

Maritim

2

0

5

0

Mit Sicherheit!



Herausforderungen. Synergien. Lösungen.





Maritim 2050

Mit Sicherheit!

10-21



22-29



30-39



40-53



Vorwort	6
---------	---

○ Die Welt und der maritime Raum

Die maritime Abhängigkeit	12
Die Welt in 2030+	16

○ Das Meer – Ressource und Infrastruktur

Das Meer als Ressource	24
Das Meer als Infrastruktur	28

○ Die weltweite Nutzung der Seegebiete

Schutz von hoheitlichen Interessen und Räumen	32
Der Seehandel	36
Tiefseebergbau – Die Ressourcen der Zukunft	38

○ Technologien für morgen

Lagebilderfassung auf den Weltmeeren	42
Kommunikation im Mittelpunkt des Weltgeschehens	47
Intelligente Systeme über und unter Wasser	50
Virtuelle Kollegen für die Mensch-Maschine-Interaktion zur See	52

Empfehlungen für die Politik	54
------------------------------	----

Kurzprofile Kooperationspartner	56
---------------------------------	----

Impressum	58
-----------	----

o
—
V
O
R
—
W
O
R
T



Uwe Beckmeyer MdB
Parlamentarischer Staatssekretär
beim Bundesminister für Wirtschaft
und Energie

Blaues Wachstum ist eine fast schon reale Vision. Unsere Meere sind Quelle für Nahrung, Energie und Rohstoffe – und wichtig für Klima, Umweltschutz sowie nachhaltige Wirtschaft und Beschäftigung.

Diese Wachstumschancen stellen die Branche aber auch vor neue Herausforderungen – und erfordern innovative Lösungen, beispielsweise im Hinblick auf Ressourceneffizienz und steigende Umweltstandards, zusätzliche Transportkapazitäten und neue Schifffahrtsrouten.

Notwendig sind kontinuierliche technische Entwicklungen und Innovationen sowie ein enger Schulterschluss zwischen maritimer Wirtschaft und Wissenschaft. Weitere Chancen ergeben sich durch die intelligente Vernetzung von Produkten und Prozessen – auch über unterschiedliche Branchen und Technologiefelder hinweg. Stichworte sind Industrie 4.0, Big Data und Echtzeitdienste.

Vor allem die Einbindung der Verteidigungsindustrie kann Synergien bei der Nutzung ziviler Sicherheitstechnologien schaffen und neue Geschäftsfelder entwickeln. Insbesondere für die Seeschifffahrt können neue Informations- und Kommunikationstechniken zu einem optimierten Schiffsbetrieb beitragen.

Neue Perspektiven eröffnen sich aber auch für den Maschinenbau, die Raumfahrtindustrie sowie innovative Unternehmen der IT-Branche mit ihrer Expertise im Bereich autonomer Systeme, beim Schutz maritimer Infrastrukturen oder im Tiefseebergbau.

Die Branche ist für die Aufgaben der Zukunft bereits heute gut gerüstet. Die Bundesregierung unterstützt die Unternehmen mit einer zielgerichteten Förderung von Querschnittstechnologien und branchenübergreifender Vernetzung sowie dem Aufbau integrativer Förderketten.

Die vorliegende Broschüre zeigt eindrücklich, wie die maritime Wirtschaft ihre Chance nutzen kann, den Strukturwandel gemeinsam mit Partnern wie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) aktiv zu gestalten – damit aus Ideen Innovationen werden.

Uwe Beckmeyer



Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund
Vorstandsvorsitzende des DLR

Die geopolitischen, ökonomischen und technologischen Entwicklungen der nächsten Jahrzehnte werden unsere Gesellschaft dramatisch verändern. Auch die Küsten und Ozeane unseres Planeten werden von diesen Veränderungen maßgeblich betroffen sein.

Weltumspannende Produktions- und Logistikketten verbinden im Zuge der Globalisierung zunehmend Staaten und Kontinente. Globale Kommunikationsnetze verknüpfen unterschiedliche gesellschaftliche Ebenen über Grenzen und Systeme hinweg. Internationale Beziehungen und Kooperationen schaffen Abhängigkeiten und fördern gegenseitiges Verstehen. Der intensive Austausch führt aber auch zu einem verstärkten Wettbewerb. Dieser Wettstreit um Ressourcen, Transportwege und Marktzugänge bringt vielfach neue Herausforderungen für Wirtschaft und Wissenschaft mit sich – und zuweilen auch neue Konflikte.

Mehr als 70 Prozent der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt. Die Meere sind für das globale Geschehen seit jeher von zentraler Bedeutung. Sie spielen für das Leben auf der Erde und das Klima eine herausragende Rolle. Gleichzeitig dienen sie den Menschen als wichtige Ressourcenquelle und sind unverzichtbarer Verkehrsraum für Personen und Waren. Um diese einmalige Ökosphäre zu erhalten und sie gleichzeitig als Lebens- und Wirtschaftsraum für eine weiterhin wachsende Weltbevölkerung zu nutzen, müssen Schutz und Sicherheit auf und unter den Weltmeeren für uns oberste Priorität haben.

Vor welchen Herausforderungen stehen wir im 21. Jahrhundert und wie werden wir diesen begegnen? Welche gesellschaftlichen und technologischen Lösungen zeichnen sich bereits heute ab und welche müssen neu gedacht werden? Wer sind die Akteure und wer die Partner, die für eine nachhaltige und sichere Zukunft der Meere zusammenarbeiten müssen?

Die Antworten auf diese Fragen und die Lösungen für die globalen Herausforderungen können nur Politik, Wirtschaft und Wissenschaft gemeinsam finden. Als Impulsgeber für die Gesellschaft möchte das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt durch seine Mitwirkung an dieser Broschüre zukünftige Trends und notwendige Technologien aufzeigen.

Das DLR mit seiner vielfältigen interdisziplinären Systemkompetenz in den Bereichen Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit kann und wird wichtige Beiträge leisten, diese Fragen gemeinsam mit seinen Partnern aus der Wirtschaft anzugehen.

Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund



Dr. Jens Bodo Koch
Geschäftsführung ATLAS ELEKTRONIK GmbH

Verteidigungs- und Sicherheitskräfte auf der ganzen Welt verlassen sich auf die Systeme der ATLAS ELEKTRONIK im und auf dem Wasser wie auch an Land. Dank der ausgeprägten Technologieorientierung ist es unserem Unternehmen über viele Jahre gelungen, in dem starken, internationalen Wettbewerb unsere herausragende Position im weltweiten Markt der Verteidigungs- und Sicherheitsanwendungen zu behaupten. Geht es um den Schutz und die Wahrnehmung berechtigter maritimer Interessen, so gehört unser Unternehmen zu den ersten Adressen.

Ohne Zweifel gehört die Fähigkeit zur Innovation zu den Grundfesten des industriellen Erfolges. Eine nachhaltige, erfolgreiche Unternehmensentwicklung kann sich nicht nur an den Kundenbedarfen von heute orientieren. Hier helfen szenariobasierte Analysen, um zumindest im Ansatz einen Blick in die Zukunft zu werfen.

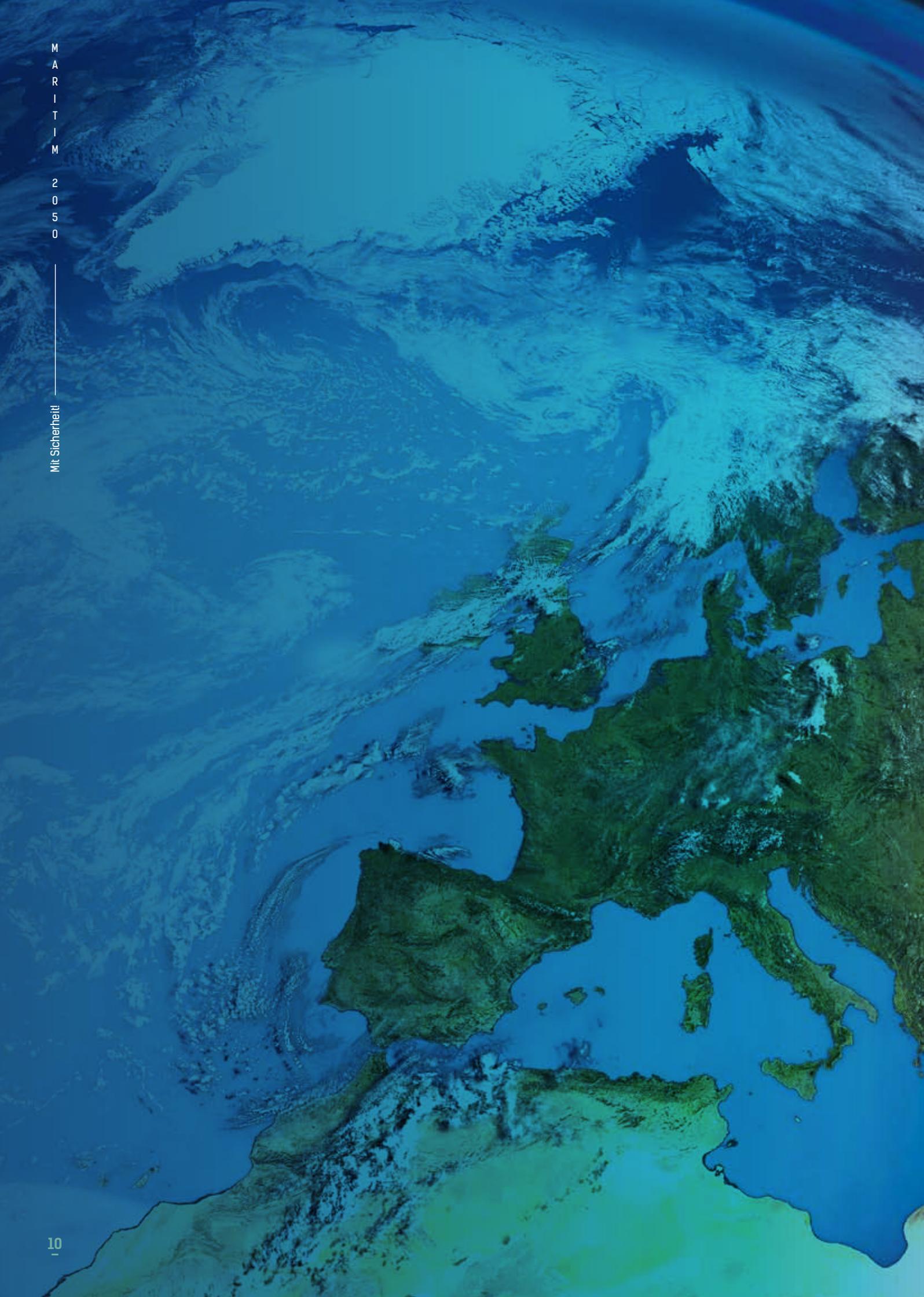
Die Erfassung und Prognose der Trends und Erfordernisse der Welt von morgen ist kein leichtes Unterfangen. Umso mehr ist diese Anstrengung notwendig, um unsere Produkte auch in den kommenden Jahrzehnten noch erfolgreich am Markt zu positionieren.

In diesem Sinne ist die vorliegende Studie kein „akademischer Blick“ in die vielzitierte Glaskugel. Vielmehr geht es darum, frühzeitig Treiber und Technologien absehbarer Zukunftsszenarien zu erkennen und entsprechende Weichenstellungen im Forschungs- und Entwicklungsbereich vorzubereiten.

Innovation und Forschung sind wichtige Bestandteile und Wegbereiter dieses Prozesses. Neben intensiven eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten unterhält unser Unternehmen enge Beziehungen zu zahlreichen nationalen wie internationalen Partnern. Langfristige Kooperationen mit renommierten Forschungseinrichtungen wie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sind ein Garant für Erfolg.

Wir freuen uns daher sehr, dass es uns – gemeinsam mit unserem Forschungspartner, dem DLR – gelungen ist, mit der vorliegenden Broschüre einen Beitrag zur Diskussion um die maritime Zukunft zu präsentieren.

Dr. Jens Bodo Koch





Die **W**
E
L
T und der
maritime Raum



Der maritime Raum ist unentbehrlich für die Menschheit. Er ist Lebensgrundlage der internationalen Gemeinschaft und zugleich Hauptschlagader der globalen Wirtschaft.

Die maritime Abhängigkeit

Der maritime Raum ist unentbehrlich für die Menschheit. Er ist Lebensgrundlage der internationalen Gemeinschaft und zugleich Hauptschlagader der globalen Wirtschaft. Die See verbindet Staaten und Regionen durch die gemeinsame Nutzung des Raumes und seiner Ressourcen. Maritime Innovationen haben zu allen Zeiten eine Ausweitung internationaler Handelsbeziehungen und die Verbreitung von Wohlstand forciert. Auf der Schattenseite dieser Abhängigkeit stehen allerdings mögliche Unterbrechungen der Versorgungsströme durch Unfälle, Naturkatastrophen, Terrorismus oder auch kriegerische Auseinandersetzungen. Um diese zu vermeiden, investieren Staaten in die Vorsorge zur Sicherung und Stabilisierung des maritimen Raumes.

Der Charakter des maritimen Raumes verändert sich

Die verschiedenen Aktivitäten zur See verdichten diesen uns grenzenlos erscheinenden Raum immer stärker. Gleichzeitig bewirken unterschiedliche Vorstel-

lungen der handelnden Akteure, dass sich die Spielregeln zur Nutzung des maritimen Raumes verändern. Der Vorstellung, der maritime Raum stehe quasi als „öffentliches“ Gut allen Akteuren zur Verfügung, steht zunehmend die Ansicht gegenüber, es handle sich um ein „privates“ Gut, über dessen Nutzung einige Wenige entscheiden. Daraus resultiert ein für die Zukunft des maritimen Raumes relevantes Spannungsfeld zwischen Kooperation und Konfrontation.

Dieser Wandel des Charakters des maritimen Raumes ergibt sich aus der Art und Weise, wie Menschen ihn nutzen: Erstens ist die See Handels- und Transportraum. Zweitens sind marine Rohstoffe Grundlage menschlichen Lebens und wichtige Handelsgüter. Drittens gewinnen die Küsten als Lebensraum angesichts der demografischen Entwicklung immer mehr an Bedeutung. Um diese drei Funktionen zu erfüllen, muss der maritime Raum viertens sicher und stabil sein, was die genaue Kenntnis der Vorgänge in der maritimen Domäne ebenso erfordert wie die Bereitschaft und Fähigkeit zur Ordnung dieser Vorgänge.



Der moderne Container-Umschlag ist eine logistische Herausforderung.

Die weltweite Nutzung der marinen Ressourcen wird in Zukunft noch zunehmen.



Piraterie, Terrorismus und gewalttätige Auseinandersetzungen gefährden unsere Sicherheit auch auf den Meeren.



Die Vielfalt des Lebens unter Wasser ist durch die ökologischen Veränderungen bedroht.

Der Menschheit stehen im bereits laufenden 21. Jahrhundert grundlegende Veränderungen der maritimen Welt bevor. Die Bevölkerungsentwicklung sowie der Bedeutungsgewinn aufstrebender Volkswirtschaften vor allem aus dem asiatischen Raum werden Art und Umfang der Handelsströme nachhaltig umformen. Die steigende Rohstoffnachfrage wird den Stellenwert der Meere als Quelle verschiedenster Rohstoffe sowie der Seehandelswege als wichtigstem Transportraum weiter erhöhen. Der Wandel des globalen Klimas und der Meeresökologie sowie die daraus resultierende Beeinflussung der Lebensräume der Menschheit sind heute nur schwer im Detail zu prognostizieren. Allerdings ist zu erwarten, dass die Auswirkungen besonders die Gesellschaften und Staaten in den vielen dichtbevölkerten Küstenräumen der Erde vor große Herausforderungen stellen werden.

Sicherheit und Stabilität des maritimen Raumes sind unerlässlich

Diese Entwicklungen unterstreichen die steigende Bedeutung des maritimen Raumes und seiner Infrastruk-

turen sowie die Notwendigkeit, diesen zu schützen und zu stabilisieren. Allerdings zeichnet sich ab, dass das Bedürfnis nach maritimer Sicherheit und Ordnung künftig nicht mehr allein von wenigen – in der Vergangenheit meist westlichen – Staaten geprägt wird. Vielmehr verstärken unterschiedliche globale Abhängigkeiten von maritimen Versorgungsketten, der Wettbewerb um Räume und Einfluss auf und unter den Weltmeeren sowie divergierende Interessen zwischen verschiedenen Akteuren die Annahme, dass es ein intensives Ringen um die Gestaltung der maritimen Ordnung geben wird.

Wie die damit verbundenen globalen Herausforderungen gelöst werden, ist Gegenstand dringend benötigter Debatten. Entscheidend hierfür sind neben dem politischen und rechtlichen Rahmen auch technologische Innovationen und Lösungen, denn wir können nur ordnen, was wir auch kennen und worauf wir Einfluss haben. Um künftigen Anforderungen an Systeme, Produkte und Technologien für den maritimen Raum gerecht zu werden, ist es erforderlich, alle Dimensionen seiner Entwicklung zu betrachten. //



Der Menschheit stehen im bereits laufenden 21. Jahrhundert grundlegende Veränderungen der maritimen Welt bevor.





Die Welt in 2030+

Der maritime Raum ist wie schon zu früheren Zeiten auch heute noch großen Veränderungen ausgesetzt. Beispielsweise ermöglichte die Segelschiffahrt im 15. Jahrhundert eine weitflächige Erkundung und Nutzung der Meere wie auch die Entdeckung neuer „Welten“. In der Gegenwart führen die Fischerei sowie die intensive Nutzung mariner Ressourcen und maritimer Infrastrukturen zu einer Wandlung des Ökosystems. Und die weltpolitische Lage wird zunehmend unübersichtlich.

Wie wird die maritime Welt in 20-30 Jahren aussehen? Welche Herausforderungen warten auf uns? Welche



Schmelzende Polkappen lassen den Meeresspiegel steigen.

Perspektiven eröffnen sich? Für den maritimen Raum der Zukunft sind neue Strategien, Technologien und Rahmenbedingungen notwendig. Wesentliche Schlüsselfaktoren für die zukünftige Entwicklung sind die Bereiche Umwelt, Bevölkerung, Ressourcen & Energie, die politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der Einfluss neuer Technologien.

Einflussfaktor „Umwelt“

- Das Klima hat sich moderat geändert; dabei haben sich die Bedingungen in den einzelnen Regionen jedoch sehr unterschiedlich entwickelt. Einige

klimatisch benachteiligte Gebiete haben weiter an Bedeutung verloren. Es gibt aber auch klimatisch begünstigte Räume, speziell auf den Landmassen der nördlichen Hemisphäre. Insgesamt haben die Wetterextreme und Naturkatastrophen zugenommen; es kommt lokal und zeitlich begrenzt zu extremen Wetterereignissen, Sturmfluten und Hochwasser.

- Im globalen Klima- und Umweltschutz hat es keinen Durchbruch gegeben. Besonders die sichtbare und unsichtbare Verschmutzung der Meere hat stetig zugenommen. Beispielsweise haben sich die Flächen der Plastikstrudel in den Weltmeeren signifikant

Megastädte an den Küsten
breiten sich aus und gewinnen
an Bedeutung.

Mit Sicherheit.







Konflikte um Handelswege sind nicht auszuschließen.



Plastik in den Weltmeeren gefährdet deren Bewohner wie auch die gesamte Nahrungskette.



Für den maritimen Raum der Zukunft sind neue Strategien, Technologien und Rahmenbedingungen notwendig.

vergrößert. Mikroplastik in den Gewässern der Erde ist zu einem ernstem Problem geworden.

- Der Meeresspiegel ist um etwa 30 cm angestiegen. Insbesondere die Deiche haben bisher eine Verschiebung der Küstenlinien verhindert. Die Sicherungsanlagen in den Küstenregionen werden weiter ausgebaut und an die Wetterextreme sowie den steigenden Meeresspiegel angepasst.
- Durch die zunehmende und extensive Nutzung maritimer Räume in allen Dimensionen haben sich Topographie, Artenvielfalt und Qualität der marinen Umwelt dramatisch verändert.

Einflussfaktor „Bevölkerung“

- Im Jahr 2050 wird die Weltbevölkerung auf circa 9 Milliarden Menschen angewachsen sein. Dadurch ist sowohl der Bedarf an neuen Lebensräumen als auch der Druck auf die existierenden Siedlungsgebiete enorm gestiegen. Die Ballungsräume haben sich stark ausgebreitet; die Megastädte sind gewachsen, neue Ballungsregionen sind hinzugekommen. Soweit möglich werden die Küstengebiete und die klimatisch begünstigten Regionen vorrangig besiedelt. Das Meer wurde in Form von künstlichen Inseln oder Aufschüttungen verstärkt als Lebens- und Wirtschaftsraum erschlossen.
- Die globalen Wanderungsbewegungen von Menschen infolge von staatlichen und nichtstaatlichen Krisen und Konflikten, aufgrund von Verfolgung, Ressourcenknappheit und wirtschaftlichen Ungleichgewichten haben sich verstetigt und verstärkt. Die Migration auslösenden Ereignisse treten sehr schnell und weitgehend unvorhersehbar ein.

Einflussfaktor „Ressourcen & Energie“

- Die Exploration der Tiefsee und der Küstenregionen wird systematisch durchgeführt und der Abbau von wertvollen marinen Rohstoffen in der Tiefsee befindet sich in einer Expansionsphase. Dies führt auch zu Konflikten zwischen einzelnen Staaten.
- Bestehende Offshore-Anlagen wurden ausgebaut und weitere Gebiete sind für die Nutzung erschlossen, sodass ein dichtes Netz dieser Anlagen entsteht. Die auf dem Meeresgrund gewonnenen Ressourcen werden in schwimmenden Industrieanlagen veredelt und aufbereitet. Die Energie für diese Prozesse wird vor Ort gewonnen und genutzt, die benötigten Arbeitskräfte wohnen zeitweise in schwimmenden Städten. Alle Bedarfe des täglichen Lebens werden dort abgedeckt.
- Die weltweite Nachfrage nach Nahrung und Trinkwasser steigt. Besonders in trockenen Gebieten verschärft sich die Lage aufgrund der klimatischen

Extreme. Die Nutzung der Meere für die Nahrungs- und Trinkwassergewinnung hat deutlich zugenommen.

Einflussfaktor „politische und rechtliche Rahmenbedingungen“

- Große politische und rechtliche Verbundstrukturen haben an Bedeutung gewonnen. Weltweit gibt es eine kleine Anzahl von Verbänden, die eigene politische und rechtliche Regelwerke umsetzen. Der Austausch erfolgt auf der Basis von Abkommen und Gesetzen. Es existieren erste global gültige Richtlinien und Gesetze, um die Zuständigkeiten, beispielsweise für die Ressourcennutzung, zu regeln, jedoch werden sie von einzelnen Staaten durch das Recht des Stärkeren außer Kraft gesetzt.
- Die Konflikte um Ressourcen, Handelswege und Einflussgebiete haben zugenommen. Dadurch sind die Anforderungen an den Schutz der Außengrenzen an Land sowie auf und unter Wasser gestiegen. Die einzelnen Gebiete werden sichtbar und unsichtbar durch autonome Systeme und Patrouillenboote gesichert.
- Es gibt erste Ansätze für eine zentrale Zertifizierung und Standardisierung technischer Systeme für den Einsatz im maritimen Raum. Diese umfassen neben den Anforderungen an den Betrieb auch die Faktoren Ausbildung, Nachhaltigkeit und Support.

Einflussfaktor „Technologie“

- Der technische Fortschritt hat zu einer umfangreichen Automatisierung von Arbeit geführt. Autonome und teilautonome Systeme übernehmen daher Routineaufgaben und unterstützen den Menschen. Diese Systeme sind rund um die Uhr verfügbar und weithin akzeptiert.
- Der Austausch von Daten und Informationen bildet eine wichtige Basis für den weltweiten Handel sowie für die Gesellschaft an sich. Der kontinuierliche Ausbau der Satellitennetze mit preisgünstigen Mikrosatelliten hat eine umfassende bildgebende Abdeckung aller Erd- und Meeresflächen ermöglicht. Der exponentielle Zuwachs an verfügbaren Daten und Informationen hat zu steigenden Anforderungen in den Bereichen Big-Data-Analyse und Sicherheit geführt.
- Die Unterwasserkommunikation stellt weiterhin eine Herausforderung dar. Über kurze Strecken können Informationen unter Wasser ausgetauscht werden. Das Problem der Langstreckenübertragung von großen Datenmengen durch das Wasser wurde nicht gelöst.
- Die Energiespeicherung stellt kein Problem mehr dar; Energie ist überall verfügbar, aber teuer. //





D
A
S
M
E
E
R

R Ressource und
Infrastruktur



Die Küsten und Meere bieten ein enormes Potenzial für den Ausbau alternativer Energien.

Das Meer als Ressource

Der maritime Raum als Ressource wird in 2030+ eine große Rolle spielen, denn er ist Schauplatz von lebenswichtigen Aktivitäten:

- Nahrungsgewinnung, inklusive der Trinkwassergenerierung durch Entsalzung
- Energiegewinnung, vor allem aus Wind- und Gezeitenkraft
- Erschließung und Abbau von fossilen und mineralischen Primärrohstoffen

Infolge des Schwindens der natürlichen Fischbestände werden alternative Methoden der Nahrungsgewinnung – wie beispielsweise der Ausbau von Aquakulturen oder die Verarbeitung von Seetang, Algen oder Phytoplankton – gravierende Veränderungsprozesse im maritimen Raum auslösen. Um den steigenden Bedarf an Süßwasser zu decken, werden besonders in trockenen Küstenregionen weitere Entsalzungsanlagen entstehen.

Trotz deutlich erkennbarer Erfolge im Bereich des Energiemanagements und einer verbesserten Effizienz

im Verbrauch von Energie wird der Energiebedarf um mehr als ein Drittel ansteigen. Die Nutzung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung wird aufgrund ihrer bekannten ökologischen und ökonomischen Nachteile mittelfristig stark zurückgehen. Dies führt zu einem weiteren Ausbau alternativer Energien. Die Küsten und Meere bieten hier ein enormes Potenzial – mit Offshore-Windkraftanlagen oder zukünftig auch in Gestalt von Gezeiten- und Strömungskraftwerken.

Die technologische Entwicklung wird es zukünftig ermöglichen, Öl- und Gasvorkommen in immer tieferen und auch schwer zugänglichen Regionen der Meere zu erschließen. Hinzu kommt die weiter steigende Nachfrage nach Metallen und seltenen Erden. Daher wird der Unterwasserbergbau insgesamt einen deutlichen Aufschwung erfahren. Darüber hinaus wird die Bauindustrie Milliarden Tonnen Sand aus den Meeren und deren Küstenstreifen gewinnen – mit schwerwiegenden Folgen für den Erosionsschutz der Küsten. //



Modernste Aqua-
kulturen dienen der
Nahrungsgewinnung.



Auch in schwer zugänglichen
Regionen der Meere werden
Öl- und Gasvorkommen
erschlossen.



Offshore-Wind-
kraftanlagen werden
weiter ausgebaut.



Infolge des Schwindens der natürlichen Fischbestände werden alternative Methoden der Nahrungsgewinnung gravierende Veränderungsprozesse im maritimen Raum auslösen.





Infolge der zunehmenden
Bevölkerungsdichte und aufgrund
territorialer Beanspruchungen
entstehen neue Lebensräume –
auch auf dem Meer.



Die weltweiten Warenströme wachsen – insbesondere im Seetransport.



Das Meer als Infrastruktur

Basierend auf der Zukunftsvision 2030+ sind vor allem drei Bereiche zu nennen, in denen der maritime Raum als Infrastruktur an Bedeutung zunehmen wird:

- Transport- und Verkehrsraum
- Lebensraum
- Produktionsstätte

Die Nutzung der maritimen Verkehrswege wird in den kommenden Jahrzehnten stark ansteigen, denn im Zuge der Globalisierung und mit dem Wachstum der Bevölkerung nehmen die weltweiten Warenströme zu. Daher werden Wasserstraßen existieren, die hochfrequentiert sind, und es werden neue Routen entlang aller Küsten hinzukommen. Diese Wasserwege befinden sich nun teilweise in privater Hand, teilweise sind sie öffentlicher Raum. Daraus entsteht ein hoher Bedarf an Steuerung und Optimierung. Neben den herkömmlichen Schiffen wird es sehr große beziehungsweise bedeutende Transportmedien über und auch unter Wasser geben, darunter zahllose Kabel und Pipelines für diverse Zwecke. Das Unterwasserlagebild ist jedoch noch nicht für alle Bereiche komplett erfassbar.

Infolge der zunehmenden Bevölkerungsdichte und aufgrund territorialer Beanspruchungen entstehen neue Lebensräume – auch auf dem Meer (bewohnte Inseln). Die Küstengebiete sind weiterhin sehr dicht besiedelt, was zu herausfordernden Umweltproblemen führt. Die Versorgung und Entsorgung dieser Lebensräume verlangen unter anderem die Schaffung neuer Infrastrukturen.

Eine primär wirtschaftliche Nutzung der küstennahen Meeresgebiete wird aufgrund der dadurch entstehenden Umweltschäden und wegen des Schutzes dieser Gebiete nur noch eingeschränkt möglich sein – unter deutlich stärkerer Überwachung. Andererseits entstehen sowohl über als auch unter Wasser Produktionsstätten, um die Wege zwischen Rohstoffen und dem Ort ihrer Verarbeitung zu verkürzen. Sie sind zum Teil fest verankert, zum Teil treiben sie auf dem Wasser. Derartige Fabriken produzieren Halb- und Fertigprodukte für die Versorgung der Bevölkerung. Neue Materialien eröffnen hier spannende Möglichkeiten. //

Die weltweite
Nutzung der **S**
E
E gebiete



KÜSTENWACHE





Auf See muss der Staat den Schutz seiner Bürgerinnen und Bürger, seiner Seegebiete sowie seiner nationalen seewärtigen Grenzen gewährleisten.

Schutz von hoheitlichen Interessen und Räumen

Auf See muss der Staat den Schutz seiner Bürgerinnen und Bürger, seiner Seegebiete sowie seiner nationalen seewärtigen Grenzen gewährleisten. Zu den grundsätzlichen Überwachungsaufgaben sind in den letzten Jahren neue zentrale Aufgabenbereiche hinzugekommen. Beispielsweise müssen die Verklappung von Öl, die illegale Fischerei oder andere Formen des Raubbaus an marinen Ressourcen umfassend verfolgt und im besten Fall verhindert werden. Piraterie, Terrorismus, Drogenschmuggel und Flüchtlingsbewegungen sind weitere Probleme, die zunehmend das Eingreifen der staatlichen Behörden erfordern. Der Schutz kritischer maritimer Infrastrukturen und der internationalen Handelsrouten stellt für hochvernetzte Volkswirtschaften wie Deutschland eine besondere Herausforderung dar.

In Deutschland existiert, anders als beispielsweise in Norwegen, Schweden oder den USA, keine einheitliche Küstenwache, die ausschließlich mit der Wahrnehmung aller staatlichen Aufgaben auf See betraut ist. Vielmehr zergliedern sich die Zuständigkeiten und Aufgaben auf circa 20 Bundes- und Landesbehörden. Für die Sicherheit ist somit eine Vielzahl staatlicher Behörden und



Zukünftig wird die Wahrung
der maritimen Interessen
von Einzelstaaten und
Staatengemeinschaften an
Bedeutung gewinnen.



Der Schutz kritischer maritimer Infrastrukturen und der internationalen Handelsrouten stellt für hochvernetzte Volkswirtschaften wie Deutschland eine besondere Herausforderung dar.

gesellschaftlicher Organisationen verantwortlich. Die meisten der relevanten Akteure stimmen sich im Maritimen Sicherheitszentrum und im Gemeinsamen Lagezentrum See in Cuxhaven ab. Sie sind auf umfassende und exakte Informationen angewiesen. Der Austausch dieser Informationen muss gewährleistet werden – behördenübergreifend, effizient und nutzergerecht.

Zukünftig wird die Wahrung der maritimen Interessen von Einzelstaaten und Staatengemeinschaften an Bedeutung gewinnen. Dies trifft insbesondere für Deutschland zu – die drittgrößte Exportnation mit der viertgrößten Welthandelsflotte. Regionale Krisen und Konflikte können destabilisierend auf ganze Gemeinschaften wirken und müssen daher stets lokal wie global betrachtet werden. Nationale Interessen müssen auch außerhalb des eigenen Hoheitsgebietes geschützt beziehungsweise verteidigt werden. Mit dem „Out-of-Area-Urteil“ des Bundesverfassungsgerichtes sind seit Juli 1994 Einsätze der Bundeswehr außerhalb der

Bündnisgrenzen der NATO grundsätzlich möglich. Ein bekanntes Beispiel hierfür ist die Beteiligung der Deutschen Marine an der Operation Atalanta zum Schutz von humanitären Hilfslieferungen nach Somalia, der freien Seefahrt und zur Bekämpfung der Piraterie vor der Küste Somalias am Horn von Afrika und im Golf von Aden. Es ist davon auszugehen, dass ähnliche Einsätze weiter zunehmen werden.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dass die einzelnen Akteure nicht nur Informationen austauschen, sondern auch ihre Aktions- und Handlungspläne harmonisieren. Operationen im multinationalen Kontext können dazu beitragen, dass die regional verfügbaren Ressourcen besser genutzt und Fähigkeitslücken geschlossen werden. Eine wichtige Rolle bei der Überwachung und Aufklärung oberhalb der Meeresoberfläche sowie beim Daten- und Informationsaustausch spielen satellitengestützte maritime Echtzeitdienste, das heißt Erdbeobachtungs- und Kommunikationssatelliten.

Neben der Kenntnis relevanter Vorgänge auf den Weltmeeren wird insbesondere die Beobachtung von Aktivitäten unter Wasser in den kommenden Jahrzehnten einen größeren Stellenwert erhalten. So müssen beispielsweise kritische maritime Infrastrukturen, wie Offshore-Anlagen oder die Abbauanlagen des Tiefseebergbaus, möglichst permanent gewartet, überwacht und vor Zerstörung geschützt werden. Eine weitere Herausforderung besteht darin, illegalen oder nicht lizenzierten Raubbau an marinen Rohstoffen und Ressourcen rechtzeitig zu erkennen. Für die zukünftigen Anwendungsszenarien werden daher ganz neue Lösungen im Bereich autonome und teilautonome Systeme benötigt. //



Die Bundespolizei See wird für vielfältige Einsätze gebraucht.



Der Seehandel

Der weltweite Seehandel ist schon heute das Rückgrat der globalen Produktions- und Lieferketten. Mehr als 90 Prozent des gesamten Welthandels werden heute über den Seeverkehr abgewickelt. Rohstoffe und Handelsgüter müssen effizient, effektiv und sauber an ihren Bestimmungsort transportiert werden. Das hohe Schifffahrtsaufkommen, die zunehmende Nutzung der Weltmeere und die vollständige Vernetzung der seeseitigen und landseitigen Produktions- und Lieferketten erfordern, dass diese Handelsströme computer-gestützt, sicher und rund um die Uhr bewältigt werden. Die viel beschriebene „Freiheit der Meere“ ist daher ein Luxus, welchen wir uns zukünftig nur noch mit erheblichen Einschränkungen werden leisten können.

In Zukunft wird die autonome und teilautonome Navigation auch in den Handels- und Produktionsflotten einen hohen Stellenwert haben. Zunehmend werden große unbemannte Unterwasserfahrzeuge für den Transport von Gütern und Rohstoffen zwischen dem Meeresboden, den Produktionsstätten und den Häfen

eingesetzt. Diese können über Unterwassergaragen mit Strom und Missionsdaten versorgt werden. Transportwege zu Wasser werden für die Produktintegration und die Entwicklung von Teilprodukten genutzt. Die neuen schwimmenden Produktionsstätten werden über Satelliten koordiniert, um die ablaufenden Produktentwicklungsprozesse weltweit miteinander abzugleichen. Somit sind Produktion und Lieferung parallelisiert. Die Weltmeere und Seewege werden zu einem verteilten industriellen Produktionssystem.

Für die Koordination der autonomen und teilautonomen Systeme wird ein integriertes Lagesystem unter Einbeziehung von boden-, luft- und weltraumgestützten Sensoren sowie ein weltweites Informationssystem für die globale Erfassung maritimer Transportwege existieren.

Die Rolle des Menschen verschiebt sich hin zu der zentralen Steuerung und Überwachung der Prozesse – unterstützt durch geeignete digitale Assistenzsysteme.



Schiffe warten eng gedrängt vor der Küste von Singapur auf die Löschung ihrer Ladung.

Basierend auf kognitiven Agenten werden Entscheidungen vorbereitet und die Präsentation und die Auswahl der Informationen an die aktuellen Bedürfnisse, Fähigkeiten und Aufgaben des Operators angepasst. Eine solche Entwicklung ist gegenwärtig bei Automobilen zu beobachten.

Weiterhin wird die Sicherheit der Handelswege im Mittelpunkt der Bemühungen stehen. Um den Schutz und die Überwachung des Personen- und Warenverkehrs zu gewährleisten, müssen militärische und zivile Akteure eng miteinander kooperieren. Für die Vorhersage und Bewertung kritischer Situationen in Echtzeit wird ein zuverlässiger und stabiler Zugang zu einem Daten- und Informationsnetz benötigt.

In Zukunft können Fragen der technisch operativen Sicherheit (*Safety*), zu sicheren und verlässlichen Logistikprozessen (*Efficiency*) oder hinsichtlich gezielter, externer Eingriffe in diese System- und Prozessketten (*Security*) nicht mehr getrennt werden. Für den zuver-

lässigen und auch sicheren Seehandel von morgen werden daher Lösungen benötigt, die integrativ und domänenübergreifend alle Transportmodi auf der Straße, zur See und in der Luft auf einer einzigen Ebene koordinieren und zusammenführen. //



Der weltweite Seehandel ist schon heute das Rückgrat der globalen Produktions- und Lieferketten.

Tiefseebergbau – Die Ressourcen der Zukunft

Bereits in den 1970er Jahren gab es erste Überlegungen und Versuche zum Abbau von mineralischen Rohstoffen aus der Tiefsee. Wegen der sinkenden Rohstoffpreise ging das Interesse an der Entwicklung von Technologien für einen großflächigen Abbau der Tiefseeressourcen jedoch schnell verloren. Die steigende Nachfrage nach Metallen und seltenen Erden – vor allem für Hochtechnologieanwendungen und elektronische Massengeräte wie Smartphones – sowie der Anstieg der Metallpreise in den letzten Jahren haben diese Situation grundlegend verändert. Bei einem Fortschreiten dieser Entwicklung ist daher damit zu rechnen, dass der Tiefseebergbau in den kommenden Jahrzehnten einen Aufbau erfahren wird. Ein weiterer wesentlicher Treiber sind geopolitische Interessen und Erwägungen jener Staaten, die über keine nennenswerten Vorkommen an Wertmetallen und Seltenerden auf ihrem Landesgebiet verfügen.

Bei den marinen mineralischen Rohstoffvorkommen in der Tiefsee unterscheidet man insbesondere zwischen Manganknollen, kobaltreichen Eisen-Mangankrusten sowie Massivsulfiden. In internationalen Gewässern abseits der ausschließlichen Wirtschaftszonen eines Staates werden seit dem Jahr 2001 für diese Rohstofflager Lizenzgebiete durch die Internationale Meeresbodenbehörde an die Nationalstaaten und teilweise auch an Privatunternehmen vergeben. Diese Vergabe ist allerdings strikt an eine wissenschaftliche Exploration, eine permanente Umweltbeobachtung und -verträglichkeitsprüfung sowie den Nachweis der technischen Umsetzungsfähigkeit des Abbaus durch den Lizenznehmer gebunden und zunächst auf 15 Jahre befristet. Die für Deutschland geltenden Lizenzen laufen im Jahr 2021 aus – eine optionale Verlängerung um fünf Jahre ist möglich. Spätestens dann muss mit dem operativen Abbau begonnen werden.

Der Abbau von Tiefseeressourcen wird – bedingt durch die sehr unterschiedlichen Typen der Vorkommen – auf sehr verschiedene Art und Weise stattfinden. Marktreife Maschinen für die Exploration dieser Lagerstätten existieren derzeit nicht. Prototypen und Designstudien wurden zwar von einigen Ländern – auch von Deutschland – vorgestellt, jedoch sind noch eine Reihe von technischen Lösungen, Anpassungen und Verbesserungen vonnöten, um einen umweltverträglichen, wirtschaftlichen und sicheren Abbau zu garantieren. Hierzu wird eine große Anzahl von teils noch nicht entwickelten Technologien benötigt. Dies gilt für bohrende, sammelnde, schneidende oder aufbrechende Geräte, die in Tauchboote, ferngesteuerte und/oder autonome Unterwasserfahrzeuge integriert werden und höchst zuverlässig und robust unter Wasser operieren müssen.

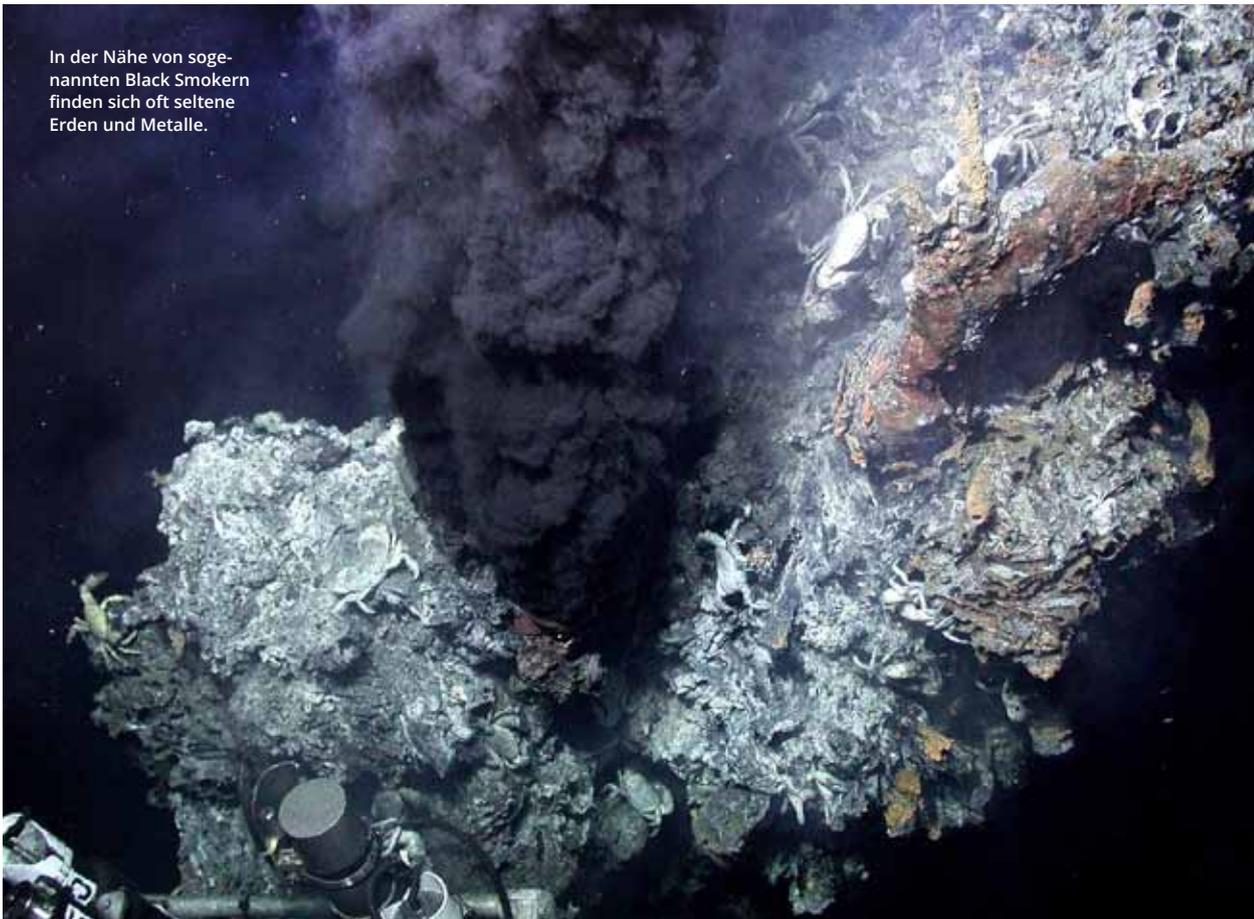
Unabhängig von der Technik stellt auch die vor Ort benötigte Infrastruktur eine große Herausforderung dar. Die Produktionsstätten müssen dauerhaft mit Energie und breitbandiger Kommunikation versorgt werden. Soll die Extraktion und die Verarbeitung des Rohstoffes vor Ort erfolgen, erfordert dies den Bau größerer Offshore-Plattformen mit den entsprechenden Produktionsanlagen. Der Transport zwischen Plattformen und Land kann durch autonome oder teilautonome Systeme durchgeführt werden.

In allen Phasen des Tiefseebergbaus – Planung, Betrieb und Rückbau – müssen zudem die höchsten Umwelt- und Sicherheitsstandards gewährleistet sein. Es gilt, irreversible Schäden in den marinen Ökosystemen zu vermeiden und nach dem Abbau muss eine Wiederbesiedlung mit Meeresorganismen möglich sein. Das kontinuierliche Monitoring und der Schutz der gesamten Infrastruktur sowie der Abbauggebiete vor unberechtigter Nutzung sind weitere große technische Herausfor-

derungen – und gleichzeitig Grundbedingungen, damit Unternehmen große Investitionen in diese Technologien tätigen.

Der Tiefseebergbau bietet nicht nur ein großes Potenzial zur Gewinnung dringend benötigter Rohstoffe für wichtige High-Tech-Entwicklungen, sondern ist auch aus Sicht der deutschen Export-Industrie ein vielversprechendes Zukunftsfeld. Gelingt es Deutschland, eine frühzeitige Technologieführerschaft bei der nachhaltigen Exploration von marinen mineralischen Rohstoffen zu erlangen, eröffnen sich große Wachs-

tums- und Gewinnchancen für die deutsche Wirtschaft. Hierfür sind jedoch noch große Anstrengungen in Forschung und Entwicklung vonnöten. Wesentliche Schritte, vor allem in Bezug auf die Entwicklung ökologisch vertretbarer und wirtschaftlich tragfähiger Abbautechnologien, müssen jetzt und in naher Zukunft unternommen werden. Darüber hinaus ist es dringend erforderlich, Lösungen für eine autonome und nachhaltige Energieversorgung sowie für den sicheren Transport zu finden. Am Ende müssen die innovativen Einzellösungen in einen systembasierten Gesamtprozess zusammengeführt werden. //



In der Nähe von sogenannten Black Smokern finden sich oft seltene Erden und Metalle.



Gelingt es Deutschland, eine frühzeitige Technologieführerschaft bei der nachhaltigen Exploration von marinen mineralischen Rohstoffen zu erlangen, eröffnen sich große Wachstums- und Gewinnchancen für die deutsche Wirtschaft.

T
E
C
H
nologien
für morgen



Die Größe und Abgeschlossenheit des maritimen Raumes sowie die weltpolitische Entwicklung erfordern den gezielten Zugriff auf umfangreiche Informationen.

Lagebilderfassung auf den Weltmeeren

Die Größe und Abgeschlossenheit des maritimen Raumes sowie die weltpolitische Entwicklung erfordern den gezielten Zugriff auf umfangreiche Informationen. Zu diesem Zweck existieren militärische und zivile Lagezentren, in denen vielfältige Informationen aus unterschiedlichen Quellen zusammenlaufen, um repräsentative Lagebilder zu erstellen. Zur Datenerfassung tragen sowohl lokal als auch global agierende Messsysteme bei. Lokale Sensorsysteme befinden sich an Küsten beziehungsweise Küstenabschnitten oder an Bord von Schiffen. Bekannteste Vertreter sind Radare, die Gegenstände ab einer bestimmten Größe auf der Meeresoberfläche detektieren können – teilweise auch in Distanzen von bis zu Hunderten von Kilometern. Hinzu kommen optische Instrumente und Wärmebildkameras, deren Sichtweite jedoch tageszeit- und atmosphärenbedingt deutlich geringer ausfällt. Auch die Aufklärung mittels Fluggeräten verwendet solche Sensoren; sie sind ebenfalls eher lokal anwendbar. Unter Wasser erfolgt die Erfassung der Lage durch passive und aktive Schallortung, das heißt Sonar; die Reichweite beträgt hier im Durchschnitt und in Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen bis zu einigen

zehn Kilometern. Global agierende Sensorsysteme sind vorwiegend satellitengestützt. Die limitierte Anzahl von Satelliten und deren physikalisch bedingte Flugbahnen erlauben weltweite Zugriffe auf bestimmte Gebiete, jedoch zeitlich gesehen nur im Raster von Stunden oder Tagen.

Für den Schiffsverkehr sind alle navigationsrelevanten Daten wie Position, Geschwindigkeit, Kurs und Lage, sogenannte PNT-Daten, sowie meteorologische Daten von besonderer Wichtigkeit. Satellitengestützte Navigationssysteme haben sich weltweit als primäres System zur Bestimmung der Position etabliert. Ergänzungssysteme sorgen zudem in Küstennähe und Häfen dafür, dass Genauigkeiten von unter einem Meter erzielt werden können. Für die zuverlässige und robuste Bestimmung von PNT-Daten sind jedoch Multisensoransätze sowie das Vorhandensein von Backup-Systemen notwendig. Meteorologische Daten werden dem Schiff zwar übermittelt, die Genauigkeit der Wettervorhersage liegt jedoch nicht auf dem Niveau, wie wir es vom Festland kennen. Für die Übermittlung der PNT-Daten an benachbarte Schiffe und Behörden an

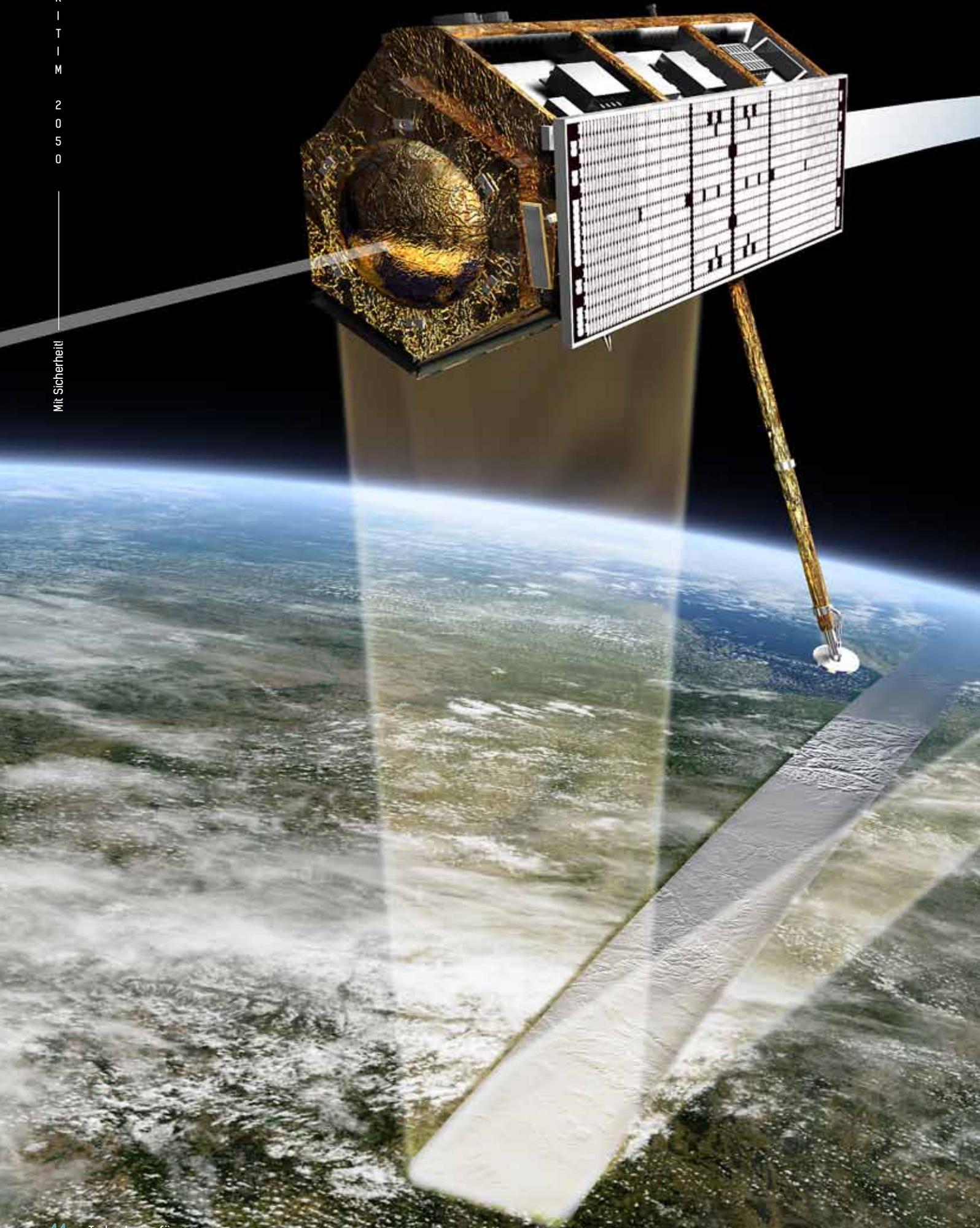


Sicherheitskräfte auf der ganzen Welt sind angewiesen auf verlässliche und umfangreiche Informationen über die maritime Lage.

Für den Schiffsverkehr sind alle navigationsrelevanten Daten von Bedeutung.



Moderne Brückensysteme auf Schiffen dienen mehr denn je als Schnittstelle zwischen Mensch und Technik.





Um möglichst große Gebiete überwachen zu können, sind luft- oder satellitengestützte Systeme den erdgebundenen Methoden oft überlegen.



der Küste ist das automatische Identifikationssystem AIS entwickelt worden. Jedoch sind die Schiffe erst ab einer bestimmten Größe zum Senden eines AIS-Signals verpflichtet, sodass damit kein vollständiges Bild des Schiffsverkehrs geliefert werden kann. Darüber hinaus kann es zum Beispiel bei Signalkollisionen, wie sie in stark befahrenen Seegebieten häufig auftreten, zu einem teilweisen oder vollständigen Informationsverlust kommen. Aufgrund der Sendetechnologie ist das lokale AIS-System durch den Horizont in der Reichweite beschränkt. Zudem kann es manipuliert oder manuell abgeschaltet werden. Ein globales Abbild der Schiffsbewegungen per AIS ist nur über Satelliten möglich; die sind jedoch wegen der Abdeckung großer Seegebiete häufig von den erwähnten Signalkollisionen betroffen.

Auch maritime Sicherheits- und Umweltbehörden benötigen neben Wetter- und Verkehrsdaten Informationen über Umweltparameter, mögliche Verschmutzungen oder Verletzungen von Schutzzonen und illegale Schiffsbewegungen. Aufgrund der Größe der Meeresgebiete sind das regelmäßige Patrouillieren und die Kontrolle der Einhaltung von Regularien zeit- und kostenintensiv und damit nicht realisierbar. Um möglichst große Gebiete überwachen zu können, sind luft- oder

satellitengestützte Systeme den erdgebundenen Methoden oft überlegen. Zukünftig können mobile und stationäre Sonarsysteme für die Beobachtung der Unterwasserlagen integriert werden.

Das langfristige Ziel (2030+) ist die Bereitstellung von Daten und Informationen für die Erstellung von maritimen Lagebildern auch im globalen Maßstab. Dies erfordert:

- eine globale Erfassung von Informationen auf See und an der Küste mit hinreichend geringem Informationsalter mittels geeigneter Sensoren;
- den Ausbau und die Verfeinerung lokaler Sensorensysteme sowie deren weltweite Vernetzung im Rahmen kooperativer Vereinbarungen;
- die Bereitstellung von schnell verlegbaren Fluggeräten oder hochfliegenden Plattformen als Sensorträger;
- die Bereitstellung von mobilen und stationären Sonarsystemen, inklusive der erforderlichen Infrastruktur;
- den missbrauchssicheren Abbau von Zugriffshürden, die durch die sicherheitsrelevante Einstufung von Informationen verursacht sind. //

Satellitenbilder bieten sowohl im Küstenbereich wie auch auf Hoher See viele Möglichkeiten zur Unterstützung bei der Erfassung der maritimen Lage.

Kommunikation im Mittelpunkt des Weltgeschehens

Kommunikation ist der Dreh- und Angelpunkt aller Anwendungen im maritimen Bereich – unabhängig davon, ob diese via Funk oder Satellit über dem Meer, innerhalb des Schiffes oder unter Wasser stattfindet. Daher spielt die technische Bereitstellung von leistungsfähigen Kommunikationssystemen eine wichtige Rolle.

Die terrestrische maritime Kommunikation basiert mehrheitlich auf alten analogen Technologien. Per Funk können auf dem Meer nur sehr geringe Datenmengen, ähnlich einer SMS, oder analoge Sprache übertragen werden. Die derzeitigen geostationären Satelliten können bis zum 75. Breitengrad alle Meeresoberflächen gut mit Datenverbindungen abdecken. Jedoch sind diese teuer und weiter nördlich gelegene Gebiete, wie beispielsweise der Arktische Ozean, werden nicht erfasst.

Die immer komplexer werdenden Kommunikationsanforderungen zwischen Hafenbetreibern, Logistikunternehmen, Reedereien, Schiffen und Personal, aber auch im aeronautischen Bereich, können mit den existierenden Funksystemen nicht mehr erfüllt werden. Neue maritime Anwendungen und zukünftige landseitige administrative Aufgaben erfordern zudem einen immer häufigeren Austausch von großen Datenmengen. Dieser Austausch findet von Schiff zu Schiff, im Küsten- beziehungsweise Hafenbereich oder auf offener See mit Schiffen, Flugzeugen oder Helikoptern

statt. Dabei handelt es sich beispielsweise um den Austausch von Lagebilddaten benachbarter Schiffe zum sicheren Navigieren in verkehrsreichen Gewässern oder von Prospektionsdaten zwischen operativen Schiffen bei der Erkundung von neuen, unbekanntem Rohstofflagerstätten. Im Luftraum über dem Meer mangelt es ebenso an der erforderlichen Infrastruktur, um eine permanente und zuverlässige Kommunikation zu gewährleisten. Tragisch wird dies immer wieder bei Abstürzen und der daraus resultierenden langwierigen Suche nach den Flugzeugen deutlich, wie beispielsweise bei EgyptAir MS804, Malaysia Airlines MH370 und Air France AF447.

Hinzu kommt, dass sicherheitsrelevante Kommunikationstechnologien, wie der analoge Sprechfunk oder auch digitale Antikollisionssysteme (AIS), keinen Sicherheitsschutz integriert haben. Alle können mithören und alle können falsche Informationen versenden – und auch empfangen.

Derzeit tauschen sich die maritimen Nutzer noch nicht detailliert über ihr aktuelles Lagebild aus, wie dies im Luftraum schon stattfindet, um einen effektiveren und effizienteren Schiffsverkehr zu ermöglichen. Das heißt, Informationen wie Routen- und Güterdetails werden nicht übermittelt. Um dem abzuhelpen, wurde die Idee entwickelt, die Information für alle innerhalb einer sogenannten *Maritime Cloud* bereitzustellen. Dafür sind



Der breitbandige Datenaustausch auf den Meeren ist eine der zukünftigen technischen Herausforderungen der Kommunikation.

jedoch standardisierte Kommunikationsmöglichkeiten auf dem Schiff und an Land zum Austausch der Daten unabdingbar.

Aufgrund der Eigenschaften des Mediums Wasser und der daraus resultierenden physikalischen Hindernisse kann unter Wasser derzeit nur auf sehr kurzen Distanzen von unter 150 Meter optisch oder über längere Distanzen per Schall – mit geringen Raten – kommuniziert werden. Gerade im Offshore-Bereich ist jedoch für die Wartung der Unterwasserinfrastrukturen und -anlagen eine zuverlässige Kommunikation zwischen Tauchern, autonomen Wartungsgeräten und Sensoren entscheidend.

Die maritime Gemeinschaft fragt in verstärktem Maße Systeme, Technologien und Standards für eine sichere Kommunikation nach, einschließlich der bedarfsgerechten Bereitstellung von Datentransportnetzen. Hier liegt ein großes wirtschaftliches Potential. Vom Datenaustausch abhängige Dienste wie, Fern-Wartungen, Wettervorhersagen zur Reduzierung von Sturmschäden und -risiken oder die Routenplanung von Land, können Kosten einsparen und Logistikketten effizienter und verlässlicher machen.

Mit der zunehmenden Vernetzung und dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien rückt aber auch die steigende Gefahr des Missbrauchs sowie der bewussten Störung maritimer Kommunikations- und Navigationssysteme immer stärker in das Bewusstsein der maritimen Akteure. Die Entwicklung und Erprobung robuster und widerstandsfähiger Kommunikationstechnologien, einschließlich der Lösungen zum Schutz dieser Systeme und der Navigation, soll dem in Zukunft entgegenwirken.

Das langfristige Ziel (2030+) ist die Bereitstellung von sicherer und verfügbarer Kommunikation in allen maritimen Bereichen. Dies erfordert:

- ein globales maritimes Informationsmanagementsystem;
- eine globale Abdeckung mit hochratigen, sicheren und zuverlässigen Datenlinks durch neue terrestrische Infrastrukturen entlang der Küsten, durch neue Satelliten-Systeme in geostationären und erdnahen Umlaufbahnen und durch Höhenplattformen, das heißt quasi-stationäre, unbemannte Flugobjekte in großer Höhe;
- lokale Netze für hochratige Unterwasserkommunikation im Bereich Offshore- und Tiefseewirtschaft. //

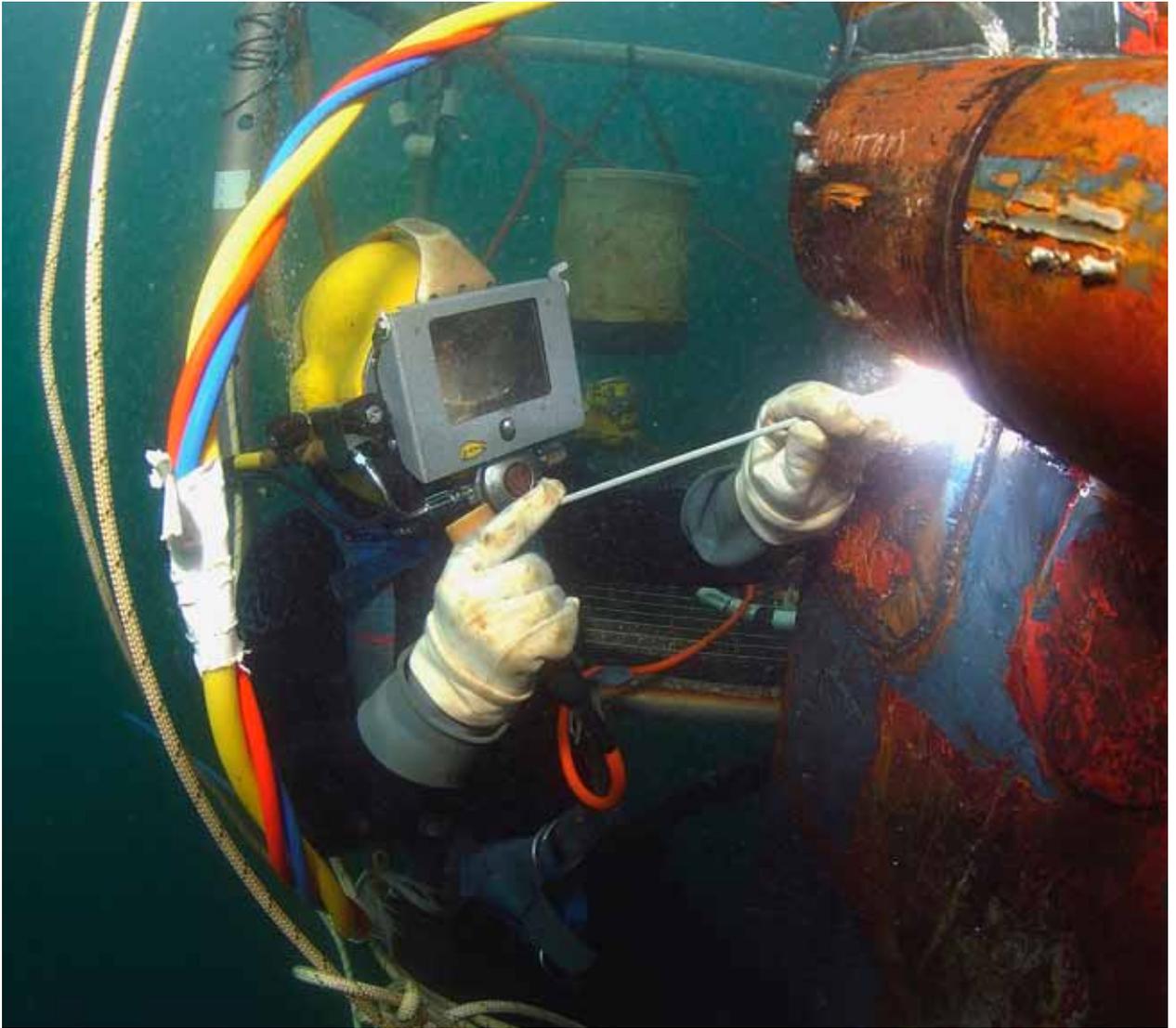


In Küstennähe müssen zusätzliche Kommunikationsmöglichkeiten geschaffen werden.

Ein Netz von Breitbandantennen ist wichtig für diese küstennahe Kommunikation.



Kommunikation ist der Dreh- und Angelpunkt aller Anwendungen im maritimen Bereich.



Noch arbeitet der Mensch unter Wasser – bald wird Technik die gefährlichen Aufgaben übernehmen können.

Intelligente Systeme über und unter Wasser

Intelligente autonome Systeme werden in Zukunft unter Wasser, auf dem Wasser und in der Luft operieren und komplexe Aufgaben der Konstruktion, Inspektion, Wartung und Überwachung eigenständig durchführen. Die jeweiligen Missionen werden durch die autonom oder teilautonom agierenden Systeme effektiver und effizienter, Zeit und Kosten werden eingespart. Eingesetzt werden diese intelligenten Systeme insbesondere in menschenfeindlichen Umgebungen, beispielsweise in gefährlichen Situationen, in kontaminierten oder für Menschen nicht zugänglichen Gebieten.

Das Ziel liegt in einer vollständigen Autonomie intelligenter Systeme. Um Situationen eigenständig zu steuern und zu konfigurieren, müssen sie auf wissensbasierte Strukturen zugreifen können. Für die kontinuierliche Adaption an neue und unbekannte Situationen müssen sie lernfähig sein und sich an externe Gegebenheiten anpassen. Das heißt, diese Systeme müssen ihre Struktur und ihre Fertigkeiten in Echtzeit und in Abhängigkeit von der aktuellen Aufgabe optimieren. Für einzelne hochkomplexe Operationen bedarf es spezialisierter intelligenter Systeme.



Um die Zusammenarbeit von Menschen und intelligenten technischen Systemen in gemischten Teams zu verbessern, müssen neuartige Methoden für die Mensch-Maschine-Interaktion entwickelt werden.

Um die Zusammenarbeit von Menschen und intelligenten technischen Systemen in gemischten Teams zu verbessern, müssen neuartige Methoden für die Mensch-Maschine-Interaktion entwickelt werden. Diese umfassen die Kommunikation mit dem Ziel der Aufgaben- und Ergebnisübermittlung und die Unterstützung der vertrauensvollen Zusammenarbeit zur Lösung gemeinsamer Aufgaben. Für die Kooperation und Kommunikation von mehreren intelligenten Systemen im Wasser, auf dem Wasser und in der Luft ist daher eine durchgängige Vernetzung unabdingbar – sowohl im Verbund von autonomen und teilautonomen Systemen als auch unabhängig vom Einsatzgebiet über Echtzeit-Datendienste.

Dabei spielen Fragen der Datensicherheit eine wichtige Rolle, sowohl im Hinblick auf den Austausch als auch auf die zentrale Speicherung von Daten. Außerdem gewinnt die Integrität und Authentizität der Daten an Bedeutung. Dies beinhaltet die Detektion und die Korrektur von systematischen Sensorfehlern sowie das Aufdecken von bewussten Störungen der Daten im Sinne der *Cyber Security*.

Darüber hinaus bedarf es einheitlicher Kommunikationsstandards, um die Kompatibilität zwischen herstellereigenen intelligenten Systemen zu gewährleisten. Dies ist die Voraussetzung, um sie weltweit flexibel und einfach einsetzen zu können.

Es ist davon auszugehen, dass in naher Zukunft neue Technologien und Materialien existieren, die die Herstellungskosten der Systeme reduzieren und deren Eigenschaften – wie Belastbarkeit, Festigkeit und Formoptimierung – erheblich verbessern. Neue Rechen-

prozessoren beschleunigen die Datenverarbeitung und neuartige Methoden der künstlichen Intelligenz ermöglichen, dass intelligente Systeme nicht nur in kontrollierten Umgebungen, sondern auch in unvorhergesehenen Situationen zuverlässig arbeiten.

Große technische Herausforderungen liegen insbesondere in der Wartung von intelligenten und autonomen Systemen. Bislang ist dafür spezialisiertes Personal erforderlich. Zukünftig werden die Systeme in der Lage sein, nicht nur frühzeitig Fehler zu detektieren und zu diagnostizieren, sondern diese auch während einer Mission eigenständig zu beheben. Bedingung sind automatische Prüfungen vor und permanente Verhaltensanalysen während der Operation.

Das langfristige Ziel (2030+) der technologischen Entwicklung im maritimen Bereich ist die Bereitstellung von autonomen intelligenten Systemen, die sich durch folgende Eigenschaften auszeichnen:

- Intelligenz: selbstständige Datenverarbeitung und Datenbewertung, autonome Entscheidungsfindung beziehungsweise Reaktion auf unvorhersehbare Ereignisse.
- Spezialisierung: Nur spezialisierte intelligente Systeme sind in der Lage, komplexe Aufgaben optimal zu lösen.
- Vernetzung: Bearbeitung von hochkomplexen Aufgaben im Verbund.
- Agilität: Die Systeme müssen kleiner, leichter, kompakter, energieeffizienter und ausdauernder sein als die bisher verfügbaren Produkte.
- Resilienz: Robustheit gegen interne oder äußere Störungen. //

Virtuelle Kollegen für die Mensch-Maschine- Interaktion zur See

Für die maritime Sicherheit sind die Beobachtung der Seegebiete und die Einleitung geeigneter Maßnahmen in einem drohenden oder eingetretenen Schadensfall von zentraler Bedeutung. Je nach Kontext müssen unterschiedliche Bereiche für die Operationsführung berücksichtigt werden: der Nahbereich im direkten Umfeld, der optisch erfassbare Fernbereich und weit entfernte Seegebiete. Aufgrund der asymmetrischen Sicherheitslage müssen sowohl Über- als auch Unterwasserräume berücksichtigt werden. Damit die Entscheidungsträger effiziente und effektive Maßnahmen ergreifen können, benötigen sie umfassende Informationen. Daher steht in heutigen Systemen für die Operationsführung die nahtlose Integration von Daten- und Informationsquellen im Mittelpunkt. Zur Unterstützung des Operateurs existieren außerdem Anleitungen, geführte Benutzerinteraktionen und standardisierte Handlungsvorschläge. Diese Unterstützungssysteme beruhen auf umfassenden Regelsystemen und Heuristiken. Die Einsatzszenarien werden jedoch immer komplexer und stellen neue Herausforderungen an die Anwender.

Die Aufgaben von maritimen Operationssystemen verändern sich und damit auch die Anforderungen an die Akteure auf dem Land, auf dem Wasser und in der Luft. Die operativen Verbände werden größer, die Besatzungen kleiner. Außerdem vermischen sich die Aufgaben von zivilen und militärischen Einheiten; ein Beispiel ist der Einsatz militärischer Einheiten auf zivilen Schiffen. Die Kooperation der Akteure und die Auseinandersetzung mit der Umwelt erfordern eine umfassende Unterstützung des Menschen bei der Operationsführung. Die zunehmende Automatisierung der technischen Systeme, die wachsende Daten- und Informationsdichte und die komplexe maritime Lage machen eine neuartige Mensch-Maschine-Interaktion unerlässlich.

Um dieser Problematik zu begegnen, werden zukünftige Systeme um kognitive Agenten ergänzt, die den menschlichen Anwender als virtuelle Kollegen unterstützen. Dank einer solchen assistierten Operationsführung können Bedrohungen und Schadenslagen interpretiert, Operationszentralen instruiert und Entscheidungsvorlagen erstellt werden. Dabei passen sich die virtuellen Kollegen an die Erwartungen und Bedürfnisse der Operateure an und können proaktiv eingreifen. Beispielsweise kann der virtuelle Kollege die Situation interpretieren und das technische System je nach Verfügbarkeit und Wissensstand des Operateurs vorbereiten. Die letztendliche Entscheidung, welche Maßnahmen umgesetzt werden, trifft der Mensch selbst oder er überträgt diese aktiv an den virtuellen Kollegen. Der Mensch übernimmt somit die Rolle des Supervisors. Zu diesem Zweck werden neuartige Interaktionssysteme eingeführt, die der einfachen und intuitiven Mensch-Maschine-Interaktion dienen, wie beispielsweise *Natural User Interfaces*, 3D-Darstellung und *Augmented Reality*. Auf diese Weise können die Anwender befähigt werden, schnellere, effizientere und qualitativ bessere Entscheidungen zu treffen, Gefährdungen früher zu erkennen und objektiver zu bewerten, um in letzter Konsequenz Schaden an Mensch, Umwelt und Material abzuwenden.

Das langfristige Ziel (2030+) ist die Bereitstellung von virtuellen Kollegen für die assistierte Operationsführung in maritimen Sicherheitssystemen. Dies erfordert:

- virtuelle Agenten für die Informationsverarbeitung und Interaktionsvorbereitung;
- ein globales Lagebild für die Bereitstellung maritimer Informationen;
- lokale und globale Netze für den kontinuierlichen Wissensaustausch zwischen den lokalen virtuellen Agenten;
- neuartige Interaktionssysteme für die menschzentrierte Mensch-Maschine-Interaktion. //



Die zunehmende Automatisierung der technischen Systeme, die wachsende Daten- und Informationsdichte und die komplexe maritime Lage machen eine neuartige Mensch-Maschine-Interaktion unerlässlich.



Empfehlungen für die Politik

Die vorliegende Zukunftssicht Maritim 2050 zeigt, dass der maritime Raum an Bedeutung gewinnen wird. Um diesen Raum auch in Zukunft unbeschadet nutzen zu können, ist es dringend erforderlich, für seine großflächige Aufklärung zu sorgen und Ordnung und Sicherheit zu gewährleisten.

Eine stetig wachsende Weltbevölkerung wird neben diversen Migrationsbewegungen zu einer verstärkten Nutzung der Küstengebiete und des Meeres führen. Diese ausgeprägte Nutzung der maritimen Räume, die moderaten klimatischen Veränderungen und die zunehmende Verschmutzung werden den Schutz der marinen Umwelt zukünftig erschweren. Darüber hinaus dient der maritime Raum zunehmend der Gewinnung von Energie und Rohstoffen aus der Tiefsee. Dies wird eine Zunahme der Konflikte um Ressourcen, Handelswege und Einflussgebiete zur Folge haben. Es besteht die Gefahr, dass internationale Rechtsregime unter Abwesenheit global dominierender Weltmächte durch das Recht des Stärkeren von lokalen Mächten ersetzt werden. Für diesen maritimen Raum der Zukunft werden neue Strategien, Technologien und Rahmenbedingungen notwendig.

Das Meer als Infrastruktur wird vor allem als Transport- und Verkehrsraum, Lebensraum und Produktionsstätte an Bedeutung gewinnen. Insbesondere die Beanspruchung der maritimen Verkehrswege infolge

der wachsenden Warenströme steigt unaufhörlich. Auch in seiner Funktion als Ressource zur Gewinnung von Nahrung, Trinkwasser, Energie sowie von fossilen und mineralischen Rohstoffen wird das Meer eine wesentliche Rolle spielen.

Für den Tiefseebergbau müssen technologische Hürden überwunden und neue Technologien entwickelt werden. Dabei drängt die Zeit, denn die von Deutschland erworbenen Lizenzen für Abbaugelände auf dem Meeresboden laufen im Jahr 2021 aus – mit einer optionalen Verlängerung um fünf Jahre. Dann muss mit dem operationellen Abbau begonnen werden. Gelingt es Deutschland jetzt durch die Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen, eine frühzeitige Technologieführerschaft bei der nachhaltigen Exploration von marinen mineralischen Rohstoffen zu erlangen, eröffnen sich große Wachstums- und Gewinnchancen für die deutsche Wirtschaft.

Auf See muss der Staat den Schutz kritischer maritimer Infrastrukturen, seiner nationalen seewärtigen Grenzen und der internationalen Handelsrouten gewährleisten können. Hierbei spielen satellitengestützte maritime Echtzeitdienste eine wesentliche Rolle. In dem Maße, in dem die Bedeutung des maritimen Raumes zunimmt, wird auch die Wahrung der maritimen Interessen von Einzelstaaten und Staatengemeinschaften an Bedeutung gewinnen.



Um für diese Herausforderungen gewappnet zu sein und die Entwicklung aktiv mitgestalten zu können, sind gemeinsame Anstrengungen von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft erforderlich.

Um für diese Herausforderungen gewappnet zu sein und die Entwicklung aktiv mitgestalten zu können, sind gemeinsame Anstrengungen von Politik, Wirtschaft und Wissenschaft erforderlich. Es bedarf einer gezielten Forschungs- und Entwicklungsarbeit bei den im Folgenden genannten Leitthemen. Es werden neue Technologien zur Bereitstellung einer weitreichenden, sicheren und weltweit verfügbaren Kommunikation benötigt, die den Austausch von großen Datenmengen über und unter dem Wasser sichern. Denn Kommunikation ist der Dreh- und Angelpunkt aller Anwendungen im maritimen Bereich. Der aktuelle Trend zu autonomen Fahrzeugen auf der Straße wird sich auf den maritimen Bereich ausweiten. Es müssen intelligente autonome Systeme entwickelt werden, die auf oder unter dem Wasser komplexe Aufgaben übernehmen. Daneben müssen die großflächige Erfassung von Informationen auf See, unter Wasser und an der Küste und darauf basierend die Erstellung maritimer Lagebilder in Echtzeit technologisch ermöglicht werden. Denn die Größe und Abgeschiedenheit des maritimen Raumes sowie die weltpolitische Entwicklung erfordern den gezielten Zugriff auf umfangreiche Informationen. Die zunehmende Automatisierung, die wachsende Daten- und Informationsdichte und die komplexe maritime Lage machen die Bereitstellung von virtuellen Kollegen, die dem Menschen bei der Operationsführung assistieren, unerlässlich. //

In Anbetracht der aufgezeigten Herausforderungen richten wir folgende Handlungsempfehlungen an die Politik:

- Die Bundesregierung muss ihr Augenmerk stärker auf den maritimen Raum richten und seine zunehmende Bedeutung für die Wirtschaft und die Politik erkennen.
- Die Industrie braucht die Forschung und Entwicklung an Forschungseinrichtungen, um die dargestellten großen technologischen Herausforderungen bewältigen und die Technologieführerschaft der deutschen maritimen Wirtschaft sichern zu können. Deshalb muss die Kooperation von Forschungseinrichtungen und Unternehmen durch eine gezielte Förderung intensiviert werden.
- Innovationen aus der Forschung müssen schneller zur Marktreife gelangen, um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen maritimen Wirtschaft zu stärken. Hierzu sind geeignete Programme notwendig, die auf die Überwindung dieser Lücke zielen.
- Es müssen strategische und organisatorische Rahmenbedingungen geschaffen werden, die den Erhalt der Systemfähigkeit und der Systemführerschaft der deutschen maritimen Industrie sicherstellen.
- Synergien zwischen Meerestechnik und Luft- und Raumfahrtforschung sollten ausgebaut werden.



Das DLR im Überblick

Das DLR ist das nationale Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrt-Agentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 16 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Göttingen, Hamburg, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

Die Mission des DLR umfasst die Erforschung von Erde und Sonnensystem und die Forschung für den Erhalt der Umwelt. Dazu zählt die Entwicklung umweltverträglicher Technologien für die Energieversorgung und die Mobilität von morgen sowie für Kommunikation und Sicherheit. Das Forschungsportfolio des DLR reicht von der Grundlagenforschung bis zur Entwicklung von Produkten für morgen. So trägt das im DLR gewonnene wissenschaftliche und technische Know-how zur Stärkung des Industrie- und Technologiestandorts Deutschland bei. Das DLR betreibt Großforschungsanlagen für eigene Projekte sowie als Dienstleistung für Kunden und Partner. Darüber hinaus fördert das DLR den wissenschaftlichen Nachwuchs, betreibt kompetente Politikberatung und ist eine treibende Kraft in den Regionen seiner Standorte.



Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

ATLAS ELEKTRONIK – a sound decision

ATLAS ELEKTRONIK steht für maritime Sicherheit. Als das Systemhaus für Marineelektronik unterstützt ATLAS seit Jahrzehnten Marinen auf der ganzen Welt dabei, ihre Aufträge bestmöglich zu erfüllen.

ATLAS hat ein breites Angebot an Sonaren und Sensoren, Führungssystemen für U-Boote und Überwasserschiffe, Minenabwehrsystemen, unbemannten Unterwasserfahrzeugen, Funk- und Kommunikationsanlagen, Marinewaffen sowie Küstenschutz- und Verkehrsleitsystemen. Außerdem bietet ATLAS umfassende Serviceleistungen auch nach Auslieferungen ihrer Produkte.

ATLAS verfügt über die Fähigkeit, U-Boote, Schiffe und Systeme mit eigenen und auch fremden Sensoren, Effektoren und Subsystemen auszurüsten und zu vernetzten Gesamt-Systemen zu integrieren.

Die ATLAS-Gruppe umfasst die Hagenuk Marinekommunikation (Deutschland), die ATLAS ELEKTRONIK UK (Großbritannien), die SONARTECH ATLAS (Australien), die ATLAS Naval Engineering Company (Korea), die ATLAS ELEKTRONIK Finland Oy (Finnland), ATLAS MARIDAN (Dänemark), ATLAS NORTH AMERICA (USA), die ATLAS ELEKTRONIK CANADA (Kanada), die ATLAS ELEKTRONIK India (Indien) und die ATLAS ELEKTRONIK UAE (Vereinigte Arabische Emirate).

ATLAS ELEKTRONIK ist eine gemeinsame Tochtergesellschaft von ThyssenKrupp und Airbus Defence & Space.



ATLAS ELEKTRONIK

A joint company of ThyssenKrupp and Airbus DS



Impressum

Herausgeber

ATLAS ELEKTRONIK GmbH
Sebaldsbrücker Heerstraße 235
28309 Bremen
Tel.: 0421 457 02
www.atlas-elektronik.com

Für den Herausgeber

Steffen Leuthold (V.i.S.d.P.)
Leiter Politische Beziehungen
und Kommunikation
Tel.: 0421 457 3932
steffen.leuthold@atlas-elektronik.com

Redaktion

Dr. Jeronimo Dzaack,
Peter Poete,
Daniel Strijbos,
Birgit Trogisch

Autoren

Dr. Panagiota Anastasopoulou,
Harald Anglberger,
Dr. Jeronimo Dzaack,
Dr. Joachim Götz,
Dr. Sven Jacobsen,
Holger Klindt,
Dr. Markus Peichl,
Dr. Simon Plass,
Sebastian Pless,
Peter Poete,
Egbert Schwarz,
Daniel Strijbos

Gastautor

Dr. Heiko Borchert
Owner and Managing Director
Borchert Consulting & Research AG
www.borchert.ch

Konzept & Design

hartgekocht | Designstudio
Kathrin Rolfen
www.hartgekocht.net

Druck

Bösmann Medien und Druck
GmbH & Co. KG
www.boesmann.de

Redaktionsschluss

Oktober 2016

Copyright

© ATLAS ELEKTRONIK

Bildnachweise

Fotolia:

© Dudarev Mikhail (Umschlag,
S. 2, 14, 57)
© marchello74 (S. 13 oben)
© M. Johannsen (S. 13 Mitte)
© mahey (Seite 15)
© Incredible Arctic (S. 16/17)
© worldwide_stock (S. 18/19)
© Angelika Bentin (S. 20 oben)
© Richard Carey (S. 20 unten)
© Andrey Armyagov (S. 25 oben)
© think4photop (S. 25 Mitte)
© benoitgrasser (S. 25 unten)
© thomathzac23 (S. 28)
© Janni (S. 29)
© sdecoret (S. 53)

Getty Images:

© by wildestanimal (S. 26/27)
© Stocktrek Images (S. 50)

picture alliance / ASSOCIATED PRESS

© Farah Abdi Warsameh (S. 13 unten)
© Carlos Dias / Nato / Handout (S. 34)

Weitere:

© Bundesregierung/Bergmann (S. 7)
© DLR (S. 8, 10/11, 40/41, 44/45, 46)
© ATLAS ELEKTRONIK GmbH (S. 9)
© DLR/Peter Poete (S. 22/23, 30/31,
32/33, 35, 36/37, 43, 48, 49)
© DLR/Kristina Beblo-Vranesevic (S. 39)

Der Text „Die maritime Abhängigkeit“
basiert auf dem Aufsatz „Stürmische
See voraus – Maritime Trendent-
wicklungen im Spannungsfeld von
Kooperation und Konfrontation“
von Dr. Heiko Borchert

Danksagung

Wir danken den Kollegen von BMVg,
Bundespolizei See, E.R. Schifffahrt,
Frontex, GMT, Marinekommando
und Rickmers Shipmanagement
für ihre freundliche Unterstützung
sowie die Beteiligung am Workshop
„Maritim 2050 – Mit Sicherheit!“





Schauen wir auf und in das Meer der Zukunft, entdecken wir viele Herausforderungen, aber auch Chancen zum Schutz der Ozeane und zur Wahrung der Sicherheit. Nutzen wir diese!