Lizenziert für Herrn Dieter Weth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

06.13

22. Jahrgang
Dezember 2013
ISSN 0942-3818
20565

altlasten spektrum

Herausgegeben vom
Ingenieurtechnischen Verband für Altlastenmanagement
und Flächenrecycling e.V. (ITVA)

www.ALTLASTENdigital.de

Organ des ITVA

Inhalt

M. Jürgens
Das Zentrale Altlastenmanagement der BImA im Rahmen des Einheitlichen Liegenschaftsmanagements (ELM) für den Bund

M. Kerth
Nachhaltige Sanierung von Teerölaltlasten – ohne (teilweise) Dekontamination möglich?

D. Weth
Kampfmittelräumung auf hoher See – eine technische und organisatorische Herausforderung

N. Steiner
Sind mineralische Stoffe wassergefährdende Stoffe? – Die geplante Bundesverordnung AwSV und ihre Auswirkungen auf die Altlastensanierung und auf das Flächenrecycling

Forderungen des Ingenieurtechnischen Verbandes für Altlastenmanagement und Flächenrecycling e.V. (ITVA) an die künftige Bundesregierung

Tagungsbericht vom Altlastentag Hannover 2013

ESV ERICH SCHMIDT VERLAG

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2013 - (http://www.altlastendigital.de) 12.12.2013 - 13:01
58701305879

Lizenziert für Herrn Dieter Weth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Kampfmittelräumung auf hoher See – eine technische und organisatorische Herausforderung

Dieter Weth

Zusammenfassung: Durch die energiepolitische Neuorientierung zur Nutzung regenerativer Energiequellen hat der Meeresboden als Baugrund eine neue Bedeutung erhalten. Insbesondere durch die Errichtung von Offshore-Windparks mit den dazugehörigen Kabeltrassen verstärkt sich der Bedarf an geeigneten Flächen.
Neben den vorherrschenden Standortbedingungen, wie die geologischen Verhältnisse, Strömungen, Unterwasserhindernisse oder Beschränkungen durch den Naturschutz beeinflussen an manchen Standorten auch Kampfmittel die Wahl der optimalen Kabelroute. Kampfmittelräumungen auf hoher See unterscheiden sich jedoch in vielen Aspekten, angefangen von der historischen Erkundung über die technische Erkundung bis hin zur Objektbergung, von Kampfmittelräumungen an Land.
Zur Erlangung von befriedigenden Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen muss High-Tech in ausgeklügelten Messanordnungen angewendet werden. Besonders jedoch für die Freilegung, Identifizierung und Bergung der einzelnen Objekte muss hochentwickelte Technik, wie Tauchroboter oder spezielle Systeme zu Verbesserung der Sicht unter Wasser, eingesetzt werden. Da Offshore-Kampfmittelräumungen, insbesondere die Objektbergung, daher relativ zeitaufwändig und teuer sind, wäre es von Vorteil, nur diejenigen Objekte zu bergen, die eine Gefahr darstellen.
Eine differenzierte Bestimmung eines Objekts, ob es sich hierbei beispielsweise überhaupt um ein Kampfmittel handelt, und – wenn ja – ob von ihm eine Gefahr ausgeht, stößt derzeitig auf technische Grenzen und kann in den meisten Fällen erst nach seiner Freilegung erfolgen. Doch dann ist ein Großteil der Bergungsarbeit bereits geleistet.
Eine Alternative bildet die Umgehung von lokalisierten Anomalien. Dazu ist ihre Lage exakt über passive und aktive Magnetmessungen, ggfs. ergänzt durch Sonar-, Radar- und Sedimentecholotmessungen zu bestimmen. Wichtig ist hierbei, dass nicht nur ein eng begrenzter Korridor untersucht wird, sondern auch möglichst große benachbarte Flächen, um einen „optimierten“ Trassenverlauf erarbeiten zu können, mit dem die meisten Objekte umgangen werden.

Einleitung [1, 2]

Der Meeresboden ist bislang, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur selten direkt durch Menschen genutzt worden. Stattdessen wurde er jedoch in einigen Bereichen als wilde Müllkippe für äußerst brisante „Reststoffe“ missbraucht: Bereits nach dem 1. Weltkrieg fanden, wenn auch nur in relativ geringen Mengen, Versenkungen von Munition im Bereich der Nordsee statt. Kurz vor dem Ende des 2. Weltkrieges wurden Kampfmittelversenkungen – vor allem von Kampfstoffmunition – durch das Deutsche Militär im Bereich der Nordsee vorgenommen, um die Munition so dem Zugriff der alliierten Streitkräfte zu entziehen. Weil Deutschland nach dem Kriegsende so schnell und so kostengünstig wie möglich entwaffnet werden sollte, beauftragten bereits 1945 die britischen Besatzungstruppen deutsche Fischer, Weltkriegsmunition vor der deutschen Nordsee- und Ostseeküste zu versenken *(Abbildung 1)*.

Abbildung 1: Munitionsverklappung (Quelle: Bundesarchiv)

Dabei handelte es sich um konventionelle Kampfmittel aller Art, angefangen von Infanteriemunition und 2 cm Flakgranaten bis hin zu Seeminen und Torpedos, und um chemische Kampfstoffmunition.

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2013 - (http://www.altlastendigital.de) 12.12.2013 - 13:01

Lizenziert für Herrn Dieter Weth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Neben den Munitionsverklappungen führten auch andere militärische Aktivitäten zu Kampfmittelbelastungen der Deutschen Bucht [3]

Während der beiden Weltkriege wurden insgesamt über 600.000 Seeminen und Sperrschutzmittel in der Nordsee inkl. des englischen Kanals ausgelegt. Eine erhebliche Anzahl dieser Kampfmittel wurde innerhalb des „Minengefährdeten Gebietes 9“, das große Teile der Deutschen Bucht umfasste, eingesetzt *(Abbildung 2)*.

Jeweils nach Ende beider Weltkriege wurden große Bemühungen unternommen, alle Seeminen und Sperrschutzmittel zu räumen.

Auf Grund deutlich zurückgehender Funde wurde die aktive Minensuche in der Deutschen Bucht zum 1. Mai 1972 eingestellt. Das „Minengefährdete Gebiet 9“ wurde entsprechend aufgehoben, jedoch kann nach Angaben des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie im Nordsee-Handbuch, östlicher Teil, dort nach wie vor eine gewisse Gefahr für die Grundschleppnetzfischerei, das Ankern und für Arbeiten auf oder im Meeresboden bestehen.

Darüber hinaus existierte nach dem Krieg, sicher bis 1952, wahrscheinlich jedoch bis Anfang 1957, ein Bombenabwurfgebiet der Royal Air Force nordwestlich von Helgoland. Bei diesem Bombenabwurfgebiet kann nicht ausgeschlossen werden, dass es neben Übungsmunition auch zum Einsatz von scharfen Bomben gekommen ist.

Sowohl die genaue Lage von Flächen, in denen Munition über Bord geworfen wurde, als auch von bombardierten Bereichen oder von Minensperren sind leider nur lückenhaft dokumentiert. Auch die Ergebnisse der Minenräumungen nach dem 2. Weltkrieg oder anderer Kampfmittelräumungen in der Vergangenheit sucht man in den Archiven meist vergeblich.

Abbildung 2: Verlegung von Ankertauminen (Quelle: Bundesarchiv)

Große Mengen an Kampfmitteln lagern vor der deutschen Nord- und Ostseeküste [4]

Die Angaben über die Mengen der verklappten Munition schwanken erheblich. Geschätzt wird, dass Mengen in der Größenordnung von bis zu 1.800.000 t in deutschen Meeresgewässern versenkt wurden. Nach der Versenkung wurden beträchtliche Mengen wieder aus dem Meer geborgen und vernichtet. Trotzdem schätzt man noch eine verbliebene Menge von bis zu 1,6 Mio. t konventionelle Munition in deutschen Gewässern der Nord- und Ostsee, „davon rund 1.300.000 t allein im Nordseebereich.“.

An chemischer Kampfstoffmunition rechnet man „nach gesicherten Erkenntnissen“ mit rund 170.000 t in der Nordsee (Skagerrak, europäisches Nordmeer, deutsche Bucht) sowie 42.000 bis 65.000 t in der Ostsee (Bornholm-Becken, Gotland-Becken, Kleiner Belt).

Von dieser Gesamtmenge befinden sich rund 90 t in deutschen Meeresgewässern vor Helgoland, und rund 5.000 t südlich des Kleinen Belts zwischen Deutschland und Dänemark in unmittelbarer geografischer Nachbarschaft zur deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ).

Vermehrter Flächenbedarf an Meeresboden durch neue Offshore-Windparks

Durch die energiepolitische Neuorientierung zur Nutzung regenerativer Energiequellen hat der Meeresboden als Baugrund eine neue Bedeutung erhalten. Insbesondere durch die Errichtung von Offshore-Windparks *(Abbildung 3)* mit den dazugehörigen Kabeltrassen verstärkt sich der Bedarf an geeigneten Flächen.

Die vorherrschenden Standortbedingungen, wie z. B. die Morphologie und Strömungen, der geologische Aufbau des Meeresbodens (Sediment, Steinfelder etc.), Unterwasserhindernisse und Einschränkungen durch die Schifffahrt sowie nicht zuletzt Beschränkungen durch den Umwelt- und Naturschutz beeinflussen die Wahl der optimalen Kabelroute.

Zu diesen Einschränkungen durch bestehende Standortbedingungen kommen die Probleme durch potentielle Kampfmittelbelastungen. Oberstes Ziel bei der Beseitigung dieser Gefahr ist die Sicherheit für Mensch, Tier und Material. Um das zu erreichen, bedarf es einer Herangehensweise, die den besonderen maritimen Herausforderungen an Erkundungsmaß-

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2013 - (http://www.altlastendigital.de) 12.12.2013 - 13:01

Lizenziert für Herrn Dieter Weth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Abbildung 3: Offshore Windpark (Foto: Sass)

nahmen und an Bergung von Kampfmitteln gerecht wird.

Beispiele von aktuellen Kampfmittelräumungen (KMR) in der Nordsee

Im Rahmen der aktuellen Projekte zur Netzanbindung der Offshore-Windparks in der Nordsee wird derzeit die Verlegung einer Vielzahl von Kabeltrassen geplant. Diese verlaufen auch durch die Nationalparks „Schleswig-holsteinisches Wattenmeer“ und „Niedersächsisches Wattenmeer“.

Die beabsichtigten Kabeltrassen führen dabei zwangsläufig auch durch Munitionsversenkungsgebiete oder Gebiete die durch Kampfhandlungen des 2. Weltkrieges, insbesondere durch Luftangriffe und Minensperren betroffen sind. Um Beeinträchtigungen oder Gefährdungen der Kabelverlegearbeiten durch potentielle Kampfmittel aus dem 2. Weltkrieg möglichst auszuschließen, werden die Flächen der Seekabeltrassen von der Plattform bis zum Landanschlusspunkt durch digitale Magnetaufzeichnungen (MAG-Survey) nach dem aktuellen Stand der Technik überprüft.

Einzelne Trassenbereiche können dabei relativ rasch nach einer Überprüfung der meisten Störkörper durch die Kampfmittelräumfirmen freigegeben werden.

In der Nähe der Munitionsversenkungsgebiete jedoch ist aufgrund von jahrzehnterlangen Verdriftungen und Verlagerungen von Kampfmitteln aus dem eigentlichen Versenkungsgebieten generell mit einer erhöhten Kampfmittelbelastung zu rechnen. Darüber hinaus sollen große Mengen an Munition bereits auf dem Anmarschweg über Bord gegangen sein. Bisher sind keine direkten Aufzeichnungen über diese Versenkungsaktionen bekannt. Daher beruhen alle aktuell verfügbaren Informationen nur auf Zeugenaussagen, Zeitungsartikeln, Funden, Unfällen sowie Untersuchungen in den 1990er-Jahren, die jedoch die tatsächlichen Zustände nur unzureichend erfassten.

Daher weicht die Lage von Flächen mit einer erhöhten Kampfmittelbelastung aufgrund verklappter Munition oft signifikant von der in den Seekarten ausgewiesenen als „Unrein-Munition“ gekennzeichneten Flächen ab.

Beispielsweise vermutete man für eine Kabeltrasse (Breite: 50 m), die ein als „Unrein - Munition“ ausgewiesenes Verklappungsgebiet nur an einem Punkt knapp berührte, eine Munitionsbelastung von ca. 60 Objekten. Ein daraufhin durchgeführter Kampfmittelsurvey mittels Magnetsondierungen nach dem Stand der Technik zeigte jedoch einen 15,6 km langen, hoch mit Kampfmitteln belasteten Trassenabschnitt.

Innerhalb dieses Trassenabschnittes zeigten sich als Ergebnis der Untersuchung insgesamt mehr als 1.150 Objekte, die überprüft werden mussten.

Sehr schnell zeigte sich, dass es sich bei der überwiegenden Anzahl dieser Targets um Kampfmittel – und nicht um ungefährlichen zivilen Schrott – handelte.

Nach Überprüfung von gut 200 dieser Objekte ergab sich die im *Diagramm 1* gezeigte Verteilung:

Bei der überwiegenden Anzahl (81 %) handelte es sich zwar um relativ kleinkalibrige Granaten bis 8 cm, aber

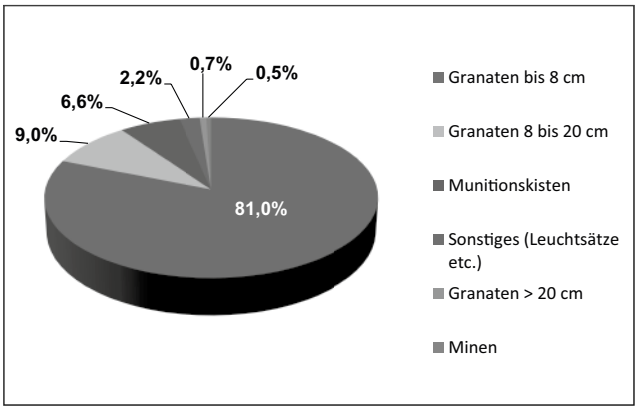

Diagram 1: Arten geborgener Kampfmittel in der Osterems

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2013 - (http://www.altlastendigital.de) 12.12.2013 - 13:01

Lizenziert für Herrn Dieter Weth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Abbildung 4: Der zum Hotelschiff umfunktionierte Schwimmkran „Taklift 7“ (Foto: Weth)

fast 10 % der Munition (Granaten >8 cm und Minen) wäre bei einer Umsetzung aufgrund der enthaltenen Sprengstoffmenge auch bei einer Wassertiefe von 6 m – 20 m zumindest für Geräte bzw. Maschinen – möglicherweise auch für Personen – gefährlich.

Die Bergung der Kampfmittel gestaltete sich äußerst schwierig

Für das betroffene Gebiet trat neben den ohnehin gegebenen Schwierigkeiten einer Kampfmittelräumung auf See durch Wind und Wellengang fast die gesamte Palette der theoretisch möglichen Probleme auf:

- Einschränkungen der Einsatzzeiten des Bergungsequipments durch extrem hohe tidenbedingte Strömungsgeschwindigkeiten.
- Sichtbehinderungen unter Wasser mit Sichtweiten von 80 cm bis 0.
- Erschwerung der Platzierung geeigneter Accommodation-Vessel (Hotelschiffe) als Crew-Unterkünfte durch vorgelagerte Untiefen in der Einfahrt zum Räumgebiet.

Abbildung 5: Shilling-ROV beim Aussetzen (Foto: Weth)

Das Problem mit der Unterbringung der zeitweise 70 Personen starken Räumcrew konnte schließlich durch einen flachgehenden Schwimmkran gelöst werden (s. *Abbildung 4*).

Unter Zuhilfenahme von auf dem Oberdeck installierten Containern bot er genügend Platz für die Crewunterkünfte und darüber hinaus auch noch für Werkstätten und Ersatzteillager. In der Zeit davor musste das Personal jeder Schicht mit Crewtendern vom niederländischen Eemshaven aus in einer 1,5 Stunden dauernden Fahrt zur Räumstelle hin- und wieder zurückgefahren werden.

Durch diese Fahrten mussten mehrfach die ohnehin kurzen täglichen Einsatzzeiten, die strömungsbedingt für die Räumung zur Verfügung standen, ausfallen.

So blieben während der Tidenkenterpunkte, also knapp viermal pro Tag, trotz des Einsatzes leistungsstarker Tauchroboter (Workclass-ROV's[1], *Abbildung 5*) jedes Mal lediglich 1,5 bis 2,5 Stunden Zeit, um die anstehenden Unterwasserarbeiten auszuführen.

Wenn dann nach einer Tide die Arbeiten wieder aufgenommen wurden, musste das Freispülen (Dredging) zur Freilegung des Objekts wegen des hohen Sedimenttransports häufig wieder fast von vorn beginnen.

Die größten Probleme bereiteten jedoch die Sichtverhältnisse unter Wasser. Mit Beginn der warmen Jahreszeit, etwa ab August 2012, setzte eine starke Wassertrübung im Räumgebiet mit Sichtweiten von „0“ bis 50 cm ein.

Ursache waren Massenvermehrungen von im Wasser schwebenden Mikroalgen (Phytoplankton) sowie Sedimentverwirbelungen durch einsetzende Stürme.

1 ROV: Remotely Operated Vehicle

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2013 - (http://www.altlastendigital.de) 12.12.2013 - 13:01

Lizenziert für Herrn Dieter Weth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Abbildung 6: DP Multicat M.P.R.III mit ROV der Heinrich Hirdes EOD Services GmbH (Foto: Weth)

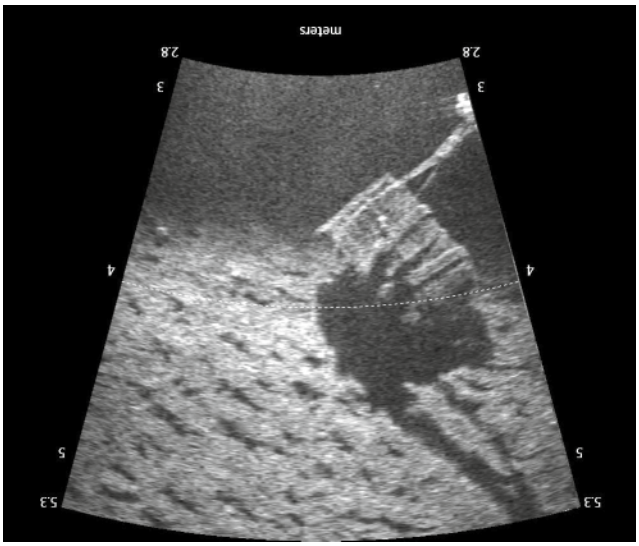

Abbildung 7: Unterwasseraufnahme des Multibeam-Sonarsystems ARIS (Ocean Marine Industries, Inc.) bei einer optischen Sichtweite „0“ (Foto: Heinrich Hirdes EOD Services GmbH)

Diese Entwicklungen sind laut Niedersächsischem Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) nicht vorhersehbar oder prognostizierbar.
Nach intensiver Recherche und Testläufen erwies sich das bildgebende Multibeam-Sonarsystem „Aris Explorer 3000“ als das einzige System, mit dem die Arbeiten fortgeführt werden konnten *(s. Abbildung 7)*.
Auch bei Sichtweiten von „0“ können durch dieses System in Echtzeit hochauflösende Unterwasseraufnahmen erzeugt werden, die für die Identifikation der Objekte und für die Überwachung der Arbeiten zur Objektbergung unerlässlich sind.

Die beiden ROV’s hatten die Aufgabe, die Objekte – oder auch „Targets“ – zu lokalisieren, freizuspülen (Dredging) und zu identifizieren.
Anschließend wurden sie – vorausgesetzt, sie wurden als „transportfähig“ eingestuft – entweder durch das ROV geborgen oder, wenn es gefahrlos zu machen war, durch den Unterwassermagneten (s. *Abbildung 8*) geräumt.
Nach vollständiger Räumung einer Teilfläche wurde durch die beiden ROV’s die Kampfmittelfreiheit durch einen Kontrollsurvey mit passiven und aktiven Sonden überprüft.

In einem 20 m breiten und 16 km langen Korridor in der Nähe eines Munitionsversenkungsgebietes wurden knapp 30 t Munition geräumt

Mühsam, mit einem hohen Kostenaufwand, konnte so der See unter schwierigsten Bedingungen wieder ein kleiner Teil der Kriegsaltlasten *(Abbildung 9)* entnommen werden.
Es waren Kisten mit Flakmunition sowie Detonatoren und Zündern, Granaten aller Kaliber bis zu 30,5 cm *(Abbildung 10)* und sogar Minen *(Abbildung 11)*, die hier auf dem Meeresgrund seit mehr als 65 Jahren lagen.
Insgesamt sind in diesem 20 m breiten und 15,6 km langen Korridor innerhalb des Gebietes mit erhöhter Kampfmittelbelastung bei einem Munitionsversenkungsgebiet knapp 30 t Munition geborgen worden.
Hinzu kamen hier noch zwei deutsche Luftminen (LMB 1000) mit einer Sprengstoffmenge von jeweils 350 kg, die während der Räumung von Fischern in der Nähe des Räumkorridors abgelegt wurden.
Fast alle dieser Kampfmittel waren bezündert und teilweise in einem guten Zustand. In einigen Fällen mussten nicht transportfähige Kampfmittel, wie die See- und Luftminen und bezünderte und verschossene

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2013 - (http://www.altlastendigital.de) 12.12.2013 - 13:01

Lizenziert für Herrn Dieter Weth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

Abbildung 8: Unterwassermagnet (Foto: Weth)

28 cm-Granaten, jenseits der Trasse auf einer Sandbank vernichtet werden.
Die meisten Kampfmittel waren jedoch transportfähig und wurden dann an den Kampfmittelbeseitigungsdienst Niedersachsen zur Vernichtung übergeben.
Aber auch auf der hohen See, weitab von Munitionsversenkungsgebieten, können Kampfmittel zu einem Problem werden.
Jüngstes Beispiel hierfür ist ein Munitionsfund nördlich von Helgoland im Bereich der Kabeltrassen von den Windparks zu der Konverterstation. Dort hatte man neben zivilem Schrott, wie abgerissenen Ankerketten und anderen nicht mehr zu identifizierenden Metallteilen, lediglich Munitionsschrott zutage gefördert. Sprengfähige Kampfmittel jedoch waren lange

Abbildung 9: Munitionskiste mit 2 cm-Flakmunition (Foto: Heinrich Hirdes EOD Services GmbH)

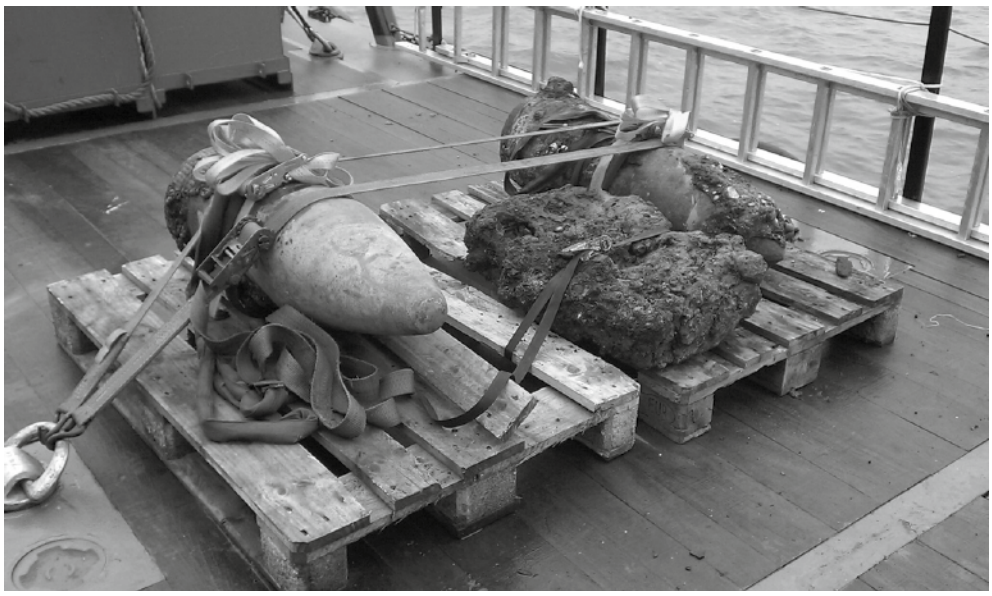

Abbildung 10: 30,5 cm-Granate, Munitionskiste und 28 cm-Granate (Foto: Heinrich Hirdes EOD Services GmbH)

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2013 - (http://www.altlastendigital.de) 12.12.2013 - 13:01

Lizenziert für Herrn Dieter Weth.
Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt.

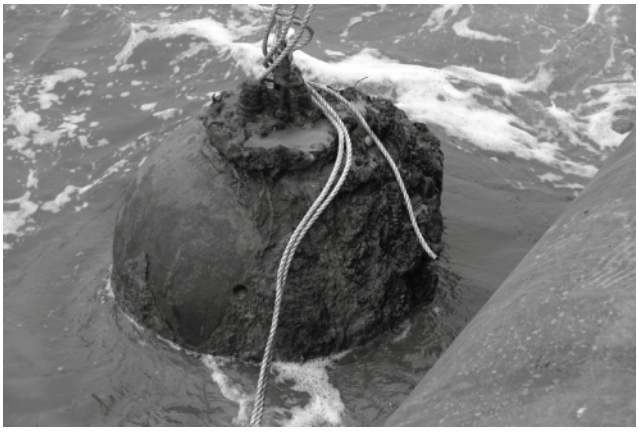

Abbildung 11: Brit. Ankertaumine MK14 (Foto: Heinrich Hirdes EOD Services GmbH)

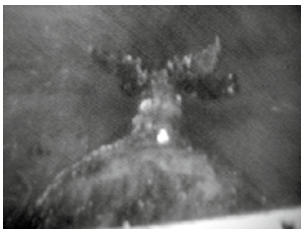

Abbildung 12: Kopf mit Aufschlagzünder eines deutschen Torpedos T1 (Foto: Heinrich Hirdes EOD Service GmbH)

Zeit nicht dabei gewesen. Eines der letzten Objekte, die überprüft wurden, sorgte dann doch für eine große Überraschung: die Bildaufnahmen des ROV zeigten nach dem Freilegen des länglichen Objektes den Kopf eines Torpedos *(s. Abbildung 12)*.
Es handelte sich um einen bezünderten deutschen G7A T1 Torpedo, der schließlich vor Ort gesprengt wurde.

Kostenminimierung durch Umgehung von Kampfmitteln

Die Freilegung, Identifizierung und Bergung der einzelnen Objekte mithilfe von Tauchern oder Tauchrobotern ist angesichts der beschriebenen Umstände bedingt durch das erforderliche Personal und Equipment relativ kostspielig. Daher wäre es von Vorteil, nur diejenigen Objekte zu bergen, die eine Gefahr darstellen.
Eine derartige „Filterung“ stößt jedoch z.Z. auf technische Grenzen:
Die Lokalisierung von Objekten, bei denen es sich um Kampfmittel handeln könnte, ist schwierig, kann jedoch unter Einhaltung bestimmter Messanordnungen und technischen Voraussetzungen nach dem Stand der Technik zu befriedigenden Ergebnissen führen. Eine exaktere Bestimmung der Objekte jedoch, ob es sich dabei beispielsweise überhaupt um ein Kampfmittel handelt, und – wenn ja – ob von ihm eine Gefahr ausgeht, kann derzeitig in den meisten Fällen erst nach der Freilegung erfolgen. Doch dann ist ein Großteil der Bergungsarbeit bereits geleistet.
Eine Alternative bildet die Umgehung von lokalisierten Anomalien. Dazu ist ihre Lage exakt über passive und aktive Magnetmessungen, ggfs. ergänzt durch Sonar-, Radar- und Sedimentecholotmessungen zu bestimmen. Wichtig ist hierbei, dass nicht nur ein eng begrenzter Korridor untersucht wird, sondern auch möglichst große benachbarte Flächen.
Auf diese Weise kann anhand der Surveyergebnisse ein „optimierter“ Trassenverlauf erarbeitet werden, mit dem die meisten Objekte umgangen werden können.
Ein Ausweichen oder eine Verlegung von Kabelrouten ist sicherlich nicht in allen Fällen möglich, aber je mehr Erkenntnisse und Daten über potentielle Kampfmittelbelastungen, nicht nur in einem eng begrenzten Kabelkorridor, sondern auch in angrenzenden Flächen vorhanden sind, desto größer ist das Optimierungspotential.

(Weiterführende) Literatur

[1] Politz, F. (1994): „Zeitbombe Ostsee – Das Giftgas-Erbe auf dem Meeresgrund“ – Christoph Links Verlag, 1. Auflage, Berlin 1994.
[2] Nehring, S. (2005): „Rüstungsaltlasten in den deutschen Küstengewässern“, Aufsatz, http://www.stefannehring.de
[3] Nehring, S. (2012): „Historische Erkundung zur Munitionsbelastung NW Helgoland bis Festland Höhe Büsum“, Archiv Dr. Nehring Koblenz, 2012
[4] Böttcher et.al. (2011): „Munitionsbelastung der deutschen Meeresgewässer“, Bestandsaufnahme und Empfehlungen – Stand 2011“ – Herausgegeben vom Sekretariat Bund/Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee (BLMP) im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), Hamburg
Bibliothek für Zeitgeschichte (2007): „Verluste und Beschädigungen auf Seeminen nach Ende des 2. Weltkrieges in Europa“, http://www.wlb-stuttgart.de
Böttcher et al. (2011): „Munitionsbelastete Gebiete in deutschen Meeresgewässern mit Informationen zur Munitionsbelastung bei Borkum und bei Norderney. http://www.schleswig-holstein.de/UXO/DE
Burmeier (2010): „Ökotoxikologisches Gefahrenpotential durch sprengstofftypische Verbindungen aus Munitionsaltlasten in der niedersächsischen Nordsee mit Informationen zur Munitionsbelastung bei Borkum und bei Norderney sowie zum Fund zweier Granaten (gefüllt vermutlich mit dem chemischen Kampfstoff S-Lost) bei Wasserbauarbeiten in der Außenems in 2001“. http://www.schleswig-holstein.de/UXO/DE
OSPAR (2009): „Informationen zu Fund einer Granate (gefüllt mit dem chemischen Kampfstoff Chloracetophenon) bei Wasserbauarbeiten in der Außenems“ http://www.ospar.org

Anschrift des Autors:

Dieter Weth
Dr. Weth Ingenieurgesellschaft mbH
Zum Hämeler Wald 21
31275 Lehrte - Arpke
Tel.: 05175 / 980 9740
E-Mail: weth@drweth.de

© Copyright Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG, Berlin 2013 - (http://www.altlastendigital.de) 12.12.2013 - 13:01