

HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

Journal of Applied Hydrography

06/2024

HN 128

Munition im Meer



Industrielle Räumung verklappter Munition – eine Generationenaufgabe

Ein Beitrag von JULIEN HANSEN, MARTIN RÜTTEN und STEFAN WENAU

In Verklappungsgebieten liegt Munition in großen Mengen auf verhältnismäßig kleinem Raum auf dem Meeresboden. Nun werden Möglichkeiten erprobt, diese Munition systematisch zu bergen und sicher zu entsorgen. Gesucht ist eine Prozesskette für die wirksame und wirtschaftliche Räumung mit einem hohen Automationsgrad – am besten direkt auf See von einer schwimmenden Entsorgungsplattform aus. Das Konzept für eine solche Entsorgungsplattform wird von der thyssenkrupp Marine Systems GmbH entwickelt.

Blindgänger | SeaCat | Baugrunderkundung | Entsorgungsplattform | Hebetool | Sofortprogramm UXO | SeaCat | ground investigation | disposal platform | lifting tool | immediate action programme

In dumping areas, large quantities of munitions lie on the seabed in a relatively small area. Ways of systematically recovering and safely disposing of these munitions are now being trialled. A process chain for effective and economical clearance with a high degree of automation is being sought - preferably directly at sea from a floating disposal platform. The concept for such a disposal platform is being developed by thyssenkrupp Marine Systems GmbH.

Aus den Augen, aus dem Sinn?

Kriege und Konflikte haben ihre Spuren auf dem Grund der Meere hinterlassen. Wo versenkte Schiffe aus Antike, Mittelalter und Früher Neuzeit ihren wissenschaftlichen Findern eher Freude bereiten, bieten die Hinterlassenschaften aus dem 20. Jahrhundert Anlass zur Sorge: Viele Schiffe wurden nicht nur mit Mann und Maus, sondern auch mit gefüllten Munitionskammern und Treibstoffbunkern versenkt. An Engstellen, Kampfschauplätzen und in Einflugschneisen finden sich bis heute Blindgänger, Überreste von Minenfeldern und notabgeworfene Munition wie Fliegerbomben und Minen – häufig noch mit scharfen Zündern. Selbst nach Einstellung der Kampfhandlungen war es nicht vorbei mit dem Eintrag von Kampfmitteln ins Meer. Ganz im Gegenteil: Konfrontiert mit den immensen Mengen an unverbrauchter Munition und der Gefahr, dass diese in falsche Hände geraten könnte, entschieden die alliierten Behörden in Deutschland, diese Munition unschädlich zu machen. Das betraf vor allem Munition aus Wehrmachtsbeständen. Da eine Verwertung ebenso ausschied wie die Vernichtung durch kontrollierte Sprengung, entschied man, diese Munition im Meer zu versenken. Dafür wurden Verklappungsgebiete vor der Küste ausgewiesen. Dort wurde in der unmittelbaren Nachkriegszeit Munition – wie Torpedoköpfe, Minen, Artilleriegranaten und Handwaffenmunition – versenkt und manches davon bereits auf dem Weg dorthin.

Allein in den deutschen Hoheitsgewässern in Nord- und Ostsee lagern geschätzt 1,6 Millionen Tonnen konventioneller Munition. Fast 80 Jahre später hat sich in der öffentlichen Wahrnehmung ein Bewusstsein formiert, dass hier eine Zeitbombe unmittelbar vor der Haustür tickt. Nicht nur sind Sprengstoffe auch nach knapp 80 Jahren submariner Lagerung noch reaktiv oder möglicherweise noch empfindlicher geworden, sie sind darüber hinaus hochgradig toxisch und krebserregend. Untersuchungen aus den vergangenen Jahren haben ergeben, dass die Hüllen der Munition sich durch Korrosion zunehmend auflösen, sodass Sprengstoffe inzwischen freiliegen und zum Teil auf dem Meeresgrund verteilt sind. Im Nahbereich um die verklappte Munition wird eine zunehmende Belastung mit giftigen Substanzen gemessen. Für die Ostsee ist dieses Problem aufgrund ihrer geringeren Durchmischung noch schwerwiegender als für die Nordsee.

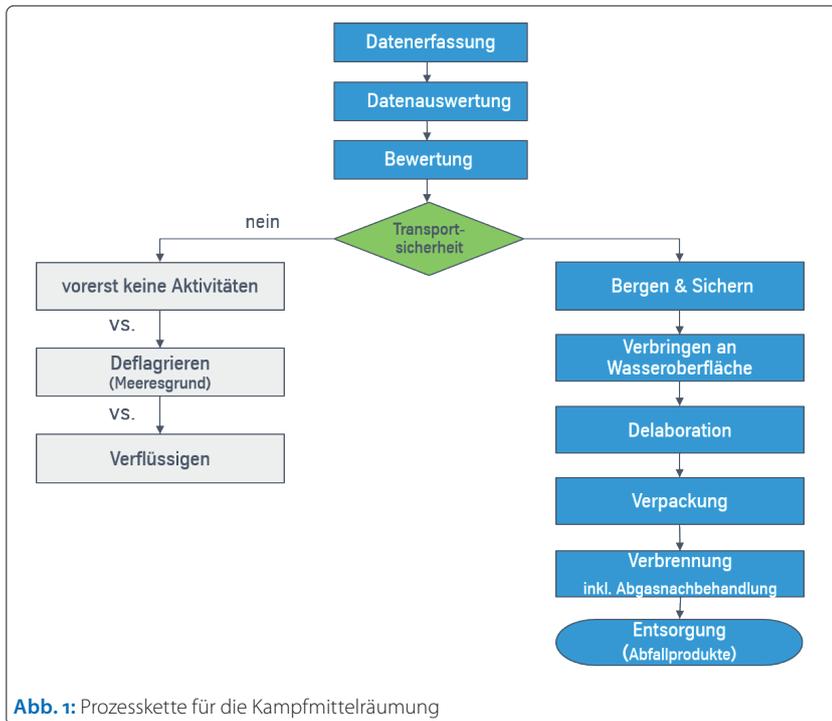
Insgesamt resultieren aus den vorhandenen Blindgängern (Unexploded Ordnance, UXO) und verklappter Munition (Discarded Maritime Munitions, DMM) eine Vielzahl von Beeinträchtigungen für Umwelt, Infrastruktur und Wirtschaft auf See sowie für Tourismus und Anwohner.

Detektion und Beseitigung von Blindgängern anlässlich maritimer Infrastrukturvorhaben, wie z. B. Offshore-Windparks, nehmen heute kleine und mittlere Unternehmen vor, die gezielt die zur Bebauung vorgesehenen Seegebiete vermessen, detektierte Objekte identifizieren und diese bei

Autoren

Dr. Julien Hansen arbeitet bei der Atlas Elektronik GmbH in Bremen. Dr. Martin Rütten arbeitet bei der thyssenkrupp Marine Systems GmbH in Hamburg. Stefan Wenau arbeitet bei der Atlas Maridan ApS in Dänemark.

martin.ruetten@thyssenkrupp.com



Bedarf entschärfen, bergen oder vernichten. Bei diesen Blindgängern handelt es sich in der Regel um Einzelfunde, deren Anwesenheit und Position erst ermittelt werden muss.

Im Gegensatz dazu sind die Verklappungsgebiete für konventionelle Munition weitestgehend bekannt und die Munition liegt dort in großen Mengen auf verhältnismäßig kleinem Raum vor. Der Hauptgrund dafür, dass diese Munition bis heute nicht beseitigt ist, ist das Fehlen von Entsorgungskapazitäten, die der schiereren Menge an verklappter Munition auch nur annähernd gewachsen wären. Der Umstand, dass die hier vorliegende Munition in der Regel ohne Zünder verklappt wurde, hat dazu geführt, dass sie in der Vergangenheit als wenig kritisch betrachtet worden ist. Dieses Bewusstsein hat sich aufgrund des Zustandes der Munition nun verändert.

Allerdings existieren bis heute weder Strukturen noch technische Mittel, um die erheblichen Mengen an Munition in einem überschaubaren Zeitrahmen zu bergen und sicher zu entsorgen. Für eine wirksame und wirtschaftliche Räumung müssen die derzeit verfügbaren Verfahren in puncto Sicherheit und Automationsgrad verbessert, einfacher gestaltet und skaliert werden. Darüber hinaus ist es erforderlich, die bisher entwickelten Einzelverfahren und Arbeitsschritte zu einer durchgängigen Prozesskette zu verbinden.

Im Hinblick auf verklappte Munition wurde eine grundsätzliche Prozesskette entwickelt, nach der ein Großteil davon unschädlich gemacht werden kann (Abb. 1).

Nach jetziger Bewertung sind Anlandung, Transport und Entsorgung an Land mit Risiken für

Mensch, Infrastruktur und Umwelt und daraus resultierend mit erheblichem Aufwand verbunden.

Die Munition direkt am Fundort auf See unschädlich zu machen, würde den logistischen Aufwand und die erforderlichen Mittel deutlich vermindern und die Räumung beschleunigen. Allerdings existiert heute keine schwimmende Plattform, die für die großflächige, industrielle und weitgehend automatisierte Bergung und Vernichtung von Munition auf See geeignet wäre.

Aufgaben für zukünftige Generationen

Um zur Lösung dieser Generationenaufgabe beitragen zu können, hat thyssenkrupp Marine Systems sein ziviles maritimes Engagement zum Jahresbeginn in zwei Bereichen intensiviert:

Zunächst wurde die bereits seit 2004 zur Atlas Elektronik zugehörige Atlas Maridan erheblich verstärkt. Atlas Maridan beschäftigt sich seit über 20 Jahren mit der Entwicklung und Anwendung von autonomen Unterwasserfahrzeugen (Autonomous Underwater Vehicles, AUV). Seit 2018 steht das Unternehmen mit seinen SeaCat-Systemen der Offshore-Industrie und bekannten Vermessungsfirmen bei globalen Einsätzen zur Seite. Zum Jahreswechsel hat Atlas Maridan nun die Offshore-Vermessungsabteilung der Patzold Köbke Engineers GmbH & Co. KG (PKE) übernommen. PKE gilt als eine der renommiertesten Firmen in Deutschland, wenn es um die Detektion von historischen Kampfmitteln in der Offshore-Baugrunderkundung geht.

Darüber hinaus hat Atlas Maridan einen eigenen Bereich der ultra-hochauflösenden Mehrkanal-Seismik für den zivilen Markt erschlossen. Mit Hilfe neuer Mitarbeitender, die zuvor am Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme (IWES) geforscht haben, hat Atlas Maridan sich in die Lage versetzt, als Dienstleister moderne akustische Technologie für die komplexe Offshore-Baugrunderkundung zur Verfügung zu stellen.

Mit mehr als 40 Spezialistinnen und Spezialisten verschiedenster Fachbereiche und Nationalitäten verfügt Atlas Maridan nun über ein umfangreiches technisches Know-how im gesamten Bereich der Unterwasservermessung mit Hilfe autonomer Unterwasserfahrzeuge sowie von Sonar- und Positionierungssystemen.

Zusätzlich hat thyssenkrupp Marine Systems mit der NXTGEN Engineering eine eigene Geschäftseinheit gegründet, die die Fähigkeiten und Erfahrung aus dem Marine- und Spezialschiffbau in zivile Produkte und Dienstleistungen überführt. Neben Aktivitäten zur Energiegewinnung auf See, wie dem Bau von Konverterplattformen am tkMS-Werftstandort Wismar, und zur Verbesserung des Schutzes maritimer kritischer Infrastrukturen liegt ein weiterer Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten bei der Bergung von Munitionsaltlasten aus dem Meer

sowie deren Entsorgung. Hier führt thyssenkrupp Marine Systems seit über fünf Jahren konkrete Entwicklungsarbeiten durch und hat unter anderem gemeinsam mit Atlas Maridan ein Hebetooll für verklappte Munition entwickelt. Mit diesem Hebetooll kann die Munition sicher vom Meeresgrund gehoben, auf eine Entsorgungsplattform verbracht und dort ohne Umlagerung in den Entsorgungsprozess eingesteuert werden. Darüber hinaus hat thyssenkrupp Marine Systems bereits ein Konzeptdesign für eine schwimmende Entsorgungsplattform entworfen (Abb. 2). Dieses ist inzwischen weitgehend fertiggestellt. Über die schiffbaulichen Tätigkeiten hinaus wurden in diesem Rahmen auch Teilsysteme für das System zur Delaboration und Entsorgung der Munition neu entwickelt. Um diesen Entwurf in eine Detailkonstruktion zu überführen, bedarf es nun noch der konkreten Anforderungen eines Auftraggebers.

Forschungsprojekt Industrielle Räumung von Altlasten in Verklappungsgebieten

Elemente der Prozesskette werden aktuell im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Verbundvorhabens *Industrielle Räumung von Altlasten in Verklappungsgebieten* (IRAV) untersucht und weiterentwickelt. In diesem Projekt werden einzelne Ansätze erprobt und die gesamte Prozesskette konkretisiert.

An diesem Projekt beteiligen sich mit Atlas Elektronik, dem Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme (IWES), Stascheit Kampfmittelräumung und thyssenkrupp Marine Systems insgesamt vier Partner aus Industrie und Wissenschaft.

Atlas Elektronik, Fraunhofer IWES und Stascheit Kampfmittelräumung führen zwei Messausfahrten durch. Im Rahmen dieser Messausfahrten werden zunächst industriell bereits genutzte Sensoren für die Detektion und Klassifizierung der Altlasten getestet. Darüber hinaus implementieren und erproben die beteiligten Unternehmen gemeinsam neue, speziell für den Anwendungsfall Munition im Meer entwickelte Sensoren. Die erfassten Daten werden ausgewertet und erfasste Objekte klassifiziert – auch mittels künstlicher Intelligenz.

Erste Messkampagne abgeschlossen

Im April dieses Jahres wurde die erste dieser beiden Ausfahrten durchgeführt. Diese erste Vermessungskampagne im IRAV-Projekt diente der Erfassung von großflächigen und punktuellen geophysikalischen Messdaten in einem bekannten Verklappungsgebiet. Die Messungen sollen als Grundlage für weiterführende Arbeiten im Projekt sowie als Referenzdaten für die zweite Vermessungskampagne genutzt werden, gegen die neu entwickelte Methoden verifiziert werden können. Die genaue Lokalisierung sowie Klassifizierung von Munitionsaltlasten ist essenziell für die spätere effiziente



Abb. 2: Konzeptdesign für eine schwimmende Entsorgungsplattform

Räumung solcher Flächen. Besonders die Verklappungsflächen zeichnen sich durch eine Vielzahl und Diversität der dort vorzufindenden Objekte aus, was eine Entfernung und Entsorgung vor spezielle Herausforderungen stellt. Für diesen Zweck hat die Atlas Elektronik gemeinsam mit der Atlas Maridan das Vermessungsschiff RV *Situla* mobilisiert.

Zu Beginn der Messkampagne wurde eine bathymetrische Vermessung mit einem hochauflösenden Fächerecholot (Teledyne SeaBat T51-R) durchgeführt. Nach einer Messung der Wasserschallgeschwindigkeit und einer Kalibrierung der Schiffsbewegungsmessungen über einem bekannten Wrack wurde anschließend eine Fläche von ca. 4,4 km × 0,5 km vermessen und eine Bathymetriekartierung mit einer hohen lateralen Auflösung erreicht. Diese effiziente Kartierung von Teilen des Verklappungsgebiets zeigte eine Vielzahl von verschiedenen Strukturen und Objekten auf dem Meeresboden in ca. 21 m Wassertiefe. Verschiedene Einzelobjekte mit einer Größe von bis zu 4 m konnten lokalisiert werden, teilweise mit dazugehörigen Auskolkungen im Sediment. Daneben wurden Kraterstrukturen kartiert, die Durchmesser von bis zu 40 m und Tiefen von mehreren Metern gegenüber dem umgebenden Meeresboden aufweisen. Zudem konnten auch viele Anhäufungen von kleinen Objekten <1 m Größe auskartiert werden. Im Anschluss an diese großflächige Vermessung wurden AUV vom Typ SeaCat eingesetzt (Abb. 3), um ein kleineres Zielgebiet mit mehreren Einzelobjekten sowie einigen Anhäufungen von kleineren Objekten zu vermessen.

Die SeaCat-AUV können eigenständig vordefinierte Messraster in einer bestimmten Tauchtiefe abfahren und so autonom Daten sammeln. Durch die Messungen dicht am Meeresboden können hierbei höhere Genauigkeiten in der Objektkartierung erreicht werden sowie effizient und sicher auch große Flächen kartiert werden. Zum Einsatz kamen zwei SeaCat mit unterschiedlicher Ausstattung. Eine SeaCat war mit einem Synthetic Aperture Sonar (SAS) vom Typ Kraken MINSAS ausge-



Abb. 3: Einsatz des AUV SeaCat im Vermessungsgebiet

rüstet und konnte erfolgreich auf mehrstündigen Missionen hochgenaue Abbildungen des Meeresbodens und der dort vorhandenen Objekte erstellen. Der Vorteil des SAS liegt in der großen Flächenleistung in der Meeresbodenvermessung, die durch fortschrittliche Datenverarbeitung eine hohe Auflösung der aufgenommenen Daten bis in die maximale Reichweite des Sonars liefert. Diese Sensorik auf der SeaCat eignet sich besonders für die Erkundung von großen Gebieten mit hoher Auflösung, z. B. für die Vorerkundung großer Meeresbodenflächen auf Munitionsaltlasten.

Eine zweite SeaCat war mit einem konventionellen Seitensichtsonar (Edgetech 2205) und einem Fächerecholot (Norbit WBMS) sowie mit einem Kamerasystem ausgerüstet. Hinzu kam eine neuartige Integration von Magnetiksensoren (Prototypen Geometrics MFAM) direkt am Fahrzeug, die eine gradiometrische Messung des Magnetfeldes und damit eine Detektion von magnetischen Anomalien ermöglicht. Bei den bisher verfügbaren Systemen war der Einfluss des AUV auf die Sensorik stets sehr groß, was bei direkter Integration am Fahrzeug negative Auswirkung auf die Qualität der Messergebnisse hatte. Besonders für magnetische Messungen müssen die Sensoren bis auf wenige Meter an den Meeresboden herangeführt werden, um auch kleine Anomalien im Erdmagnetfeld erkennen zu können. Besonders für diesen Einsatz sind AUV geeignet. Es konnte so eine Vielzahl von Sensoren auf eine einzelne autonome Plattform integriert werden, wodurch effiziente autonome Kartierungen durchgeführt werden können. Diese verschiedenen Sensoren wurden auf der identifizierten Detailfläche in mehreren Missionen eingesetzt. Hierdurch kann in der Datenauswertung ein umfassendes Bild des Verklappungsgebiets erstellt werden. Gleichzeitig konnte die erfolgreiche Implementierung des SAS und der neuen Magnetiksensorik auf den AUV unter Beweis gestellt werden.

Die verschiedenen gesammelten Datensätze zeigen die Komplexität der Verklappungsgebiete vor der Küste (Abb. 4). Große Mengen an Altlasten sind dort unregelmäßig verteilt und überlagern sich teilweise, sodass eine genaue Kenntnis der Lage, Klassifizierung und des Zustands der Objekte für eine weitere Räumung und Entsorgung entscheidend ist. Hierfür stellen die Resultate der ersten Vermessungskampagne im Projekt IRAV einen wichtigen Schritt dar, auf den die weiteren Arbeiten aufbauen können.

Tests und Weiterentwicklung in der Prozesskette

Die während der Messausfahrten gesammelten Daten dienen auch als Eingangsgröße für die von thyssenkrupp Marine Systems entwickelten Teilsysteme und Prozessschritte.

Eines dieser Teilsysteme ist das Hebetool für Munition, das im Rahmen des Forschungsvorhabens in seiner Einsatzumgebung getestet wird. Dieses Hebetool besteht aus zwei Teilen: Einer Palette, auf der die Munition abgelegt wird und einem manövrierfähigen Käfig, der wie eine Glocke auf diese Palette aufgesetzt und verriegelt wird. Im Käfig befindet sich ein System zur Sicherung der Munition. Der Käfig wiederum wird mittels eines Krans abgesenkt und gehoben und durch eine ferngesteuerte Unterwasserdrohne (Remotely Operated Vehicle, ROV) feinpositioniert und gesteuert. Dieses Hebetool bil-

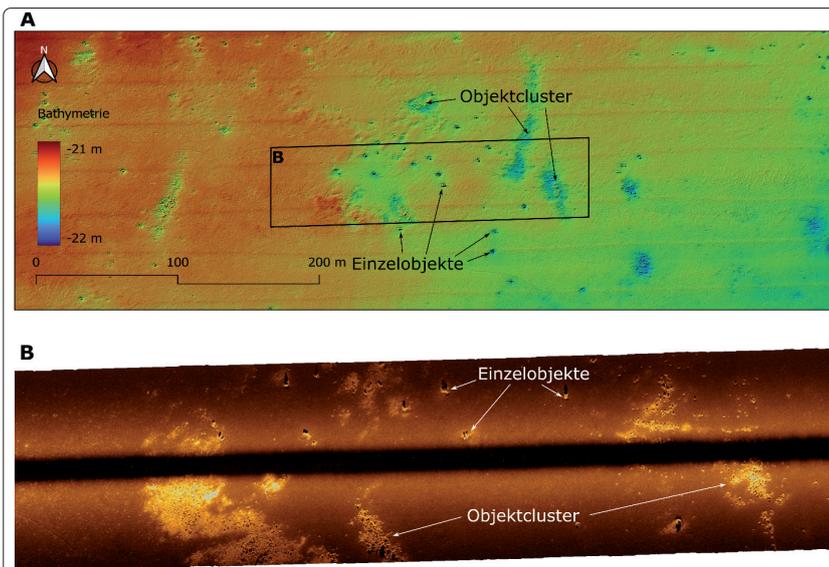


Abb. 4: Geophysikalische Vermessungsdaten aus Verklappungsgebiet BLB05L.

- A: Fächerecholotdatenraster zeigen eine Vielzahl von Einzelobjekten und Objektclustern am Meeresboden mit zugehörigen Kolken.
- B: Seitensichtsonardaten erhoben mit dem AUV SeaCat erlauben eine hochgenaue Abbildung der Objekte am Meeresboden. Die Geometrie der einzelnen Objekte kann erkannt und im Anschluss für die Klassifizierung mit einbezogen werden

det die Schnittstelle zwischen der Bergung der Altmunition und deren Entsorgung auf einer schwimmenden Plattform. Die Standardpalette wird zum Objektträger während des nachfolgenden Entsorgungsprozesses. Dadurch ist es nicht notwendig, die Altmunition nochmals umzulagern, was das Risiko im Prozess weiter mindert. Darüber hinaus ermöglicht ihr standardisiertes Maß eine weitgehende Automatisierung des Transportprozesses auf der Plattform mit bewährten Transportsystemen. Dies wiederum begünstigt die spätere Skalierung und Industrialisierung der Munitionsentsorgung.

Im Rahmen der Tests soll das Hebetool den Nachweis erbringen, dass es in der Lage ist, an eine auf dem Meeresboden befindliche Trägerpalette anzudocken und diese sicher heben und an Bord der Entsorgungsplattform befördern kann. In diesem Zusammenhang wird neben der Mechanik auch die Programmierung der ROV-Steuerung abgeschlossen und überprüft. Bei der Steuerung sind die Besonderheiten des ROV für den Einsatz als Hebetool zu berücksichtigen. So müssen beispielsweise die eigens entwickelten Verschlüsse verriegelt und überwacht werden und sich das ROV am Kran hängend um die Hochachse drehen können. Damit Unebenheiten des Meeresbodens ausgeglichen werden können, muss das ROV in der Lage sein, den angebundenen Käfig zum Andocken an die Palette in einem bestimmten Winkel gegenüber der Vertikalen anzustellen. Zuletzt muss das Andockmanöver durch entsprechende Sensorik unterstützt werden, die besonders während des Endanlaufes beim Andocken unterstützen muss. Unterschiedliche Sichtverhältnisse und die Anforderungen an die Bildauflösung führen zu einer Kombination unterschiedlicher Sensoren, die koordiniert werden müssen.

Die ersten Tests in der Einsatzumgebung wurden im Frühjahr in Nyborg in Dänemark durchgeführt. Hierbei wurde das Hebetool zunächst im Hafenbecken durch einen Kran eingesetzt und der An- und Abdockvorgang an der UXO-Palette unter unterschiedlichen Aspekten (z. B. Anstellwinkel, Sicht, verdrehter Zustand) durchgeführt (Abb. 5). Diese Tests fanden bei idealen Seegangs- und Wetterbedingungen statt. Der Grund vor Ort besteht aus weichem Schlick. Dies brachte zwei mögliche Herausforderungen an das System mit sich, denen während der Tests sprichwörtlich auf den Grund gegangen wurde: zum einen schränkt aufgewirbelter Schlick die Unterwassersicht stark ein, zum anderen könnte die Munitionspalette im Schlick einsinken oder sich beim Hebeversuch festsaugen. Beide Herausforderungen konnte das Hebetool meistern. Die eingesetzten Sensoren (Kameras und Sonar) haben die in sie gesetzten Erwartungen übertroffen – die Sicht auf Grund und Palette beim Absetzen war hervorragend. Ein ausreichend gutes Lagebild stellte sich nach Auf-

setzen der Palette im Schlick schon nach relativ kurzer Zeit wieder ein. Die Manövrierfähigkeit des gesamten Systems im Wasser hat sich auch mit angedockter Munitionspalette als außerordentlich gut erwiesen und das Heben der Palette aus dem Schlick stellte für das Hebetool kein Problem dar.

Nach der Bewährung im Hafenbecken wird beabsichtigt, das Hebetool bei der nächsten Vermessungsfahrt ein weiteres Mal zu testen, diesmal auf See. Bei diesen Tests ist neben »Leerversuchen« auch der Einsatz von Darstellungsmitteln vorgesehen, die in Dimension und Gewicht solchen Munitionstypen entsprechen, die in den Verklappungsgebieten nachgewiesen sind.

Im Rahmen ihrer Arbeitspakete am Forschungsvorhaben IRÄV untersucht thyssenkrupp Marine Systems auch kritische Detailspekte im Entwurf der Entsorgungsplattform. Hierbei konzentriert sich die Firma auf Ansätze zur weiteren Verbesserung der technischen Verfahrenssicherheit:

Da die gängigen Munitionsverbrennungsanlagen in der Regel nicht für große Munitionstypen wie Torpedoköpfe oder Minen ausgelegt sind, ist vor der eigentlichen Entsorgung zunächst ein Zerteilen der Munition erforderlich. Für die Delaborierung auf See tritt neben dem Schutz von Mensch und Umwelt der Schutz der Plattform selbst vor den Auswirkungen einer ungeplanten Umsetzung der Munition während des Zerschneidens hinzu. thyssenkrupp Marine Systems hat verschiedene technische Ansätze analysiert, um die Delaborationskammer, in der die Munition zerteilt wird, so zu lagern, dass die bei einer unbeabsichtigten Umsetzung



Abb. 5: Einnehmen und Absetzen der Munitionspalette an Deck

der Munition freiwerdende kinetische und thermische Energie durch die Kammer selbst und ihre Lagerung eingedämmt wird. Auf diese Weise wird sichergestellt werden, dass benachbarte Anlagen und Geräte oder die Entsorgungsplattform selbst unbeschädigt und weiter einsatzbereit bleiben.

Das Zerlegen von Fundmunition ist ein erprobtes und bewährtes Verfahren. Nichtsdestoweniger kann eine unbeabsichtigte Umsetzung der Munition nie gänzlich ausgeschlossen werden. In Folge einer solchen Umsetzung würde das Innere der Delaborationskammer sehr stark aufgeheizt. Dies wiederum würde den Detonationsverlauf weiter begünstigen und zu starken Belastungsspitzen in der »eindämmenden« Umgebung führen. In einem weiteren Arbeitspaket im Forschungsprojekt werden in einer Modellsimulation Indikationen näher untersucht, denen zufolge feiner Wassernebel in der Delaborationskammer den Detonationsverlauf verzögern könnte.

In einem vierten Arbeitspaket werden die bekannten und angenommenen Anforderungen der Bedarfsträger (Stakeholder Needs, Stakeholder Requirements) an das Gesamtsystem ermittelt und in technische und organisatorische Systemanforderungen (System Requirements) an das Gesamtsystem »Bergung und Entsorgung« abgeleitet. Diese Systemanforderungen bilden die Grundlage für die Auslegung und Abnahme des Gesamtsystems und seiner Komponenten. Neben technischen Aspekten werden in diesem Zusammenhang die Anforderungen an den Betrieb der Entsorgungsplattform in deutschen Küstengewässern untersucht und die Verantwortlichkeiten sowie abgeleitete zusätzliche Anforderungen geklärt.

Sofortprogramm Munitionsaltlasten in Nord- und Ostsee

Der Deutsche Bundestag hat ein Budget in Höhe von insgesamt ca. 100 Millionen Euro bewilligt, um den Einstieg in die Räumung der Munitionsaltlasten in der Ostsee zu finden. Dieses Budget finanziert das »Sofortprogramm Munitionsaltlasten in Nord- und Ostsee«, das 2023 unter der Ägide des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) initiiert wurde. Das Ziel dieses Sofortprogramms hat der mit der Vergabe beauftragte Projektträger Jülich in den Ausschreibungsunterlagen so formuliert:

»Im Rahmen des Sofortprogramms soll die Machbarkeit einer sicheren, effizienten und umweltgerechten Bergung und Entsorgung von Munitionsaltlasten in der Ostsee nachgewiesen werden. (...) Die gewonnenen Erkenntnisse dienen Bund und Ländern als Voraussetzung für den systematischen Einstieg in die industrielle Beseitigung von Munitionsaltlasten in deutschen Meeresgebieten« (Leistungsbeschreibung für den Auftrag »Pilotierung Erkundung und Bergung zum

Sofortprogramm Munitionsaltlasten in Nord- und Ostsee«, Dokument B.0.1).

Das Sofortprogramm besteht aus zwei Elementen: Zunächst sollen noch in diesem Jahr durch Pilotbergungen Erkenntnisse über den Zustand der Kampfmittel in vier definierten Verklappungsgebieten gesammelt werden. Drei dieser Gebiete liegen in der Lübecker Bucht (Haffkrug, Pelzerhaken Nord und Pelzerhaken West), das vierte vor Boltenhagen. Ab Mitte 2024 sollen diese Arbeiten beginnen und innerhalb eines Zeitraums von sechs Monaten abgeschlossen sein. Die hier gesammelten Daten und Erfahrungen sollen in die Entwicklung einer Räum- und Entsorgungsplattform einfließen.

Diese Entsorgungsplattform möchte der Bund im Rahmen einer Innovationspartnerschaft gemeinsam mit der Industrie entwickeln. Die Veröffentlichung der entsprechenden Ausschreibung war für Juni 2024 angekündigt. Ziel soll es sein, 2026 mit dieser ersten Entsorgungsplattform den kontinuierlichen Berge- und Entsorgungsbetrieb aufzunehmen. Abhängig von den hier gestellten Anforderungen könnte auf dem von thyssenkrupp Marine Systems entwickelten Konzept aufgebaut werden.

Das Sofortprogramm ist allerdings lediglich ein erster Schritt, um die Beseitigung der Munition im Meer in Schwung zu bringen. Abhängig von der Intensität der Arbeiten wird sich die Räumung des zugänglichen Teils allein der konventionellen verklappten Munition über Jahrzehnte hinziehen. Offen ist neben der Frage, unter wessen Federführung diese Arbeiten stattfinden, auch noch die Finanzierung sowohl des Dauerbetriebs der ersten Entsorgungsplattform als auch der Beschaffung weiterer Entsorgungsplattformen. Darüber hinaus zeichnet sich bereits jetzt ein Bedarf an Fachpersonal mit den notwendigen Befähigungsnachweisen ab, der vom Markt ohne weitere Rekrutierungs- und Qualifikationsmaßnahmen nicht gedeckt werden kann.

Viele der hier gefragten Ressourcen werden auch im Rahmen des Ausbaus der Offshore-Wirtschaft gefordert sein. Insbesondere geht es hier um den Wettbewerb zwischen den knappen Ressourcen bei der Meeresgrunduntersuchung und Räumung von Altmunition. Eine Ausweitung der Räum- und Entsorgungsaktivitäten, zunächst in die Nordsee und später gegebenenfalls in ebenfalls belastete Gewässer anderer Staaten, bedeutet einerseits eine gigantische Aufgabe, andererseits aber auch ein enormes Potenzial für die internationale maritime Zusammenarbeit.

Die Notwendigkeit für das Unschädlichmachen der Munitionsaltlasten im Meer ist inzwischen deutlich in das gesellschaftliche Blickfeld gerückt. Erste Schritte dazu werden unternommen. Nun ist es notwendig, die gesamtgesellschaftliche Aufgabe im Sinn zu behalten, um eine nachhaltige Zukunft für die Anrainer von Nord- und Ostsee zu schaffen. //