

# Der „Paardenmarkt“, eine Munitionsmüllhalde des Ersten Weltkriegs vor der belgischen Küste

Tine Missiaen

Obwohl es ab und zu in der Presse erscheint, weiß erstaunlicherweise kaum jemand etwas davon. Vor der Küste von Heist befindet sich verborgen im Meeresgrund eine Müllhalde für alte Munition aus dem Ersten Weltkrieg. Eine bemerkenswerte Angelegenheit: Dort liegen mindestens 35.000 Tonnen deutscher Munition – mindestens ein Drittel davon sind Giftgasgranaten – nur ein paar Kilometer von der Seepromenade entfernt! Trotzdem ist man sich über das genaue Ausmaß immer noch nicht ganz im Klaren und eine eindeutige Lösung dieses gewaltigen Problems liegt, wie es scheint, auch nicht auf der Hand.

## Was geschehen ist, lässt sich nicht mehr ändern...

Nach dem Ersten Weltkrieg blieben in ganz Belgien noch große Mengen Sprengkörper übrig. Das Einsammeln und die vorläufige Lagerung in Munitionsdepots sorgten für äußerst gefährliche Situationen und zahlreiche tödliche Unfälle. Da der Zustand langsam aber sicher untragbar wurde und die Lagerung und

Entschärfung der Munition an Land zu riskant war, beschloss die Regierung Ende 1919, die Munition im Meer zu entsorgen. Die Aktion erweckte kaum Aufsehen und geriet schnell in Vergessenheit.

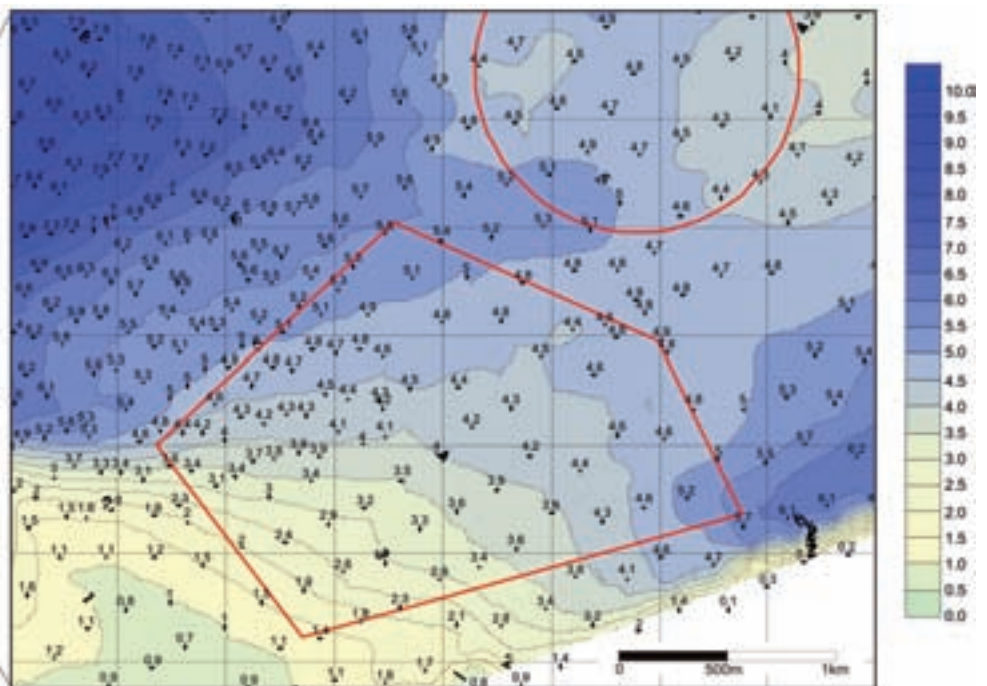
Bei Baggerarbeiten im Jahre 1971 stieß man östlich des Hafens von Zeebrügge auf mehrere Hindernisse auf dem Meeresboden. Bei einer genaueren Untersuchung im Jahre 1972 fanden Taucher der Marine an 17 verschiedenen Stellen Munition, darunter auch einige Giftgasgranaten. 1988 führte man erste seismografische und magnetische Untersuchungen der Munitionsmüllhalde durch. Anlässlich dieser Ergebnisse wurde das Gebiet fortan auf hydrografischen Karten als Fünfeck (Gesamtoberfläche von 3 qkm) mit einem Anker- und Fischverbot (siehe Karte) angegeben. Weitere Maßnahmen gab es nicht.

## Tausende von Bomben und Granaten...

Wie viel Material genau auf dem „Paardenmarkt“ (zu Deutsch Pferdemarkt)

entsorgt wurde, weiß niemand. Die meisten Schätzungen gehen von mindestens 35.000 Tonnen aus. Wahrscheinlich handelt es sich dabei um neue, noch nicht abgefeuerte deutsche Munition, oft verpackt in (Holz-)Kisten. Bis jetzt wurde allgemein angenommen, dass ungefähr ein Drittel der entsorgten Munition aus Giftgasgranaten besteht. Es gibt jedoch auch Hinweise darauf, dass der Anteil viel größer sein könnte (siehe Grafik).

Sobald von Giftgas die Rede ist, wird häufig fälschlicherweise angenommen, dass es sich dabei in der Hauptsache um Senfgasgranaten handelt. Senfgas - nach der Flandernschlacht im Jahre 1917, wo es zum ersten Mal eingesetzt wurde, auch unter der Bezeichnung bekannt - ist nur eines der vielen chemischen Kampfgase aus dem Ersten Weltkrieg. Andere oft eingesetzte Kampfstoffe waren Chlorpikrin, Phosgen, Diphosgen und (äußerst giftige) Arsenverbindungen (das sogenannte CLARK) (siehe Grafik S. 56). Über die genauen Mengen ist nichts bekannt, aller Wahrscheinlichkeit nach machen die Senfgase jedoch nicht mehr als ein Drittel der chemischen Munition auf dem „Paardenmarkt“ aus.



■ Abgrenzung der fünfeckigen Verbotzone (in rot) der Munitionsmüllhalde auf der Sandbank „Paardenmarkt“. Rechts: Bathymetrie des Gebiets auf der Grundlage der 1996 von der flämischen Verwaltung durchgeführten Peilungen. Tiefe in Metern i.V.z. GLLWS (durchschnittlich niedrigstes Niedrigwasser bei Springflut). Der Kreis rechts oben gibt den Ort des Baggerschuttblatdeplatzes „Zeebrügge Oost“ an.

## Um wie viele Bomben handelt es sich nun wirklich?



■ Ein Depot von Flügelminen für die Mörser „Van Deuren“. Wie es scheint, konnten diese Waffen auch gegen deutsche U-Boote eingesetzt werden („N'Oubliions Jamais“, Fotoserie, nach dem Krieg herausgegeben vom fotografischen Dienst der Armee)



■ Die Entsorgung von Munition im Meer nach dem Ersten Weltkrieg (ORO Nieuws Knokke-Heist)

Über die Müllentsorgungsaktion auf dem „Paardenmarkt“ bestehen bis heute noch viele Ungereimtheiten. Es gibt bis jetzt weder Berichte, noch harte Beweise. Die belgischen Militärarchive (aus der Zeit vom Ersten bis zum Zweiten Weltkrieg), die sich bis vor kurzem in Moskau befanden, können eventuell Klarheit verschaffen. Die darin untergebrachten Akten der „Commission Centrale de Récupération“ sind jedoch nicht nur sehr umfangreich, die Sowjets haben darin auch ein großes Chaos verursacht. Die Untersuchung dieser Berichte wird einige Zeit in Anspruch nehmen. Erst kürzlich sind jedoch im Archiv der Verwaltung der Marine einige Berichte aufgetaucht, die die ganze Angelegenheit in einem neuen Licht erscheinen lassen.

Ende des Ersten Weltkriegs wurden - oft in Bahnhöfen - große Mengen Munition zurückgelassen. Im Laufe des Jahres 1919 sammelte der „Wiederverwertungsdienst“ der Armee dieses Kriegsmaterial (nicht nur deutsche, sondern auch britische und belgische Munition) ein, um es in über das ganze Land verteilten Munitionsdepots zu lagern. „Einfache“ Granaten waren kein Problem, sie konnten in großer Entfernung von bewohnten Gebieten in den Feldern kontrolliert gesprengt werden. Gleichzeitig versuchte man auch, sie zu entschärfen, wozu nicht selten deutsche Kriegsgefangene eingesetzt wurden. Diese Arbeit nahm jedoch viel Zeit in Anspruch und war – unter anderem durch den großen Mangel an gut ausgebildetem Personal - auch sehr gefährlich. In der Zwischenzeit gab es zahlreiche Unfälle bei der Zivilbevölkerung, die in der Hauptsache durch Diebstahl - die sogenannten Eisendiebe oder Kupferjäger - und Sabotage verursacht wurden.

Die Giftgasgranaten waren ein besonderer Fall. Schätzungsweise hunderttausend Granaten, oft deutscher Herkunft, konnte man nicht ohne weiteres sprengen. Die Gefahr, dass dabei äußerst giftige Stoffe freigesetzt würden, war einfach zu groß. Man konnte sie auch nicht in der Erde begraben, das war auf Dauer zu riskant. Eine Entsorgung im Meer hielt man anfangs - aufgrund des notwendigen Transports durch oft dicht besiedeltes Gebiet und der Risiken beim Umladen - auch für zu gefährlich. Der Zustand wurde aber langsam so untragbar, dass der zuständige Verteidigungsminister Fulgence Masson sich

doch für eine Entsorgung im Meer entschied. Die belgische Marine hatte jedoch keine geeigneten Schiffe. Deshalb machte sich die Verwaltung der Marine auf die Suche nach den entsprechenden Frachtschiffen.

Aber wo sollte das Ganze hin? Eine Entsorgung in den tiefen Gewässern des Atlantiks schien ideal, aber der Weg dorthin war zu weit und die ganze Aktion war auch zu kostspielig. Außerdem mussten die Granaten dann zeitweise auf dem Kai gelagert werden. Da war es schon besser, die Granaten kurz vor der Küste auf eine „*banc absorbant*“ bzw. eine absorbierende Sandbank zu kippen. Dieser Auffassung war auch die Verwaltung der Marine. Die Granaten würden an so einer Stelle – so dachte man - schnell versinken und unter Schlick und Sand begraben. Man hatte schon früher einmal einen Vorrat nicht-chemischer Granaten der belgischen Armee, die vorher im zentralen Depot „Grand Parc de Campagne“ gelagert wurden, auf Sandbänke vor der Küste von Gravelines gebracht. Schließlich deutete Urbain, der Chef der Abteilung „Hydrografie“ bei der Verwaltung der Marine darauf hin, dass der „Paardenmarkt“ die ideale Lösung böte. Da relativ kleine Schiffe den Transport übernehmen konnten, mussten keine großen Mengen giftiger Munition am Kai des Zeebrügger Hafens gelagert werden.

Aber es gab auch weiterhin Probleme. Im August 1919 hatten die Arbeiter begriffen, wie gefährlich die Ladung war, die sie da transportieren sollten. Sie verlangten deshalb außergewöhnlich hohe





■ Ein Bild vom Meeresboden vor der belgischen Küste (EOS Nr. 6, 2013, „Duizend bommen en granaten“)

Löhne. Die ganze Operation schien sich in die Länge zu ziehen, was die Minister unbedingt vermeiden wollten. Das Land hatte in den vergangenen Monaten schon mehrere große Explosionen verkraften müssen. Ganze mit Munition beladene Züge waren in die Luft gegangen und die Angst vor weiteren Vorfällen dieser Art wuchs.

Am 22. Oktober 1919 begann die Entsorgungsaktion auf dem „Paardenmarkt“. Die Verwaltung der Marine führte die Arbeiten in enger Zusammenarbeit mit der Marine und dem Verteidigungsministerium durch. Die Aktion verlief flott und ohne größere Zwischenfälle. Am 18. Dezember explodierte allerdings ein kleines Schiff nur knapp 5 Meter vor der Kaimauer. Es sank und ein Besatzungsmitglied kam dabei ums Leben. Als am 17. Januar Mitteilung gemacht wurde, dass der Auftrag erledigt sei, waren die Verantwortlichen in der Verwaltung der Marine sehr erleichtert. Da auch danach noch eine Menge Blindgänger auftauchten, begannen Ende Mai 1920 bereits neue Fahrten zum „Paardenmarkt“.

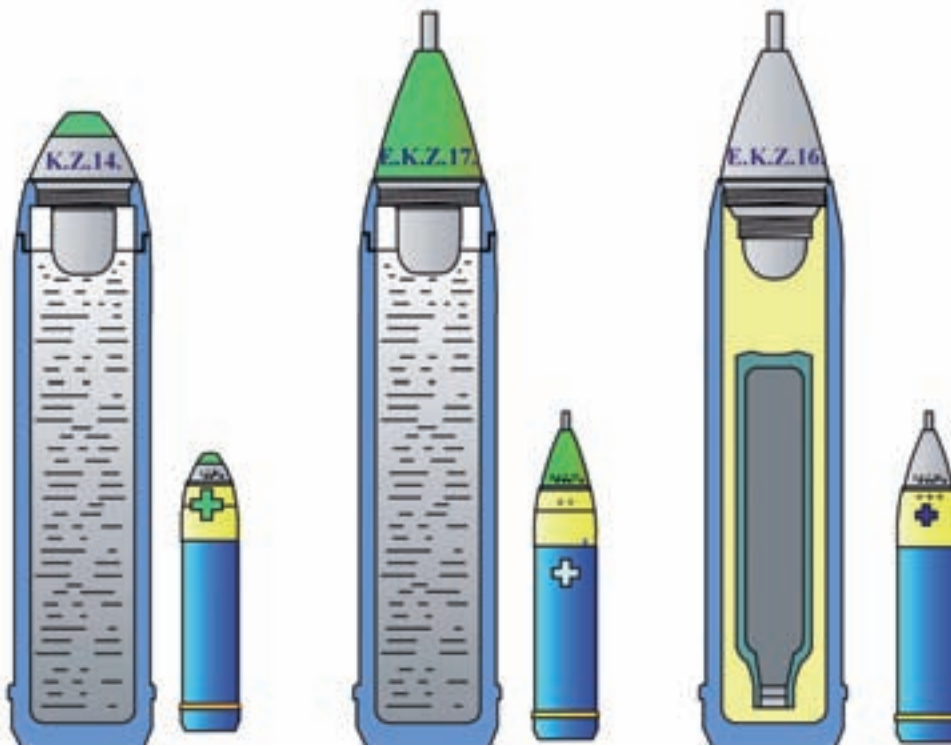
Bis heute weiß niemand, wie viel Munition damals ins Meer geschüttet wurde. Die geschätzten 35.000 Tonnen, die meistens als

Menge angegeben werden, beruhen auf einem (nicht zeitgenössischen) Zeugnis. Es wurde 1971 von der Marine aufgenommen. Darin wurde festgestellt, dass 6 Monate lang jeden (Werk-) Tag eine Schiffsladung (ungefähr 300 Tonnen) ins Meer gekippt wurde. In den kürzlich aufgetauchten Unterlagen der Verwaltung der Marine wird das mit keiner Silbe erwähnt. Auch über die genauen Zahlen finden sich in dem Briefwechsel nur äußerst vage Angaben. Berichte des Parlaments und Zeitungsartikel aus den Jahren 1919 und 1920 erwähnen 50.000 bis 100.000 Tonnen (in manchen Fällen sogar bis zu 200.000 Tonnen) zurückgelassenes Kriegsmaterial. Wie viel davon letztendlich im Meer gelandet ist, bleibt Spekulation. Es ist also gut möglich, dass dort (viel) mehr Munition entsorgt wurde, als man heute annimmt.

Auch hinsichtlich des Anteils an Giftgasgranaten herrscht große Unsicherheit. Die allgemeine Annahme von einem Drittel Giftgasgranaten (und zwei Drittel nicht-chemischer Munition) beruht auf Produktionszahlen aus dem Ersten Weltkrieg. In den letzten Monaten des Krieges machten Giftgasgranaten ein Viertel bis ein Drittel der gesamten Artilleriemunition aus. Es weist aber nichts daraufhin, dass man bei der Entsorgung auf dem „Paardenmarkt“ nicht

selektiv gearbeitet hat. Das bestätigen die Unterlagen aus dem Archiv der Verwaltung der Marine, in denen ausdrücklich darauf hingewiesen wird, dass es sich um Giftgasgranaten handelte. Wenn das stimmt, dann würde sich also eine erheblich größere Menge an Giftgas auf dem Meeresboden des „Paardenmarkt“ befinden.

Noch eine letzte Anmerkung zur Entsorgungsoperation. In Zeitungsberichten aus dem Jahr 1919 wird auf frühere Entsorgungsaktionen von der britischen Admiralität Mitte 1919 hingewiesen. Die entsprechende Munition soll dem Vernehmen nach aus der britischen Zone an der Yserfront stammen. In den Protokollen der Debatten im Parlament von 5. Mai 1919 wird auf einen Bericht der britischen Behörden verwiesen, der von einer am 5. März 1919 stattgefundenen Einsammlung von rund 16.000 Tonnen Munition aus rund 20 Bahnhöfen, die danach auf 1.600 Eisenbahnwaggons umgeladen wurden, Mitteilung macht. Aus Nachforschungen in den britischen Public Office Records in Kew im Jahre 2002 geht hervor, dass das Kriegsmaterial wahrscheinlich in britischen Gewässern entsorgt wurde. Über die Menge und die Art der dort abgeladenen Munition ist weiter nichts bekannt.



GRÜNES KREUZ  
(chloropicrine, phosgène)

GELBES KREUZ  
(Senfgas)

BLAUES KREUZ  
(Clark)

■ Schematischer Durchschnittswert deutscher Giftgasgranaten im Ersten Weltkrieg. Die Granaten erhielten je nach der chemischen Zusammensetzung der Füllung die Bezeichnungen „Blaues“, „Grünes“ oder „Gelbes Kreuz“ .....



■ Belgische Soldaten der 3. Division des Heeres bei einem Wachposten im Jahre 1918. Sie tragen eine neue Art von Gasmasken, die sowohl die Lungen als auch die Augen schützen. („N'Oubliions Jamais“, Fotoserie, die nach dem Krieg von der Fotografieabteilung der Armee herausgegeben wurde)

Das Wort Kampfgas ist hier übrigens irreführend: Die meisten Verbindungen sind flüssig oder fest und nur in Ausnahmefällen flüchtig. Das gilt auch für das Senfgas, das oft in Form einer zähflüssigen, viskosen Masse vorkommt, deren Flüssigkeit oder Festigkeit von der Reinheit des Senfgases abhängt. Die meisten Kampfstoffe verdampfen bei ihrem Einsatz langsam und bilden dabei die bekannte Gaswolke, die in den Schützengräben hängen blieb.

Die chemischen Verbindungen machen durchschnittlich ein Zehntel des Gesamtgewichts einer Giftgasgranate aus. Den Rest bildet größtenteils die Hülle. Geht man von einer konservativen Schätzung von 35.000 Tonnen abgeladener Munition auf dem „Paardenmarkt“ aus, dann ginge es dabei um mindestens 1.200 Tonnen und vielleicht sogar um 3.500 Tonnen an Kampfstoffen. Auch die vorhandenen Sprengstoffe (u.a. TNT) sind oft sehr giftig. Ihr Anteil ist in Giftgasgranaten zwar sehr klein (meist nur ein paar hundert Gramm), bei konventioneller Munition kann dieser Anteil jedoch bis zu einem Zehntel des Gesamtgewichts einer Granate ausmachen.

### Auf oder im Meeresboden

Die bei den Tauchgängen im Jahre 1972 vorgefundene Munition lag auf, oder ein wenig unter dem Meeresboden. Die Granaten sind inzwischen allerdings von einer Sedimentschicht bedeckt. Seit dem Ausbau des Zeebrügger Hafens Ende der 1970er und Anfang der 1980er Jahre hat sich der Strömungsverlauf drastisch verändert. Das führte zu einer bedeutenden Sedimentablagerung im Gebiet der entsorgten Munition. Möglicherweise hat auch die unmittelbare Nähe des Abladeplatzes für Baggersand „Zeebrügge Oost“ eine Rolle dabei gespielt. Die Anhäufung ist im Südwesten (bis 4 m) am größten und nimmt nach Norden hin langsam ab. Der neue Strömungsverlauf hat außerdem ein Erosionsgebiet nordwestlich der Halde entstehen lassen. Dieses Erosionsgebiet scheint sich langsam nach Osten hin zu verlagern.

Jüngsten topografischen Studien zufolge scheint der Ablagerungsprozess zu stagnieren. Zwischen 1996 und 2003 war die Munitionshalde noch größtenteils von einer Sedimentanhäufung in Höhe von 10 bis 60 cm bedeckt, das sind insgesamt rund 850.000 m<sup>3</sup>. In dieser Zeit gab es fast keine Erosion, mit Ausnahme von zwei kleinen Bereichen im äußersten Südosten und Nordosten. Zwischen 2003 und 2011 wurde fast die gesamte Müllhalde einer Erosion unterworfen, insgesamt handelte es sich dabei um rund 612.000 m<sup>3</sup>. Die stärkste Erosion fand im mittleren Teil und im Nordosten (bis zu 60 cm) statt; nur der am meisten landeinwärts gerichtete Teil der Munitionshalde wurde in dieser Zeit mit einer kleinen Anhäufung (bis 20 cm) bedeckt. Das Nettoergebnis der gesamten Periode 1996-2011 ist somit eine leichte Sedimentzunahme im südlichen Teil und eine leichte Erosion im nördlichen Teil (siehe Karte).



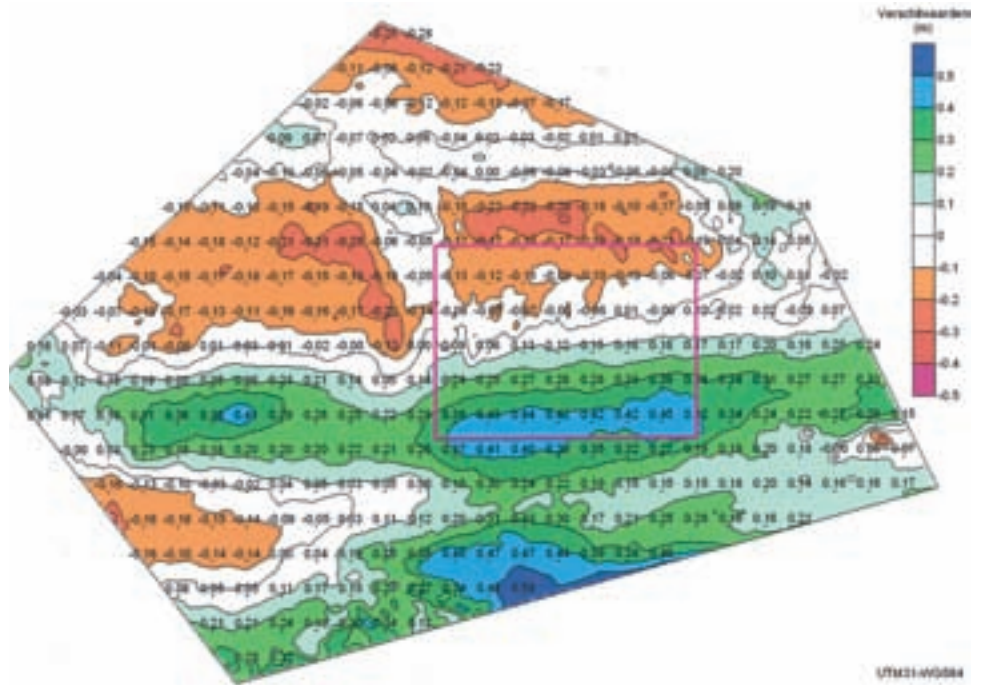
Es ist bisher nicht klar, wie sich der Zustand in den nächsten Jahren entwickeln wird. Möglicherweise ist auf der Munitionshalde nach dem Bau der Streckdämme ein neues Gleichgewicht entstanden. In diesem Fall können die kleineren volumetrischen Schwankungen der letzten Jahre als periodische Schwankungen rund um einen Gleichgewichtspunkt interpretiert werden. Jahreszeitlich bedingte Einflüsse können auch eine Rolle dabei spielen. Außerdem ist es möglich, dass sich die Erosion im nördlichen Teil weiter fortsetzt und die Sedimentablagerung im südlichen Teil weiter steigt.

Die heutige Wassertiefe der Munitionshalde variiert zwischen 1 m und 5 m (im Vergleich zum durchschnittlich niedrigsten Niedrigwasser bei Springflut, GLLWS, das ist die Nulllinie auf den Seekarten). Aus kürzlich durchgeführten magnetischen Messungen geht hervor, dass die meisten Granaten zumindest mit ein paar Metern Sediment bedeckt sind. Die genaue Tiefe der Granaten lässt sich vorerst nur schwer bestimmen, vorläufige grobe Schätzungen lassen jedoch auf eine Tiefe zwischen 2 bis 6 m unter dem Meeresboden schließen. Die höchste Konzentration an Granaten befindet sich anscheinend im mittleren Teil der Munitionshalde. Im Rahmen einer groß angelegten Vermessungskampagne wurde der Munitionsmüll 2012 mit modernsten magnetischen Messgeräten, die ganz dicht über den Meeresboden geschleppt wurden, genau vermessen. Diese Aktion soll es ermöglichen, die begrabene Munition bis ins Detail aufzuzeichnen. Man hofft, auf diese Weise individuelle Granaten und Munitionsanhäufungen voneinander unterscheiden zu können.

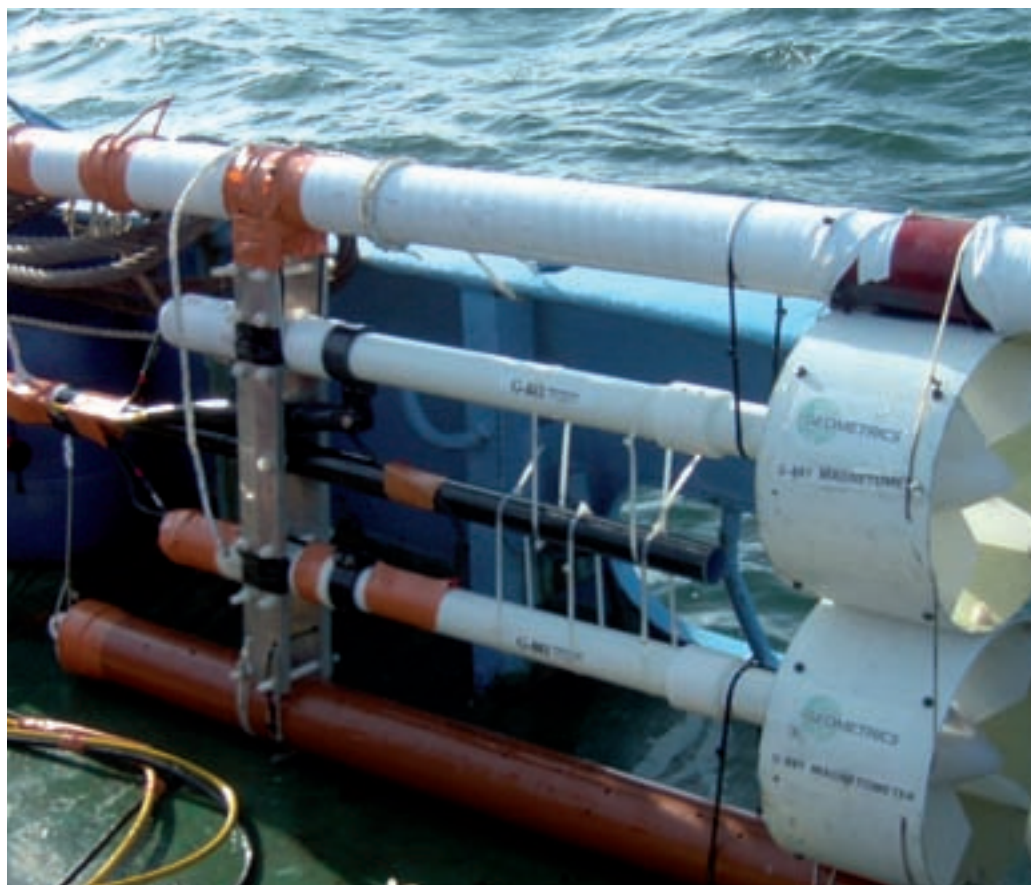
### Langsam vor sich hin rostend

1972 wurde eine Anzahl von Granaten geborgen. Ihr Zustand war den damaligen Berichten zufolge „bemerkenswert gut“. Man kann diesen Zustand eventuell auf das Vorkommen von (Methan)- Gas im Meeresboden zurückführen, das durch die bakterielle Zersetzung organischer Stoffe entsteht. Das dabei entstehende sauerstoffarme Milieu kann den Korrosionsprozess stark verlangsamen. Nach 1972 wurde keine Munition mehr geborgen. Der heutige Zustand der Granaten ist deshalb nicht bekannt. Man kann jedoch davon ausgehen, dass die Munition zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht besonders schwer beschädigt ist.

Seit den 1990er Jahren untersucht man regelmäßig (durchschnittlich alle zwei Jahre) Sediment- und Wasserproben, die an vielen Stellen der Halde genommen werden. Die Proben werden auf den Gehalt an Senfgas, Clark und Phosgen und deren ebenso toxischen Abbauprodukten, aber auch auf den Gehalt an Sprengstoff (vor allem TNT) und Schwermetallen untersucht. Bis



■ Topografische Entwicklung der Munitionsmüllhalde zwischen 1996 und 2011. Es ist deutlich zu erkennen, dass der südliche Teil nur eine geringe Sedimentanhäufung (blaue und grüne Farben) verzeichnet, im zur See hin gerichteten Teil kommt es zu einer leichten Erosion (orangefarbene und rote angegebene Bereiche). Das rote Viereck gibt die Zone mit der höchsten Konzentration an Munition an (Magelas)



■ Magnetometer, die dazu verwendet werden, die Munition auf dem Meeresboden aufzuzeichnen (Tine Missiaen)

jetzt konnte nur bei einer Sedimentprobe eine Verunreinigung mit einer niedrigen Konzentration an Senfgas festgestellt werden. In späteren Proben an derselben Stelle wurde kein Senfgas mehr gefunden. Man kann jedoch nur mit großer Vorsicht Schlüsse aus diesen Vermessungskampagnen ziehen.

Einerseits ist es möglich, dass es (noch) keine Verunreinigung des Meeresbodens gibt (die Proben wurden bis in eine Tiefe von 50 cm genommen), andererseits ist es jedoch nicht undenkbar, dass die verwendeten Detektionslimits zu hoch angesetzt waren, um sehr niedrige toxische Konzentrationen





■ Granaten aus dem Ersten Weltkrieg warten im westflämischen Poelkapelle auf ihre Identifizierung (EOS Nr. 6, 2013, „Duizend bommen en granaten“)

aufspüren zu können. Wir dürfen außerdem nicht vergessen, dass auch bei einer langsam fortschreitenden Korrosion die Granaten irgendwann einmal undicht werden. Wann das geschehen wird, ist ungewiss. Berechnungen zufolge kann es Hunderte, ja sogar Tausende von Jahren dauern, bevor die Munition durchgerostet ist.

Granate wahrscheinlich in einem Radius von  $\pm 0,5$  m (nach 10 Jahren) bis  $\pm 1,5$  m (nach 100 Jahren) zu einer Verunreinigung im Sediment führen wird. Die Wahrscheinlichkeit einer akuten Verunreinigung des Meerwassers ist gering, aber durch Bodenerosion kann die Verschmutzung im Sediment in weit größeren Entfernungen vorkommen.

Für *Senfgas* ist eine sehr langsame Hydrolyse kennzeichnend. Es kann dadurch länger – bis zu 10 Jahren und darüber hinaus – aktiv bleiben. Aus Studien geht hervor, dass das Senfgas beim Durchrosten einer Granate größtenteils in den Munitionsresten hängen bleiben wird. Dadurch wird die Menge an verunreinigtem Sediment im Umkreis der undichten Granate relativ klein bleiben. Durch mechanische Störung (z.B. verursacht durch Anker oder Fischnetze) können eventuell jedoch kleine Klumpen Senfgas freigesetzt werden. Die größte Gefahr des Senfgases scheint jedoch im direkten Kontakt mit Organismen zu liegen.

Auch die Anwesenheit großer Mengen *TNT* und *Schwermetalle* (die nicht abgebaut werden), können eine zusätzliche Belastung für die Meeresumwelt darstellen. Aufgrund der langsamen Korrosion und der starken Verdünnung wird die Konzentration vermutlich relativ niedrig sein, obwohl zeitweise hohe Konzentrationen in der Nähe der Granaten nicht ausgeschlossen werden können.

### Schiffsunglücke: eine echte Gefahr für die Munitionshalde?

Aufgrund der heutigen Sedimentablagerung ist es wenig wahrscheinlich, dass die Granaten auf den Strand gespült werden. Die größte Gefahr scheint in diesem Augenblick durch Schiffsunglücke verursacht werden zu können. Das Munitionsentsorgungsgebiet liegt in der Nähe eines der größten Häfen Nordwesteuropas nur einen Steinwurf von den wichtigsten Schifffahrtsrouten und vielen Pipelines entfernt und ganz in der Nähe eines der größten LNG-Gas-Terminals.

Auf den ersten Blick scheint die Wahrscheinlichkeit eines Auflaufens großer Schiffe auf den „Paardenmarkt“ sehr gering zu sein. Man kann davon ausgehen, dass Schiffe mit einem großen Tiefgang (wie Tanker

### Was geschieht, wenn die Granaten undicht werden?

Wenn die Granaten durchrosten, werden die chemischen Verbindungen nur sehr langsam freigesetzt und dadurch wahrscheinlich leicht verdünnt werden. Hohe Konzentrationen werden deshalb nur in der unmittelbaren Umgebung der Granaten erwartet. Aufgrund der starken Verdünnung und der relativ schnellen Hydrolyse (die Spaltung einer Verbindung unter dem Einfluss von Wasser) werden die meisten Verbindungen wahrscheinlich keine große Gefahr für die Meeresumwelt darstellen. Eine Ausnahme sind dabei *Clark* und *Senfgas*. Beide Gase sind äußerst giftig und werden nur sehr langsam abgebaut. Es kommt erschwerend hinzu, dass auch ihre Abbauprodukte ebenso giftig sind.

*Arsenverbindungen* (wie *Clark*) haben die Eigenschaft, sich leicht an Sedimentteilchen zu binden, wodurch sie zu einer Bedrohung für Tiere und Pflanzen werden können, die auf dem Meeresboden leben. Jüngste Studien schätzen, dass freigesetztes *Clark* aus einer begrabenen



■ Das deutsche Containerschiff *Heinrich Behrmann* lief im November 2001 auf den Strand von Blankenberge auf. Das sich ein Unfall dieser Art auch in der Nähe des „Paardenmarkt“ ereignen könnte, ist nicht vollständig auszuschließen. (VLIZ)

und Containerschiffe) stranden, bevor sie die Munitionsmüllhalde erreichen. Trotzdem sind in den vergangenen Jahrzehnten bei Sturm mehrere Schiffe an der belgischen Küste gestrandet. Das jüngste Unglück fand im November 2001 statt, als ein deutsches Containerschiff auf den Strand von Blankenberge auflief (siehe Foto).

Die Wahrscheinlichkeit einer Explosion von Munition bei einem mechanischen Einschlag ist klein ( $\leq 10\%$ ). Es besteht aber die Möglichkeit, dass die Munition (weiter) aufbricht und der Inhalt freigesetzt wird. Angesichts der Tatsache, dass es sich hier um Munition aus Vorräten handelt, gibt es genügend Gründe anzunehmen, dass die Zünder nicht scharf gemacht wurden. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass relativ intakte Granaten, die mit (immer noch aktivem) Sprengstoff gefüllt sind, auf diesen Druck reagieren, was eventuell zu einer Explosion führen könnte.

Die heutige Deckschicht im Gebiet der Halde bildet jedoch einen natürlichen Schutz und wird die mögliche Wirkung eines Einschlags sicher einschränken. Trotzdem wird im Katastrophenplan Nordsee der besondere Charakter des „Paardenmarkt“ berücksichtigt.

## Verseuchter Fisch?

Auf der Munitionshalde freigesetzte Arsenverbindungen könnten einmal die wichtigste Ursache einer eventuellen Verseuchung des Fisches sein. Vor allem bei Fischen, die sich von Organismen ernähren, die in oder auf dem Meeresboden leben (das sogenannte Benthos), besteht die Möglichkeit einer erhöhten Arsenkonzentration. Die wichtigsten kommerziellen Fischarten in den belgischen küstennahen Gewässern sind u.a. Plattfisch (Scholle, Kliesche und Seezunge), Krabben und in geringerem Maße auch Wittling und Kabeljau. Auch aufgrund der chemischen Verunreinigung des Schelde-Ästuars ist das Bodentierleben in der östlichen Küstenzone verarmt.

Der kommerzielle Fischfang in der unmittelbaren Umgebung des Munitionsentsorgungsgebiets (auf dem Gelände selber gilt immer noch ein Fangverbot) beschränkt sich größtenteils auf den Krabbenfang, der fast ausschließlich mit kleinen Kuttern durchgeführt wird, während größere Schiffe meist in weiterer Entfernung von der Küste operieren. Unter Berücksichtigung der jüngsten Sedimentablagerung, des

(vermutlich) guten Zustands der Granaten und des relativ kleinen Verunreinigungsradius ist die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination der für den Verzehr bestimmten Fische und Krabben zurzeit äußerst gering. Eine eventuelle Verseuchung kann in Zukunft jedoch nicht völlig ausgeschlossen werden. Deshalb sind Wachsamkeit und regelmäßige Kontrollen unbedingt erforderlich.

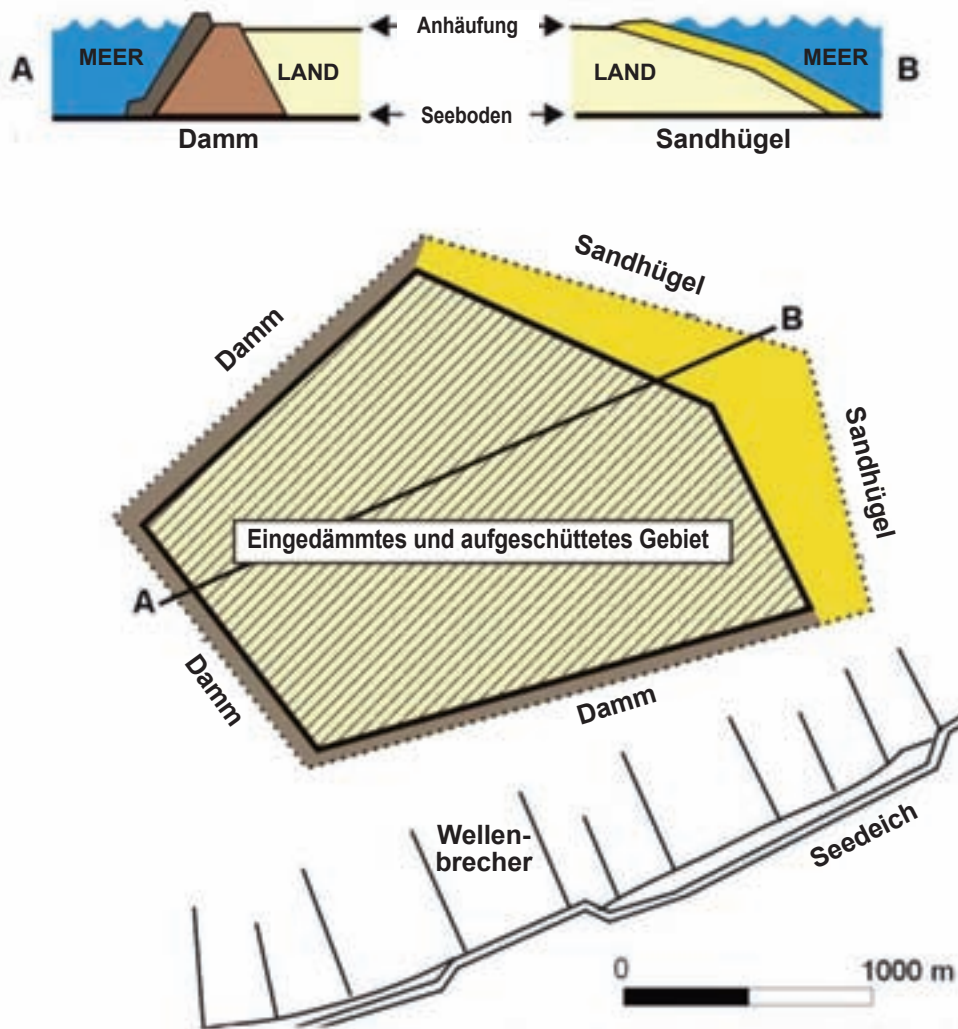
## Eine Bergung ist keine gute Lösung

Die Bergung der Munition ist zwar technisch möglich, aber eine äußerst kostspielige und gefährliche Sache, die mit großen Risiken für das Personal und die Umwelt verbunden ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass bei Bergungsarbeiten unkontrollierte Mengen schädlicher Stoffe in die Umwelt gelangen, ist groß. Eine derartige Operation erfordert auch entsprechende Transport- und Lagerbedingungen.

Große Sorge bereitet auch die Demontage der geborgenen Granaten. Die Zerstörung einer so großen Menge an Munition erfordert eine besonders große Demontagekapazität. Die heutige Kapazität der Demontagefabrik in Poelkapelle (siehe Rahmen) für Granaten mit einer chemischen Ladung ist sehr begrenzt. Zurzeit warten bereits rund 2600 toxische Granaten auf ihre Demontage und es werden noch täglich neue Granaten in den Feldern gefunden. Falls keine direkte Gefahr droht, ist eine Bergung der Munition deshalb nicht die ideale Lösung. Trotzdem ist es theoretisch die einzige Möglichkeit, die Angelegenheit definitiv zu bereinigen.

## Abdeckung vor Ort

Sollte es Hinweise auf die Freisetzung der Munition – beispielsweise durch Erosion der Munitionsmüllhalde oder eines Teils der Halde – geben, dann kann eine vollständige oder teilweise Abdeckung des Geländes in Erwägung gezogen werden. 2009 führte die Universität Gent eine Studie in Bezug auf die Durchführbarkeit dieses Projekts durch, aus der sich drei besonders geeignete Lösungen ergaben: 1. Eine lokale Erhöhung des erodierenden Bereichs durch Aufspülung. Die Methode hat den großen Vorteil, dass sie relativ billig ist. Aufgrund der regelmäßigen Instandhaltung ist die Nachhaltigkeit dieser Methode jedoch gering. 2. Bau eines freistehenden Wellenbrechers auf der Seeseite. Dadurch würde die Wahrscheinlichkeit von Schiffunglücken minimalisiert und gleichzeitig die Versandung der Munitionshalde gefördert. Ein großer Nachteil dieser Methode ist allerdings, dass sich der genaue Verlauf der Versandung nur schwer vorhersagen lässt. Es besteht die Möglichkeit, dass es zu einer unerwünschten totalen Versandung zwischen der Halde und der Küste kommt. 3. Erhöhung zu einer künstlichen Insel. Diese Lösung hat große Vorteile im Hinblick auf die Nachhaltigkeit, ist aber sehr kostspielig.



■ Mögliche bautechnische Lösung für die Abdeckung der Munitionsmüllhalde durch Erhöhung zu einer künstlichen Insel. Drei Seiten der Insel werden durch einen Damm gebildet, die beiden anderen durch einen Sandhügel. (Tine Missiaen)





■ Eine aufgefischte Bombe wird auf ihre Aktivität hin kontrolliert. (EOS Nr 6, 2013, „Duizend bommen en granaten“)

Die neu aufgeschüttete Insel könnte allerdings als Brutgebiet für Seeschwalben, Möwen und Regenpfeifer und als Ruheort für Seehunde dienen. Aufgrund der weiteren Entwicklung des Vorhafens von Zeebrügge sind die heutigen Seeschwalben- und Möwenpopulationen dort zum Verschwinden verdammt. Eine Seeschwalbeninsel auf der Halde könnte dafür sorgen, dass der Fortbestand dieser Arten in Belgien gesichert ist. Man sollte dabei aber nicht vergessen, dass eine Erhöhung der Halde oder die Umformung zu einer Insel das Problem der undichten Munition nicht definitiv lösen wird. Zusätzliche Kontrollen werden auch dann noch notwendig sein.

### Es ist notwendig, die Sache im Auge zu behalten

Zurzeit gibt es keine Hinweise auf eine unmittelbare Gefahr. Deshalb scheint es am besten zu sein, die Munitionsmüllhalde ruhen zu lassen. Angesichts der geringen Entfernung zur Küste und der untiefen Lage ist es jedoch wichtig, das Gebiet regelmäßig zu kontrollieren. Es finden in regelmäßigen Abständen Messungen mit Hilfe eines Multibeam-Echolot-Systems (und falls notwendig eines Seitensichtsonars) statt, um die Entwicklung des Meeresbodens zu beobachten. Auf diese Weise können der Erosions- und Ablagerungsprozess aus der Nähe verfolgt und mögliche Gegenstände auf dem Meeresboden entdeckt werden.

Die chemische Überwachung durch regelmäßige Probenentnahmen bleibt allerdings die wichtigste Methode, um eine eventuelle toxische Verunreinigung aufzuspüren. Seit Mitte der 1990er Jahre werden zweimal jährlich solche Proben entnommen. Zur Messung der erwartungsgemäß niedrigen toxischen Konzentrationen sind modernste Analysetechniken notwendig. Kürzlich wurde im Ausland ein neues Verfahren in

Bezug auf die Probenvorbereitung, die quantitative Analyse und die Beurteilung für das Aufspüren chemischer Kampfstoffe in Munitionsmüllhalden im Meer und deren Umkreis entwickelt. Zurzeit wird untersucht, wie dieses Verfahren optimal für den „Paardenmarkt“ angewandt werden kann.

Trotz der bereits gelieferten (und laufenden) Untersuchungen bleibt eine große Anzahl von Faktoren bis heute unbekannt. Man weiß beispielsweise so gut wie gar nichts über den Zustand der Munition. Es wäre deshalb empfehlenswert, einige Granaten zu bergen. Eine gründliche Analyse dieser Granaten in Kombination mit der numerischen Modellierung der Korrosion sollte schließlich zu einer größeren Einsicht in den Stand des Korrosionsprozesses und dessen Folgen für die Freisetzung chemischer Kampfstoffe führen.

Auch über die Verbreitung toxischer Stoffe im Meerwasser weiß man zurzeit nur wenig. Deshalb ist eine detaillierte hydrodynamische Untersuchung u.a. mit Hilfe numerischer Experimente notwendig, um ein Modell der Bewegung der freigesetzten toxischen Stoffe unter verschiedenen Umständen (Wind- und Wellenregime, Strömung, Gezeiten...) zu erstellen.

Eine gediegene Langzeitstrategie für die Munitionshalde ist erforderlich, nicht nur im Hinblick auf die Verwaltung der Überwachungsoperationen und den Erwerb fundamentaler Erkenntnisse, sondern auch zur Gewährleistung einer guten Kommunikation. Internationale Studien wie das europäische MERCW (Modelling of Environmental Risks related to sea-dumped Chemical Weapons) Projekt haben gezeigt, dass eine übersichtliche Datenbank und eine nutzerfreundliche Visualisierung eine wichtige Rolle spielen. Damit können unterschiedliche Faktoren wie Tiefenlage, Veränderung des Reliefs, genaue Position der Munition, toxische Konzentration, Verbreitungsmuster im Sediment und Wasser und sogar eventuelle Risikoszenarien

dargestellt werden. Bis heute fehlt eine derartige Datenbank für das Gebiet des „Paardenmarkt“. Das ist problematisch, denn für eine optimale Überwachung und effiziente zukünftige Studie ist eine solche Datenbank von ausschlaggebender Bedeutung. Sie würde es ermöglichen, dem Problem heute und in Zukunft so gut wie möglich entgegenzuwirken.

Der „Paardenmarkt“ ist eine der am besten untersuchten chemischen Munitionsmüllhalden im Meer weltweit. Diese Tatsache nimmt man im Ausland zu Recht voller Neid zur Kenntnis. Die Erfahrungen in der Vergangenheit haben uns jedoch gelehrt, dass auch eine transparente Verwaltung und Offenheit gegenüber der Öffentlichkeit äußerst wichtig sind. Nur auf diese Weise sind wir in der Lage, die vielen Zweifel und Unsicherheiten diesbezüglich zu beseitigen und (über-) besorgte (Panik-) Reaktionen zu vermeiden.

### Quellen

- De Batist M., T. Missiaen, P. Vanninen, M. Soderstrom, et al. (2013). Aanbevelingen betreffende chemische monitoring. Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/23.160, 88 S.
- De Vos L., P. Mathys & J. De Rouck (2009). Studie „Haalbaarheid kapping“ ter hoogte van de Paardenmarkt, een munitiestortplaats uit W.O.-I. Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/23.123, 49 S.
- Francken F. & K. Ruddick (2003). Ontwikkeling van een dispersiemodel voor de evaluatie van de impact op het leefmilieu van toxische producten afkomstig van chemische wapens die zich bevinden op de bodem van de zee (Paardenmarkt site). Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/22.472, 44 S.
- Francken F., K. Ruddick & P. Roose (2006). Studie naar de dispersie van CLARK I & II, afkomstig van chemische wapens die zich bevinden op de bodem van de zee. Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/23.059, 27 S.
- Missiaen T., J.-P. Henriet & het Paardenmarkt Project Team (2001). Evaluatie van de Paardenmarkt Site. DWTC Final Report, Project MN/02/88, 185 S.
- Missiaen T. & P. Feller (2008). Very high resolution seismic and magnetic investigations of a chemical munition dumpsite in the Baltic Sea. J. Applied Geophysics, 65, 142-154.
- Missiaen T. (2010). Synthese van het wetenschappelijk onderzoek dat werd uitgevoerd op de Paardenmarktsite en formuleren van aanbevelingen m.b.t. de verdere aanpak. Studieopdracht DG5/INSPA/RMa/23.132, 112 S.