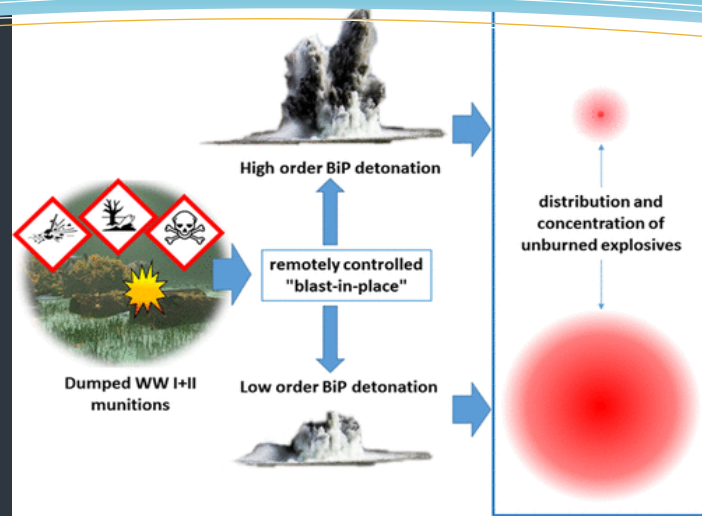


Trinitrotoluol (TNT)



Meeresverschmutzung durch Sprengung alter Weltkriegsmunition

Die Weltmeere spielen eine essentielle Rolle für das Gleichgewicht in unserem Klimasystem. Gleichzeitig sind sie mannigfaltigen Belastungen ausgesetzt, die das marine Ökosystem gefährden. Eine dieser Belastungen ist die zunehmende Verschmutzung der Meere, die auf unterschiedliche Weise passieren kann. Erschwerend kann dabei sein, dass das tatsächliche Ereignis der Verschmutzung schon weit zurück liegt und dadurch aus dem Fokus geraten ist. Ein Beispiel hierfür sind noch intakte oder teils verrottete Minen aus dem 2. Weltkrieg, die auf dem Meeresboden der Ostsee liegen.

Prof. Edmund Maser vom Institut für Toxikologie und Pharmakologie für Naturwissenschaftler des Universitätsklinikum Schleswig-Holstein (Kiel) und seine Arbeitsgruppe nehmen sich dieses Problems schon seit Jahren intensiv an. Dabei befassen sie sich nicht nur mit den Gefahren, die durch die Verrottung der Munition auf dem Meeresboden für das umliegende Ökosystem entstehen, sondern helfen auch bei der Suche, den besten Weg der Entsorgung dieser Altmunition zu finden.

Es sind, Expertenschätzungen zufolge, bis zu 1,6 Millionen Tonnen nicht explodierter Munition, darunter 5.000 Tonnen chemischer Munition, die nach dem Zweiten Weltkrieg in den deutschen Anteilen der Nord- und Ostsee versenkt wurden. Diese Munitionskörper bleiben gefährlich: Wenn sie ungewollt explodieren, gefährden sie Fischerei, Offshore-Anlagen oder Pipelines. Außerdem können sie „akut“ Wasser- und Sedimentwolken verwirbeln, Schockwellen durch den Ozean schicken oder Löcher in Schiffsrümpfe schlagen. Aus ökotoxikologischer Sicht ergibt sich darüber hinaus eine weitere „chronische“ Gefährdungslage: Die metallischen Minenhüllen korrodieren mittlerweile im Meerwasser, wodurch im Laufe der Zeit giftige und potentiell karzinogene Sprengstoffe wie TNT in die Umwelt gelangen.

Bisher ist die gängige Praxis einer Beseitigung der „akuten“ Gefahr die kontrollierte Sprengung der zurückgebliebenen Munition. Eine hoch invasive Technik, bei der die Forscher negative Auswirkungen auf das umliegende Ökosystem vermuten. Im Rahmen des Projekts „North Sea Wrecks“ der Interreg-Nordseeregion konnten die Auswirkungen unterschiedlicher Sprengtechniken nun erstmals eingängig untersucht werden.

Ziel war es auszuloten, ob die Intensität der Sprengung eine Auswirkung auf die Belastung der Meeresumgebung hat. In enger Zusammenarbeit mit der Königlich Dänischen Marine wurden dazu Minen aus dem Zweiten Weltkrieg in der Nähe einer stark befahrenen Schifffahrtsroute vor der Küste Dänemarks untersucht und daraus zwei intakte und zwei korrodierte Minen ausgewählt. In einem ersten Schritt sammelten Taucher der Marine Meerwasser und Meeresbodensedimente rund um die Minen. Diese Proben wurden nachfolgend massenspektrometrisch auf ihren Gehalt an 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT) untersucht. Wie die Forscher erwartet hatten, war die Kontamination durch TNT in der Nähe der korrodierten Minen höher als in der Nähe von intakten Minen, was den Austritt giftiger Verbindungen aus dem Inneren der Mine in das umliegende Meerwasser während durch die Korrosion der Mine bestätigt.

Anschließend sprengte die dänische Marine zwei vergleichbare Minen durch gezielte Detonationen, wobei unterschiedliche Verfahren angewendet wurden. Eine Mine wurde mit nur 250 g externem Sprengstoff zur Detonation gebracht (low order Detonation). Dieses Verfahren soll eventuell zukünftig vermehrt angewendet werden, um die sensiblen Schweinswale zu schützen, die durch die Schall- und Druckwellen der Detonationen geschädigt werden. Die zweite Mine wurde mit einer 10 kg Haftladung zur Detonation gebracht (high order Detonation), die herkömmlicherweise angewendet wurde. Die nachfolgenden Untersuchungen der Minenumgebung auf freigesetztes TNT ergaben Erstaunliches:

Das Sediment enthielt nach der low order Detonation bis zu 100 Millionen Mal mehr TNT als zuvor, wohingegen die Verschmutzung mit TNT nach der high order Explosion nur etwa 250-mal höher war als vor der Sprengung. Aber nicht nur im Sediment konnte dieser Unterschied nachgewiesen werden. Ebenso überstiegen die TNT-Werte im Wasser nach der schwächeren Explosion die Werte gegenüber der stärkeren um ein Vielfaches.

Besorgniserregend ist dabei, dass die durch die Explosion mit geringer Intensität freigesetzten TNT-Gehalte Werte erreichen, die für Mikroalgen, Seeigel und Fische sowohl akut als auch chronisch toxisch sind und damit das marine Leben gefährden.

Ausgehend von diesen Forschungsergebnissen raten Edmund Maser und sein Team dazu, überhaupt keine Sprengungen versunkener Relikte aus dem Zweiten Weltkrieg durchzuführen. Während die high order Sprengungen Schweinswale töten, sind die low order Sprengungen problematisch für die marine Ökosphäre. Dahingegen ermöglicht zum Beispiel jetzt schon moderne Robotertechnik die Unterwassermine ferngesteuert zu bergen. Außerdem werden zur Zeit Konzepte entwickelt, die geborgene Munition an Ort und Stelle auf Pontons im Wasser, fachgerecht zu verbrennen. Damit könnten die Gefahren einer Kontamination mit TNT durch unerwünschte oder geplante Explosionen umgangen werden.

In jedem Fall muss weiterhin ein kontinuierliches Monitoring der Freisetzung von Schadstoffen aus korrodierender Kriegsmunition durchgeführt werden. Erstens ist dies wichtig, um eine ansteigende ökologische Gefährdung der Meeresumwelt rechtzeitig zu erkennen. Zweitens muss rechtzeitig erkannt werden, ob es zu einem Eintrag dieser Giftstoffe in die marine

Nahrungskette kommt, wodurch letztendlich auch der Mensch gefährdet wird. Drittens müssen jegliche Bergungsmaßnahmen durch ein Monitoring begleitet werden, weil es durch die Bewegung oder Verlagerung der Munition zu einer verstärkten Freisetzung der toxischen Inhaltstoffe kommen könnte.

Literatur:

- Maser E, Andresen KJ, Bünning TH, Clausen OR, Wichert U, Strehse JS (2023) Ecotoxicological Risk of World War Relic Munitions in the Sea after Low- and High-Order Blast-in-Place Operations, *Environmental Science & Technology*, 57 (48), 20169-20181