

Kampfmittelräumung bei Offshore-Projekten

Ärgernis, unnötige Kosten oder notwendige Gefahrenabwehr?

Textfassung des gleichlautenden Vortrags bei der Fachtagung Kampfmittelbeseitigung des Bundes Deutscher Feuerwerker und Wehrtechniker (BDFWT e.V.) am 24. Februar 2015 in Bad Kissingen.

Dr.-Ing. Kay Winkelmann
Beratender Ingenieur
Tannenweg 83
13587 Berlin
Tel: +49 (0)30 33776228
Mobil +49 (0)151 14996768
Email: email@kay-winkelmann.de
Internet: www.kay-winkelmann.de

Einleitung

Dass die Weltmeere – vorrangig die Küstengewässer, und hier insbesondere die europäischen Küstengewässer – in erheblichem Umfang mit Kampfmitteln belastet sind, sollte gemeinhin bekannt sein. Die Verminung großer Seegebiete während der beiden Weltkriege, Kampfhandlungen zur See, Notabwürfe von Bomben, die Versenkung von chemischen und konventionellen Kampfmitteln zur vermeintlich sicheren Entsorgung unmittelbar nach den Kriegen sowie militärische Übungen aller Teilstreitkräfte haben zu einer umfangreichen Belastung der Meere mit Grund- und Ankertauminen, Wasserbomben, Torpedos, Abwurfmunition aller Arten und Kaliber, Kampfstoffmunition und chemischen Kampfstoffen in Lagergebinden sowie Bodenkampfmittel aller Art geführt.

Durch die stark zunehmende Nutzung der Meere für die Gewinnung von Rohstoffen, den Ausbau von Schifffahrtswegen, die Errichtung von Anlagen zur Gewinnung von erneuerbaren Energien, die Verlegung von Leitungen und Kabeln im Rahmen der Herstellung und Vernetzung der europäischen Energieversorgungs- und Kommunikationsinfrastruktur nehmen Eingriffe in den Meeresboden sehr stark zu. Damit steigt das Risiko, bei entsprechenden Arbeiten Kampfmittel anzutreffen.

Die Gefahren, die dabei für die Beschäftigten, die Meeresumwelt, hochwertige Sachgüter und den Ablauf der Projekte entstehen, werden bis dato von vielen Beteiligten nur unzureichend erfasst. Weil gleichzeitig verbindliche rechtliche Regelungen für die Kampfmittelräumung im deutschen Zuständigkeitsbereich auf See weitgehend fehlen, erfolgt eine sach- und fachgerechte Kampfmittelräumung nicht in allen Fällen.

Belastung von Nord- und Ostsee mit Kampfmitteln

Die deutschen und europäischen Küstenmeere sind von der Belastung mit Kampfmitteln besonders betroffen [BSH 2011]. Alliierte und deutsche Bomberverbände flogen ihre Ziele insbesondere über die Nordsee an, die dabei häufig auch als Notabwurfgebiet genutzt wurde. Umfangreiche Kampfhandlungen fanden insbesondere im Küstenvorfeld statt (z.B. Abwehr feindlicher Bomberverbände durch Flak und Jagdflieger, Angriffe von Kampfflugzeugen auf Seeziele, Gefechte zwischen U-Booten und Überwassereinheiten, Ausbringung von großflächig angelegten Minensperren).

Die Zahl der in den beiden Weltkriegen in Nord- und Ostsee gelegten Ankertaum- und Grundminen wird auf bis zu 700.000 geschätzt [Ledebur 1977]. Zwar erfolgte nach den Kriegen eine umfangreiche Minenräumung auf See. Diese hatte aber nur ein Ziel, nämlich die Schifffahrt wieder sicher zu machen, die durch Ankertaum- und Grundminen mit Kontakt- und Fernzündeinrichtungen gefährdet war. Weil Technologien für eine echte „Räumung“, d.h. die Entfernung von Minen aus den Meeren nicht zur Verfügung standen und auch noch nicht absehbar war, dass der Meeresboden in ferner Zukunft sehr viel intensiver genutzt werden würde, beschränkte sich die Minenräumung darauf, die Gefahren für die Schifffahrt zu eliminieren. Dies erfolgte bei Ankertauminen in der Regel dadurch, dass die Ankertaue mit an Schleppgeschirren befestigten Schneidvorrichtungen gekappt wurden. Die Minen trieben auf und wurden durch Gewehr- oder Geschützfeuer wieder versenkt. Archivunterlagen belegen, dass bei der so ausgeführten Minenräumung oft nur ein Bruchteil der verlegten Minen wiedergefunden und versenkt wurde. Da andererseits bekannt ist, dass viele Minen aufgrund von Leckagen, Selbstversenkungseinrichtungen u.a. bereits vorher auf den Meeresboden sanken und nur in der Regel nur wenige Minen eines Minenfeldes tatsächlich durch Kontakt mit Schiffen zur Detonation kamen, muss davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der verlegten Ankertauminen nach wie vor auf dem Grund von Nord- und Ostsee liegen. Ähnlich verhält es sich bei Grundminen, die mit Fernzündgeräten ausgerüstet waren, die auf Druckänderungen beim Überlaufen oder Veränderungen des magnetischen Feldes durch ein Schiff oder aber akustische Emissionen von Schiffen ansprechen sollten. Weil diese Fernzündgeräte in der Regel eine Stromquelle für die Zündung benötigten, zielten Räumverfahren häufig darauf ab, die Batterie dadurch zu leeren, dass diese in einen höheren, stromverbrauchenden Bereitschaftsmodus versetzt wurde. Dies ohne die Mine dabei auszulösen, weil Grundminen in der Regel sehr große Ladungen (ca. 300 kg bis größer 600 kg) besitzen, was sehr große Schutzabstände für die eingesetzten Überwassereinheiten für den Fall einer Detonation erfordert hätte.

Eine systematische Minenräumung in Nord- und Ostsee erfolgte durch deutsche Behörden bis in die 1970er Jahre und wurde dann eingestellt. Die Begründung für die Einstellung der systematischen Minenräumung einschließlich der nach wie vor gültigen Gefahrenbeurteilung kann im „Nordsee-Handbuch Östlicher Teil“ des Deutschen Hydrographischen Institutes (DHI) von 1975 auf S. 165 nachgelesen werden:

„In dem minengefährdeten Gebiet der östlichen Nordsee (ehemaliges Minengebiet 9), das den größten Teil der in diesem Handbuch beschriebenen Gewässer bedeckt, ist die Minensuche von Seiten der Bundesrepublik Deutschland eingestellt, da die Gefahr durch Minen für die Überwasserschifffahrt nicht mehr für größer angesehen wird als die allgemeinen Gefahren der Schifffahrt. Explosivstoffe auf und unter dem Meeresboden können jedoch auf weiterhin Arbeiten am Meeresboden, das Fischen und Ankern sowie alle anderen Unterwasserarbeiten gefährden.“ [DHI 1975]

Darüber hinaus belegen im Bundesarchiv-Militärarchiv in Freiburg zugängliche Unterlagen, dass die westdeutsche Bundesmarine bis in die 1970er Jahre im Vorfeld von Kabel- und Pipelineprojekten in der Nord- und Ostsee für die Suche nach Minen u.a. Kampfmitteln eingesetzt wurde [BA-MA BM14]. Daraus ist abzuleiten, dass auch von Seiten der zuständigen Behörden zumindest bis in die jüngere Vergangenheit eine Gefährdung durch Minen und andere Kampfmittel bei Eingriffen in den Meeresgrund gesehen wurde.

Eine signifikante Gefahrenquelle stellen auch Munitionsversenkungsgebiete dar. Für die Versenkung von konventioneller und chemischer Kampfmittel gab es nach den beiden Weltkriegen designierte Versenkungsgebiete, die in der Regel durch eine spezielle Betonung gekennzeichnet waren. Eine mangelnde Überwachung der Versenkung und falsche ökonomische Anreize führten dazu, dass Kampfmittel in vielen Fällen unkontrolliert auch küstennah und über große Flächen versenkt wurden (u.a. „en-route dumping“). Später wurden Kampfmittel aus einigen Versenkungsgebieten wieder gehoben, um Metalle zu verwerten („Munitionsfischerei“) [Rapsch 2000] oder aber um staatlicherseits Gefahren abzuwehren (Bergung von Kampfstoffmunition aus der Ostsee und Wiederversenkung in der Biskaya in den 1970er Jahren) [BA-MA BM1].

Weiterhin ist zu beachten, dass sowohl durch die Munitionsfischerei als auch durch jahrzehntelange Grundnetzfisherei insbesondere im Wattenmeer der Nordsee eine erhebliche Verschleppung von Minen und versenkten Kampfmitteln über ihre ursprünglichen Positionen heraus erfolgt ist.

Gefahren durch Kampfmittel im Offshore-Bereich

Dass von Kampfmitteln im Offshore-Bereich auch heute noch erhebliche Gefahren ausgehen ist dadurch durch mehrere Fakten zu belegen:

- Bei der Sprengung von im Offshore-Bereich gefundenen Kampfmitteln kommt es bei der Sprengung, die mit kleineren Wirkladungen initiiert wird, in den meisten Fällen zu High-order Detonationen. Dies belegt, dass die in den Kampfmitteln enthaltenen Explosivstoffe durch lange Lagerung im und teilweise Exposition im Wasser allenfalls geringfügig in ihrer Leistung reduziert sind.
- Offensichtlich gehen auch die zuständigen (Bundes-)Behörden nach wie vor davon aus, dass Kampfmittel, insbesondere Großkampfmitteln wie Ankertau- und Grundminen, Torpedos, Wasserbomben und Abwurfmunition sowie Versenkungsgebiete eine Gefahr insbesondere bei Eingriffen in den Meeresboden darstellen. Nur so lässt sich erklären, dass bekannte, mit

versenkten Kampfmitteln belastete Gebiete als solche in amtlichen Seekarten ausgewiesen und mit Verboten für das Befahren, Ankern, Fischen u.ä. belegt sind. Weiterhin werden behördlicherseits auch bei Einzelfunden Gefahrenmeldungen für die Schifffahrt in den amtlichen „Nachrichten für Seefahrer“ veröffentlicht und Gefahrengebiete, die bis zur Beseitigung des Kampfmittels nicht befahren werden dürfen, ausgewiesen.

- Darüber hinaus belegen Unfälle die auch heute noch bestehenden Gefahren, die von Großkampfmitteln bei Unterwasserarbeiten ausgehen können, eindrucksvoll:
 - Explosion einer Bombe oder Mine im Schneidkopf des Saugbaggers Arco Tees vor Comer (Großbritannien) im August 1986, bei dem ein Besatzungsmitglied verletzt wurde. Nach Bewertung der Schäden wurde das 84 m lange Baggerschiff als Totalverlust abgeschrieben [Dredgepoint 1986].
 - Explosion einer 500 lbs Bombe im Schneidkopf des Saugbaggers HAM 308 in Hongkong im Februar 1993. Aufgrund der Schäden wurde der 117 m lange Saugbagger als konstruktiver Totalverlust abgeschrieben und verschrottet [Dredgepoint 1993].
 - Explosion einer nicht näher definierten Bombe im Schneidkopf des Saugbaggers M-30 bei Baggerarbeiten für den Jade-Weser-Port in Wilhelmshaven im Oktober 2009. Dabei entstand Sachschaden von mehreren 100.000 EUR, der Saugbagger wurde als Totalverlust abgeschrieben [Kreiszeitung 2009].
 - Auslösung vermutlich einer amerikanischen Grundmine durch den Schneidkopf-Saugbagger Volvox Terranova vor Surabaya mit starker Beschädigung des Schiffes im September 2014. Dem Vernehmen nach entstand am Schiff Sachschaden in Millionenhöhe [PM 2014].

Bei der Gefährdungsabschätzung ist neben der Gefahr als Maß des möglichen Schadens auch das Risiko, d.h. die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Schadensereignisses durch Kampfmittel zu bewerten. Dieses ist bei Eingriffen in den Meeresgrund in Nord- und Ostsee grundsätzlich als hoch zu betrachten. Dies leitet sich einerseits aus der großen Zahl der verlegten Minen, der von Munitionsversenkungsgebieten betroffenen Flächen als auch aus dem Umfang des Luftkrieges insbesondere während des Zweiten Weltkrieges ab, kann aber auch aus der häufig vorkommenden Aufnahme von Kampfmitteln insbesondere bei der Grundnetzfisherei als auch bei Baggerarbeiten sowie dem Fundaufkommen im Bereich von Offshore-Windparks, in denen eine systematische Kampfmittelräumung nach Stand der Technik erfolgt ist, abgeleitet werden:

- Im Bereich von Offshore-Windparks, Export-Kabeltrassen u.a. Offshore-Projekten, bei denen eine Kampfmittelräumung nach dem Stand der Technik erfolgt, werden Kampfmittel in erheblichem Umfang gefunden [BLANO 2014, OSPAR 2014]:

Tabelle 1: Kampfmittelfunde im Rahmen von Offshore-Wind-Projekten in Nord- und Ostsee

Projekt	Ankertauminen	Grundminen	Abwurfmunition	Sonstige
Exportkabel Baltic I / II		2 (Mk IV)		
OWP Borkum Riffgrund 1		2 (Mk VII, Mk 25)	4 (250 lbs, 500 kg)	
OWP Butendiek	1 (vermutl. EMC)			
Konverter DoWin II	4 (Typen unbekannt)		2 (500 lbs)	1 (Torpedo)
OWP Godewind	9 (Mk XIII, Mk XVII)	4 (LMA, Mk VII)	4 (250lbs bis 500 kg)	
Konverter Helwin			5 (4 BLU28, INC30)	1 (Torpedo G7)
Konverter Helwin 2		1	1	
OWP Meerwind	2 (BMC, EMC)	1 (LMB/S)	2 (brit. Üb-Bomben)	10 (Artilleriegr. bis 28cm)
OWP Nordsee Ost	7 (5 Ankertaum., 1 Grundm., 1 „Seem.“)		13	2 (Torpedo, Granate 28cm)
Exportkabel Riffgat	2 (BMC, Mk XVII)			>650 (Mun.Kisten, APM, Granaten 2 .. 30,5 cm)

- Bei Naßbaggerarbeiten für ein Küstenschutzprojekt an der niederländischen Küste südlich von Den Helder wurden 2014 allein von einem Naßbagger zwei britische Grundminen (MK IV) und diverse Artilleriegeschosse aufgenommen. Eine Grundmine MK IV wurde von der Besatzung zunächst nicht als solche erkannt und im Schrottcontainer „zwischengelagert“, bis sie von einem Feuerwerker identifiziert wurde. Bei nicht flächendeckenden Kampfmittel Sondierungen und stichprobenartigen Untersuchungen durch Taucher wurden weitere Großkampfmittel, u.a. eine Bombe 500 kg, festgestellt.

Die Gefahren, die Unterwasserdetonationen von Kampfmitteln für Schiffe und Werkzeuge auf dem Meeresgrund darstellen, sind groß. Aufgrund der Eigenschaft des Wassers als quasi inkompressibles Fluid wird die primäre Schockwelle als Druckstoß im Wasser im Vergleich zu Detonationen an der Luft deutlich weiter transportiert und schwächt sich dabei langsamer ab. Durch den Druckstoß, der mehrere hundert Kilopascal betragen kann, können strukturelle Schäden an der Außenhülle, dem Tragwerk und Maschinen und Anlagen auf Schiffen entstehen. Aufsteigende Detonationsgase, die wechselweise

expandieren und komprimiert werden, führen zudem zu sekundären Stoßwellen. Außerdem wird Schiffen beim Auftreffen der Gasblase aus Detonationsgasen an die Oberfläche der Auftrieb im Wasser entzogen. Dies kann bei großen Gasmengen zu schweren Schäden an Schiffen führen, wenn z.B. deren Kiel bricht. Lediglich die Splitterwirkung ist bei Unterwasserdetonationen von Kampfmitteln im Vergleich zu Detonationen in der Luft stark vermindert, weil entstehende Splitter im Wasser stark abgebremst werden. Bei Wassertiefen von mehr als 10 m ist in der Regel davon auszugehen, dass Splitter an der Oberfläche keine signifikante Gefahr mehr darstellen [Snay 1951, Snay 1955, Snay 1962, Swisdak 1978, US Navy 1992].

Aus dem militärischen Bereich sind verschiedene Standards bekannt, die Sicherheitsabstände von Überwassereinheiten bei Unterwassersprengungen definieren. So definiert eine deutsche Marinevorschrift den Sicherheitsabstand, der erforderlich ist, um Schäden an Überwassereinheiten bei Sprengungen in Wassertiefen von mehr als 6 m zu vermeiden, wie folgt:

$$\text{Mindestsicherheitsabstand [m]} = 20 \times \sqrt{\text{Nettoexplosivstoffmasse [kg]}}$$

Mit der Formel lassen sich für typische Kampfmittel, die im Offshore-Bereich anzutreffen sind, folgende Mindestsicherheitsabstände berechnen, die einzuhalten sind, um im Falle einer Detonation eines Kampfmittels unter Wasser Schäden an Schiffen zu vermeiden.

Tabelle 2: Nettoexplosivstoffmassen und Mindestsicherheitsabstände zur Vermeidung von Schäden an Schiffen nach einer deutschen Marinevorschrift zu Unterwassersprengungen.

Kampfmittel	Nettoexplosivstoffmasse [kg]*	Mindestsicherheitsabstand
Bombe 100 lbs (GP100 US)	25	100 m
Bombe 250 lbs (GP250 US)	58	160 m
Bombe 500 lbs (GP500 US)	121	220 m
Wasserbombe WBD II	125	230 m
Ankertaumine Mk XVII (UK)	140	240 m
Ankertaumine EMA (DR)	150	250 m
Torpedo G7a (DR)	300	350 m
Ankertaumine EMF (DR)	340	370 m
Grundmine Mk IV (UK)	340	370 m
Grundmine LMB (DR)	697	530 m

*Nettoexplosivstoffmassen aus Munitionsdatenbank der Dresdner Sprengschule (Vers. 11.0)

Eine US-amerikanische Vorschrift [US Navy 1992] beschreibt die Schäden, die bei Unterwasserexplosionen in Abhängigkeit von der Nettoexplosivstoffmasse und der Entfernung zwischen dem Detonationsort und dem exponierten Überwasserfahrzeug zu erwarten sind, anhand des sogenannten „Schock-Faktors“. Der Schock-Faktor wird dabei nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Schock Faktor } SF = \frac{\sqrt{\text{Nettoexplosivstoffmasse (TNT - Äquivalent)}}}{\text{Entfernung Detonationsort - Schiff}}$$

Das in Abhängigkeit von der Größe des Schock-Faktors zu erwartende Schadensbild wird wie folgt beschrieben:

Tabelle 3: Typische Schadensbilder für verschiedene Schock-Faktoren bei Unterwasserdetonationen (nach [US Navy 1992]).

Schock Faktor (SF)	Schadensbild
< 0.1	Geringfügige Schäden wie z.B. Zerstörung von Leuchtmitteln, Sicherungen, etc.
0.1 – 0.15	Schäden an Rohrleitungen, Relais, Leuchtmitteln und Sicherungen, Elektronikausfälle, Leckagen und möglicherweise Leitungsbrüche
0.15 – 0.2	Verstärkung des vorgenannten Schadensbildes, Leitungsbrüche und Verschiebung von Maschinen auf ihren Fundamenten wahrscheinlich
0.2	Allgemeine Maschinenschäden
>0.2	Schwere Schäden am Schiff
≥0.5	Typischerweise Totalverlust des Schiffes

Bereits ohne Berücksichtigung von TNT-Äquivalenten für die in den Kampfmitteln enthaltenen Explosivstoffe, die teilweise wesentlich brisanter sind als TNT allein, berechnen sich die Abstände für die relevanten Schock-Faktoren von 0,1 bis 0,5 nach dieser US-amerikanischen Vorschrift wie folgt [US Navy 1992]:

Tabelle 4: Abstände in denen relevante Schock-Faktoren bei Unterwasserdetonationen wirken (nach [US Navy 1992]).

Kampfmittel*	Nettoexplosivstoffmasse [kg]	SF ≤0,1 bis Abstand [m]	SF >0,1.. ≥0,2 bis Abstand [m]	SF > 0,2 .. ≥0,5 bis Abstand [m]
Grenzbetrachtung 10 kg	10	32	16	6
Bombe GP100 US	25	50	25	10
Bombe GP250 US	58	76	38	15
Bombe GP500 US	121	110	55	22
Wasserbombe WBD II	125	112	56	22
Ankertaumine Mk XVII	140	118	59	24
Ankertaumine EMA	150	122	61	24
Torpedo G7a	300	173	87	35
Ankertaumine EMF	340	184	92	37
Grundmine Mk IV	340	184	92	37
Grundmine LMB	697	264	132	53

*Siehe Tabelle oben für vollständige Beschreibung

**Nettoexplosivstoffmassen aus Munitionsdatenbank der Dresdner Sprengschule (Vers. 11.0)

Berücksichtigt man die typischen Wassertiefen zwischen circa 15 m und maximal etwa 40 m, in denen Windparks in Nord- und Ostsee errichtet werden, so wird deutlich, dass ein Totalverlust ($SF \geq 0,5$) durch Detonation von typischen Marinekampfmitteln (Ankertautminen, Grundminen, Torpedos, Wasserbomben) möglich ist, wenn ein entsprechendes Kampfmittel unmittelbar unter oder in unmittelbarer Nähe eines eingesetzten Schiffes detoniert. Weiter wird ersichtlich, dass schwere Schäden ($SF \geq 0,2$) durch großkalibrige Abwurfmunition und Marinekampfmitteln in Entfernungen zwischen circa 40 m und circa 130 m in Abhängigkeit von der Nettoexplosivstoffmasse zu erwarten sind.

Gleichzeitig ist für Nettoexplosivstoffmassen kleiner 10 kg in der Regel davon auszugehen, dass diese keine signifikanten Schäden an Schiffen an der Oberfläche verursachen.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit von Schäden bestimmt sich aus der Wahrscheinlichkeit des Antreffens von Kampfmitteln und der Wahrscheinlichkeit der Auslösung von Kampfmitteln durch Einwirkungen bei den Arbeiten für die Errichtung von Offshore-Windparks und bei der Verlegung von Seekabeln für deren Anschluss an das Stromnetz. Die Auslösung kann sowohl durch eine funktionsgemäße Bestimmung von nach wie vor funktionsfähigen Zündsystemen oder aber durch starke mechanische Einwirkung auf die durch Alterungsprozesse in ihrer Empfindlichkeit gesteigerten Explosivstoffe in Kampfmitteln erfolgen. Dass eine solche Erhöhung der Empfindlichkeit von durch Alterungsprozesse der in Kampfmitteln enthaltenen Explosivstoffe erfolgt und eine Auslösung durch rein mechanische Einwirkung auf den Explosivstoff möglich ist, haben entsprechende Untersuchungen gezeigt [Bohn 2007]. Einige Unfälle mit Bombenblindgängern, die nicht durch einen Zünder, sondern mechanische Einwirkungen auf den Explosivstoff ausgelöst wurden, belegen, dass es sich hierbei nicht nur um eine theoretische Gefahr handelt.

Gefährdungsbeurteilung von Kampfmitteln in Offshore-Projekten

Die obige Darstellung der Wirkung von Unterwasserdetonationen zeigt, dass bei der Gefährdungsbeurteilung von Kampfmittelrisiken im Offshorebereich in Bezug auf Überwassereinheiten (Schiffe) nur Kampfmittel mit Nettoexplosivstoffmassen von mehr als 10 kg relevant sind. Darunter fallen insbesondere großkalibrige Artilleriemunition (Schiffs- und Küstenartillerie), Abwurfmunition (Bomben ab 50 kg / 100 lbs), sowie Marinekampfmittel (Ankertau- und Grundminen, Torpedos, Wasserbomben). Kleinere Kampfmittel können in Bezug auf Überwassereinheiten in der Regel außer Acht gelassen werden. Diese sind aber immer dort zu beachten, wo die Möglichkeit besteht, dass Kampfmittel mit Werkzeugen, die auf dem Meeresgrund eingesetzt wurden, an Deck gebracht werden.

Bei der Gefährdungsbeurteilung müssen weiterhin die Zündsysteme insbesondere von großkalibriger Artillerie- und Abwurfmunition sowie Marinekampfmitteln betrachtet werden:

- Bei verschossener, großkalibriger Artilleriemunition (insbesondere Küsten- und Schiffsartillerie bis Kaliber 30,5 cm aber auch Flak bis Kaliber 15 cm) ist grundsätzlich von entscherten, funktionsfähigen Aufschlagzündern und vorgespannten Zeitzündern auszugehen. Weil Ablagerungen auf den Kampfmitteln die Bestimmung des Zustandes der Führungsbänder und die Identifizierung des Zündsystems in der Regel unmöglich machen, ist bei Funden

grundsätzlich von einem funktionsfähigen Zündsystem auszugehen, solange das Gegenteil nicht sicher festgestellt werden kann.

- Bei den Zündsystemen von Abwurfmunition muss davon ausgegangen werden, dass Bombenblindgänger aus Angriffen von Flugzeugen auf Schiffe wie auch Bomben aus Notabwürfen grundsätzlich über entsicherte Zünder verfügen und deshalb bei entsprechender Einwirkung auf den Zünder eine funktionsgemäße Auslösung erfolgen kann. Sowohl Aufschlagzünder als auch Langzeitzünder von alliierten Bomben (USA, Großbritannien, Sowjetunion, u.a.) aus dem Zweiten Weltkrieg sind grundsätzlich als funktionsfähig zu betrachten. Bei den deutschen Bombenzündern aus der Zeit des Zweiten Weltkriegs ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. Bei den zahlreich eingesetzten, elektrischen Bombenzündern ist davon auszugehen, dass diese in Ermangelung einer ausreichenden Zündstromquelle nicht mehr funktionsfähig sind. Es gab aber auch rein mechanische Aufschlagzünder (z.B. AZ80), sowie vorgespannte mechanische Zeitzünder (z.B. ZtZ89) und Störzünder (z.B. ZusZ40). Weil im Offshore-Bereich eine Identifizierung des Zünders in situ aufgrund von Korrosion und Ablagerungen in der Regel nicht möglich ist, sind daher auch alle deutschen Bombenzünder als grundsätzlich funktionsfähig zu betrachten.
- Bei Marinekampfmitteln ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich. Bei elektrischen Zündsystemen, wie sie in vielen Fernzündungsminen (magnetische, akustische und Druck-Zünder) sowie einigen Kontaktzündern (Stoßkappen) verwendet wurden, ist davon auszugehen, dass die Stromquelle (Batterie) mehr als 70 Jahre nach Ende des Zweiten Weltkriegs keinen ausreichenden Zündstrom mehr liefern kann. Bei deutschen Minen, insbesondere den Grundminen LMA und LMB sowie BM1000, ist aber unbedingt zu beachten, dass diese eine Buchse für den Einbau von Bombenzündern verfügten, unter denen auch der vorgespannte Zusatzzünder 40 (ZusZ40) verbaut wurde. Daher ist für diese Minen grundsätzlich eine Vernichtung vor Ort vorzusehen, weil der Zustand des innen verbauten Zünders aufgrund der häufig auftretenden Korrosion nicht abgeschätzt werden kann.
 Elektrochemische Kontaktzünder (Bleikappenzünder / Hertzhorn) von Kontaktzündungsminen sind grundsätzlich als funktionsfähig zu betrachten, weil der Zündstrom erst bei Zerstörung der in der Bleikappe enthaltenen Elektrolytampulle elektrochemisch erzeugt wird.
 Für Torpedos wurden in den meisten Fällen empfindliche oder vorgespannte Aufschlagzünder und nur in wenigen Fällen Fernzündungseinrichtungen (magnetisch, akustisch) verwendet. Empfindliche und vorgespannte Zünder, wie sie bei Torpedos in der Regel verwendet werden, sind grundsätzlich als funktionsfähig zu betrachten.
 Wasserbomben verfügen in der Regel über vorgespannte Zünder, bei denen die Vorspannung nach dem Wurf und die Auslösung bei Übersteigen eines Druckes entsprechend einer definierten Wassertiefe erfolgen. Zündeinrichtungen von Wasserbomben sind daher grundsätzlich als funktionsfähig zu betrachten.

Daher sind alle Kampfmittel (Artillerie- und Flakmunition, Abwurfmunition und Marinekampfmittel) bis zur eindeutigen und sicheren Identifizierung des Kampfmittels selbst einschließlich des Zustandes sowie des Zündsystems als voll funktionsfähig zu betrachten. Wegen der durch Korrosion und Ablagerungen und die Lage unter Wasser bzw. im Sediment stark beeinträchtigte Identifizierbarkeit der Kampfmittel selbst, ihrer Zündsysteme sowie ihres Zustandes (Sicherungseinrichtungen, Verschuss / Abwurf) sind Kampfmittel im Offshore-Bereich bis zum Beweis des Gegenteils als voll funktionsfähig zu betrachten und entsprechend zu behandeln.

Gefährdungsabschätzung für Eingriffe in den Baugrund bei Offshore-Projekten

Neben den oben beschriebenen Faktoren, welche die Belastung mit und das Gefährdungspotenzial von Kampfmitteln beschreiben, sind bei der Gefährdungsabschätzung für Eingriffe in den Baugrund bei Offshore-Projekten die Art des Eingriffs und seine Reichweite im Sinne einer möglichen Auslösung von Kampfmitteln mit funktionsfähigen Zündsystemen zu berücksichtigen.

Typische Eingriffe auf dem Meeresgrund bei der Erkundung von Baufeldern für Offshore-Windparks und Trassen für Exportkabel sowie deren Errichtung bzw. Installation sind im Folgenden aufgeführt:

- Punktuelle Probebohrungen bzw. Drucksondierungen für die Baugrunderkundung
- Entnahme von Sedimentproben
- Beräumung von Hindernissen mit geschleppten Räumwerkzeugen
- Naßbaggerarbeiten zur Herstellung von Arbeitsflächen, Entnahme von Sedimenten oder Nivellierung von Profilen.
- Herstellung von Kabelgräben mit schiffsgebundenen Werkzeugen oder fernbedienten Geräten
- Direktes Eingraben oder Einspülen des Kabels während der Verlegung
- Schütten von Kolkschützen aus Felsbrocken an Windenergieanlagenstandorten
- Aufstellen von Stelzenpontons für die Herstellung von Fundamenten von Windenergieanlagen oder die Installation der Turbinen. Die dabei entstehenden Drücke unter den Stelzen betragen bis zu 100 t / m² (1.000 kPa / 1 MPa), was dazu führt, dass die Stelzen die mobile Sedimentschicht mit Mächtigkeiten von bis zu zwei Metern und mehr, vollständig durchdringt.
- Verankerung von Arbeitsschiffen
- Rammarbeiten, bei denen großkalibrige Stahlrohre als Fundamente für Windenergieanlagen bis zu 30 m in den Untergrund getrieben werden.
- Temporäres Ablegen von Leitungen z.B. für Blasenschleier, mit denen die Auswirkungen von Installationsarbeiten auf die Meeresumwelt gemindert werden sollen.

Bei allen vorgenannten Arbeiten kommt es zur direkten mechanischen Einwirkung von Schiffsteilen oder Werkzeugen auf dem bzw. in den Meeresgrund. Die Eingriffsintensität ist dabei unterschiedlich stark ausgeprägt. Während sie bei der Entnahme von Sedimentproben bzw. dem Ablegen von Leitungen eher gering ist, ist sie beim Aufstellen von Stelzenpontons, dem Auslegen von Ankern sowie bei Bohrungen, Naßbaggerarbeiten und insbesondere Rammarbeiten sehr hoch.

Weil die Zündsysteme von den im Offshore-Bereich relevanten Kampfmitteln grundsätzlich als funktionsfähig zu betrachten sind und eine Auslösung auch ohne funktionsfähiges Zündsystem durch erhebliche mechanische Einwirkung grundsätzlich möglich ist (s.o.), besteht bei allen oben genannten Arbeiten grundsätzlich die Gefahr der Auslösung angetroffener Kampfmittel.

Aus diesem Grund ist vor Ausführung solcher Arbeiten eine Kampfmittelsondierung zum Nachweis der Kampfmittelfreiheit bzw. zur Detektion von kampfmittelverdächtigen Objekten und deren Untersuchung sowie Beräumung und erforderlichenfalls Vernichtung unabdingbar.

Derzeitige Praxis der Kampfmittelräumung im Offshore-Bereich

Trotz dieser Fakten, die sowohl die erhebliche Gefahr im Sinne möglichen Schadensumfangs als auch ein erhebliches Risiko im Sinne der Wahrscheinlichkeit des Gefahreneintritts bei Installationsarbeiten für Offshore-Windparks und ihre Kabelanbindungen belegen, wird in der Praxis aktueller Offshore-Projekte insbesondere im Bereich der erneuerbaren Energien (Errichtung von Offshore-Windparks und Verlegung von Exportkabeln für die Anbindung der Offshore-Windparks an das Stromnetz) eine ganz unterschiedliche Herangehensweise an die Problematik „Kampfmittel“ beobachtet. Ein paar Beispiele seien hier genannt:

- Schlichtes Ignorieren des Problems („Nichtstun“).
- Pauschale Übertragung aller (unbekannten bzw. nicht näher untersuchten) Kampfmittelrisiken auf die ausführenden Auftragnehmer mit dem Vertrag über die auszuführende Leistung obwohl diese als Teil des Baugrundrisikos üblicherweise in den Verantwortungsbereich der Bauherren fallen (sollten).
- Aktives Verleugnen einer möglichen Kampfmittelbelastung trotz in historischen Recherchen nachgewiesener Minenfelder, Versenkungsstellen, Wracks aus Kampfhandlungen u.ä. im Projektgebiet. Dabei wird teilweise behauptet, nachgewiesene Minenfelder seien durch die nach den Weltkriegen erfolgte „Minenräumung“ heute als „minenfrei“ oder „gefahrenfrei“ anzusehen. In anderen Fällen werden durch Berater Gutachten erstellt, in denen das „Driftverhalten“ von Kampfmitteln abgeschätzt wird und mit denen man zu dem Schluss kommt, ein in unmittelbarer Nähe befindliches Munitionsversenkungsgebiet oder ein Minenfeld könne keine Gefahr für das Projektgebiet darstellen, weil die entsprechenden Kampfmittel nur wenige Meter pro Jahr verdriften könnten, mithin im Projektgebiet keine solchen Kampfmittel zu erwarten seien.
- Ausführung von Sondierungen mit nicht geeigneten Verfahren (z.B. Seitensichtsonar in der Nordsee, wo der weitaus größte Teil der aufgefundenen Kampfmittel vollständig eingesedimentiert und deshalb mit akustischen einfachen Verfahren nicht detektierbar sind) oder nicht geeigneten Parametern (z.B. Sondierung einer einzelnen Magnetometer-Spur über eine Kabeltrasse bzw. einen Windenergieanlagen-Standort, zu große Spurbstände bei der Sondierung von fünf bis größer 50 m, zu hohe Abstände der eingesetzten Sensoren über Grund, etc.).

- „Risikominimierung“ durch (überwiegend britische) Berater, die detektierte Anomalien ohne wissenschaftliche Grundlage in „kampfmittelrelevante“ und „nicht kampfmittelrelevante“ Anomalien klassifizieren, um die Anzahl der Punkte für eine in-situ Untersuchung und damit die Kosten für den Auftraggeber zu reduzieren.
- Ausweisung von „Vermeidungszonen“ von wenigen Metern Durchmesser um nachgewiesene Anomalien, die nicht näher untersucht wurden.
- „Liegenlassen“ von nachgewiesenen Marine-Großkampfmitteln wie z.B. Abwurfmunition oder Seeminen in einer Entfernung von weniger als 15 m vom Bereich des vorgesehenen Eingriffs in den Meeresboden.
- Kampfmittelsondierung nach Stand der Technik durch Magnetometer-Sondierung mit weniger als drei Meter Spurabstand, Untersuchung aller festgestellten Anomalien, die als mögliche Kampfmittel oberhalb eines auf Grundlage einer belastbaren Gefährdungsabschätzung als kleinstes relevantes Kampfmittel (Referenzobjekt) definiert wurde und Untersuchung / Beräumung und erforderlichenfalls Vernichtung aller so ausgewiesenen Verdachtsobjekte.

Leider muss festgestellt werden, dass in vielen Fällen nicht die letztgenannte Verfahrensweise zur Anwendung kommt, sondern häufig die davor genannten, nicht sach- und fachgerechten Ansätze.

Dabei drängt sich in Anbetracht der sehr unterschiedlichen Herangehensweisen der Eindruck auf, dass das Bewusstsein für die Gefahr, die bei Eingriffen am bzw. in den Meeresboden insbesondere von Großkampfmitteln wie Abwurfmunition größer 50 kg, Ankertau- und Grundminen, Torpedos, Wasserbomben u.ä. ausgeht, bei vielen Investoren, Bauherren und auch bauausführenden Unternehmen nicht vorhanden ist.

Dies ist offensichtlich einer der Gründe dafür, dass die Kosten, die für eine sach- und fachgerechte Kampfmittelräumung in den Projektgebieten entstehen, von den Investoren und Bauherren häufig als unverhältnismäßig hoch und überflüssig angesehen werden. Ein weiterer Grund liegt in den teilweise sehr hohen Kosten für die Bergung und Vernichtung von Kampfmitteln im Offshore-Bereich. Die Aufgabe der Kampfmittelbeseitigung im Offshore-Bereich ist neu, die Zahl der qualifizierten Anbieter ist noch gering und im Bereich der eingesetzten Technologien für die Sondierung, Untersuchung, Beräumung und Vernichtung von Kampfmitteln besteht erhebliches Potenzial für Weiterentwicklungen, die mittelfristig in signifikanten Effizienzsteigerungen und Kostenreduzierungen resultieren werden. Andererseits sind die Kosten für die Kampfmittelsuche und -räumung bei geeigneter, vorlaufender Planung und Ausführung im Verhältnis zur Investitionssumme der Projekte wie auch im Verhältnis zu Kosten, die sich aus Auflagen des Natur- und Umweltschutzes ergeben, eher gering.

Nach aktuellen Zahlen [Ecoprog 2014] betragen die Investitionskosten für ein Megawatt (MW) installierter Leistung in einem Offshore-Windpark zwischen 2 Mio. EUR und 4 Mio. EUR. Im Juni 2014 waren rund 630 MW Leistung in deutschen Offshore-Windparks installiert, und weitere rund 2.400 MW befanden sich

im Bau [OWE 2014]. Dies entspricht bei einer mittleren Größe von etwa 500 MW sechs Windparks. Setzt man 3 Mio. EUR als mittlere Investitionssumme für ein MW installierter Leistung an, so betragen die Investitionskosten für die bis dato in Betrieb bzw. im Bau befindlichen Offshore-Windparks etwa neun Milliarden EUR.

An Land liegen die Kosten für die Kampfmittelräumung bei Großprojekten in Großstädten häufig im Bereich von 1 – 2 % der Investitionssumme. Überträgt man diesen Maßstab – ohne Berücksichtigung von besonderen Aufwendungen bei der Offshore-Kampfmittelsuche und –räumung – als Maßstab an, so wären für die Kampfmittelräumung im Bereich der Offshore-Windparks in der Projektierung bzw. Kostenschätzung zwischen 90 Mio. EUR und 180 Mio. EUR zu berücksichtigen gewesen. Dabei ist die Kabelanbindung der Windparks, d.h. die Sondierung und Beräumung der Trassen, auf denen die Exportkabel in der Regel eingegraben werden, noch nicht berücksichtigt. Die aus einigen Projekten bekannten Kosten lassen vermuten, dass die tatsächlich gemachten Aufwendungen für die Kampfmittelräumung deutlich darunter liegen.

Es gibt einige Projekte, bei denen bereits sehr hohe Kosten für die Kampfmittelräumung angefallen sind und bei denen die Kampfmittelräumung zu einer erheblichen Verzögerung der Realisierung geführt hat. Das wohl bekannteste Beispiel ist die Exportkabeltrasse für den Offshore-Windpark Riffgat vor Borkum. Nach Zahlen, die der Netzbetreiber Tennet veröffentlicht hat, hat die Räumung der Kampfmittel auf der Trasse 57 Millionen Euro gekostet. Hinzu seien Entschädigungszahlungen in Höhe von 43 Millionen Euro an den Windparkbetreiber aufgrund des verspäteten Netzanschlusses gekommen.

Die Ursache für die sehr hohen Kosten und die zeitliche Verzögerung beim Netzanschluss des Windparks Riffgat kann bei Betrachtung der Fakten nur als Planungsfehler beschrieben werden. Die Trasse für das Exportkabel wurde durch das bekannte, in amtlichen Seekarten verzeichnete, Munitionsversenkungsgebiet in der Osterems südlich der Insel Memmert geführt. Durch eine frühzeitige Sondierung der Trasse auf mögliche Kampfmittel und entsprechend einen frühzeitigen Beginn der Räumung von Verdachtspunkten hätte zumindest der Zeitverzug bei der Projektrealisierung vermieden werden können. Eine alternative Trassenführung zur Vermeidung des Munitionsversenkungsgebietes hätte sowohl die erheblichen Kosten für die Kampfmittelräumung signifikant reduziert als auch den Zeitverzug bei der Realisierung der Kabelanbindung vermieden [Donner 2014, Weber 2014].

Vermutlich aus einer Mischung aus Unkenntnis über den Umfang der Kampfmittelbelastung und des Gefahrenpotentials scheint es einigen Auftraggebern und Investoren im Offshore-Energiesektor vorrangig um die Vermeidung aus ihrer Sicht unnötiger Kosten für die Kampfmittelräumung zu gehen. Dies wird häufig mit Aussagen, die Minenfelder seien nach den Kriegen beräumt worden, die Kampfmittel seien nach der langen Lagerung im Wasser stark korrodiert, würden nicht mehr funktionieren oder könnten zumindest keine signifikante Gefahr für die auszuführenden Arbeiten mehr darstellen, begründet.

Bei Betrachtung der Zahlen zu in den Meeren abgelegten Kampfmitteln, der Gefährdungsbeurteilung insbesondere für Marinekampfmittel und Abwurfmunition, des Fundaufkommens und der Unfälle wird deutlich, dass es sich bei der Kampfmittelräumung im Vorfeld von Offshore-Projektes keineswegs um unnötige Kosten, sondern vielmehr notwendige Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten, hochwertiger Sachgüter und der Investitionssicherheit handelt.

Anforderungen an die Kampfmittelräumung im Offshore-Bereich

Bei der Kampfmittelräumung im Offshore-Bereich ist grundsätzlich die gleiche Verfahrensweise anzuwenden wie im Landbereich. Zunächst sind im Rahmen einer detaillierten historischen Recherche die Kampfmittelrisiken für das jeweilige Projektgebiet zu bestimmen. Grundlage für die historischen Recherchen sind umfangreiche Archivunterlagen zur Seekriegsführung während der beiden Weltkriege und zur Minenräumung nach den Kriegen sowie historische und aktuelle Seekarten und Erkenntnisse der zuständigen Behörden zu Kampfmittelvorkommen. Die Kampfmittelrisiken sind nach Art (Klassen bzw. Typen zu erwartender Kampfmittel) und Umfang (Belastungsgrad) so detailliert wie möglich zu beschreiben. Minenfelder aus dem Ersten und Zweiten Weltkrieg, signifikante Seegefechte, durch Kampfhandlungen verloren gegangene Schiffe, Munitionsversenkungsgebiete sowie Küstenverteidigungsanlagen und militärische Übungsgebiete können in der Regel mit einer Lagegenauigkeit, welche die eindeutige Zuordnung zu den untersuchten Projektgebieten ermöglicht, recherchiert werden. Aus den entsprechenden Unterlagen können in der Regel auch detaillierte Angaben zur Art und Anzahl der eingesetzten Kampfmittel gewonnen werden.

Auf Grundlage der historischen Recherchen muss unter Berücksichtigung des zu erwartenden Kampfmittelspektrums nach Art und Umfang sowie der geplanten Arbeiten eine qualifizierte Gefährdungsabschätzung erfolgen. Wie oben ausgeführt beschränkt sich das Spektrum der gefährdungsrelevanten Kampfmittel in Bezug auf Überwassereinheiten (Schiffe) in der Regel auf Kampfmittel mit Nettoexplosivstoffmassen von mehr als 10 kg. Abweichungen hiervon können im Einzelfall bei Arbeiten in Wassertiefen von weniger als 10 m oder bei der Gefahr des Anbordbringens von Kampfmitteln mit am Meeresgrund eingesetzten Werkzeugen auftreten und sind entsprechend in der Gefährdungsabschätzung zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Gefährdungsabschätzung sind unter Berücksichtigung der Bautechnologie auch die Bereiche zu definieren, für die eine Kampfmittelsondierung und -räumung erforderlich sind. Es ist offensichtlich, dass die Bereiche, in denen eine direkte Einwirkung auf den Meeresgrund erfolgt (Ansatzpunkte für Bohrungen, Rammungen, Aufstellung von Stelzen, Verankerungen, Kabelgräben u.ä.), unbedingt einer Beräumung bedürfen. Darüber hinaus stellt sich die Frage, welche Sicherheitsbereiche zu untersuchen und zu räumen sind. Aufgrund der Wirkungsbereiche, die sich aus den Berechnungen zu Schock-Faktoren bei Unterwasserdetonationen ergeben (s.o.) ist dabei mindestens eine Untersuchung und Beräumung der Grundfläche des z.B. für Rammarbeiten eingesetzten Stelzenpontons zuzüglich eines geeigneten Sicherheitsbereiches zu fordern, der z.B. 50 m um den Ansatzpunkt der Rammung und mindestens 20 m um die Stelzen betragen sollte. Der Sicherheitsbereich ist dabei aus Positionierungsungenauigkeiten bei der Verortung der Sondierungsdaten und den Unterwasserarbeiten sowie Wirkungen auf möglicherweise vorhandene Kampfmittel abzuleiten. Weil z.B. die Positionierung von Stelzenpontons von den Wetterbedingungen bei der Realisierung abhängt, ist es oft nicht möglich, eine eng begrenzte Fläche für die Untersuchung und Räumung auszuweisen. Daher ist es meist erforderlich, größere Flächen zu bearbeiten, die mehrere Einsatzszenarien bei der Errichtung der Anlagen abdecken.

Aus der Gefährdungsabschätzung leiten sich die Detektions- und Räumziele für die Kampfmittelsondierung und die darauf aufbauende Untersuchung und Beräumung oder Vernichtung von festgestellten Kampfmitteln ab.

Bei der Definition von Detektionszielen sind die Größe sowie die Materialzusammensetzung der zu detektierenden Kampfmittel die bestimmenden Faktoren. Diese sind bei der Wahl des Sondierungsverfahrens und der Parameter für die Sondierung ebenso zu berücksichtigen wie naturräumliche Besonderheiten.

Die Mehrzahl der zu detektierenden Kampfmittel bestehen aus ferromagnetischem Stahl und können mit Magnetometern detektiert werden. Dabei gelten hinsichtlich der Detektierbarkeit die gleichen Grenzen wie bei der Sondierung an Land. Aufgrund eines i.d.R. geringeren Umgebungsrauschens können teilweise geringfügig höhere Detektionsreichweiten erzielt werden. Für die zuverlässige Detektion von Kampfmitteln mit Nettoexplosivstoffmassen von mehr als 10 kg mit Magnetometern in Offshore-Projekten sind in der Regel Profilabstände von nicht mehr als drei Metern erforderlich. Die Höhe der Magnetometer über Grund sollte im Mittel zwei bis drei Meter betragen und auch in Einzelfällen vier bis fünf Meter nicht überschreiten. Die Parameter für die Detektion mittels Magnetometer sind für jeden Einzelfall unter Berücksichtigung des ortsüblichen geologischen Hintergrundrauschens anhand von magnetischen Modellen für den Fall der rein induzierten Magnetisierung zu bestimmen.

Um die Differenzierung zwischen Objekten geogenen Ursprungs (z.B. Findlinge mit starker remanenter Magnetisierung in Nord- und Ostsee) zu gewährleisten, sind die Sondierungsparameter bezüglich Spurbstand und Sensorhöhe über Grund anzupassen. In der Regel ist eine relativ gute Differenzierung von geogenen Objekten und ferromagnetischen Objekten aus Stahl möglich, wenn die Magnetometer nah über Grund geführt werden und ein hinreichend kleiner Spurbstand gewährleistet wird. Weiterhin ist für Bereiche mit sehr hohen geologischen Störeinflüssen (prähistorische Kanäle u.a.) erforderlichenfalls ein Alternativverfahren (z.B. Metalldetektionssysteme) für die Sondierung einzusetzen.

Für einige deutsche Minen, die während des Zweiten Weltkriegs eingesetzt wurden, ist zu beachten, dass diese mit Magnetometern gar nicht bzw. nicht sicher detektiert werden können. Dies betrifft die aus Aluminium bzw. austenitischem Stahl und teilweise sogar Pressstoff hergestellten Minentypen LMA, LMB, LMF, TMA, TMB, TMC, EMF und BM1000. Für die Detektion dieser Minen sind in der Regel Metalldetektionssysteme (TDEM-Systeme) einzusetzen. Nur wenn zu erwarten ist, dass diese Minen nicht eingesedimentiert sind (felsiger Untergrund, Teilbereiche der Ostsee mit sehr geringer Sedimentationsrate) können auch akustische Verfahren wie z.B. Seitensichtsonar für die Detektion eingesetzt werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass einige Anbieter vorgeben, Minen z.B. vom Typ LMB mit Magnetometern detektieren zu können. Hierzu ist festzustellen, dass bei einigen magnetischen Fernzündgeräten eine schwache Magnetfeldanomalie in unmittelbarer Nähe der Mine detektierbar ist. Auch kann bei LMB/S, die mit Minenwagen aus Stahl von Schiffen verlegt wurden, eine Detektierbarkeit des Minenwagens gegeben sein. Es muss aber beachtet werden, dass es mehrere Zündsysteme für die LMB u.a. Minen gab, von denen nur einzelne eine schwache Magnetfeldanomalie erzeugen, die darüber hinaus in keiner Weise für die Mine repräsentativ ist und häufig im geologischen Hintergrundrauschen nicht differenzierbar ist. Aus diesem Grund ist die Sondierung nach Minen, deren Hüllen aus nicht

ferromagnetischen Werkstoffen wie Aluminium, austenitischem Stahl oder Pressstoff bestehen, grundsätzlich nicht möglich.

Bei jeder Sondierung ist darüber hinaus die Verortungsgenauigkeit der geophysikalischen Sondierungsdaten für den Erfolg der Sondierung ausschlaggebend. Anzustreben ist dabei eine Positionierungsgenauigkeit der Messdaten von plus minus einem Meter, wie sie nur bei Einsatz von sehr hochwertigen, akustischen Unterwasserpositionierungssystemen (z.B. iXBlue GAPS, Kongsberg HiPap) erreicht werden kann.

Rechtliche Rahmenbedingungen

Aus der Diskrepanz zwischen dem Gefährdungspotenzial und dem nur teilweise sach- und fachgerechten Umgang mit der Kampfmittelproblematik im Rahmen von Offshore-Projekten ist zu folgern, dass im Offshore-Bereich insbesondere in der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) in Bezug auf die Kampfmittelräumung verbindliche Regeln fehlen.

Diese Regelungslücke erklärt sich vermutlich daraus, dass die Kampfmittelbeseitigung als Teil der Gefahrenabwehr nach Artikel 30 in Verbindung mit Artikel 70ff. Grundgesetz Ländersache ist. Mithin gelten landesrechtliche Regelungen zur Kampfmittelräumung, die in den Bundesländern in unterschiedlichem Umfang vorhanden sind, ausschließlich im Zuständigkeitsbereich der Bundesländer.

Der Zuständigkeitsbereich von Bund und Ländern wird in der Nord- und Ostsee durch die Grenze zwischen dem sogenannten Küstenmeer und der AWZ getrennt. Das Küstenmeer reicht von der Niedrigwasserlinie am Ufer 12 Seemeilen weit in das Meer (sogenannte 12-Seemeilen-Zone). Das Küstenmeer bzw. die 12-Seemeilen-Zone unterliegt damit Landesrecht. Jenseits der 12-Seemeilen-Zone schließt sich die AWZ an. Die Zuständigkeit für die AWZ jenseits der 12-Seemeilen-Zone obliegt dem Bund, dessen Zuständigkeit durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie wahrgenommen wird. Gleichzeitig ist zu beachten, dass die sogenannte 12-Seemeilen-Zone Teil des deutschen Hoheitsgebietes ist, in dem Bundesgesetze gelten.

Dementsprechend sind die Bundesländer für die Kampfmittelräumung innerhalb der 12-Seemeilen-Zone zuständig. Soweit Regelungen zur Kampfmittelräumung vorhanden sind und das Küstenmeer nicht ausdrücklich ausgenommen ist, ist davon auszugehen, dass die entsprechenden landesrechtlichen Regelungen hier gelten. Inwieweit dies in der Praxis umgesetzt wird und inwieweit die zuständigen Landesbehörden über die für die Kontrolle und Durchsetzung erforderlichen Mittel verfügen, kann bei Beobachtung der derzeitigen Praxis in Frage gestellt werden. Hier scheint den zuständigen Stellen der Bundesländer, den Kampfmittelräumdiensten, die personelle und materielle Ausstattung zu fehlen.

Unabhängig von der landesrechtlichen Zuständigkeit für die Kampfmittelräumung innerhalb der 12-Seemeilen-Zone ist zu beachten, dass das Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (SprengG) hier ebenfalls Gültigkeit hat. Dementsprechend sind die Regelungen des Sprengstoffgesetzes, die den Umgang mit Explosivstoffen im Rahmen der gewerblichen Kampfmittelräumung regeln, innerhalb der 12-Seemeilen-Zone anzuwenden.

Außerhalb der 12-Seemeilen-Zone ist der Bund alleinig zuständig. Zuständige Behörde ist hier das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH). Das BSH ist unter anderem Genehmigungsbehörde für alle baulichen Anlagen, die auf dem Meeresgrund errichtet werden, also insbesondere Leitungstrassen und Offshore-Windparks. Rechtliche Grundlagen ist hier insbesondere die Seeanlagenverordnung – SeeAnIV). Nach den Regelungen der SeeAnIV müssen die Antragsteller bzw. Genehmigungsinhaber den Nachweis der baulichen Anlagensicherheit im Sinne der Anwendung und Einhaltung der allgemeinen Regeln der Technik führen.

Das BSH hat unter Beteiligung von Wirtschaft, Forschung und öffentlicher Verwaltung den „Standard Baugrunderkundung“ entwickelt, der technische Mindestanforderungen an die Baugrunderkundung und –untersuchung für Offshore-Windenergieanlagen, Offshore-Stationen und Stromkabel im Zuständigkeitsbereich des BSH definiert. In Bezug auf Kampfmittel enthält der Standard folgende Angaben [BSH 2013]:

- Erstellung einer detaillierten Literaturrecherche, die alle verfügbaren und relevanten Informationen über [...] Kampfmittel, [...] Sperrgebiete im Gebiet der geplanten Offshore-Bauwerke und in ihrer Umgebung enthält
- Vor der Durchführung von geotechnischen Baugrunderkundungen (Bohrungen, Sondierungen) sollte aus Sicherheitsgründen gemäß DIN 4020 eine Untersuchung der Aufschlussansatzpunkte nach Kampfmitteln und Leitungen mit einem Magnetometer oder aktiven Metall-Detektionssystem durchgeführt werden.
- Weiterhin wird eine „Überprüfung des Untersuchungsgebietes [...] auf [...] andere gefährdende Gegenstände wie z.B. Kampfmittel (soweit detektierbar)“ „empfohlen“.

Die Definition der Parameter für die Sondierung nach Kampfmitteln (Tabelle 6 des Standards Baugrunderkundung in der Fassung von 2014) ist nur bedingt nachvollziehbar. Während einige Parameter, die in Bezug auf die Kampfmittelsondierung nur indirekt bzw. je nach eingesetztem System gar nicht relevant sind (z.B. Fahrtgeschwindigkeit und maximaler Seegang für die Kampfmittelsondierung mittels Magnetometer) restriktiv festgeschrieben werden, fehlt zum Beispiel der wichtige Parameter Spurabstand für die Kampfmittelsondierung vollständig.

Über den Standard Baugrunderkundung hinaus, der nur für die Baugrunderkundung selbst gilt (s.o.), hat das BSH in den bis dato erteilten Genehmigungen für Offshore-Windparks, Konverterstationen und Seekabel projektkonkretisierende Anordnungen erlassen, wonach die zu errichtenden Anlagen in Konstruktion und Ausstattung wie auch die Errichtung der Anlagen dem Stand der Technik entsprechen müssen. Dabei wird jeweils konkret die Einhaltung des Standards Baugrunderkundung auch bei der Konstruktion und Ausführung bei der bautechnischen Vorbereitung der Gründungsarbeiten gefordert.

Genau hier sind die Regelungen in Bezug auf die Kampfmittelsondierung und –räumung aber zu wenig konkret. Mit dem Standard Baugrunderkundung werden Untersuchungen auf Kampfmittel nicht verbindlich gefordert, sondern lediglich empfohlen (Ansatzpunkte „sollten“ auf Kampfmittel untersucht werden, die Überprüfung des Untersuchungsgebietes auf Kampfmittel wird „empfohlen“). Mit der Anordnung im Genehmigungsbescheid, mit der auf den Stand der Technik für die Errichtung und auf den

Standard Baugrunderkundung verwiesen wird, ist diese Anordnung in Bezug auf die Kampfmittelsondierung und -räumung wenig konkret.

Weiterhin ist das Arbeitsschutzrecht zu betrachten. Für Arbeiten sowohl innerhalb der 12-Seemeilen-Zone als auch in der AWZ ist weiterhin das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) als Bundesgesetz zu beachten, weil §1 Abs. 2 ArbSchG den Anwendungsbereich des Gesetzes im Rahmen der Vorgaben des Seerechtsübereinkommens der Vereinten Nationen auf die AWZ erweitert. Ziel des Gesetzes ist es, die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern (§1 Abs. 1).

Es ist offensichtlich, dass sich damit auch aus dem Arbeitsschutzrecht die Notwendigkeit einer sach- und fachgerechte Kampfmittelsondierung und -räumung nach dem aktuellen Stand der Technik vor Ausführung von Baggerarbeiten, Rammarbeiten u.ä. im Offshore-Bereich dort ergibt, wo mit Kampfmitteln zu rechnen ist, die durch die Arbeiten zur Auslösung gebracht werden und aufgrund hoher Nettoexplosivstoffmassen eine erhebliche Gefahr für Leib und Leben der Beschäftigten und hochwertige Sachgüter darstellen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Kampfmittel mit einer Nettoexplosivstoffmasse von mehr als 10 kg auf dem oder im Meeresgrund stellen bei Eingriffen, wie sie z.B. bei der Rammung von Fundamenten für Offshore-Windenergieanlagen, dem Eingraben von Kabeln oder der Positionierung großer Stelzenpontons erfolgen, eine signifikante Gefahr für die eingesetzten Beschäftigten, hochwertige Sachgüter und die Meeresumwelt dar. Kleinere Kampfmittel können darüber hinaus dann eine Gefahr darstellen, wenn sie in geringen Wassertiefen (< 10 m) auftreten oder mit Material vom Meeresgrund oder in Werkzeugen an Bord gebracht werden.

Aufgrund der hohen Belastung der Nord- und Ostsee ist für das deutsche Hoheitsgebiet und die ausschließliche Wirtschaftszone in der Regel davon auszugehen, dass in den Projektgebieten regelmäßig Großkampfmittel mit einer Nettoexplosivstoffmasse von mehr als 10 kg anzutreffen sind.

Eine sach- und fachgerechte Planung und Ausführung von Kampfmittelsondierungs- und -räumarbeiten ist mit dem derzeitigen Stand der Technik möglich. Eine frühzeitige, vorlaufende Bearbeitung reduziert in der Regel den hierfür erforderlichen Aufwand.

Potenzial besteht bei der Steigerung der Effizienz und der Reduzierung der Kosten für die Kampfmittelsondierung und -räumung. Dazu bedarf es der Entwicklung von adaptierten Technologien und Verfahren für die Sondierung, Untersuchung, Räumung und Vernichtung von Kampfmitteln im Offshore-Bereich.

Zusammenfassend ist daher festzustellen, dass es sich bei der Kampfmittelräumung bei Offshore-Projekten nicht um ein Ärgernis oder unnötige Kosten, sondern vielmehr um notwendige Gefahrenabwehr zum Schutz von Leib und Leben der Beschäftigten handelt.

Die derzeitige Handhabung in den Projekten zeigt aber deutlich, dass verbindliche Regelungen für den Umgang mit der Kampfmittelproblematik, die Art und den Umfang sowie die Umsetzung von geeigneten

Maßnahmen der Gefahrenabwehr fehlen. Diese könnten in Form von Gesetzen, Verordnungen, verbindlichen Auflagen im Rahmen der Genehmigung oder durch technische Regelwerke definiert werden.

Eine fachlich fundierte Berücksichtigung der Kampfmittelproblematik bei der Errichtung von Offshore-Anlagen dient letztlich nicht nur dem Schutz von Leben und Gesundheit der eingesetzten Arbeitnehmer und dem Schutz hochwertiger Sachgüter, sondern schützt auch vor ungeplanten Stillständen bei der Errichtung und dadurch verursachten, unkalkulierbaren Mehrkosten.

Literaturverzeichnis

- BA-MA BM1 Bundesarchiv Militärarchiv Freiburg. Bestand BM1 mit dem sogenannten „Jäckel-Bericht“ zu Kampfstoffmunition im Kleinen Belt sowie der teilweisen Bergung und Wiederversenkung in der Biskaya in den 1970er Jahren.
- BA-MA BM 14 Bundesarchiv Militärarchiv Freiburg. Bestand BM14 mit Akten der Minenräumflotille der Bundesmarine für den Zeitraum bis in die 1970er Jahre.
- BLANO 2014 Boettcher C et al. 2014. Munitionsbelastung der deutschen Meeresgewässer – Entwicklungen und Fortschritt (Jahr 2014). Kiel: Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein.
- Bohn 2007 Wenn Explosivstoff älter wird – wird er auch gefährlicher? Kampfmittelbeseitigung und der Faktor Zeit – Untersuchungen zu Veränderungen in der Empfindlichkeit. Vortrag. Fachtagung 2007 „Kampfmittelbeseitigung“ des Bundes Deutscher Feuerwerker und Wehrtechniker.
- BSH 2011 Boettcher C et al. 2011. Munitionsbelastung der deutschen Meeresgewässer – Bestandsaufnahme und Empfehlungen (Stand 2011). Hamburg und Rostock: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie.
- BSH 2013 Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie. 2013. Standard Baugrunderkundung. Mindestanforderungen an die Baugrunderkundung und –untersuchungen für Offshore-Windenergieanlagen, Offshore-Stationen und Stromkabel. Hamburg und Rostock: BSH.
- DHI 1975 Deutsches Hydrographisches Institut. 1975. Nordsee-Handbuch Östlicher Teil. Hamburg.
- Dredgepoint 1993 Datenbankeintrag zum Unfall des Naßbaggers HAM 308 in Hongkong im Jahr 1993. www.dredgepoint.org. Abgerufen am 28.10.2014.

Dredgepoint 1986	Datenbankeintrag zum Unfall des Naßbaggers Arco Tees vor Cromer im Jahr 1986. www.dredgepoint.org . Abgerufen am 28.10.2014.
Donner 2014	Donner S. 2014. Sprengstoff für die Energiewende. Technology Review 03/2014.
Ecoprogramm 2014	Vogt. 2012. Effizienz der Offshore-Windkraft. Köln: Ecoprogramm GmbH.
Kreiszeitung 2009	Blindgänger an Jade-Weser Port explodiert. Artikel vom 11.10.2009. www.kreiszeitung.de . Abgerufen am 24.02.2010.
Ledebur 1977	Ledebur G. 1977. Die Seemine. Wehrwissenschaftliche Berichte. Band 16. Herausgegeben vom Arbeitskreis für Wehrforschung. München: J. F. Lehmanns Verlag.
OSPAR 2014	OSPAR Commission. 2014. Publication and data on munitions encounters in the North Sea and the North-East Atlantic Ocean. Paris: OSPAR. www.ospar.org .
OWE 2014	http://www.offshore-windenergie.net/windparks . Abgerufen am 08.01.2015.
PM 2014a	Persönliche Mitteilungen an den Autor zum Unfall der Volvox Terranova vor Surabaya in Indonesien.
Rapsch 2000	Rapsch HJ, Fischer U. 2000. Munition im Fischernetz. Alllasten in der Deutschen Bucht. Oldenburg: Isensee Verlag.
SCMP 1993	Man Hurt in Bomb Explosion. Artikel vom 26.02.1993. South China Morning Post.
Snay 1951	Snay HG, Matthias RH. 1951. A Theory of the Propagation of Shockwaves and Their Formation by Explosions. NAVORD Report 2195. US Naval Ordnance Laboratory. White Oak, Maryland.
Snay 1955	Snay HG, Butler JF, Gleyxal AN. 1955. Prediction of Underwater Explosion Phenomena. Report WT-1004.
Snay 1962	Snay HG. 1962. Underwater Explosion Phenomena: The Parameters of Migrating Bubbles. US Naval Ordnance Laboratory. White Oaks, Maryland.
Swisdak 1978	Swisdak MM. 1978. Explosion Effects and Properties: Part II – Explosion Effects in Water. Naval Surface Weapons Center. Dahlgren, Virginia.
US Navy 1992	US Navy Salvage Engineer's Handbook. 1992. Volume 1. Salvage Engineering. Document S0300-A8-HBD-010. Department of the Navy. Washington D.C.
Weber 2014	Weber T. 2014. Drei Missverständnisse um den Windpark Riffgat. Schlütersche Verlagsgesellschaft: Erneuerbare Energien.
