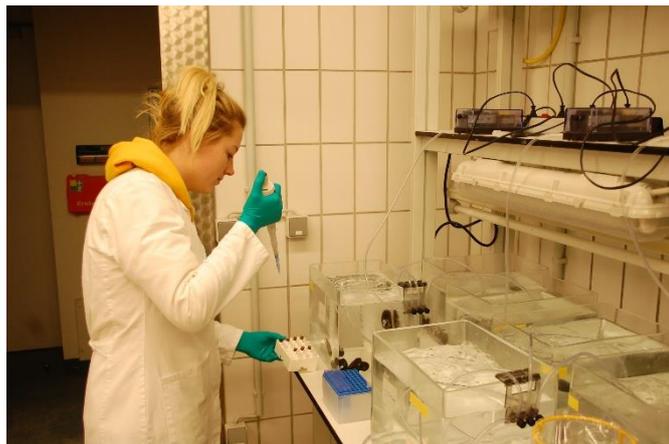


AWI und UKSH untersuchen gemeinsam die Aufnahme- und Ausscheidungsgeschwindigkeit von gelösten Explosivstoffen bei Miesmuscheln

Das Organismen, die in der Nähe von verklappter Munition oder Kriegswracks leben, gelöste Explosivstoffe aus dem Umgebungswasser aufnehmen, haben schon etliche unserer Untersuchungen gezeigt. Dabei blieb jedoch die Frage unbeantwortet, wie schnell das alles passiert. Also, in welcher Geschwindigkeit nehmen die Organismen die Stoffe auf und was passiert dann wie schnell mit den Substanzen in den Tieren? Aus der Literatur und eigenen Messungen an Fischen wissen wir, dass viele marine Lebewesen die aufgenommenen Explosivstoffe über die Verdauungsorgane bzw. ihre Lebern verstoffwechseln können. Sie nehmen dabei z.B. gelöstes TNT auf und scheiden im Anschluss an einen Umwandlungsprozess sogenannte ADNTs wieder aus. Um herauszufinden wie schnell dieser Prozess abläuft, haben wir einen Aquariumsversuch am AWI in Bremerhaven gestartet. Dabei wurden

Miesmuscheln in Aquarien temporär unterschiedlichen TNT-Konzentrationen ausgesetzt und im Anschluss wieder in sauberem Seewasser gehalten.



Aquarienbecken mit TNT exponierten Miesmuscheln in den Laboren des AWI.

Halbstündlich wurden die Muscheln aus den Becken mit sauberem Seewasser entnommen und auf Spuren von TNT und ADNTs in den Laboren des UKSH untersucht. Dabei konnten wir beobachten, dass die Muscheln umgehend das gelöste TNT in Abhängigkeit der

GEFÖRDERT VOM

angesetzten Konzentrationen aufnehmen. Also, je mehr gelöstem TNT sie ausgesetzt waren, desto mehr fand sich im Anschluss in ihren Geweben. Darüber hinaus sind Muscheln offensichtlich in der Lage, das aufgenommene TNT schnell zu ADNTs zu verstoffwechseln. Dies zeigte sich daran, dass unmittelbar nach dem Umsetzen in die Becken mit sauberem Seewasser, quasi nur noch ADNTs im Muschelgewebe messbar waren. Nach der raschen Verstoffwechslung werden die Substanzen im Übrigen auch schnell ausgeschieden: Nach 3-4 Stunden im TNT freien Seewasser, war ein Großteil der Substanzen bereits ausgeschieden.

Was heißt das nun für die Organismen oder für uns als Menschen: kann man die belasteten Miesmuscheln oder Fische essen? Zunächst einmal hat es ganz praktische Konsequenzen für die Forschung bezüglich einer adäquaten Probenahme, denn alles muss schnell gehen. Wartet man zu lange mit der Probenahme, sind die Substanzen aus der Munition u.U. bereits von den Organismen ausgeschieden und lassen sich in den Geweben nicht mehr nachweisen. Das könnte eventuell zu Fehlschlüssen führen.

Für uns Menschen als Konsumenten von marinen Organismen sind das dagegen erstmal positive Nachrichten, da sich die gelösten Explosivstoffe offensichtlich nicht unendlich anreichern können, sondern eben auch ausgeschieden werden. Da viele marine Organismen, vor allem die stationären, jedoch kontinuierlich in Kontakt mit den gelösten Explosivstoffen sind, nehmen wir leider trotzdem diese Substanzen mit unserem Essen auf. Und da auch ADNTs als krebserregend gelten, kann man keine Entwarnung für den Menschen geben.

Bezüglich der Tatsache, dass auch ADNTs giftig und krebserregend sind, stellt sich natürlich noch die Frage, weshalb die Organismen das TNT erst zu ADNT umwandeln, bevor sie alles ausscheiden? Obwohl dies vielleicht im Rahmen von Entgiftungsreaktionen geschieht, können wir dazu leider noch keine konkreten Antworten geben. Es bleibt also noch einiges zu erforschen beim Thema *Effekte von TNT auf marine Organismen!*

*Kontakt: Matthias Brenner,
Matthias.Brenner@awi.de & Edmund Maser,
maser@toxi.uni-kiel.de*

Numerische Modelle als Werkzeug zur Identifikation und Priorisierung von (Munitions)Schadstoffquellen

In den letzten Monaten hat das IOW ein mehrstufiges Modellsystem auf der Grundlage des *General Estuarine and Transport (GETM)*-Modells entwickelt. Es besteht aus einem größeren äußeren Bereich, der die gesamte Ostsee mit einer relativ groben Auflösung abdeckt, und einem kleineren inneren Bereich, der die westliche Ostsee mit einer höheren horizontalen Auflösung (600m) abdeckt. Ein höher aufgelöstes Modell (200m) der westlichen Ostsee ist ebenfalls verfügbar. Ein erster Vergleich der beiden Konfigurationen ergab keine wesentlichen Unterschiede, abgesehen von höheren Rechenkosten für die 200m-

Konfiguration. Daher stützen wir uns derzeit bei allen Analysen und Ergebnissen auf das Modell mit der 600m Auflösung. Später werden wir jedoch die 200m-Konfiguration verwenden, um eine detailliertere Beschreibung der Tracerdynamik zu erhalten. Das Ozeanmodell wurde anhand aller verfügbaren Feldkampagnenmessungen und der Messungen an den permanenten Stationen des MARNET-Systems validiert und kalibriert. Diese wurden auch zur Kalibrierung des TNT-Modells verwendet. Es wurden mehrere Experimente zur Empfindlichkeit der Tracerfreisetzung durchgeführt. Konkret wurden mehr als 30 virtuelle

Tracer im Modell freigesetzt, um die TNT-Freisetzung aus einzelnen Schadstoffquellen zu simulieren. Die Standorte dieser Quellen im Modell, entsprechen den bekannten und dokumentierten Munitionsdeponien, aber auch vermeintlichen Deponien. Da einige dieser Standorte noch unbekannt oder nur unzureichend beprobt sind, wurden die Modellergebnisse zur Ermittlung weiterer potenzieller Quellen herangezogen. Zur Schätzung der Quellterme verwenden wir eine inverse Modellierungstechnik. Daher wird die Freisetzungsrates jeder Deponie zunächst auf den Wert Eins gesetzt und das Modell in der Zeit vorwärts integriert. Anschließend verwenden wir einen Optimierungsalgorithmus, der die Ergebnisse des Modells und die Beobachtungen berücksichtigt, um geeignete Gewichtungen für jede Deponie zu ermitteln. So wird die simulierte TNT-Freisetzung eingegrenzt, was zu konsistenteren Ergebnissen führt. Der Vergleich der beobachteten und simulierten TNT-Konzentrationen zeigt, dass beide sehr gut übereinstimmen. So wurden saisonal und jährlich gemittelte TNT-Verteilungskarten erstellt (Abb. 1). Da wir an jeder Deponie separate Tracer freisetzen, können wir die Gesamt-TNT-Konzentration für den Beitrag der einzelnen Deponien aufschlüsseln.

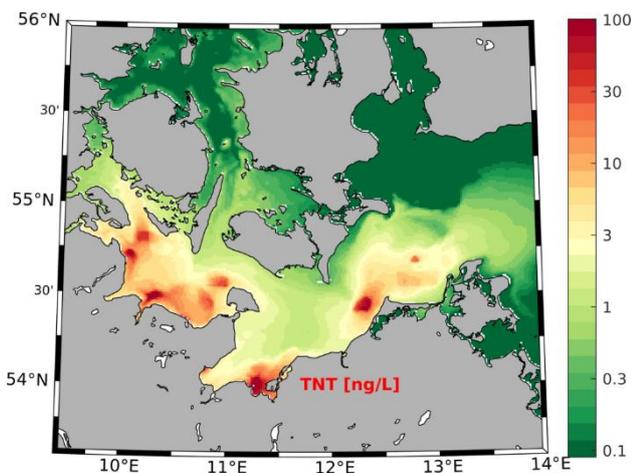


Fig. 1: Verteilungskarte der durchschnittlichen TNT-Konzentration im Jahresverlauf. Bitte beachten Sie die nichtlineare Farbskala.

Auf diese Weise können Auswirkungen einzelner Deponien auf das umliegende Gebiet quantifiziert werden (Abb. 2). Damit wurde ein erster Versuch unternommen, Risikokarten zu berechnen. Es wurden verschiedene Simulationen durchgeführt, die das Fehlen von Daten für einige Deponien berücksichtigen. Diese Erkenntnisse werden bei den nächsten Fahrten genutzt, um gezielt Proben zu nehmen und die Modellauflösung besser einzugrenzen.

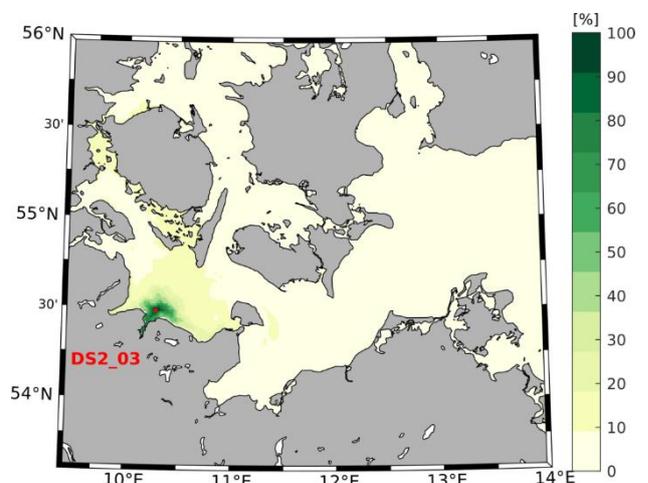


Fig. 2: Anteil (%) einer einzelnen Deponie zur Gesamt-TNT-Konzentration im Jahresmittel. Die dargestellte Deponie (DS2_03) befindet sich in der Kolberger Heide. Der rote Punkt zeigt die Position der Deponie und insbesondere ihren Massenschwerpunkt an.

Wir arbeiten derzeit an der Parametrisierung des Abbaus von TNT in der Wassersäule. In der derzeitigen Implementierung berücksichtigen wir ausschließlich Auswirkungen der Temperatur auf die Umwandlung von TNT in seine Metabolite 2-ADNT und 4-ADNT. Licht, Salzgehalt, Sauerstoffkonzentration oder mikrobielle Aktivität könnten jedoch die TNT-Chemie in den Küstenmeeren beeinflussen. Daher schlagen wir in Zusammenarbeit mit dem GEOMAR spezielle Laborexperimente vor, um unser Verständnis der Wechselwirkung von TNT und der Meeresumwelt zu verbessern.

Kontakt: [Ulf Gräwe ulf.graewe@io-warnemuende.de](mailto:ulf.graewe@io-warnemuende.de)