und -AUV) würden aus technischen und logistischen Gründen in die zweite Kategorie fallen und nur von diesem Schiff aus eingesetzt werden.

Als Ziel des Konzepts wird eine Erhöhung der Planungssicherheit für Betreiber und Nutzende sowie eine Verbesserung des Zugangs zu den seegehenden Groß-

geräten genannt. Die Konzeption als (verteilte) nationale Infrastruktur sieht den Verbleib der Geräte im Besitz der Einrichtungen vor; Zugang, Betrieb, Weiterentwicklung und Ersatzbeschaffungen sollen jedoch vereinheitlicht und die Auslastung der Geräte durch Verbesserungen bei der Personalausstattung verdichtet werden.

Die Betreiber sehen vor, an der bereits praktizierten **Einbindung** der Gerätevergabe in das Verfahren des **Begutachtungspanels Forschungsschiffe** festzuhalten. Um die Eigenschaften der Geräte beurteilen zu können, planen sie, alle für einen Nutzungsantrag relevanten Informationen zu den Großgeräten über das Portal deutsche Forschungsschiffe verfügbar zu machen. Das bisherige Verfahren, bei dem ein Angebot von den betreibenden Einrichtungen eingeholt werden muss (vgl. A.VII), soll entfallen. Die Fahrtzeiten und die Nutzung der Großgeräte würden so in einem Vorschlag beantragt und die Finanzierung des geplanten Geräteinsatzes nutzerfreundlich im Hintergrund abgewickelt werden können (vgl. III.3). Der Wissenschaftsrat hält dies für ein geeignetes Vorgehen und ermuntert dazu, auf diesem Weg voranzuschreiten.

Im Sinne der Transparenz begrüßt der Wissenschaftsrat darüber hinaus das Vorhaben des Zukunftsforums Ozean (ZFO), in Ergänzung des Leitfadens („Cruise Proposal Preparation Instructions“, vgl. A.II.2) Informationen zum Workflow bereitzustellen, die den Prozess von der Beantragung der Schiffszeit und Großgerätenutzung über die Fahrtplanung bis zur Finanzierung erläutern. Dies kann insbesondere erstmaligen Antragsstellenden das Verständnis erleichtern.

In Hinblick auf die Nutzungsmöglichkeiten der Geräte sind Einsatz und Ausbildung von Technikerinnen und Technikern für die Entwicklung und Wartung der Geräte an Land sowie für die Bedienung an Bord ein wichtiger Faktor. Die enge Zusammenarbeit des technischen Personals mit den wissenschaftlichen Nutzenden wird seitens der Betreiber als bedeutsam für Optimierungen und Weiterentwicklungen der Geräte und Methoden beschrieben und die besondere Expertise des technischen Personals für die sehr komplexen Geräte als Vorteil hervorgehoben. Der hohe Spezialisierungsgrad bringt andererseits jedoch den Nachteil mit sich, dass die Bedienung und Wartung nicht von allen Technikerinnen und Technikern ausgeführt werden kann. Der Wissenschaftsrat erachtet es daher als sinnvoll, über den bestehenden Austausch hinaus Möglichkeiten zur gemeinsamen Aus- und Fortbildung und zur Erhöhung der Kompatibilität zwischen dem technischen Personal und den verschiedenen Großgeräten zu prüfen, um an dieser Stelle mehr Flexibilität zu ermöglichen.

Der Wissenschaftsrat hält es für geboten, den Einsatz von Technikerinnen und Technikern im Jahresverlauf genau und einrichtungsübergreifend in vergleichbarer Weise zu dokumentieren. So würde eine empirische Basis geschaffen, um evidenzbasiert klären zu können, wie sich Einsatzzeiten von Großgeräten durch mehr Personal verändern würden und welchen konkreten Impact dies hätte. Zu diesem Zwecke könnte eine externe Untersuchung beauftragt werden.

Aus Sicht des Wissenschaftsrats sollten Fragen der **Erneuerung und Ersatzbeschaffung** von seegehenden Großgeräten unabhängig von der Organisation des Betriebs behandelt werden.

Die Lebensdauer der Geräte beträgt typischerweise etwa 10–20 Jahre; sie sind wartungsintensiv und werden im Verlauf ihrer Nutzungszeit an wechselnde Aufgaben und Anforderungen angepasst. Angesichts des hohen Investitionsvolumens muss aus Sicht des Wissenschaftsrats eine koordinierte Beschaffung sichergestellt sein, wenn Ersatz- oder Neuanschaffungen nötig werden. Um eine einrichtungsübergreifende Planung zu ermöglichen, erachtet er eine gemeinsame Roadmap, die in einem Rhythmus von 5–7 Jahren fortgeschrieben wird, als essenziell. Die Gründung eines Beirats aus wissenschaftlichen und technischen Fachleuten, der Empfehlungen zu Investitionen abgibt, wie der von der Deutschen Allianz Meeresforschung vorgeschlagene „Nutzerbeirat Großgeräte“ empfiehlt der Wissenschaftsrat nachdrücklich. Er sieht darin ein geeignetes Instrument, die wissenschaftliche Community angemessen in den Prozess einzubinden. Der Beirat sollte sowohl Empfehlungen zu Ersatzbeschaffungen im Fall von Großgeräten formulieren, deren Nutzungsende absehbar ist oder die irreparabel beschädigt sind, als auch Einschätzungen zur Technologieerneuerung abgeben. Ein gemeinsames Gremium mit Vertretungen der Einrichtungen sollte die nötigen Investitionen oder Neuanschaffungen priorisieren.

So lange die Geräte nicht gepoolt und nicht aus einem zentralen Budget beschafft werden, müssen die Einrichtungen diese Investitionen im Rahmen ihrer jährlichen Wirtschaftsplanung anmelden. Die Finanzierung des begründeten Bedarfs erfolgt je nach Zuwendungsgeber einrichtungsbezogen. Daneben bietet das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) administrierte Großgeräteprogramm von Bund und Ländern für Universitäten die Möglichkeit Mittel für die Beschaffung von Geräten zu beantragen.

Auch und gerade wenn der Betrieb der Geräte unabhängig von den Investitionsentscheidungen organisiert wird, muss bei diesen Entscheidungen vorausgesetzt werden, dass auch ihr Betrieb langfristig gesichert ist. Die Einsetzung eines „Nutzerbeirats Großgeräte“ und die Etablierung eines geeigneten Betriebs- und Finanzierungsmodells sind aus Sicht des Wissenschaftsrats zueinander komplementär (vgl. B.II.3).

### III.3 Optionen für mögliche Finanzierungsmodelle des Betriebs

Die im Folgenden skizzierten Optionen für eine Finanzierung des Betriebs der Großgeräte gehen vom MARUM (Universität), dem AWI (HGF) und dem GEOMAR (HGF) als beteiligten Einrichtungen aus, können perspektivisch aber auf andere universitäre wie außeruniversitäre Einrichtungen erweitert werden.

Das **Eigentum an den Geräten** sowie die Zuständigkeit für die Beschäftigung, Aus- und Weiterbildung des gerätespezifischen **Personals** bleiben unabhängig von der Finanzierung des Betriebs jeweils bei den Einrichtungen, neu geregelt wird lediglich die Refinanzierung der variablen Kosten. Eine echte **Poollösung** (Vereinigung der Großgeräte unter einer juristischen Einheit, ggf. mit verteilten Standorten) wird für die bestehenden Geräte derzeit aufgrund der verschiedenen einrichtungsbezogenen Finanzierungsstrukturen und Rahmenbedingungen in einem überschaubaren zeitlichen Rahmen als unrealistisch angesehen. Bei Neuanschaffungen sollte diese Option inklusive der oben genannten Vorfestlegungen erneut geprüft werden (s. B.III.2). In diesem Fall einer koordinierten Beschaffung wäre zu prüfen, ob die meeresforschenden Einrichtungen als einziger Nachfrager auftreten und somit die Gefahr eines (beschränkten) Nachfragemonopols besteht. |<sup>145</sup>

Die konkreten Kosten, die mit dem Einsatz der Großgeräte einhergehen, hängen von der Häufigkeit der Nutzung, dem Einsatzort bzw. Fahrtziel (Logistikkosten) und der konkreten Art der Nutzung ab. Diese **Variabilität der Kosten** kann jahresweise zu Verschiebungen zwischen den Standorten führen, die zur Aufstellung der jeweiligen Wirtschaftspläne möglichst genau vorab kalkuliert werden müssen. Eine **Finanzierung des gesamten Betriebs aus institutionellen Mitteln**, bei der die Zuwendungsgeber der betreibenden Einrichtungen (der Bund und das Sitzland im Fall der HGF, das Land Bremen im Fall des MARUM) die Betriebskosten vollständig tragen – auch wenn diese durch eine Nutzung durch andere Einrichtungen ausgelöst würden – würde folglich mit einer erheblichen Planungsunsicherheit bei den Betreibereinrichtungen und/oder ihren Zuwendungsgebern einhergehen. Dabei müsste eine Doppelförderung verhindert werden, da die Betriebskosten grundsätzlich bereits im Rahmen der institutionellen Förderung in den Haushalten der Betreiber berücksichtigt sind. Diese Finanzierungsvariante bewertet der Wissenschaftsrat daher als in der Praxis **nicht realisierbar**.

Der **Zugang zur Nutzung** erfolgt wie bisher durch ein wissenschaftsgeleitetes Verfahren über das GPF, die Einsatzplanung der Großgeräte über die KG Schiff. Die Nutzenden beantragen die Gerätenutzung zusammen mit der Schiffszeit mit Einreichen des Fahrtvorschlags beim GPF. Die Koordination und die Verteilung der Nutzungszeiten liegen bei der KG Schiff. Dabei bedarf es eines Mechanismus, der die Verteilung regelt, wenn nicht genug Kapazität vorhanden ist. Die Nutzenden sollen nicht mit der Finanzierungsform befasst werden. Dazu muss nach Auffassung des Wissenschaftsrats der in Kapitel A.VII dargelegte derzeitige Betriebsablauf deutlich vereinfacht werden.

|<sup>145</sup> Modellhaft für eine koordinierte Beschaffung kann der NHR-Verbund (Nationale Hochleistungsrechnen) herangezogen werden, der eine national koordinierte Infrastruktur zur Verfügung stellt. Beschaffungen werden im Betreiberausschuss abgestimmt und alternierend von den Standorten vorgenommen (vgl. <https://www.nhr-verein.de/unsere-struktur>). Das Nationale Hochleistungsrechnen ist Gegenstand der Ausführungsvereinbarung Forschungsbauten, Großgeräte und Nationales Hochleistungsrechnen (AV-FGH).

Unter den genannten Prämissen können aus Sicht des Wissenschaftsrats grundsätzlich zwei alternative Finanzierungsmodelle einen offenen Zugang für alle Forschenden und eine effiziente Nutzung der Geräte gewährleisten.

### III.3.a Deckung der Betriebskosten über einen gemeinsamen Fonds

Eine Möglichkeit der Finanzierung des Großgerätebetriebs sieht der Wissenschaftsrat in der Einrichtung eines Fonds, der einer virtuellen Poollösung gleichkäme. Die Betriebskosten würden in diesem Fall aus einem gemeinsamen Mittelpool finanziert, der als dritte Instanz zwischen Einrichtungen und Zuwendungsgebern fungiert und sich aus Beiträgen der meeresforschenden Einrichtungen („Umlageverfahren“) und/oder aus direkten Zuwendungen von Bund und (Küsten)Ländern speist.

Als Basis für die Deckung der Betriebskosten stellen die Betreibereinrichtungen einen **Wirtschaftsplan** auf, der die Variabilität der Kosten und Unterschiede im Volumen zwischen den Einrichtungen erfasst. Die Wirtschaftspläne könnten einen Von-Bis-Rahmen enthalten. So könnten z. B. – ähnlich wie unter B.III.3.a beschrieben – Durchschnittswerte der Ausgaben der Vergangenheit in die Zukunft extrapoliert und anschließend abgerechnet werden („True-up“).

Ein (zu gründender) **Beirat**, in dem die betreibenden Einrichtungen und weitere Fachleute repräsentiert sind (z. B. der in B.III.2 beschriebene „Nutzerbeirat“ und Vertretungen der DAM) nimmt zu den jährlichen Wirtschaftsplänen Stellung; eine Finanzierungsempfehlung des Beirats geht an das Entscheidungsgremium des Fonds, in dem die Zuwendungsgeber vertreten sind. Die Finanzierung der bewilligten Vorhaben erfolgt schließlich über Mittelabruf aus dem Fonds (Freigabe durch die Geschäftsführung des Fonds). Im Vorfeld muss aus Sicht des Wissenschaftsrats klar geregelt werden, ob dieses Verfahren nur für extern angefragte Nutzungen oder auch für Eigennutzungen durch die Betreibereinrichtungen Gültigkeit hat.

Das auf das Gerät bezogene **Personalbudget** der Betreibereinrichtung wird im Fall der Fonds-Lösung proportional zur externen Nutzung des Großgeräts anteilig aus dem Fonds refinanziert.

In Hinblick auf **Investitionen und Ersatzbeschaffungen** (vgl. B.III.2) ist bei dieser Option separat zu klären, ob der Fonds auch zu diesem Zweck genutzt werden soll. In diesem Fall müssten Finanzierungsentscheidungen unter Einbeziehen des o. g. einzurichtenden Beirats durch das Fondsmanagement im Rahmen eines **Antragsverfahrens** getroffen werden.

Der **Beitritt** zum Fonds erfolgt durch einen vertraglich geregelten Beitrittsprozess, der eine Verbindlichkeit dafür schafft, dass sich die Einrichtungen auf das dargelegte Verfahren einlassen. Dieser regelt auch den Beitritt weiterer Einrichtungen über AWI, GEOMAR und MARUM hinaus. Eine spätere Ausweitung auf weitere Gerätearten könnte ebenfalls an dieser Stelle geregelt werden.

Eine **Herausforderung** bei der Umsetzung dieses Modells wird in der notwendigen **Vereinheitlichung** der anrechenbaren Kosten gesehen. Derzeit wird der Mittelbedarf an Hochschulen und außeruniversitären Organisationen nach unterschiedlichen Maßstäben berechnet. Die Unterschiede bei der Erstattung zu beseitigen, würde eine Harmonisierung von Vollkostenrechnung (im Fall der Helmholtz Gemeinschaft) und Kameralistik (im Fall von Hochschulen, hier das MARUM), erfordern.

In den Fonds würden Mittel von Bund und Ländern – direkt oder über Kontributionen der DAM-Mitgliedseinrichtungen („Umlageverfahren“) – eingehen und (neu) verteilt werden. Als **Rechtsgrundlage** der skizzierten Fondslösung würde daher eine Bund-Länder-Vereinbarung notwendig werden. Da die DAM-Bund-Länder-Vereinbarung Ende 2025 ausläuft, bietet es sich ggf. an, eine Fondslösung im Rahmen der Verhandlungen über neue Vereinbarungen zu prüfen. Grundsätzlich wird eine Bund-Länder-Vereinbarung in der Umsetzung als sehr aufwändig eingeschätzt, so dass mit dieser Finanzierungsvariante voraussichtlich keine zeitnahe Lösung zu erreichen ist.

In der Summe wäre die Fondslösung aus Sicht des Wissenschaftsrats vor allem für die Nutzenden von Vorteil, weil sie – in Verbindung mit einem Antragsverfahren, das Schiffszeit und Großgerätenutzung integriert – für die Nutzenden nahezu ununterscheidbar von einer echten Poollösung wäre. Der zu erwartende Verhandlungsaufwand der Fondslösung spricht demgegenüber dafür, zunächst und zeitnah eine Deckung der Betriebskosten aus Projektmitteln zu realisieren.

### III.3.b Deckung der Betriebskosten aus Projektmitteln

Eine alternative Finanzierungsmöglichkeit besteht nach Ansicht des Wissenschaftsrats in einer Deckung der Betriebskosten für die Nutzung der Großgeräte im Modus der Projektförderung: Dabei werden die spezifischen variablen Kosten, die durch den Einsatz eines Großgeräts entstehen, für jeden vom GPF empfohlenen Fahrtvorschlag mit Großgeräteinsatz (bzw. daraufhin durch die KG Schiff in die Fahrtplanung aufgenommene Expedition) bei einer Organisation der Projektförderung (DFG, BMBF) eingereicht. Alternativ wäre es denkbar, dass die Betreibereinrichtung jährlich ein Budget für Großgeräteeinsätze bei der DFG/dem BMBF auf Basis der Ausgaben der Vergangenheit beantragt, aus dem dann die spezifischen variablen Kosten pro Antrag finanziert werden (mit anschließender Nachweislegung und ggf. Rückzahlung). Mit Blick auf ihre langjährigen Erfahrungen in der Förderung der Meeresforschung bittet der Wissenschaftsrat die DFG, die Schaffung eines Programms für die Förderung der Nutzung von seegehenden Großgeräten zu prüfen.

Bei Nutzung der Geräte im Rahmen der Grundmittelforschung von Universitäten würde mit Einreichen des Fahrtvorschlags mit Großgeräteinsatz auch die Finanzierung der Großgerätenutzung mitbeantragt. Im Fall von Einrichtungen der Helmholtz Gemeinschaft wäre bei dieser Finanzierungsoption zu klären, ob

Projekte im Rahmen der Programmorientierten Förderung (POF) der HGF bzw. Verbundvorhaben, in deren Budget die Mittel für Großgeräte bereits eingeplant sind, ausgenommen werden. Zum anderen ist für externe Nutzungen (d. h. Nutzung allein durch Angehörige einer nicht-gerätebetreibenden Einrichtung) zu klären, inwiefern die variablen Kosten (wie Transport der Geräte, Kosten der Einsatzversicherung sowie anteilige Personalkosten oder Überstunden und Reisen der mitfahrenden Technikerinnen und Techniker) durch den Projektfinanzierer übernommen werden, und inwieweit der grundlegende Betrieb der Geräte und grundmittelfinanziertes Personal als bereits über die institutionelle Förderung (insbesondere der HGF) als finanziert gelten.

Sofern die DFG bereit ist, ein entsprechendes Förderangebot zu machen, bittet der Wissenschaftsrat sie, zu prüfen, ob die Kosten direkt bei ihr durch die Betreibereinrichtungen abgerechnet werden können, ohne die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an diesem administrativen Vorgang zu beteiligen. Für neue Großgeräte bzw. großgerätebetreibende Einrichtungen bedarf es eines Beitrittsprozesses, um die Geräte an das GPF-Entscheidungsverfahren anschließen zu können. Als Rechtsgrundlage setzt das Modell eine entsprechende Förderbekanntmachung der Drittmittelgeber voraus.

Die skizzierte Finanzierungsvariante über die Projektförderung stellt aus Sicht des Wissenschaftsrats eine zeitnah realisierbare und damit pragmatische Lösung für die derzeitige Situation dar.



---

# Anhang



Angesichts der globalen Vernetzung der Meeresforschung und des Einsatzes der deutschen regionalen Forschungsschiffe in den europäischen Schelfmeeren ist für die Weiterentwicklung der Forschungsflotte der europäische Kontext relevant. Im Jahr 2019 unterhielten 23 europäische Staaten (die Länder der Europäischen Union sowie Norwegen, die Türkei und das Vereinigte Königreich) zusammen 99 Forschungsschiffe; sechs dieser Länder betrieben jeweils mehr als fünf Schiffe, darunter Deutschland. Die Kategorie der regionalen Forschungsschiffe war mit 36 Schiffen am häufigsten vertreten; zugleich waren diese mit durchschnittlich 27 Jahren auch die ältesten Schiffe. Die Altersverteilung hat sich in Ermangelung umfänglicher Neuanschaffungen in den zurückliegenden Jahren stark verändert. Im Jahr 2007 waren fünf regionale Forschungsschiffe älter als 30 Jahre, 2019 waren es 13, neun davon waren 40 Jahre alt oder älter. |<sup>146</sup> Der Zugang zu Forschungsschiffen sowie ihre Finanzierung sind in den Betreiberländern unterschiedlich geregelt. Antragsstellung und Fahrtenplanung unterscheiden sich außerdem je nach Schiffskategorie.

#### I.1 Multilaterale Kooperationen in Europa

Zwischen Betreibern von Forschungsschiffen in Europa existieren nur vereinzelt bilaterale Kooperationen über die Schiffsnutzung. Finnland und Schweden teilten sich 2019 die laufenden Kosten der Monitoring-Aktivitäten des mittelgroßen Forschungsschiffs Aranda. Des Weiteren gibt es vereinzelte Kooperationsvereinbarungen über die gemeinsame Nutzung von Großgeräten. Die meisten Forschungsschiffe werden jedoch von nationalen Organisationen allein betrieben. Ein internationaler Austausch von Schiffszeiten findet über die OFEG statt (vgl. A.IV.4).

In Europa bestehen mehrere formalisierte Kooperationsverbände, die teilweise oder dezidiert dem Austausch über die nationalen regionalen Forschungsschiffe dienen. Die hier genannten Verbände dienen vor allem dem wissenschaftlichen Austausch und der Kollaboration auf Ebene der Forschungsinstitutionen. Seit 2011 findet auch auf ministerieller Ebene ein institutionalisierter Austausch statt (s. u.).

Wissenschaftliche und wissenschaftspolitische Kollaborationen sind hinsichtlich der europäischen marinen Forschungsinfrastruktur verzahnt: Zum einen findet ein Wissens- und Informationsaustausch statt (Veranstaltungen, Veröffentlichungen, beobachtende Mitgliedschaften in Gremien) und zum anderen stellen EU-Programme finanzielle Ressourcen für transnationale Entwicklungsprojekte wissenschaftlicher Organisationen bereit.

| <sup>146</sup> Vgl. Nieuwejaar, P./Mazauric, V./Betzler, C. et al., 2019, S. 19.

Wissenschaftlicher Austausch der Ostsee-Anrainerstaaten wird über die Helsinki-Kommission zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseeraums (HELCOM) organisiert. Es handelt sich um eine zwischenstaatliche Kommission, die für den Schutz der Meeresumwelt der Ostsee arbeitet.

#### European Marine Board

Das European Marine Board besteht seit 1995 und wurde auf Initiative der European Science Foundation (ESF) gegründet. Es repräsentiert 35 Mitgliederorganisationen aus 18 europäischen Staaten, dazu gehören neben 15 EU-Mitgliedsstaaten außerdem Norwegen, die Türkei sowie das Vereinigte Königreich. Deutschland wird durch die Geschäftsstelle des KDM und das GEOMAR vertreten. |<sup>147</sup> Das European Marine Board verfügt über ein ständiges Sekretariat in Ostende, Belgien.

2007 und 2019 hat das European Marine Board Papiere zur europäischen Forschungsflotte veröffentlicht. Die Papiere „European Ocean Research Fleets – Towards a Common Strategy and Enhanced Use“ und „Next Generation European Research Vessels“ gingen dabei auch gesondert auf regionale Forschungsschiffe ein. |<sup>148</sup> Im „EMB Policy Brief“ (Nr. 7) |<sup>149</sup> empfiehlt das European Marine Board unter anderem,

- \_ die Kollaboration auf regionaler, nationaler und internationaler Ebene zu stärken und die Effizienz zu steigern, indem Ressourcen und Ausrüstung geteilt werden und
- \_ die transnationalen Zugangsmechanismen auf der Grundlage von Forschungsexzellenz weiterzuentwickeln, um den Zugang zu einer europäischen Forschungsflotte zu ermöglichen und ihre Nutzerbasis zu vergrößern. Dabei bezog sich das European Marine Board jedoch insbesondere auf Tiefsee- und Polarforschungsschiffe.

Laut Impact Report von 2021 seien die beiden Papiere rege rezipiert worden und auf nationaler Ebene Grundlage für Diskussionen über laufende Investitionen in die Forschungsinfrastruktur gewesen. |<sup>150</sup>

#### European Research Vessel Operators (ERVO)

Der Verband „European Research Vessel Operators (ERVO)“ wurde 1999 durch das European Marine Board initiiert, um kleine und mittlere Forschungsschiffe

|<sup>147</sup> Vertreten sind Organisationen aus den Ländern Belgien, Kroatien, Dänemark, Estland, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Irland, Italien, Niederlande, Norwegen, Polen, Portugal, Rumänien, Spanien, Schweden, Türkei, Vereinigtes Königreich (vgl. <https://www.marineboard.eu/members>).

|<sup>148</sup> Vgl. Binot, J./Danobeita, J./Müller, T. et al., 2007 sowie Nieuwejaar, P./Mazauric, V./Betzler, C. et al., 2019.

|<sup>149</sup> Vgl. European Marine Board, 2020, S. 7.

|<sup>150</sup> Vgl. [https://www.marineboard.eu/sites/marineboard.eu/files/public/publication/14.4%20Research%20Vessels%20Impact%20Report\\_September%202021.pdf](https://www.marineboard.eu/sites/marineboard.eu/files/public/publication/14.4%20Research%20Vessels%20Impact%20Report_September%202021.pdf).

in Europa besser zu koordinieren. Der Zusammenschluss versteht sich als Forum von Schiffsbetreibern, die auf jährlichen Treffen zusammenkommen. Dabei werden Probleme, Erfahrungen sowie Best-Practice-Beispiele vorgestellt und besprochen. Auch ein Austausch über die nationalen Forschungsflotten sowie aktuelle Trends und Anforderungen sind Gegenstand des Austauschs.

#### EurOCEAN

Das „European Centre for Information on Marine Science and Technology (EurOCEAN)“ wurde 2002 gegründet. Als wissenschaftliche Organisation fördert EurOCEAN meeresforschungsbezogene Informationen und Austausch und erarbeitet Empfehlungen zur wissenschaftlichen und technologischen Entwicklung. Dabei werden Forschungsinfrastruktur, Wissensmanagement und Wissenschaftskommunikation berücksichtigt. Die Organisation hat ihren Sitz in Lissabon, Portugal. In ihrem Entscheidungsgremium sind zwölf Organisationen aus zehn EU-Staaten vertreten. Deutschland ist nicht repräsentiert.

EurOCEAN betreibt die Research Infrastructures Database (RID), ein Online-Repository, welches marine Forschungsinfrastrukturen einschließlich Großgeräte und Forschungsschiffe in Europa und vereinzelt einiger nichteuropäischer Staaten auf einer Karte darstellt und über Filter- und Suchfunktionen verfügt. |<sup>151</sup> Ferner betreibt es eine Wissensdatenbank namens Knowledge Gate, |<sup>152</sup> das marine Forschungsprojekte einschließlich ihrer Ergebnisse katalogisiert.

#### JPI Oceans

Die „Gemeinsame Programmplanung gesunde und produktive Meere und Ozeane“ (JPI Oceans – Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans) wurde 2011 als zwischenstaatliche Plattform der EU-Mitglieder sowie assoziierter Staaten eingerichtet, |<sup>153</sup> die in die Meeresforschung investieren. Deutschland wurde 2020 durch das BMBF, das BMEL und das Forschungszentrum Jülich vertreten. |<sup>154</sup> Über die Plattform sollen gemeinsame Forschungs- und Innovations-Initiativen zu Themen koordiniert werden, die von mehreren Ländern als dringend angesehen werden. Dazu werden gemeinsame Ausschreibungen veröffentlicht. Außerdem soll die gemeinsame Nutzung von Forschungsinfrastrukturen und Ressourcen unterstützt werden. In so genannten Knowledge Hubs sollen sich ferner Expertinnen und Experten der beteiligten Länder themenbezogen vernetzen, um Fragestellungen zu entwickeln und Lösungen zu erarbeiten.

|<sup>151</sup> Vgl. <https://rid.eurocean.org/>.

|<sup>152</sup> Vgl. <https://kg.eurocean.org/>.

|<sup>153</sup> Vgl. <https://www.fona.de/de/massnahmen/internationales/jpi-oceans.php>.

|<sup>154</sup> Vgl. Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans (JPI Oceans), 2021.

Thematische Schwerpunkte unter dem Schirm von JPI Oceans sind vor allem Klimaveränderungen und ihre Folgen, Meeresverschmutzung, Deep Sea Mining sowie Fischerei. Dabei stehen Innovation und Transfer im Mittelpunkt, die grenzüberschreitende Kooperation wird vor allem durch die multinationalen Forschungsteams in den einzelnen Projekten verwirklicht. Projekte werden ausgeschrieben und finanziert, indem mehrere nationale Finanzierungspartner zusammenarbeiten.

Die gebündelten Forschungsinfrastrukturen und Fördermittel gelten dabei als wichtige Instrumente von JPI Oceans, um aufwendigere Projekte zu realisieren. Auch die gemeinsame Nutzung von und strategische Abstimmung über Schiffe und Großgeräte selbst ist bereits Gegenstand von Projekten gewesen. In einem 2012 durch das Management Board angenommenen Pilotprojekt unter dem Titel „Multi-use of infrastructure in the North Sea“ etwa wurde eine bessere internationale Kollaboration durch geteilte Kompetenzen über die Ministerien mehrerer Staaten hinweg erprobt, um das kostenintensive Monitoring von Fischbeständen in der Nordsee budgetsensibler zu gestalten. |<sup>155</sup> Organisation, finanzielle und zeitliche Aufwendungen sowie benötigte Ausrüstung, Schiffe und Besatzungsmitglieder waren dabei von besonderem Interesse. Andere Projekte, wie zum Beispiel zum Deep Sea Mining, fokussierten sich auf entlegene Gebiete, für die ozeanische oder globale Forschungsschiffe eingesetzt werden.

European Ocean Observing System (EOOS)

Das European Ocean Observing System (EOOS) geht auf eine gemeinsame Initiative des European Marine Board und EuroGOOS, einem Teil des Global Ocean Observing System (GOOS), zurück. Deutschland ist in EOOS durch das BSH vertreten. Das eingesetzte Personal wird durch EuroGOOS, das European Marine Board und JPI Oceans gestellt. EOOS soll ein integriertes und nachhaltiges Framework bilden, das die europäischen Beobachtungskapazitäten bündelt und kollaborative Meeresbeobachtung ermöglicht. |<sup>156</sup> Da Forschungsschiffe dafür eine wichtige Rolle spielen, arbeitet EOOS mit ERVO und OFEG zusammen und ist auf den Austausch angewiesen. Das European Marine Board hat in seinem jüngsten Positionspapier empfohlen, dass EOOS statt der informellen Strukturen von ERVO und OFEG formale eigene Strukturen etablieren und bei den Bemühungen um eine gesamteuropäische Koordinierung der europäischen Forschungsschiffe helfen sollte. |<sup>157</sup>

Nach eigener Darstellung im Implementierungsplan soll EOOS jedoch keine zusätzliche Organisationsschicht bilden, die jeweilige Anstrengungen auf nationa-

|<sup>155</sup> Vgl. <http://jpi-oceans.eu/multi-use-infrastructure-monitoring>.

|<sup>156</sup> Vgl. <https://www.eoos-ocean.eu/approach/strategy-and-implementation/>.

|<sup>157</sup> Vgl. Nieuwejaar, P./Mazauric, V./Betzler, C. et al., 2019, S. 81.

ler Ebene verwässert, sondern dazu beitragen, bestehende Prozesse zu harmonisieren.

## I.2 Kooperationen auf EU-Ebene

### EU-Rahmenprogramme

EU-Förderprogramme, die auf die Verbesserung europäischer Forschungsleistung und Innovation zielten, kamen über die Förderung der Meeresforschung auch der europäischen Kooperation über regionale Forschungsschiffe zugute. Zu nennen sind das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm „Forschungsinfrastrukturen“ (2007–2013) sowie die Programme „Horizon 2020“ (2014–2020) und sein Nachfolger „Horizon Europe“ (2021–2027). Wesentliche Ziele waren und sind dabei, einerseits den wissenschaftlichen Austausch und -transfer zu verbessern und andererseits die vorhandenen nationalen Forschungsinfrastrukturen, zu denen Forschungsschiffe und Großgeräte für die Meeresforschung gehören, effizienter zu nutzen.

Von den ca. 95 Mrd. Euro des EU-Rahmenprogramms „Horizon 2020“ (H2020) sollen über 1 Mrd. Euro in die Bereiche Meeresforschung und Meeresinnovationen fließen. Sie sollen durch Ausschreibungen unter dem Schirm mehrerer Flaggschiffinitiativen ausgeschüttet werden. Die deutsche Meeresforschungsgemeinschaft soll sich darin laut KDM substantiell einbringen. |<sup>158</sup>

Über die genannten Rahmenprogramme sind Mittel in die Entwicklung der marinen Forschungsinfrastruktur geflossen. Unter dem 7. EU-Forschungsrahmenprogramm wurden die für den europäischen Austausch über nationale Forschungsflotten relevanten Projekte EUROFLEETS (2009–2013) und EUROFLEETS2 (2013–2017) mit insgesamt 16,2 Mio. Euro gefördert, um die europäischen Forschungsflotten stärker zu integrieren. Das jüngste Nachfolgeprojekt Eurofleets-Plus wird im Umfang von rd. 10 Mio. Euro vollständig durch H2020 finanziert.

### EUROFLEETS

EUROFLEETS soll die verschiedenen nationalen marinen Forschungsinfrastrukturen für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zugänglicher machen. Das erste Projekt „Towards and Alliance of European Research Fleets“ (2009–2013) sollte eine gemeinsame Plattform aufbauen, um Forschungsinfrastrukturen einschließlich Forschungsschiffe zu erfassen. |<sup>159</sup> Das Ziel des Nachfolgeprojekts EUROFLEETS2 war es, die Koordination und Kooperation fortzuführen und den

|<sup>158</sup> Vgl. <https://www.deutsche-meeresforschung.de/strategie/strategiegruppen/biologische-ressourcen/>.

|<sup>159</sup> Vgl. <https://cordis.europa.eu/project/id/228344>.

Zugang zu Forschungsschiffen weiter zu verbessern. Langfristig sollte EURO-FLEETS2 einen Schritt in Richtung einer europäischen Forschungsflotte sein. |<sup>160</sup>

Seit 2019 läuft mit EurofleetsPlus das dritte Projekt. Anders als bei der OFEG wird keine Schiffszeit beantragt, sondern der Zugang über die einzelnen Calls vergeben. Forscherinnen und Forscher sollen über ein zentrales System, Eurofleets Access, |<sup>161</sup> Zugang zu insgesamt 27 modernen europäischen und internationalen Forschungsschiffen erhalten können. Darunter sind 14 regionale Forschungsschiffe, die übrigen fallen unter die Kategorien global und ozeanisch. Neben den Schiffszeiten erhalten sie außerdem Zugang zu 13 Großgeräten. |<sup>162</sup> Neben dem pilotierten zentralen Zugangssystem befasst sich das laufende Projekt mit weiteren für die multilaterale Zusammenarbeit relevanten Aspekten der Meeresforschungsinfrastruktur. Des Weiteren soll im Rahmen des Programms eine strategische Roadmap für die zukünftige Entwicklung der marinen Forschungsinfrastruktur auf europäischer Ebene entwickelt werden. Das Projekt läuft noch bis Herbst 2023.

### I.3 Betrieb und Verwaltung von Großgeräten in Europa

Die Art und Weise, wie die Bereitstellung und Verwaltung seegehender (Groß-)Geräte organisiert wird, unterscheidet sich von Land zu Land und hängt dabei von den jeweiligen nationalen Finanzierungsstrukturen und Verwaltungsprozessen ab. |<sup>163</sup>

Einige Länder, wie die **Niederlande**, haben einen einzigen nationalen Gerätepool, der Standard- und Spezialausrüstung für den Einsatz auf See sowie das technische Personal für den Betrieb der Geräte umfasst. Die Einheit „National Marine Facilities“ (NMF) innerhalb von NIOZ betreibt die nationale Forschungsflotte und unterhält und betreibt seegängige Ausrüstung. Sie stellt außerdem das Personal für den Betrieb der Infrastrukturen zur Verfügung. Der Zugang ist kostenlos für in den Niederlanden tätige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die Forschungsstipendien des niederländischen Forschungsförderers NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek), der EU oder anderen Geldgebern erhalten haben, die auch Schiffszeit einschließen. |<sup>164</sup>

Im **Vereinigten Königreich** ist der zentralisierte National Marine Equipment Pool (NMEP) Eigentum des NERC und wird von den National Marine Facilities des National Oceanography Centre (NOC) zusammen mit ihren Forschungsschif-

|<sup>160</sup> Vgl. <https://cordis.europa.eu/project/id/312762>.

|<sup>161</sup> Vgl. <https://www.eurofleets.eu/access/>.

|<sup>162</sup> Eine komplette Liste findet sich unter <https://www.eurofleets.eu/access/infrastructures/>.

|<sup>163</sup> Vgl. Nieuwejaar, P./Mazauric, V./Betzler, C. et al., 2019, S. 101.

|<sup>164</sup> Vgl. <https://www.nioz.nl/en/facilities/info-contact>.

fen verwaltet. Das technische Personal sowie Ingenieurinnen und Ingenieure im NOC sind für die Geräteausstattung des NMEP verantwortlich. |<sup>165</sup> Allerdings verfügen mehrere Universitäten und Forschungszentren noch immer über ihre eigene Ausrüstung. Die Marine Alliance for Science and Technology in Scotland (MASTS) hat eine Liste der Geräte in Schottland zusammengestellt, in der die Geräte, ihr Standort und eine Kontaktstelle aufgeführt sind. |<sup>166</sup>

In Frankreich ist seit 2020 das Unternehmen Genavir, dessen einziger Gesellschafter das staatliche Meeresforschungsinstitut IFREMER ist, Hauptbetreiber der französischen Forschungsflotte und der Geräte, die von den Schiffen eingesetzt werden. |<sup>167</sup> Das technische Management ist über Genavir organisiert; darüber hinaus gibt es in einigen Einrichtungen wie IFREMER technische Abteilungen auf Forschungs- und Entwicklungsebene, in denen Instrumente gewartet, getestet oder vorbereitet werden. Kleinere Forschungseinrichtungen, die nicht über solche internen Kapazitäten verfügen, können über die Technische Abteilung des Institut national des sciences de l'Univers (DT-INSU) des CNRS (Centre national de la recherche scientifique) Unterstützung beantragen, einschließlich der Nutzung kleinerer Instrumente und technischem Support. DT-INSU verwaltet einen Pool von tragbaren ozeanografischen Instrumenten (CTD-Rosetten, Verankerungen, Kernbohrsysteme usw.), die an Bord aller französischen Forschungsschiffe (sowie von Forschungsschiffen anderer Länder, z. B. bei gemeinsamen Forschungsfahrten) eingesetzt werden können. Der Pool (Parc national d'instrumentation océanographique) ist für den Kauf und die Verleihung sowie für Wartung, Entwicklung, Nutzerschulungen etc. zuständig. |<sup>168</sup> Die Zentralisierung der Geräte wird in Nutzerkreisen positiv bewertet, da sie allen Forschungseinrichtungen und -gruppen einen gleichberechtigten Zugang zu den Geräten ermöglichte und die Zusammenarbeit von Management, Technik, Forschung und Entwicklung erleichtere.

Das European Marine Board kommt in seinem Positionspapier zu dem Schluss, dass ein Instrumentenpool auf nationaler oder internationaler Ebene oder ein Pool, der von zwei oder mehr Einrichtungen administriert wird, äußerst kosteneffizient sei. So werde vermieden, dass verschiedene Organisationen ähnliche Geräte anschaffen (müssen) und die Möglichkeit geschaffen, Redundanz aufzubauen. Weitere Vorteile werden in der gemeinsamen Finanzierung der Kosten für Versicherung, Wartung, Transport und Lagerung gesehen. |<sup>169</sup>

|<sup>165</sup> Vgl. <https://noc.ac.uk/facilities/national-marine-equipment-pool>.

|<sup>166</sup> Vgl. <https://masts.ac.uk/resources/>.

|<sup>167</sup> Vgl. <https://www.genavir.fr/>.

|<sup>168</sup> Vgl. <https://www.dt.insu.cnrs.fr/moyens-nationaux/parc-national-dinstrumentation-oceanographique/>.

|<sup>169</sup> Vgl. Nieuwejaar, P./Mazauric, V./Betzler, C. et al., 2019, S. 102.



**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**


---

AUV	Autonomous Underwater Vehicle
AWI	Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
AWZ	Ausschließliche Wirtschaftszone
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMWK	Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
CAU	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
CTD	Conductivity, Temperature, Depth
DAM	Deutsche Allianz Meeresforschung
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
EMB	Elisabeth Mann Borgese (Forschungsschiff)
EOOS	European Ocean Observing System
ERVO	European Research Vessel Operators
FAIR	Findable, accessible, interoperable, and reusable
HELCOM	Helsinki-Kommission zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseeraums
Hereon	Helmholtz-Zentrum Hereon
HIFMB	Helmholtz-Institut für Funktionelle Marine Biodiversität
GEOMAR	GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
GPF	Begutachtungspanel Forschungsschiffe
HGF	Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
ICBM	Institut für Chemie und Biologie des Meeres
ICES	International Council for the Exploration of the Sea

IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
IOW	Institut für Ostseeforschung Warnemünde
JPI Oceans	Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans
KDM	Konsortiums Deutsche Meeresforschung
KG Schiff	Koordinierungsgruppe Schiff
LDF	Leitstelle Deutsche Forschungsschiffe (Universität Hamburg)
LNG	Liquified Natural Gas
LPG	Liquified Petroleum Gas
MARUM	Zentrum für Marine Umweltwissenschaften
MARE:N	Nationales Meeresforschungsprogramm der Bundesregierung „MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit“
MeBo	Meeresbodenbohrgerät
MPI	Max-Planck-Institut
MPI-M	Max-Planck-Institut für Meteorologie
MPIMM	Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie
MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie der EU
NERC	Natural Environment Research Council (UK)
NFDI	Nationalen Forschungsdateninfrastruktur
NIOZ	Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee
OFEG	Ocean Facilities Exchange Group
OSIS	Ocean Science Information System for Expeditions, Numeric Models, Experiments
OSPAR	Oslo-Paris Konvention zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks
ROV	Remotely Operated Vehicle
SGN	Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung
USBL	Ultra Short Baseline
WR	Wissenschaftsrat

WTD 71	Wehrtechnische Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung	97
ZFO	Zukunftsforum Ozean	
ZMT	Zentrum für Marine Tropenökologie Bremen	

Binot, J.; Danobeita, J.; Müller, T. et. al. (Hrsg.) (2007): European Ocean Research Fleets. Towards a Common Strategy and Enhanced Use. Positionspapier 10 des Marine Board in Kooperation mit European Science Foundation (ESF); Straßburg, <https://www.marineboard.eu/publication/european-ocean-research-fleets-towards-common-strategy-and-enhanced-use>

Bundesamt für Naturschutz (BfN) (Hrsg.) (2019): Monitoringbericht: Zustand benthischer Arten und Biotope in der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone von Nord- und Ostsee. Untersuchungsjahr 2018; Bonn. <https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/meeresundkuestenschutz/Dokumente/Berichte-zum-Monitoring/benthos-monitoringbericht-2018-awz.pdf>

Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) (2023): Flächenentwicklungsplan 2023 für die deutsche Nordsee und Ostsee; Hamburg und Rostock. [https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresfachplanung/Flaechenentwicklungsplan/\\_Anlagen/Downloads/FEP\\_2023\\_1/Flaechenentwicklungsplan\\_2023.html;jsessionid=5E75053139C0B5DC76BCB4C7BBE6FFE6.live21304?nn=1653366](https://www.bsh.de/DE/THEMEN/Offshore/Meeresfachplanung/Flaechenentwicklungsplan/_Anlagen/Downloads/FEP_2023_1/Flaechenentwicklungsplan_2023.html;jsessionid=5E75053139C0B5DC76BCB4C7BBE6FFE6.live21304?nn=1653366)

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.) (2016): Den Geheimnissen der Tiefsee auf der Spur. Das Forschungsschiff Sonne im Dienst der deutschen Meeresforschung; Bonn. [https://www.fona.de/medien/pdf/pdf\\_8rch1v/SONNE\\_Broschuere\\_Ansicht.pdf](https://www.fona.de/medien/pdf/pdf_8rch1v/SONNE_Broschuere_Ansicht.pdf)

BMBF (Hrsg.) (2020): Mare:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit. Forschungsprogramm der Bundesregierung; Bonn. [https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/31173\\_Mare\\_N.html](https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/de/bmbf/7/31173_Mare_N.html)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (Hrsg.) (2022): MSRL - Maßnahmenprogramm zum Schutz der deutschen Meeresgewässer in Nord- und Ostsee (einschließlich Umweltbericht), aktualisiert für 2022–2027; Bonn. [https://mitglieder.meeresschutz.info/de/berichte/massnahmenprogramm-art-13.html?file=files/meeresschutz/berichte/art13-massnahmen/zyklus22/MSRL\\_Art13\\_Aktualisierung\\_Massnahmenprogramm\\_2022\\_Rahmentext.pdf](https://mitglieder.meeresschutz.info/de/berichte/massnahmenprogramm-art-13.html?file=files/meeresschutz/berichte/art13-massnahmen/zyklus22/MSRL_Art13_Aktualisierung_Massnahmenprogramm_2022_Rahmentext.pdf)

European Marine Board (2020): Next Generation European Research Vessels. European Marine Board Policy Brief No. 7, Ostende. <https://www.marineboard.eu/publications/next-generation-european-research-vessels>

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022): Summary for Policymakers, in: Climate Change 2022 - Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the IPCC; Cambridge und New York. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>

Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans (JPI Oceans) (2021): Annual Activities 2020; Brüssel. <https://www.jpi-oceans.eu/sites/jpi-oceans.eu/files/managed/Publications%20files/annual-activities-2020.pdf>

Nieuwejaar, P.; Mazauric, V.; Betzler, C. et. al. (2019): Next Generation European Research Vessels: Current Status and Foreseeable Evolution. Positionspapier 25 des European Marine Board; Ostende. 10.5281/zenodo.3477892

Ramboll (2022): Kraftstoffanalyse in der Schifffahrt nach Segmenten. Abschlussbericht, in Kooperation mit JAKOTA Cruise Systems GmbH und Nautitec GmbH & Co. KG; Rostock. <https://dmz-maritim.de/wp-content/uploads/2022/06/20220601-Kraftstoffanalyse-in-der-Schifffahrt-nach-Segmenten-final.pdf>

Wissenschaftlicher Begleitkreis Mare:N „Blauer Ozean“ (Hrsg.) (2018): Forschungsagenda Blauer Ozean. Konzeptpapier des Mare:N Begleitkreises. Executive Summary. <https://www.fona.de/de/forschung-fuer-die-zukunft-der-meere>

Wissenschaftlicher Begleitkreis Mare:N „Forschungsagenda Polarregionen im Wandel“ (Hrsg.) (2021): Forschungsagenda Polarregionen im Wandel Konzeptpapier des Mare:N Begleitkreises. [https://www.fona.de/medien/pdf/Forschungsagenda\\_Polarregionen\\_Konzeptpapier\\_des\\_MAREN\\_Begleitkreises\\_Mai\\_2021.pdf](https://www.fona.de/medien/pdf/Forschungsagenda_Polarregionen_Konzeptpapier_des_MAREN_Begleitkreises_Mai_2021.pdf)

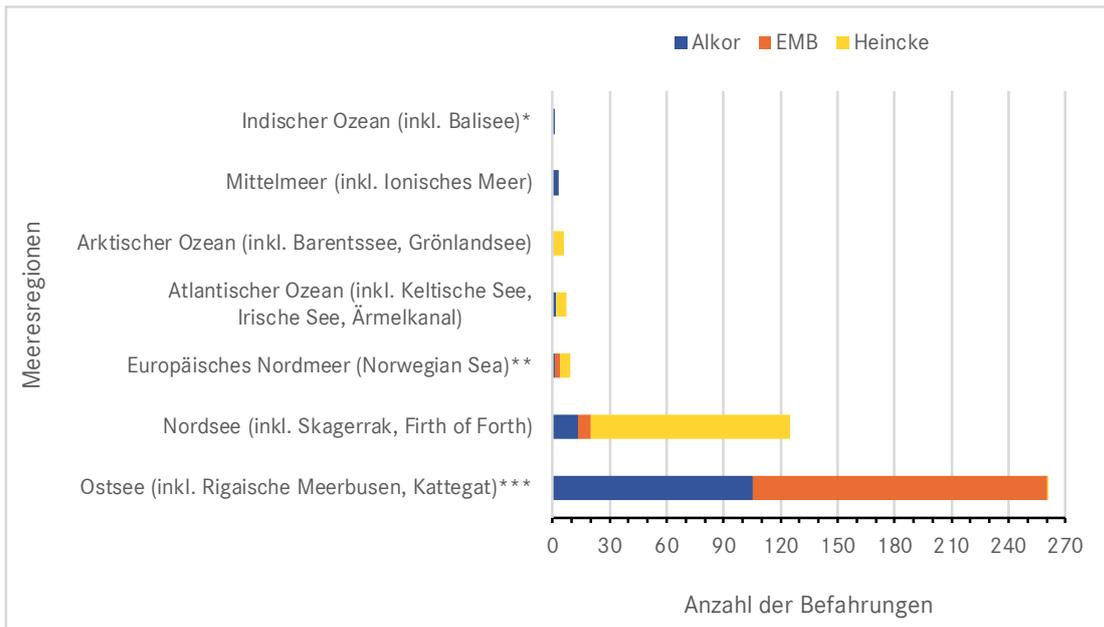
Wissenschaftsrat (2010): Empfehlungen zur zukünftigen Entwicklung der deutschen marinen Forschungsflotte; Lübeck. URL: <https://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/10330-10.html>

Wissenschaftsrat (2022): Stellungnahme zur Wehrtechnischen Dienststelle für Schiffe und Marinewaffen, Maritime Technologie und Forschung (WTD 71), Eckernförde; Köln. <https://doi.org/10.57674/y345-ca97>

Wissenschaftsrat (2023): Empfehlungen zur Souveränität und Sicherheit der Wissenschaft im digitalen Raum; Köln. <https://doi.org/10.57674/m6pk-dt95>

Abbildung 1:	Einsatzgebiete der regionalen Forschungsschiffe nach Anzahl der Befahrungen 2015–2022	101
Abbildung 2:	Fahrten der Alkor nach Fahrtzweck 2015–2022	101
Abbildung 3:	Fahrten der Heincke nach Fahrtzweck 2015–2022	102
Abbildung 4:	Fahrten der Elisabeth Mann Borgese nach Fahrtzweck 2015–2022	102
Abbildung 5:	Anteile der Fahrtzwecke der Fahrten nach regionalem Forschungsschiff 2017–2022 in Prozent	103
Abbildung 6:	Anteile der Fachgebiete von Fahrtteilnehmenden auf regionalen Forschungsschiffen 2017–2022 in Prozent	103
Abbildung 7:	Fahrtteilnehmende nach Statusgruppe und regionalem Forschungsschiff 2017–2022 in Prozent	104
Abbildung 8:	Geschlechterverteilung der Fahrtteilnehmenden auf regionalen Forschungsschiffen nach Statusgruppe 2017–2022 in Prozent	104
Abbildung 9:	Anzahl der Masterarbeiten aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Schiff und Geschlecht der Verfasserinnen und Verfasser 2017–2022	105
Abbildung 10:	Anzahl der Doktorarbeiten aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Schiff und Geschlecht der Verfasserinnen und Verfasser 2017–2022	105
Abbildung 11:	Anzahl der Publikationen aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Schiff 2017–2022	106

**Abbildung 1: Einsatzgebiete der regionalen Forschungsschiffe nach Anzahl der Befahrungen 2015–2022**



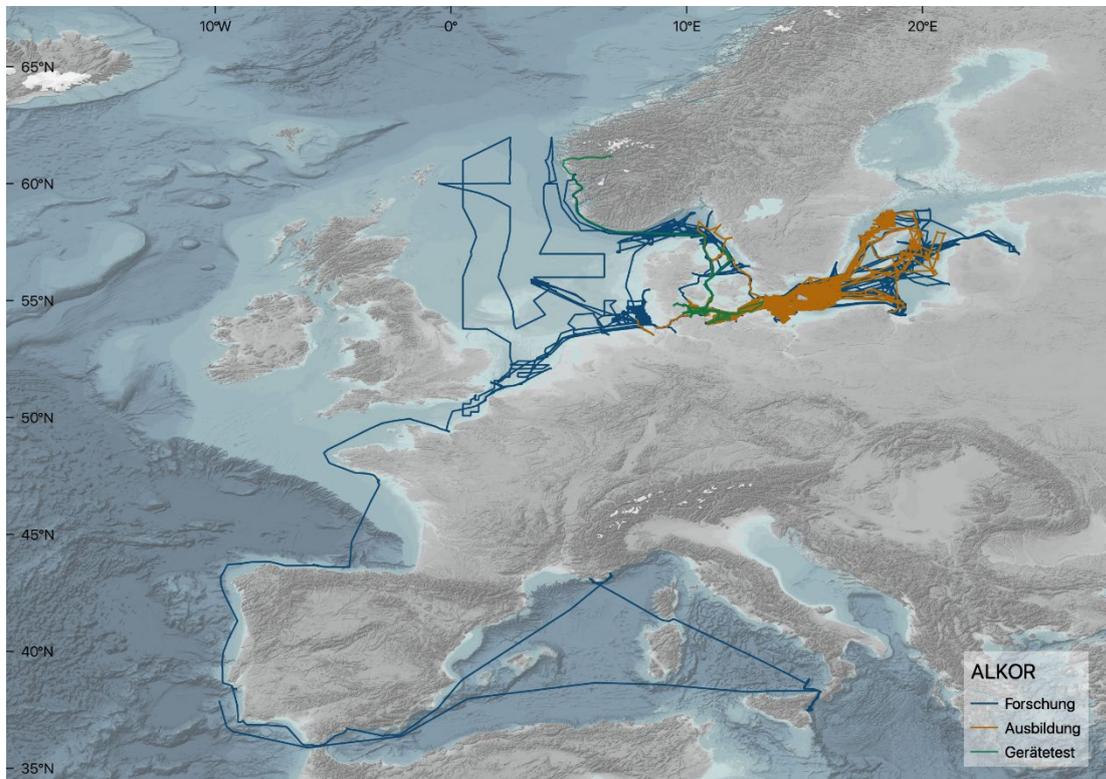
\* 1 Befahrung mit der Alkor.

\*\* 1 Befahrung mit der Alkor.

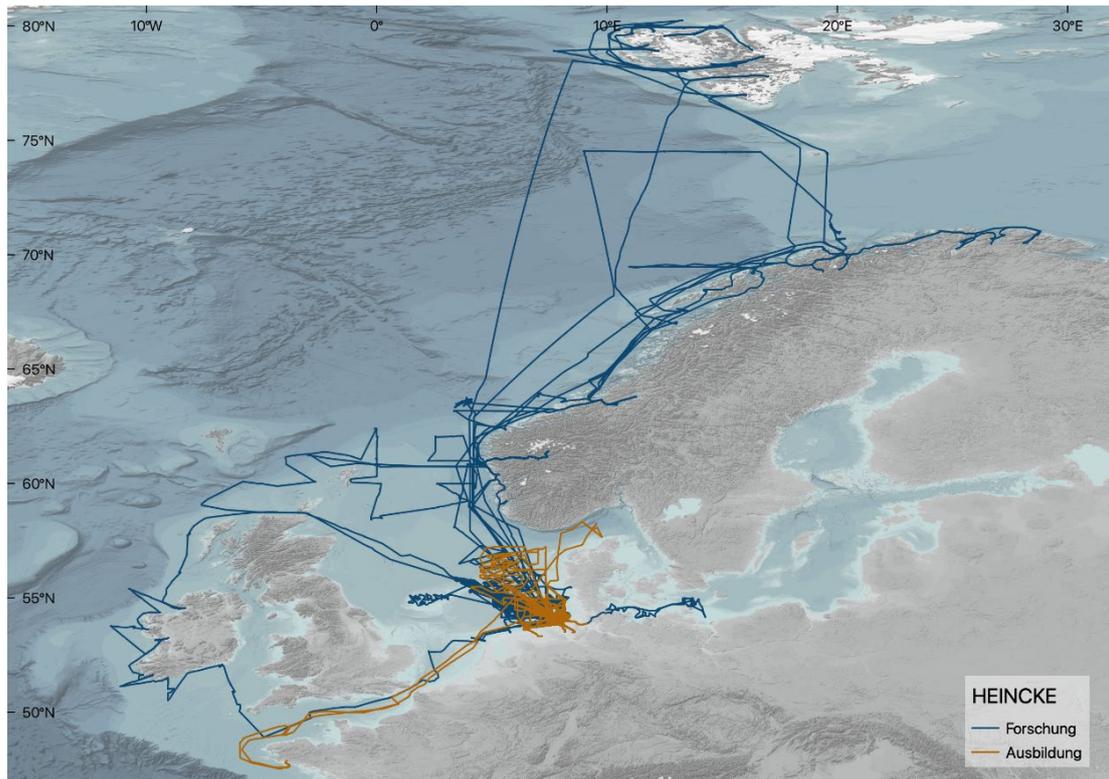
\*\*\* 1 Befahrung mit der Heincke.

Quellen: SeaDataNet (<https://csr.seadatanet.org/>, Stand 21.06.2023); eigene Berechnungen.

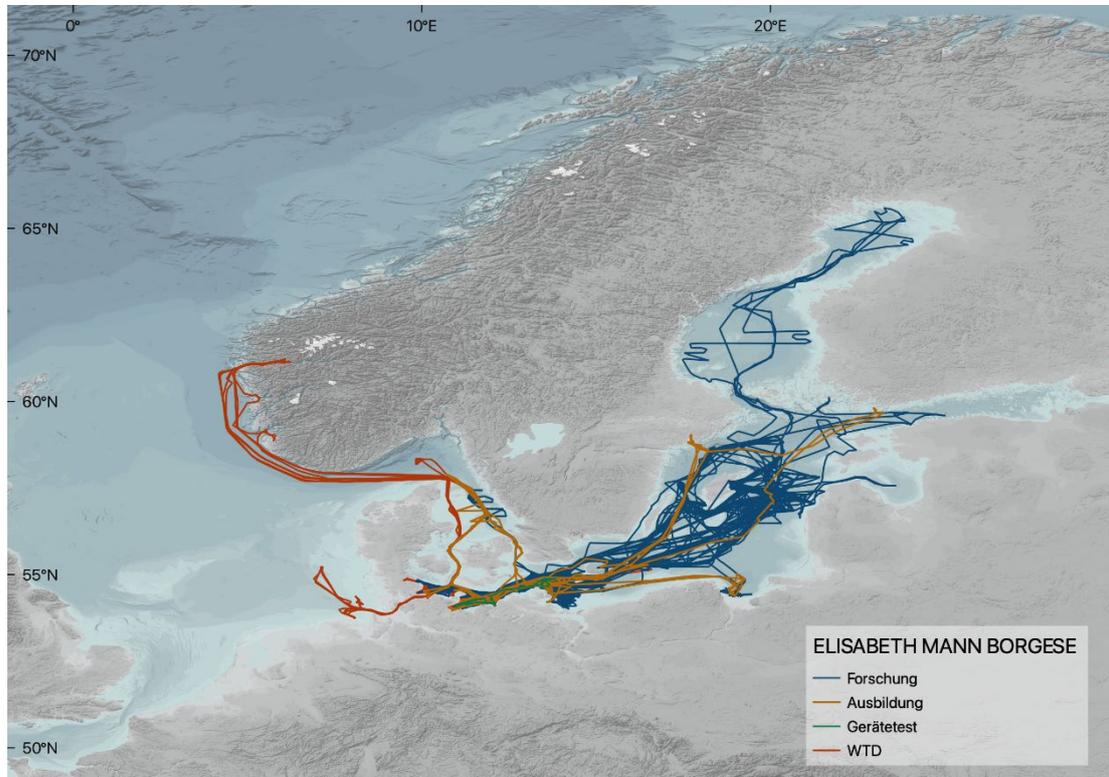
**Abbildung 2: Fahrten der Alkor nach Fahrtzweck 2015–2022**



Quelle: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 15.09.2022).

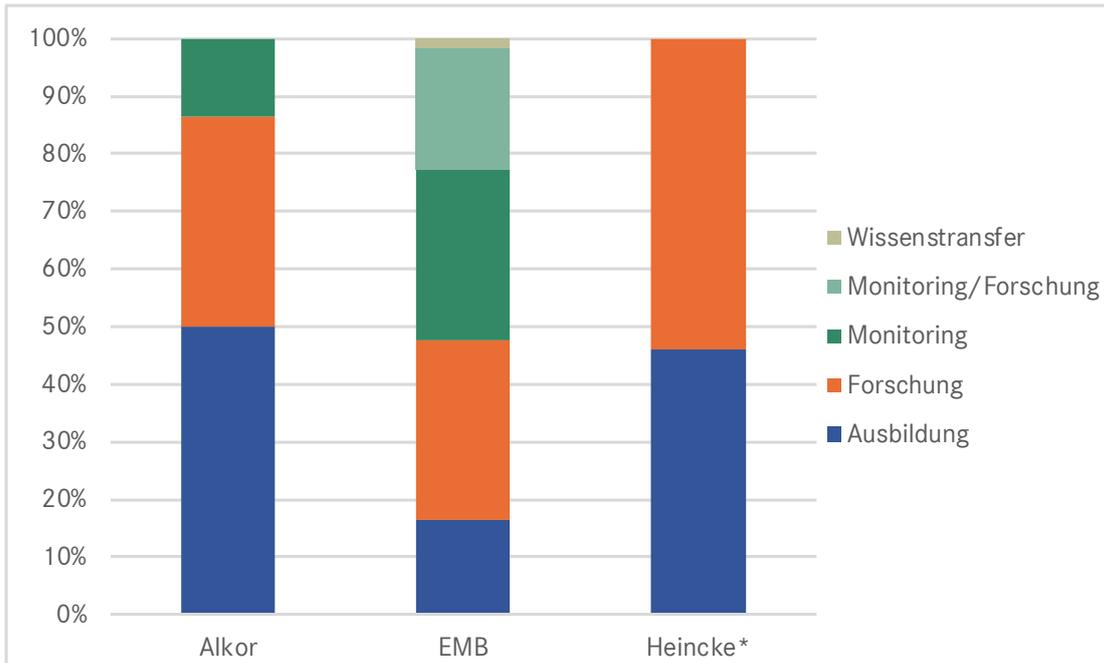
**Abbildung 3: Fahrten der Heincke nach Fahrtzweck 2015–2022**

Quelle: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 15.09.2022).

**Abbildung 4: Fahrten der Elisabeth Mann Borgese nach Fahrtzweck 2015–2022**

Quelle: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 15.09.2022).

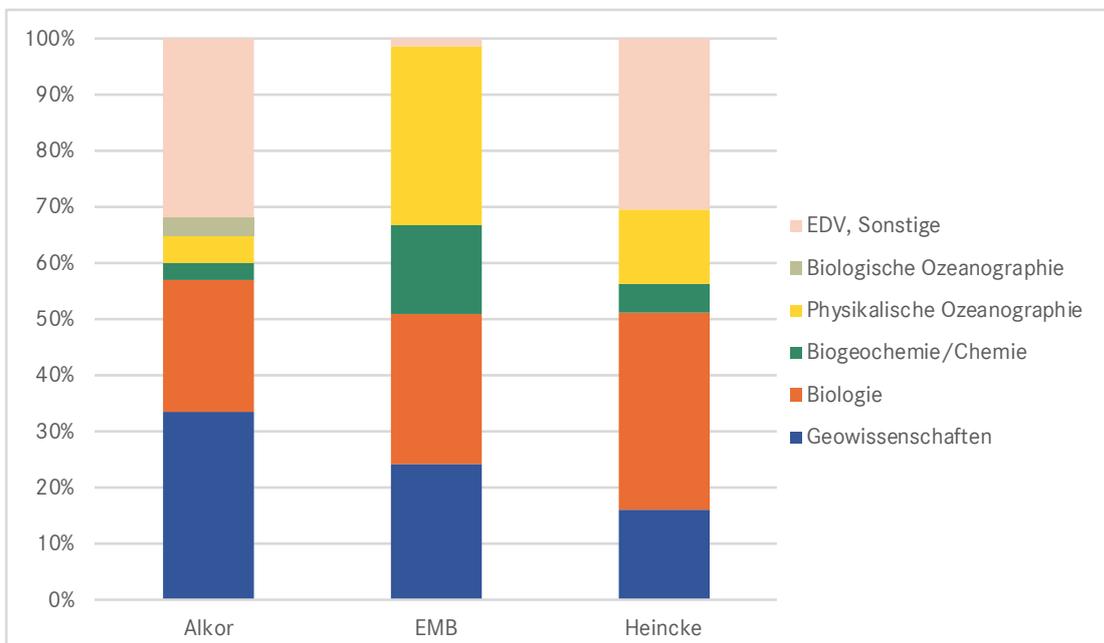
**Abbildung 5: Anteile der Fahrtzwecke nach regionalem Forschungsschiff 2017–2022 in Prozent der Fahrten**



\* Im Fall der Heincke werden Monitoringfahrten statistisch nicht erfasst. Dezierte Monitoring-Aufgaben sind i. d. R. Teil einer Forschungsfahrt.

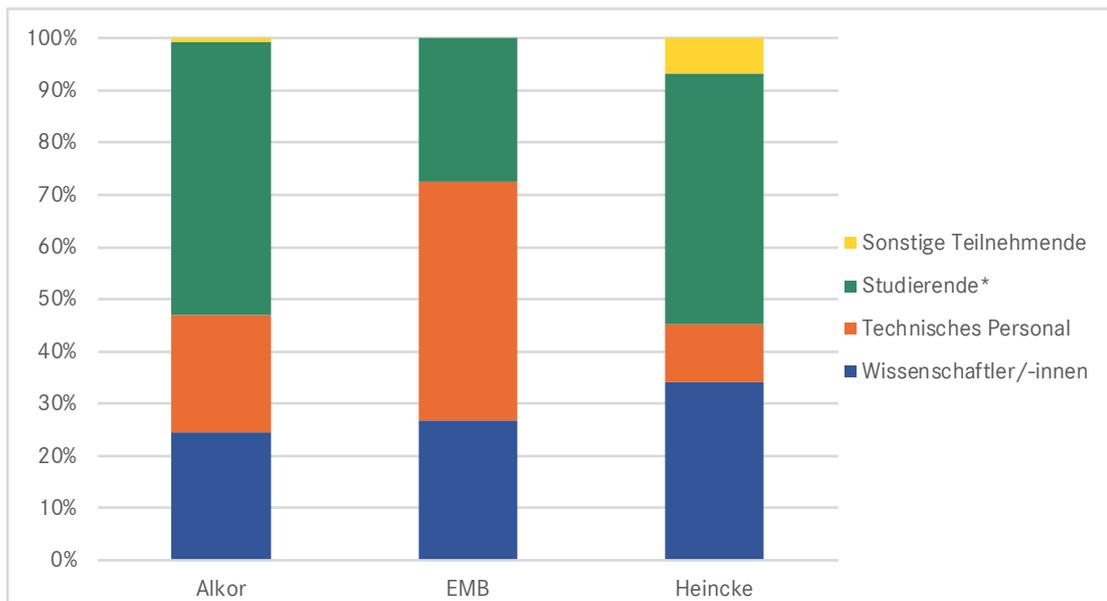
Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

**Abbildung 6: Anteile der Fachgebiete von Fahrtteilnehmenden auf regionalen Forschungsschiffen 2017–2022 in Prozent**



Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

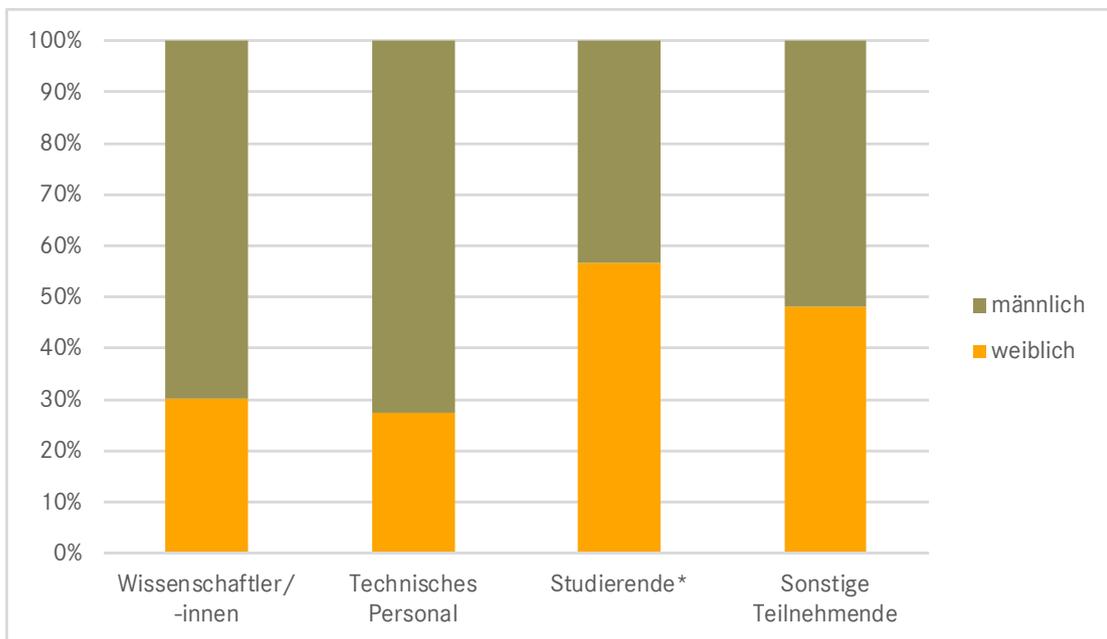
**Abbildung 7: Fahrtteilnehmende nach Statusgruppe und regionalem Forschungsschiff 2017–2022 in Prozent**



\* Promovierende sind unter den Studierenden abgebildet.

Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

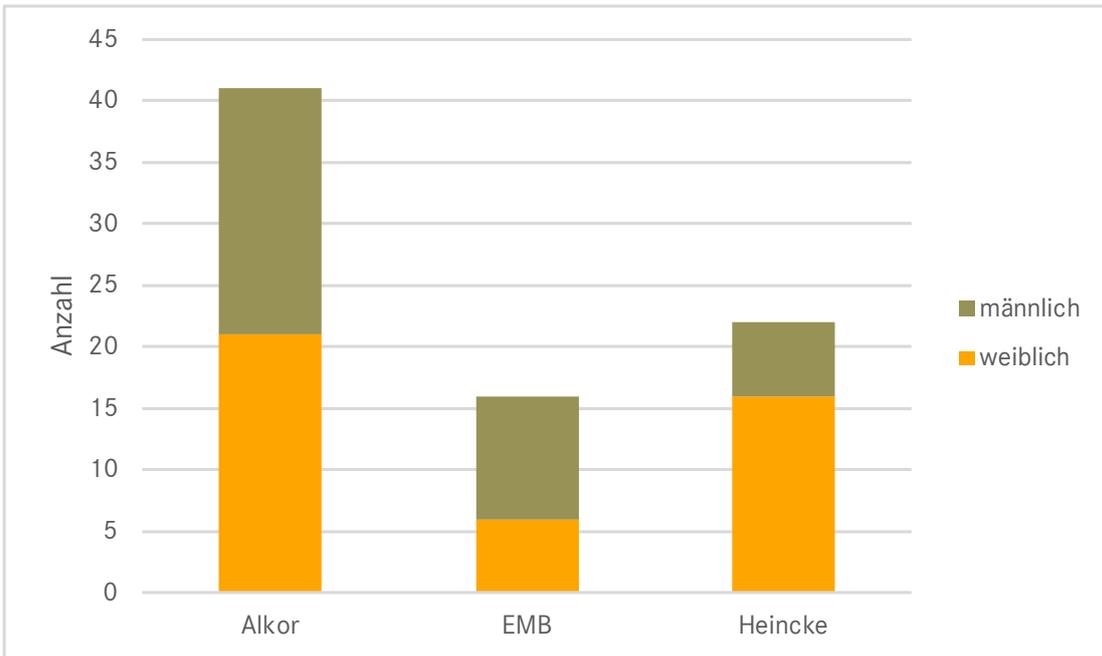
**Abbildung 8: Geschlechterverteilung der Fahrtteilnehmenden auf regionalen Forschungsschiffen nach Statusgruppe 2017–2022 in Prozent**



\* Promovierende sind unter den Studierenden abgebildet.

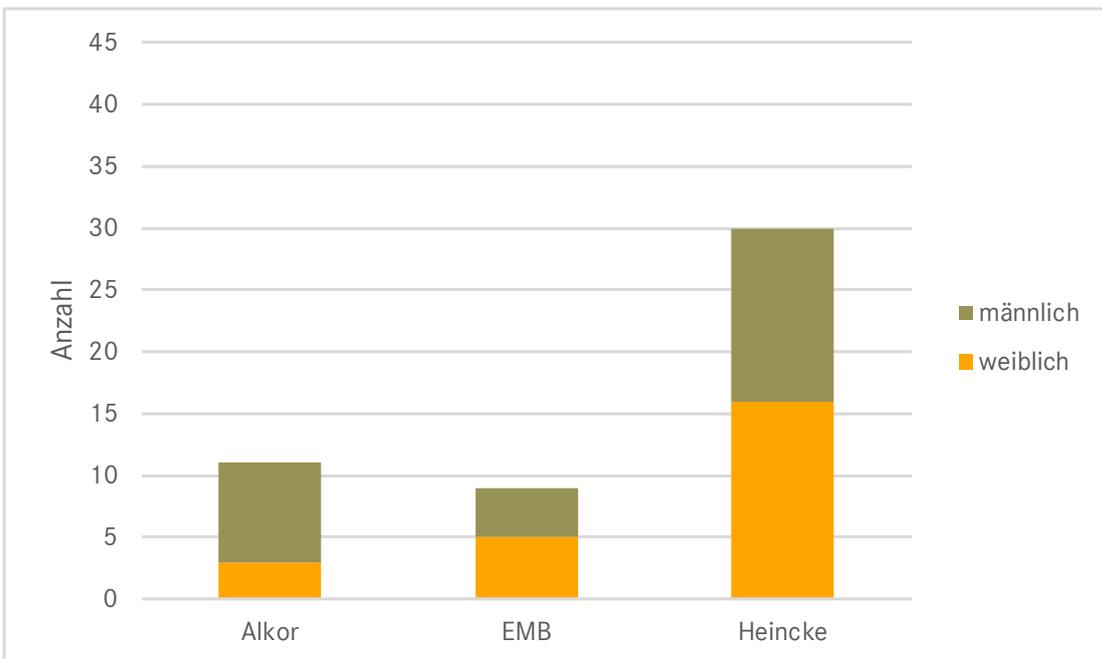
Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

**Abbildung 9: Anzahl der Masterarbeiten aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Schiff und Geschlecht der Verfasserinnen und Verfasser 2017–2022**



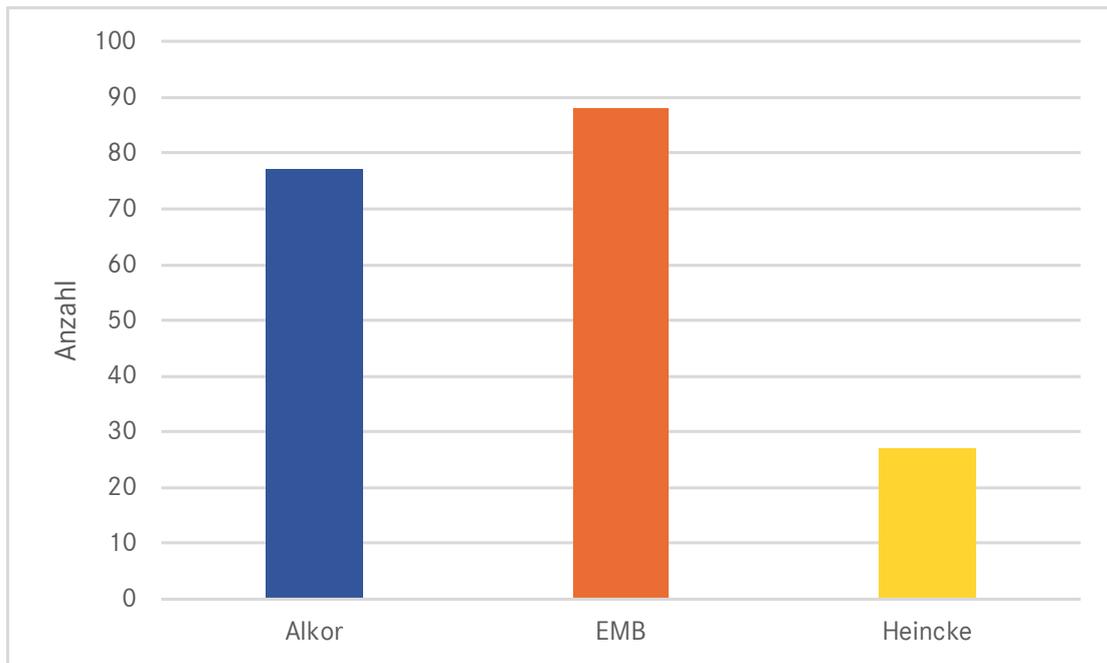
Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

**Abbildung 10: Anzahl der Doktorarbeiten aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Schiff und Geschlecht der Verfasserinnen und Verfasser 2017–2022**



Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

**Abbildung 11: Anzahl der Publikationen aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Schiff 2017–2022**



Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

---

Tabelle 1:	Forschungsschiffe Deutschlands	108
Tabelle 2:	Grund- und drittmittelfinanziertes Personal der schiffsbetreibenden Einrichtungen in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) 2022	109
Tabelle 3:	Mitglieder und Partner der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM)	110
Tabelle 4:	Mitglieder des Konsortiums Deutsche Meeresforschung (KDM)	111
Tabelle 5:	Anzahl der Anträge auf Schiffszeit für regionale Forschungsschiffe beim Begutachtungspanel Forschungsschiffe (GPF) 2017–2022	111
Tabelle 6:	Anzahl der Anträge auf Schiffszeit (GPF) nach regionalem Forschungsschiff (beantragt/zugeteilt) und Status 2017–2022	112
Tabelle 7:	Fahrttage der regionalen Forschungsschiffe nach Schiff 2017–2022	112
Tabelle 8:	Anzahl der Masterarbeiten aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Jahr und Schiff 2017–2022	113
Tabelle 9:	Anzahl der Doktorarbeiten aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Jahr und Schiff 2017–2022	113
Tabelle 10:	Publikationen aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Jahr und Schiff 2017–2022	113
Tabelle 11:	Seegängige Großgeräte deutscher Meeresforschungseinrichtungen	114
Tabelle 12:	Großgeräteeinsätze 2017–2022	114

Tabelle 1: Forschungsschiffe Deutschlands, Teil 1 | 2

Forschungsschiff	Typ	Länge (m)	Baujahr	Indienststellung	Haupteinsatzgebiet
<b>Global</b>					
<b>Polarstern</b>	Forschungsschiff	118	1981	1982	Nord- und Südpolarmeer, Versorgung der antarktischen Forschungsstation Neumayer III
<b>Sonne</b>	Forschungsschiff	116	2013	2014	Indik, Pazifik
<b>Meteor</b>	Forschungsschiff	98	1985	1986	Atlantik, Ostpazifik, Westindik, Mittelmeer und Ostsee
<b>Geplante Vorhaben</b>					
<b>Polarstern II</b>	Forschungsschiff		2023-2026	2028	Arktis und Antarktis, Versorgung Neumayer III
<b>Meteor IV</b>	Forschungsschiff	125		2026	Atlantik
<b>Ozeanisch</b>					
<b>Maria Sybilla Merian</b>	Forschungsschiff	95	2003	2006	Subpolares Nordmeer, Nordatlantik und Mittelmeer
<b>Planet</b>	Wehrforschungsschiff	73,5	2002	2005	Nordatlantik und Mittelmeer
<b>Komet</b>	Vermessungsschiff	64,2	1997	1998	Nord- und Ostsee
<b>Walther Herwig III</b>	Fischereiforschungsschiff	63,1	1992	1993	Nordatlantik, Nord- und Ostsee
<b>Geplante Vorhaben</b>					
<b>Walther Herwig IV</b>	Fischereiforschungsschiff	100		2025/2026	Atlantik, Nord- und Ostsee
<b>Regional</b>					
<b>Alkor</b>	Forschungsschiff	55	1989	1990	Nord- und Ostsee
<b>Atair</b>	Vermessungs-, Wracksuch- und Forschungsschiff	75	2017	2021	Nord- und Ostsee
<b>Capella</b>	Vermessungsschiff	43,2	2003	2004	Nord- und Ostsee
<b>Deneb</b>	Vermessungs-, Wracksuch- und Forschungsschiff	52	1993	1994	Nord- und Ostsee
<b>Heincke</b>	Forschungsschiff	55	1989	1990	Nordsee und Nordatlantik
<b>Schall</b>	Forschungsschiff	48,7	1961	1962	Nord- und Ostsee
<b>Solea</b>	Fischereiforschungsschiff	42,7	2003	2004	Nord- und Ostsee
<b>Wega</b>	Forschungsschiff	52	1989	1990	Nord- und Ostsee
<b>Elisabeth Mann Borgese</b>	Forschungsschiff	56,5	1986	1987/2011	Ostsee
<b>Geplante Vorhaben</b>					
<b>Senckenberg II</b>	Forschungsschiff	49,7		2026	Watt, Küste, Ästuare, Nordsee, Mittelmeer
<b>Lokal/Küste</b>					
<b>Haithabu</b>	Mehrzweckschiff	39	2013	2014	Nord- und Ostsee
<b>Littorina</b>	Forschungskutter	29,8	1974	1975	Nord- und Ostsee, Elbe-Weser-Mündung
<b>Ludwig Prandtl</b>	Forschungsschiff	31	1982	1983	Nord- und Ostsee
<b>Senckenberg</b>	Küstenforschungsschiff	29,7	1976	1976	Nord- und Ostsee
<b>Uthörn</b>	Forschungskutter	30	1981	1982	Deutsche Bucht
<b>(Uthörn II)</b>	Forschungskutter	35	2021	2023	Deutsche Bucht
<b>Clupea</b>	Fischereiforschungsschiff	28,8	2010	2012	Nord- und Ostsee
<b>Mya II</b>	Forschungsschiff	21,7	2012	2013	Helgoland
<b>Limanda</b>	Forschungskatamaran	15,7	2020	2021	Ostsee
<b>Egidora</b>	Forschungskatamaran	15	2017	2017	Nord- und Ostsee
<b>Geplante Vorhaben</b>					
<b>Ludwig Prandtl II (Coriolis)</b>	Forschungsschiff	30		2024	

Forschungsschiff	Anzahl Besatzung/ Wissenschaftlerplätze	max. Standzeit auf See (in Tagen)	Bruttoreum- zahl (BRZ)	Eigentümer/Betreiber
<b>Global</b>				
Polarstern	43/54	75	12.614	BRD vertreten durch BMBF/AWI
Sonne	35/40	52	8.600	BRD vertreten durch BMBF/LDF
Meteor	34/28 (+2 Deutscher Wetterdienst)	50	3.990	BRD vertreten durch BMBF/LDF
<b>Geplante Vorhaben</b>				
Polarstern II	53/57	bis zu 90 Tage		BMBF/AWI
Meteor IV	36/35			BMBF
<b>Ozeanisch</b>				
Maria Sybilla Merian	23/23	35	5.573	Land Mecklenburg Vorpommern/LDF
Planet	25/20	30	3.500	BMVg/WTD 71 Eckernförde
Komet	18/6	21	1.482	BMDV/BSH
Walther Herwig III	21 (+2 Auszubil- dende)/12	2-7 Wochen	2.131	BMEL/Thünen-Institut
<b>Geplante Vorhaben</b>				
Walther Herwig IV	26/26			Thünen-Institut
<b>Regional</b>				
Alkor	11/12	21	1.322	Land Schleswig-Holstein/GEOMAR
Atair	18/15	10	3.134	BMDV/BSH
Capella	9/2	10	552	BMDV/BSH
Deneb	16/7	30	969	BMDV/BSH
Heincke	12/12	21	1.322	BRD vertreten durch das BMBF/AWI
Schall	5/7 (bzw. 3/9 bei Tagesfahrten)	7	318	HARACO Holding GmbH
Solea	14/7	1-3 Wochen	770	BMEL/Thünen-Institut
Wega	16/7	14	969	BMDV/BSH
Elisabeth Mann Borgese	11/12	14	850	Land Mecklenburg-Vorpommern/IOW
<b>Geplante Vorhaben</b>				
Senckenberg II	8/10	21-24 Tage	950	Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG/SGN
<b>Lokal/Küste</b>				
Haithabu	4/8	Tagesfahrten	500	Land Schleswig-Holstein/ Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz Schleswig-Holstein
Littorina	5/6 (bzw. 12 bei Tagesfahrten)	14	185	CAU/GEOMAR
Ludwig Prandtl	3/10	Tagesfahrten	171	Helmholtz Zentrum Hereon
Senckenberg	5/5	14	185	Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG/SGN
Uthörn	5/2 (bzw. 25 bei Tagesfahrten)	Tagesfahrten	274	BMBF/AWI
(Uthörn II)	5/4 (bzw. 25 bei Tagesfahrten)	bis zu 5 Tage	443	BMBF/AWI
Clupea	5/4	bis zu 5 Tage	241	BMEL/Thünen-Institut
Mya II	2/12	Tagesfahrten	75	AWI
Limanda	2/12	Tagesfahrten	40	Universität Rostock
Egidora	2/12	Tagesfahrten	22	CAU
<b>Geplante Vorhaben</b>				
Ludwig Prandtl II (Coriolis)	3/12			Helmholtz Zentrum Hereon

Quellen: Portal deutsche Forschungsschiffe; Konsortium Deutsche Meeresforschung; Eurofleets (<https://www.portal-forschungsschiffe.de/schiffe.html>; <https://www.deutsche-meeresforschung.de/erleben/schiffe/>; <http://rvinfobase.eurocean.org/eurofleets/index.jsp>, Stand 18.07.2023) und Sonderauswertung des Senckenberg am Meer, Wilhelmshaven (Stand 17.05.2023); eigene Darstellung.

**Tabelle 2: Grund- und drittmittelfinanziertes Personal\* der schiffsbetreibenden Einrichtungen in Vollzeitäquivalenten (VZÄ) 2022**

Personal	IOW	AWI	GEOMAR
Wissenschaftler/-innen	90,5	406,7	206,0
Wissenschaftsunterstützendes Personal (z. B. Techniker/-innen)	73,9	255,4	133,0
Infrastrukturpersonal (Verwaltung, Logistik)	22,1	331,7	173,0
Promovierende	27,0	91,2	105,0
Auszubildende	1,0	29,7	11,0
<b>Insgesamt</b>	<b>214,5</b>	<b>1.114,7</b>	<b>628,0</b>

\* Personalangaben exklusive studentischer Hilfskräfte.

Quellen: Sonderauswertungen des AWI, des GEOMAR und des IOW (Stand 2023); eigene Berechnungen.

**Tabelle 3: Mitglieder und Partner der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM)**

<b>Mitglieder</b>	
AWI	Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung
CEN	Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit, Universität Hamburg
Fraunhofer	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung
FZK	Forschungszentrum Küste der Leibniz Universität Hannover und der Technischen Universität Braunschweig
GEOMAR	Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Hereon	Helmholtz-Zentrum Hereon
ICBM	Institut für Chemie und Biologie des Meeres der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
IOW	Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
KMS	Kiel Marine Science der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
MARUM	Zentrum für Marine Umweltwissenschaften der Universität Bremen
MPI-MM	Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie
MPI-M	Max-Planck-Institut für Meteorologie
MTS	Department Maritime Systeme der Universität Rostock
SAM	Senckenberg am Meer, Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung
Thünen	Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
TIHO	Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung
UG	Universität Greifswald
ZMT	Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung
<b>Assoziierte Mitglieder</b>	
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
DMM	Deutsches Meeresmuseum Stralsund
DSM	Deutsches Schifffahrtsmuseum, Leibniz-Institut für Maritime Geschichte
UBA	Umweltbundesamt
<b>Strategische Partner</b>	
IDOS	German Institute of Development and Sustainability
RIFS	Forschungsinstitut für Nachhaltigkeit, Helmholtz-Zentrum Potsdam

Quellen: Deutsche Allianz Meeresforschung (<https://www.allianz-meeresforschung.de/ueber-uns/mitglieder/>, Stand 06.07.2023); eigene Darstellung.

**Tabelle 4: Mitglieder des Konsortiums Deutsche Meeresforschung (KDM)**

<b>Mitglieder</b>
Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg & Rostock
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover
CEN – Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit der Universität Hamburg
Department Maritime Systeme, Interdisziplinäre Fakultät, Universität Rostock
Deutsches Meeresmuseum, Stralsund
Deutsches Schifffahrtsmuseum, Bremerhaven
Forschungszentrum Küste, Hannover & Braunschweig
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel
Helmholtz-Zentrum Hereon, Geesthacht
Institut für Chemie und Biologie des Meeres, Universität Oldenburg
Jacobs University Bremen, School of Engineering and Sciences
Kiel Marine Science, Zentrum für Interdisziplinäre Meereswissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
Leibniz-Zentrum für Marine Tropenforschung, Bremen
MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen
Max-Planck-Institut für Marine Mikrobiologie, Bremen
Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg
Senckenberg am Meer, Wilhelmshaven
Thünen-Institut, Aquatische Ressourcen, Bremerhaven & Hamburg

Quellen: Konsortium Deutsche Meeresforschung (<https://www.deutsche-meeresforschung.de/ueber-uns/mitglieder/>, Stand 06.07.2023); eigene Darstellung.

**Tabelle 5: Anzahl der Anträge auf Schiffszeit für regionale Forschungsschiffe beim Begutachtungspanel Forschungsschiffe (GPF) 2017–2022**

<b>Eingangsjahr</b>	<b>Anzahl Anträge</b>
2017	32
2018	39
2019	58
2020	38
2021	36
2022	24
<b>Insgesamt</b>	<b>227</b>

Quellen: Sonderauswertung Begutachtungspanel Forschungsschiffe/Deutsche Forschungsgemeinschaft (Stand 01.06.2023); eigene Berechnungen.

**Tabelle 6: Anzahl der Anträge auf Schiffszeit (GPF) nach regionalem Forschungsschiff (beantragt/zugeteilt) und Status 2017–2022**

<b>Beantragtes Schiff Zugeteiltes Schiff</b>	<b>Anträge</b>	<b>Durchgeführt/ Geplant</b>
<b>Alkor</b>	<b>64</b>	<b>47</b>
Alkor		44
Alkor und Heincke		1
Elisabeth Mann Borgese		1
Poseidon		1
Ausstehend/nicht genehmigt	17	
<b>Elisabeth Mann Borgese</b>	<b>50</b>	<b>36</b>
Elisabeth Mann Borgese		36
Ausstehend/nicht genehmigt	14	
<b>Heincke</b>	<b>94</b>	<b>66</b>
Alkor		1
Heincke		63
Maria S. Merian		2
Ausstehend/nicht genehmigt	28	
<b>Poseidon</b>	<b>19</b>	<b>14</b>
Alkor		4
Poseidon		10
Ausstehend/nicht genehmigt	5	
<b>Insgesamt</b>	<b>227</b>	<b>163</b>

Quellen: Sonderauswertung Begutachtungspanel Forschungsschiffe/Deutsche Forschungsgemeinschaft (Stand 01.06.2023); eigene Berechnungen.

**Tabelle 7: Fahrttage der regionalen Forschungsschiffe nach Schiff 2017–2022**

<b>Schiff</b>	<b>See- tage</b>	<b>Rüst- tage</b>	<b>Transit- tage</b>	<b>Hafen- tage</b>	<b>See-, Rüst- und Transittage insgesamt</b>
<b>Alkor*</b>	1135	281	145,5	86,5	1562
<b>EMB**</b>	1266	122	79	21	1467
<b>Heincke***</b>	935	165	306	71	1406

\* Die hohe Zahl an Rüsttagen entsteht durch die hohe Anzahl an Ausbildungsfahrten.

\*\* Werttage sind nicht mit aufgelistet. Transittage sind nur einbezogen, wenn sie länger als einen halben Tag zum oder im Einsatzgebiet betragen. Hafenaufenthalte wurden nur als Hafentag gewertet, wenn sie während einer Reise länger als einen halben Tag gedauert haben und auch nicht nur dem Wechsel von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gedient haben.

\*\*\* Die hohe Zahl an Hafentagen geht auf Corona-bedingte Ausfälle zurück.

Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 17.04.2023); eigene Berechnungen.

**Tabelle 8: Anzahl der Masterarbeiten aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Jahr und Schiff 2017–2022**

<b>Jahr</b>	<b>Alkor</b>	<b>EMB</b>	<b>Heincke</b>
2017	6	0	8
2018	7	1	2
2019	6	2	5
2020	9	4	2
2021	3	4	4
2022	10	5	1
<b>Insgesamt</b>	<b>41</b>	<b>16</b>	<b>22</b>

Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

**Tabelle 9: Anzahl der Doktorarbeiten aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Jahr und Schiff 2017–2022**

<b>Jahr</b>	<b>Alkor</b>	<b>EMB</b>	<b>Heincke</b>
2017	0	2	7
2018	3	1	5
2019	1	1	5
2020	2	2	0
2021	3	1	7
2022	2	2	6
<b>Insgesamt</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>30</b>

Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023); eigene Berechnungen.

**Tabelle 10: Publikationen aus Fahrten mit regionalen Forschungsschiffen nach Jahr und Schiff 2017–2022**

<b>Jahr</b>	<b>Alkor</b>	<b>EMB</b>	<b>Heincke</b>
2017	9	9	15
2018	15	28	4
2019	12	13	7
2020	19	15	0
2021	9	14	1
2022	13	9	0
<b>Insgesamt</b>	<b>77</b>	<b>88</b>	<b>27</b>

Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 27.06.2023), eigene Berechnungen.

**Tabelle 11: Seegängige Großgeräte deutscher Meeresforschungseinrichtungen**

Gerät	Betreiber	Baujahr
<b>AUV SEAL 5000</b>	MARUM, Universität Bremen	2007
<b>AUV ABYSS</b>	GEOMAR, Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel	2008
<b>AUV PAUL</b>	AWI, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven	2003
<b>ROV MARUM QUEST 4000 m</b>	MARUM, Universität Bremen	2003
<b>ROV MARUM SQUID 2000 m</b>	MARUM, Universität Bremen	2015
<b>ROV KIEL 6000</b>	GEOMAR, Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel	2007
<b>ROV Phoca 3000</b>	GEOMAR, Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung, Kiel	2010
<b>Meeresboden-Bohrgeräte MARUM-MeBo70</b>	MARUM, Universität Bremen	2005
<b>MARUM-MeBo200</b>	MARUM, Universität Bremen	2014

Quellen: Portal deutsche Forschungsschiffe (<https://www.portal-forschungsschiffe.de/geraete>, Stand 19.07.2023) und Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 22.12.2022); eigene Darstellung.

**Tabelle 12: Großgeräteeinsätze 2017–2022**

Geräte	Betreiber	Einsätze*
ROV Kiel 6000	GEOMAR	7
ROV PHOCA	GEOMAR	10
ROV QUEST 4000	MARUM	5
ROV SQUID	MARUM	6
MeBo 70	MARUM	4
MeBo 200	MARUM	3
AUV Abyss	GEOMAR	8
AUV Paul 3000	AWI	8
AUV Seal	MARUM	3

\* Die pandemiebedingt beschränkten Einsatzmöglichkeiten in den Jahren 2020/21 bewirken eine geringere Einsatzzahl im betrachteten Zeitraum.

Quellen: Sonderauswertung der Deutschen Allianz Meeresforschung (Stand 22.12.2022); eigene Darstellung.

---

# Mitwirkende

Im Folgenden werden die an den Beratungen im Wissenschaftsrat und in der Arbeitsgruppe „Weiterentwicklung der deutschen marinen Forschungsflotte“ beteiligten Personen sowie die beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Geschäftsstelle aufgelistet.

Die von Arbeitsgruppen und Ausschüssen erarbeiteten Entwürfe werden bei den einstufigen Verfahren in den Kommissionen des Wissenschaftsrats diskutiert und können ggf. auch verändert werden. Im Ergebnis ist damit der Wissenschaftsrat Autor der veröffentlichten Empfehlungen, Stellungnahmen und Positionspapiere.

**Vorsitzender**

Professor Dr. Wolfgang Wick  
Universitätsklinikum Heidelberg | Deutsches Krebsforschungszentrum  
Heidelberg (DKFZ)

**Generalsekretär**

Thomas May  
Geschäftsstelle des Wissenschaftsrats

**Wissenschaftliche Kommission des Wissenschaftsrats**

Professorin Dr. Julia Arlinghaus  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg | Fraunhofer-Institut  
für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg

Dr. Ulrich A. K. Betz  
Merck KGaA

Professorin Dr. Nina Dethloff  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Dr. Cord Dohrmann  
Evotec SE

Professor Dr. Jakob Edler  
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI |  
Manchester Institute of Innovation Research

Professorin Dr. Beate Escher  
Universität Tübingen | Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ,  
Leipzig

Professor Dr. Christian Facchi  
Technische Hochschule Ingolstadt

Professorin Dr. Christine Falk  
Medizinische Hochschule Hannover

Marco R. Fuchs  
OHB SE, Bremen

Professorin Dr. Uta Gaidys  
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Alexandra Gerlach  
Journalistin

Professor Dr. Michael Hallek  
Universität zu Köln

Dr.-Ing. Frank Heinrich  
SCHOTT AG

Professor Dr. Jürgen Heinze  
Universität Regensburg

Professorin Dr. Denise Hilfiker-Kleiner  
Philipps-Universität Marburg

Dr. Stefan Kampmann  
Voith Group

Professorin Dr. Gudrun Krämer  
Freie Universität Berlin

Professor Dr. Wolfgang Lehner  
Technische Universität Dresden

Dr. Claudia Lücking-Michel  
AGIAMONDO e. V.

Professor Dr. Gerard J. M. Meijer  
Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin

Professorin Dr. Ursula Rao  
Max-Planck-Institut für Ethnologische Forschung, Halle |  
Universität Leipzig

Professorin Dr. Gabriele Sadowski  
Technische Universität Dortmund

Professor Dr. Ferdi Schüth  
Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Mülheim/Ruhr  
Stellvertretender Vorsitzender der Wissenschaftlichen Kommission

Dr. Harald Schwager  
EVONIK Leading Beyond Chemistry

Professorin Dr. Christine Silberhorn  
Universität Paderborn

Professorin Dr. Heike Solga  
Freie Universität Berlin | Wissenschaftszentrum Berlin  
für Sozialforschung (WZB)  
Vorsitzende der Wissenschaftlichen Kommission

Professor Dr. Thomas S. Spengler  
Technische Universität Braunschweig

Professorin Dr. Birgit Spinath  
Universität Heidelberg

Professor Dr.-Ing. Martin Sternberg  
Hochschule Bochum | Promotionskolleg für angewandte Forschung  
in Nordrhein-Westfalen

Professorin i. R. Dr. Margit Szöllösi-Janze  
Ludwig-Maximilians-Universität München

Professor Dr. Martin Visbeck  
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel

Professor Dr. Wolfgang Wick  
Universitätsklinikum Heidelberg | Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)  
Vorsitzender des Wissenschaftsrats

### **Verwaltungskommission (Stand: Oktober 2023)**

*Von der Bundesregierung entsandte Mitglieder*

Professorin Dr. Sabine Döring  
Staatssekretärin im Bundesministerium für Bildung und Forschung  
Vorsitzende der Verwaltungskommission

Judith Pirscher  
Staatssekretärin im Bundesministerium für Bildung und Forschung

Werner Gatzer  
Staatssekretär im Bundesministerium der Finanzen

Juliane Seifert  
Staatssekretärin im Bundesministerium des Innern und für Heimat

Silvia Bender  
Staatssekretärin im Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Udo Philipp  
Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

*Von den Länderregierungen entsandte Mitglieder*

*Baden-Württemberg*

Petra Olschowski  
Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kunst

*Bayern*

Markus Blume  
Staatsminister für Wissenschaft und Kunst  
Vorsitzender der Verwaltungskommission

*Berlin*

Dr. Ina Czyborra  
Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit, Pflege und Gleichstellung

*Brandenburg*

Dr. Manja Schüle  
Ministerin für Wissenschaft, Forschung und Kultur

*Bremen*

Kathrin Moosdorf  
Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft

*Hamburg*

Dr. Andreas Dressel  
Präsident der Finanzbehörde

*Hessen*

Angela Dorn-Rancke  
Staatsministerin für Wissenschaft und Kunst

*Mecklenburg-Vorpommern*

Bettina Martin  
Ministerin für Wissenschaft, Kultur, Bundes- und Europaangelegenheiten

*Niedersachsen*

Falko Mohrs  
Minister für Wissenschaft und Kultur

*Nordrhein-Westfalen*

Ina Brandes  
Ministerin für Kultur und Wissenschaft

*Rheinland-Pfalz*

Clemens Hoch  
Minister für Wissenschaft und Gesundheit

*Saarland*

Jakob von Weizsäcker  
Minister für Finanzen und Wissenschaft

*Sachsen*

Sebastian Gemkow  
Staatsminister für Wissenschaft im Staatsministerium für Wissenschaft,  
Kultur und Tourismus

*Sachsen-Anhalt*

Professor Dr. Armin Willingmann  
Minister für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt  
Stellvertretender Vorsitzender der Verwaltungskommission

*Schleswig-Holstein*

Karin Prien  
Ministerin für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft,  
Forschung und Kultur

*Thüringen*

Wolfgang Tiefensee  
Minister für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft

Professor Dr. Gerard J. M. Meijer  
Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft, Berlin  
Vorsitzender der Arbeitsgruppe  
Mitglied der Wissenschaftlichen Kommission des WR

Dr. Saskia Brix  
Senckenberg am Meer | Deutsches Zentrum für Marine Biodiversitätsforschung (DZMB), Hamburg

Christian Bruns  
Niedersächsisches Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Hannover

Dr. Leif Christensen  
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), Bremen

Professor Dr. Sören Ehlers  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Geesthacht

Professorin Dr. Beate Escher  
Universität Tübingen | Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ),  
Leipzig  
Mitglied der Wissenschaftlichen Kommission des WR

Dr. Erica Koning  
Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), National Marine Facilities  
(NMF), Den Burg, Niederlande

Professorin Dr. Katharina Pahnke-May  
Universität Oldenburg

Dr. Anne Parge  
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Professor Dr. Gert-Jan Reichart  
Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), National Marine Facilities  
(NMF), Den Burg, Niederlande

Dr. Jolita Rolf  
Freie Hansestadt Bremen, Die Senatorin für Umwelt, Klima und Wissenschaft

Dr. Karina von Schuckmann  
Mercator Ocean International, Toulouse, Frankreich

Nicolle Strebe-Marek  
Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg

Professor Dr. Douglas Wallace  
Dalhousie University, Halifax, Canada

Dr. Julia Hillmann (Referentin)

Dr. Rainer Lange (Abteilungsleiter)

Britta Philippsen (Teamassistentin)

Zala Salarzai (Sachbearbeiterin)

