

## FISCH UND UMWELT

### Biologische Veränderungen im Versenkungsgebiet für schwach radioaktive Abfälle im Iberischen Tiefseebecken ?

Untersuchungen über die Beeinflussung der Biozönose durch das Einbringen des Hartsubstrats „Abfallfässer“

Michael Vobach, Hans-Jürgen Kellermann, Institut für Fischereiökologie

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Radioökologische Untersuchungen in marinen Ökosystemen“ (Bundesamt für Strahlenschutz) sollen Auswirkungen von ins Meer gelangten radioaktiven Abfällen auf marine Ökosysteme untersucht werden. Ein ausgewähltes, extrem sensibles marines Ökosystem für dieses Vorhaben ist im Nordostatlantik (Iberisches Tiefseebecken) das Versenkungsgebiet für schwach radioaktive Abfälle der Nuclear Energy Agency (NEA).

Das Versenkungsgebiet (Interne Bezeichnung: Gebiet B) erstreckt sich von 16° bis 17°30' westlicher Länge in einem Streifen von je 10' nördlich und südlich von 46° nördlicher Breite. Es hat somit eine Fläche von rund 4300 km<sup>2</sup>, das entspricht fast einem Viertel der Fläche Schleswig-Holsteins. Die mittlere Wassertiefe beträgt 4300 m. Unser Vergleichsgebiet (Ost-B) mit Zentrum an der Position 46° N, 13° W hat eine mittlere Wassertiefe von 4600 m (Abbildung 1).

Zwischen 1971 und 1982 wurden in diesem Seegebiet von Belgien, England, Holland und der Schweiz ca. 130 000 Metallfässer mit einem Fassungsvermögen von

jeweils 200 bis 1500 l verklappt (IAEA 1999). In diesen Fässern waren schwach radioaktive Abfallstoffe einbetoniert. Mit den Untersuchungen im Versenkungsgebiet des Iberischen Tiefseebeckens soll als ein Teilaspekt geprüft werden, ob eine Beeinflussung der Biozönose bereits durch das Einbringen des Hartsubstrats „Abfallfässer“ erkennbar ist.

#### Probenahme

Das Institut für Fischereiökologie (IFÖ) führt in diesem Versenkungsgebiet seit 1979 Untersuchungen durch. Bis 1993 wurden jährlich – mit Ausnahme von

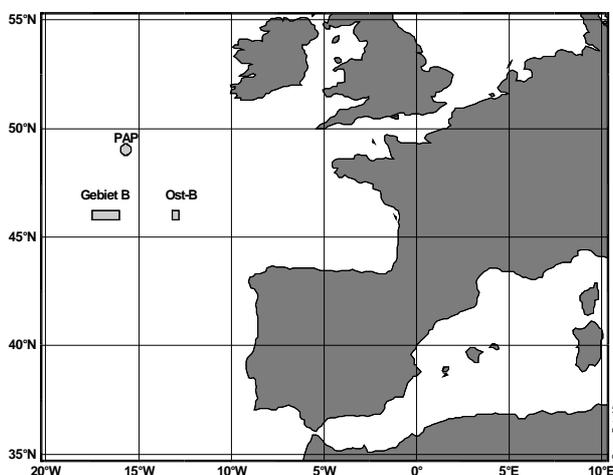


Abbildung 1: Arbeitsgebiete im Nordostatlantik.  
Study areas in the Northeast Atlantic.

#### Investigations at the dump site für low-level radioactive waste at the Iberian Deep Sea Plain.

From 1979 to 2000, the site for the dumping of low-level radioactive wastes and an unaffected site in the Northeast Atlantic were investigated to determine the biomass data of the benthopelagic nekton and the benthic organisms. The investigation shall demonstrate the influence on the biocoenosis of the so-called "artificial reef effect", caused by dumped waste drums. For sampling benthopelagic and benthic organisms, we used a modified Agassiz trawl, called the Deep-sea Closing Net. With the exception of the "Amperima event" in 1996 – a unique occurrence of a large number of sea-cucumbers – there was no change in the composition of benthopelagic and benthic organisms through the years. The biomass of the benthopelagic nekton was characterized by Macrouridae (rat-tailed fishes) and the main taxon of the benthos was Actiniaria (sea-anemones).

1991 – Fahrten in dieses Gebiet unternommen. Ergebnisse liegen als Veröffentlichung (Feldt et al. 1985; Feldt et al. 1989) bzw. als Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben St. Sch. 967 (1988) und St. Sch. 1093 (1993) vor. Für die Beantwortung der Frage im Rahmen des oben genannten Forschungsvorhabens, ob eine Beeinflussung der Biozönose bereits durch das Einbringen des Hartsubstrats „Abfallfässer“ erkennbar ist, wurden 1996, 1998 und 2000 weitere Fahrten mit dem Fischereiforschungsschiff „Walther Herwig III“ in das im Nordostatlantik gelegene Versenkungsgebiet für schwach radioaktive Abfallstoffe (Gebiet B) und in das Vergleichsgebiet (Ost-B) durchgeführt.

Zur Probenahme wurde ein Agassiz-Trawl (Breite: 3 m, Höhe: 1 m, Länge: 2,6 m) eingesetzt, das mit einem Schließmechanismus ausgerüstet ist, der die Netzöffnung bei Bodenberührung freigibt und automatisch wieder verschließt, sobald kein Bodenkontakt mehr gegeben ist. Somit ist gewährleistet, dass nur Organismen, die auf dem Boden oder in einer dünnen Bodenoberflächenschicht leben (benthische Organismen), sowie Organismen, die sich bis zu einem Meter über dem Boden im freien Wasser bewegen (benthopelagisches Nekton), gefangen werden. Organismen der freien Wassersäule wurden beim Hieven und Fieren des Trawls nicht mitgefangen, da das Netz in diesen Phasen geschlossen ist. Das am Ende des Rahmens angeschlagene Netz hat von der Flügelspitze bis zum Steertende eine Länge von 6 m. Die Maschenweite beträgt 3 cm an der Flügelspitze und verjüngt sich im Steert auf 0,5 cm.

In dieses Versenkungsgebiet mit einer Ausdehnung von rund 430 000 ha waren schätzungsweise 130 000 Abfallbehälter eingebracht worden. Daraus resultiert eine mittlere Dichte von 1 Behälter auf rund 3,3 ha. Das Trawl wurde zur Probenahme ca. 4 Stunden an einer 8500 m langen Leine (Stahlseil mit 16 mm Durchmesser) mit 2 kn über Grund geschleppt. Pro Hol wurde dabei ein Gebiet von überschlägig 4,4 ha befischt. Das bedeutet, dass statistisch mit 3 Hols im Mittel 4 Behälter mit dem Grundschleppnetz überfahren wurden.

## Ergebnisse der biologischen Untersuchungen

Vor Beginn der Verklappung wurden keine Untersuchungen durchgeführt. Im Vergleichsgebiet Ost-B wurde das Agassiz-Trawl nur im Jahr 2000 eingesetzt. Daher wurden zur Beantwortung oben genannter Fragestellung die Ergebnisse der Untersuchungen im Gebiet B am Ende der Verklappungsperiode und unmittelbar danach (1980 bis 1990) mit denen verglichen, die mehr als 10 Jahre nach Abschluss der Verklappung erhoben wurden (1992, 1993, 1996, 1998 und 2000).

## Benthopelagisches Nekton

### Gebiet B

Das benthopelagische Nekton im Gebiet B (Versenkungsgebiet) setzte sich in den Jahren 1992 bis 1998 aus folgenden Familien zusammen:

Macrouridae (Grenadierfische),  
Synphobranchidae (Tiefseeaale),  
Bathysauridae, Bathypteroidae (Stelzfische),  
Aphyonidae und Cephalopoda (Tintenfische).

Macrouridae waren am häufigsten in den Fängen vertreten, sie machten bis zu 93 % der Individuenzahl aus. Allerdings sind die Individuenzahlen in den Tiefseefängen generell sehr niedrig. Bei einer durchschnittlichen Schleppdauer von 4 Stunden pro Hol wurden 5 bis 16 Macrouridae je Hol gefangen!

Die Synphobranchidae waren mit 12 % am zweithäufigsten in den Fängen vertreten, das entspricht einer Individuenzahl von durchschnittlich 1 bis 2 Tieren pro Hol. Bathysauridae, Bathypteroidae, Aphyonidae und Cephalopoda traten nur vereinzelt in den Fängen auf.

Vergleicht man die Fangzusammensetzung der Fänge aus den Jahren 1992 bis 1998 mit denen aus den Jahren 1980 bis 1990, so zeigt sich, dass die Macrouridae immer den Hauptanteil des benthopelagischen Nektons bildeten. In den Jahren 1980 bis 1990 waren sie zahlenmäßig zu 75 bis 90 % vertreten, 1992 bis 1998 vergleichbar zu 65 bis 93 %.

Auch in der Diversität ist keine Veränderung festzustellen. Die in den Fängen von 1992 bis 1998 vorkommenden Familien des benthopelagischen Nektons (s.o.) unterschieden sich nicht von denen der Jahre 1980 bis 1990. Einzelexemplare dieser Familien waren immer wieder in den Fängen anzutreffen. Die großen Schwankungen der Fanggröße in den Jahren 1980 bis 1990 mit 0,2 bis 3,1 kg/h setzten sich in den Jahren 1992 bis 1998 mit 1,1 bis 3,8 kg/h fort (Abbildung 2).

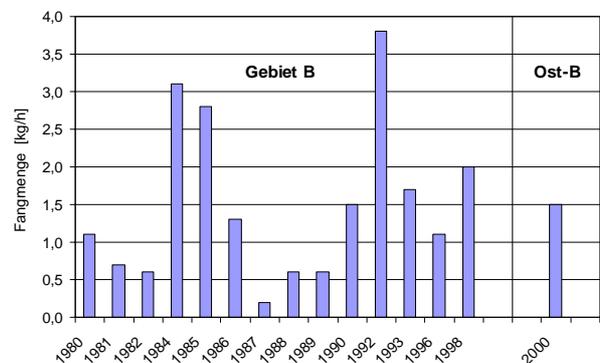


Abbildung 2: Fang pro Stunde des benthopelagischen Nektons (kg Feuchtgewicht pro Stunde).

Catch per hour of the benthopelagic nekton (kg wet weight per hour).

**Gebiet Ost-B**

Im Vergleichsgebiet Ost-B setzte sich das benthopelagische Nekton aus Macrouridae und Aphyonidae zusammen. Auch hier waren die Macrouridae mit 92 % die häufigsten Vertreter in den Fängen, was einer Individuenzahl von durchschnittlich 2 bis 3 Tieren pro Hol entspricht. Der Fang pro Stunde lag bei 1,5 kg (Abbildung 2).

Ein Vergleich mit früheren Jahren ist nicht möglich, da nur aus dem Jahre 2000 biologische Proben aus diesem Gebiet vorliegen.

**Benthos**

**Gebiet B**

In den Agassiz-Trawl-Fängen der Jahre 1992 bis 1998 wurden folgende benthische Gruppen angetroffen:

- Actiniaria (Seeanemonen),
- Holothuroidea (Seegurken),
- Echinodermata (Seesterne und Seeigel),
- Mollusca (Schnecken und Muscheln),
- Vermes (Würmer) und
- Crustacea (Decapoda reptantia, Krebse).

Diese Gruppen waren auch in den Fängen der Jahre 1980 bis 1990 vertreten.

In den Jahren bis 1990 wurden die benthischen Fänge zahlenmäßig von den Actiniaria (Seeanemonen) dominiert. Sie machten im Mittel 50,3 % der Fänge aus, gefolgt von den Echinodermata (Seesternen) mit 16,1 % und den Holothuroidea (Seegurken) mit 14,1 %.

Eine drastische Veränderung in der benthischen Organismenfauna wurde im Jahre 1996 festgestellt. Während in den Jahren davor bis zu 40 Individuen pro Hektar (10 000 m<sup>2</sup>) im Versenkungsgebiet in einer Tiefe von 4300 m gefangen wurden, stieg 1996 die Individuenzahl auf 350 Tiere pro Hektar an, um dann 1998 wieder auf 57 Tiere pro Hektar abzusinken (Abbildung 3).

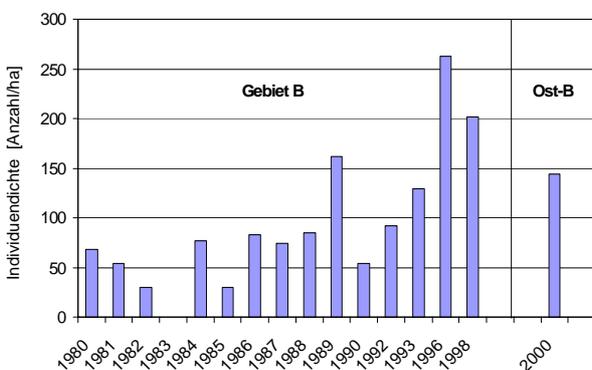


Abbildung 3: Individuenzahl benthischer Gruppen pro ha. Number of individuals of benthic groups per ha.

Gleichzeitig trat eine Verschiebung in der Dominanz der gefangenen Gruppen auf. Dominierten in den Fängen von 1980 bis 1990 die Actiniaria (Seeanemonen) mit einem Anteil von 40 bis 50 %, so wurden 1996 die Fänge von den Holothuroidea (Seegurken) mit einem Fanganteil von 95 % dominiert. Somit wurde die langjährige Dominanz der Actiniaria (Seeanemonen) beendet. Mit dieser Veränderung trat aber auch innerhalb der Holothuroidea (Seegurken) eine Verschiebung der dominierenden Arten auf. Bis 1993 wurden die Holothuroidea (Seegurken) von den Arten Psychropotis longicauda und Elpidia sp. dominiert. 1996 trat eine Veränderung zu Gunsten von Amperima sp. auf, die in den Fängen mit bis zu 2600 Individuen pro Hol vertreten waren. 1998 dominierten die Holothuroidea (Seegurken) weiterhin in den Fängen mit 52 % vor den Actinaria (Seeanemonen) mit 33 % und den Echinodermata (Seesternen) mit 15 %.

**Gebiet Ost-B**

Auch im Vergleichsgebiet Ost-B dominierten die Holothuroidea (Seegurken) mit ihrer Individuenzahl die Fänge (69 %). Zweithäufigste Gruppe waren die Asteroidea (Seesterne) mit 27 %, gefolgt von den Actiniaria (Seeanemonen) mit 3 %. Vergleiche mit den Fängen früherer Jahre sind leider auch nicht möglich, weil dieses Seegebiet im Jahre 2000 zum ersten Mal ausgiebig beprobt wurde.

**Ergebnisse**

Vergleicht man die Ergebnisse der Jahre 1992 bis 1998 mit denen der Jahre 1980 bis 1990, so lassen sich Veränderungen der Tiefsee-Biozönose bis auf das oben erwähnte Ereignis im Jahre 1996 nicht erkennen.

Die von uns 1996 festgestellte massive Zunahme von Holothuroidea (Seegurken) der Art Amperima sp. wurde auch während des Europäischen (MAST III) Projektes BENGAL im Seegebiet „Porcupine Abyssal Plain“ (PAP) nördlich unseres Untersuchungsgebietes (Abbildung 1) gemacht. Auch hier kam es zu einem vermehrten Auftreten von Amperima sp. Billett (1999) nannte diese Erscheinung den „Amperima event“.

Der Grund für diese Veränderung ist nicht bekannt. Sie könnte ausgelöst worden sein durch vermehrten Zustrom organischen Materials aus höheren Schichten, da die Individuenzahlen der anderen Gruppen im Seegebiet „Porcupine Abyssal Plain“ (Billett et al. 1999) auch eine leichte Zunahme zu verzeichnen haben.

Billett et al. (1999) haben im Bengal-Seegebiet jährlich wechselnde Schwankungen in der Zusammensetzung des von der Seeoberfläche auf den Seeboden sinkenden organischen Materials festgestellt. Eine Verknüpfung

dieser beiden Beobachtungen leitet zu dem Schluss, dass Zeitpunkt, Menge und Qualität des organischen Materials, das den Seeboden der Tiefsee erreicht, Einfluss auf die Dominanz der Organismen hat. Wenn dem so ist, dann wird deutlich, wie benthische Tiefsee Lebensgemeinschaften von Langzeit-Veränderungen beeinflusst werden können.

Die Ergebnisse von Billett et al. unterstreichen, dass der auch von uns gleichzeitig im Jahr 1996 beobachtete „Amperima event“ kein lokales auf das Versenkungsgebiet begrenztes Ereignis war, das seine alleinige Ursache im Einbringen von Abfallfässern hat. Die Gründe für das plötzliche Auftreten von *Amperima* sp. in den Fängen 1996 und das Ausbleiben in den Fängen 1998 bleiben allerdings unklar.

Zwischen dem Versenkungsgebiet (Gebiet B) und dem Vergleichsgebiet (Ost-B) ist die Zusammensetzung der benthopelagischen Fauna identisch, ein Unterschied ist in der Individuenzahl festzustellen, die im Gebiet B im Mittel um den Faktor 4 höher ist als im Vergleichsgebiet Ost-B. Auch bei den benthischen Organismen wurden in beiden Arbeitsgebieten dieselben benthischen Gruppen angetroffen, mit der Ausnahme, dass die Individuenzahl im Gebiet B auch bei den benthischen Organismen im Mittel um den Faktor 4 bis 5 höher ist als in Ost-B. Frühere Untersuchungen (Feldt 1985) deuten darauf hin, dass die Topographie im Seegebiet Einfluss auf die Individuenzahl hat. Im Gebiet Ost-B haben wir es mit einem ebenen Meeresboden zu tun, während das Gebiet B durch Täler, Cañons und Gebirge gekennzeichnet ist.

Wir haben das Agassiz-Trawl ursprünglich hauptsächlich dafür eingesetzt, um benthische und benthopelagische Organismen für Untersuchungen auf Radioaktivi-

tät zu sammeln. Zusätzlich wurde durch Auszählen der Fangmenge eine grobe Besiedlungsdichte abgeschätzt. Diese mittlere Besiedlungsdichte auf der abgeschleppten Fläche hat sich nach unseren Zählungen offensichtlich durch das Einbringen des Hartsubstrats nicht auffallend geändert. Ob sich die Organismen jetzt bevorzugt an den Behältern aufhalten und die umgebende Fläche dementsprechend leicht verodet ist, lässt sich mit unserer Fangmethode nicht untersuchen. Für diese Fragestellung wäre der Einsatz spezieller Geräte nötig (z. B. Roboter-Systeme mit Video-Aufzeichnung), was weitere sehr hohe finanzielle Aufwendungen nötig macht.

### Zitierte Literatur

Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben St. Sch. 967: Feldt, W.; Kanisch, G.; Vobach, M.: Strahlenrisiko der Bevölkerung durch Radionuklide aus der Tiefsee, 1–42, 1988.

Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben St. Sch. 1093: Kanisch, G.; Vobach, M.: Radionuklide in der Tiefsee, 1–44, 1993.

Billett, D.; Bett, B.; Lampitt, R.: Long-term change in abyssal communities. Deep-Sea newsletter No. 28: 7–8, 1999.

Feldt, W.; Kanisch, G.; Kanisch, M.; Vobach, M.: Radioecological studies of sites in the Northeast Atlantic used for dumping of low-level radioactive wastes – Results of the research cruises of FRV “Walther Herwig” 1980–1984. Arch. FischWiss. 35(9): 91–195, 1985.

Feldt, W.; Kanisch, G.; Vobach, M.: Deep-sea biota of the Northeast Atlantic and their radioactivity. In: Nyffeler, F.; Simmons, W. (eds.): Interim oceanographic description of the North-East Atlantic site for the disposal of low-level radioactive waste. Vol. 3. Paris: OECD/NEA, 178–204, 1989.

IAEA (International Atomic Energy Agency): Inventory of radioactive waste disposals at sea. IAEA TEC DOC 1105. ISSN 1011–4289. Wien: IAEA, 1999.