

## Thünen Institut für Fischereiökologie

Herwigstraße 31, 27572 Bremerhaven

Dr. JP Scharsack      joern.scharsack@thuenen.de      Phone +49471 94460-223      03.07.2024

---

### Fahrtbericht

FFS „Solea“

831 Reise,

15.01.-26.01.2024

Fahrtleiter: Dr. Jörn Peter Scharsack

### CONMAR-Fish: Effekte mariner Munitionsaltlasten auf Fische in der Nordsee

#### Zusammenfassung

Die Fischerei-Forschungsreise wurde durchgeführt, um zu untersuchen, ob Fische in der Nordsee entlang der nordwestlichen deutschen Küste mit sprengstoff-typischen Verbindungen (STV) belastet sind, die aus im Meer versenkter Munition austreten könnten. Während der Reise wurde eine 7m Baumkurre eingesetzt, um Plattfische zur Probenahme zu fangen. Die Hauptzielart war der am Boden lebende Plattfisch, Kliesche (*Limanda limanda*). Klieschen leben relativ stationär und sind daher lokal vorhandenen Schadstoffen ausgesetzt. Der Einsatz der Baumkurre auf Plattfische in den Zielgebieten verlief erfolgreich. Wir begannen mit kurzen Hols (5 Minuten), die je nach Menge der pro Schleppnetz gefangenen Klieschen auf bis zu 15 Minuten verlängert wurden. Die Hols wurden wiederholt, bis an der jeweiligen Probenahmestelle 30 lebende Kliesche zur Probenahme zur Verfügung standen. Leider wurde der Reiseverlauf durch schlechtes Wetter (Sturm, Wellengang) beeinträchtigt und die Reise wurde vorzeitig am 21.1. auf Grund anhaltend schlechten Wetters beendet. Dennoch verlief die Probenahme an den in den ersten Tagen auf See (16.-18.1.) an insgesamt 4 der geplanten Standorte erfolgreich. Eine sofortige Inspektion der Klieschen auf äußerlich sichtbare Krankheiten an Bord zeigte eine hohe Prävalenz (>50%) von Hyperpigmentierung, einer Hautirritation unbekannter Ursache. An drei von 4 untersuchten Standorten war die Rate von Leberanomalien bei der mittleren Größenklasse (20-24cm) erhöht, was möglicherweise mit der Belastung durch Munitionsrückstände im Zusammenhang steht. Körperflüssigkeiten und Gewebe der Klieschen werden im Labor chemisch auf Munitionsrückstände untersucht, die Ergebnisse liegen noch nicht vor.

## Hintergrund

Während und nach dem Ersten und Zweiten Weltkrieg wurden große Mengen Munition in der Nordsee versenkt (ca. 1,3 Mio. t). Aufgrund von Korrosion der Munitionshülsen gelangen Rückstände, wie z. B. sprengstoff-typische Verbindungen (STV), in die Meeresumwelt und können negative Auswirkungen auf Biota, einschließlich Fische, haben. Der Nordseehafen Wilhelmshaven, wurde nach dem Zweiten Weltkrieg als Sammelstelle für Munition genutzt, die von dort aus in Verklappungsgebiete z.B. nördlich Wangerooge und Spiekeroog (Abb. 1.A) verbracht wurde. Die Schätzungen reichen von 0,5 bis 1 Mio. t abgeladener Munition im Bereich der inneren und äußeren Jade Bucht. Der Schwerpunkt der vorliegenden Fahrt lag auf Gebieten der äußeren Jade, da diese Gebiete vermutlich die höchste Dichte an mariner Munition in den deutschen Gewässern der Nordsee aufweisen (Abb. 1.B).

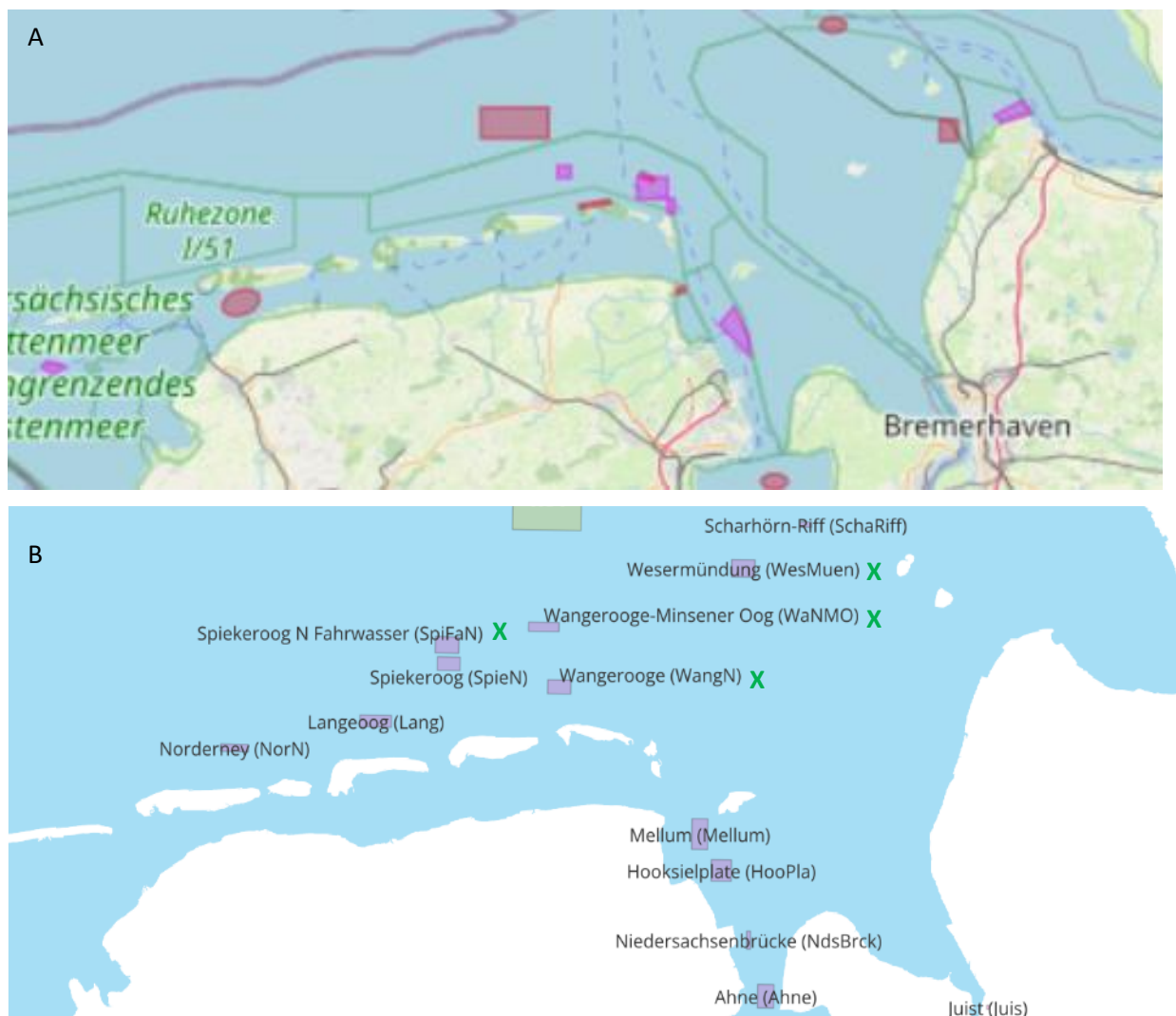


Abb 1. A Munitionsbelastete Flächen in Rot bzw. Pink, Quelle: <https://legacy.amucad.org/map>. B Probenahmestellen (Rechtecke). Aufgrund von schlechtem Wetter konnten nur die mit X gekennzeichneten Standorte beprobt werden.

In einigen Klieschen (*L. limanda*), die im Vorjahr (SOL816) im Bereich der Außen-Jade untersucht wurden, konnten STV (Metabolite von TNT) in Gallenflüssigkeit nachgewiesen werden. Die höchsten Werte wurden in Klieschen von den Standorten Wangerooge-Minsener Oog (WaNMO), Norderney Nord (NorN) und Schahörn Riff (SchaRiff) gemessen. Werte knapp oberhalb der Nachweisgrenze wurden bei Langeoog (Lang), Spiekeroog nördlich Fahrwasser (SpiFaN), Wangerooge Nord (WangN) und Wesermünde (WesMuen) gemessen (Kammann, Töpker et al. 2024). Mit der vorliegenden Forschungsseereise konnten weitere Proben in einigen der betroffenen Gebiete genommen werden. Die Forschung wird im Rahmen des vom BMBF in der DAM Mission sustainMare geförderten Projekt CONMAR (CONcepts for konventionelle Marine Munition Remediation in the German North and Baltic Sea) umgesetzt und forschende Projektpartner vom AWI Bremerhaven nahmen an der Forschungsfahrt teil.

## Methoden

### Auswahl der Probenahmestellen

Auf Grund der Wetterlage war nur in den ersten Tagen der Reise eine Probenahme möglich. Es wurden daher Standorte priorisiert, die im Bereich der Außen-Jade relativ schnell von Cuxhaven aus zu erreichen waren.

Eine Methode der Wahl, um Plattfische in der Nordsee lebend zu fangen, ist der Einsatz von Baumkurren mit Plattfischnetzen. Die Schleppzeiten der Baumkurre (7m Kurre) wurden relativ kurz gehalten (5-15min), um die Beifang Mengen klein und die mechanische Belastung der Fische niedrig zu halten. Die Fänge wurden direkt an Deck (und nicht erst auf dem Förderband) gesichtet und lebende Klieschen unmittelbar in Seewassertanks überführt. Begünstigt durch die kalten Januartemperaturen, war es so möglich die Klieschen über mehrere Stunden lebend zu halten. Für die Probenahme wurden lebende Klieschen benötigt, die erst unmittelbar vor der Probenahme betäubt und getötet wurden. Dadurch war es möglich Körperflüssigkeiten wie Blut, Galle und Urin zu sammeln, was mit Klieschen, die bei langen Hols oder bei der Verarbeitung großer Fänge an Bord verendet sein könnten, nicht möglich gewesen wäre.

An jedem Standort begannen wir nach einer CTD-Messung und der Entnahme einer Wasserprobe für STV Messungen. Es folgte ein 5-minütiger Hols, um die Abundanz der Kliesche und die Menge des Beifangs zu überprüfen. Bei geringem Beifang wurde die Fangdauer auf 15 Minuten verlängert. Die Probenahme der Kliesche begann, wenn sich die ersten 10 Kliesche in den Tanks befanden, und wechselte mit weiteren Fängen ab, bis ca. 30 Klieschen pro Standort beprobt werden konnten.

### Beprobung der Fische

Im Fokus der Untersuchungen standen Klieschen (*Limanda limanda*), eine bodenlebende Plattfischart die am Meeresboden in unmittelbarer Nähe von versenkter Munition lebt. Die gesammelten Fische wurden bis

zur Probenahme in Tanks mit Meerwasserversorgung auf dem Schiff gehältert. Die Klieschen wurden mit einer Überdosis Nelkenöl getötet, auf äußerlich sichtbare Krankheiten untersucht und Gewicht und Länge wurden gemessen. Körperflüssigkeiten (Blut, Galle, Urin) und Gewebeproben (Leber, Milz, Muskel) wurden gesammelt und für spätere Laboranalysen tiefgefroren gelagert. Die Lebern wurden auf Gewebsveränderungen (Leberanomalien), insbesondere Knötchen (potentielle Tumore) untersucht. Proben von jedem einzelnen Fisch wurden zwischen den beteiligten Laboren (AWI, Thünen) mit leicht unterschiedlichen Analyse-Schwerpunkten geteilt. Das AWI konzentrierte sich auf Leberproben, um die Aktivitäten entgiftender Enzyme zu analysieren und Thünen sammelte Körperflüssigkeiten und Gewebeproben zur Untersuchung auf TNT-Rückstände.

### Narrativ

Die wissenschaftliche Besatzung schiffte sich am 15. Januar 2024 in Cuxhaven ein und installierte die wissenschaftliche Ausrüstung mit Hilfe der Besatzung an Bord. Wegen schlechter Wetterbedingungen verließ die Solea Cuxhaven erst am 16.1.. Hoher Seegang machte Schiff und Besatzung zu schaffen, aber die Solea erreichte mittags ruhigere Bereiche im Gebiet ‚Spiekeroog Nord Fahrwasser‘ wo nach einer CTD mit dem Fischfang begonnen wurde.

Abends zog sich die Solea auf die Reede vor Wilhelmshaven zurück. Am 17.1. wurde der Bereich Wangerooge Nord erfolgreich beprobt. Laut Wetterbericht war sicheres Arbeiten mit der Baumkurre ab dem 19.1. nicht mehr möglich und so wurden am 18.1. noch zwei Standorte (Wangerooge-Minsener Oog und Wesermündung) auf dem Rückweg nach Cuxhaven beprobt.

Am 19.1. blieb die Solea in Cuxhaven und die Wissenschaftliche Besatzung ging bis auf eine Person von Bord. Geplant war, bis 21.1. auf ‚Stand by‘ zu bleiben und die Fahrt fort zu setzen, wenn sich das Wetter bessern sollte. Die an Bord verbleibende Wissenschaftlerin führte Nachbearbeitungen der Proben durch.

Als sich am 21.1. keine Wetterbesserung abzeichnete, wurde beschlossen, die Seereise zu beenden und am 25.1. ab zu rüsten.

### Erste Ergebnisse

Insgesamt wurden während der Forschungsreise 128 Klieschen (*L. limanda*) >20 cm beprobt (Tabelle 1). Um zu untersuchen, ob Klieschen an Munitionsdeponien stärker von Krankheiten betroffen sind, wurden bei Klieschen auf Körperkonditionsfaktoren gemessen und äußerlich sichtbare Krankheiten und Leberanomalien untersucht.

An allen Probenahmestellen war der Anteil der Klieschen mit Hyperpigmentierung, einer Hautirritation der Klieschen mit unbekannter Ursache, mit etwa 50 % oder mehr relativ hoch. Ein Zusammenhang zwischen Hyperpigmentierung und Munitionsaltlasten war bisher nicht erkennbar (Tabelle 1).

Tabelle 1. Äußerlich sichtbare Krankheiten der Kliesche, *Limanda limanda*. Prävalenz in Prozent an den Probenahmestellen (Standorten).

GEBIET	N	unt	Ly	EpPap	Ulc	AkHei	FloF	AkHei	KieHy	Mel	Skel	Steph	Acanth	Lepe	Cryp
WesMuen	35		5.7	2.9	2.9	0	0	0	37.1	0	8.6	22.9	8.6	0	
WangN	35		2.9	5.7	2.9	2.9	0	0	65.7	0	0	8.6	25.7	0	
WaNMO	34		0	0	2.9	2.9	0	0	55.9	0	8.8	11.8	20.6	0	
SpiFaN	24		8.3	0	0	0	0	0	62.5	0	0	0	25	0	
SUMME	128														

Abkürzungen: NSpiNFa = Nördlich Spiekeroog, nördlich Fahrwasser, WaNMO = Wangerooge Nördlich bis Umfahrung Minsener Oog, WangN = Nördlich Wangerooge, WesMuen = Wesermündung, N = Anzahl untersuchter Fische, Ly = Lymphozystis virus, EpPap = Epidermales Papillom (Virus), FloF = Flossenfäule (bakteriell), KieHy = Kiemen Hyperplasie, Mel = Melanom Hyperpigmentierung, Skel = Skeletdeformationen, Steph = *Stephanostomum baccatum*, Acanth = *Acanthochondria cornuta*, Lepe = *Lepeophtheirus pectoralis*, Cryp = *Cryptocotyle lingua*.

Tabelle 2. Prävalenz von Leberknoten und Nematoden in Prozent pro Größenklasse und Probenahmestelle.

GEBIET	Länge (cm)	N	unt	Leberknoten %	Nematoden %
SpiFaN	15 bis 19	1		0	0
SpiFaN	20 bis 24	18		5.6	11.1
SpiFaN	25 bis 40	5		0	0
WangN	15 bis 19	6		0	50
WangN	20 bis 24	28		14.3	14.3
WangN	25 bis 40	1		0	0
WaNMO	15 bis 19	8		12.5	0
WaNMO	20 bis 24	26		15.4	11.5
WesMuen	15 bis 19	14		0	14.3
WesMuen	20 bis 24	20		30	20
WesMuen	25 bis 40	1		0	0
SUMME		128			

Abkürzungen: NSpiNFa = Nördlich Spiekeroog, nördlich Fahrwasser, WaNMO = Wangerooge Nördlich bis Umfahrung Minsener Oog, WangN = Nördlich Wangerooge, WesMuen = Wesermündung, N = Anzahl untersuchter Fische (siehe Karte).

Um der Frage nach zu gehen, ob Klieschen an Munitionsdeponien häufiger von Lebererkrankungen betroffen sind, wurden präparierte Lebern makroskopisch auf Anomalien untersucht. Die makroskopische Untersuchung der Lebern ergab das Vorhandensein von Leberknötchen (potenziell Tumore) in einer Reihe der untersuchten Lebern (Tabelle 2).

Da die generelle Häufigkeit von Leberknoten mit dem Alter der Klieschen zunimmt, werden die untersuchten Klieschen in Längensklassen eingeteilt, die Altersklassen entsprechen. Die meisten der gesammelten und untersuchten Kliesche waren in der Größenklasse 20–24 cm und es wurden nur wenige Kliesche mit einer Größe von 15–19 cm beprobt. Auch die Häufigkeit der Klieschen zwischen 25 und 40 cm war relativ niedrig (Tabelle 2).

An einigen der Standorte wurde bei mehr als 10% der Klieschen in der Größenklasse 20-24cm Leberanomalien festgestellt. Das ist bedenklich, da Klieschen dieser Größe erst 2-4 Jahre alt sind und die Häufigkeit von Leberanomalien noch nicht altersbedingt, also natürlicherweise, ansteigen sollte. Da an den betroffenen Standorten Rückstands Messungen aus dem Vorjahr krebserregende TNT Metabolite in Klieschen nachgewiesen haben, könnte ein Zusammenhang zwischen erhöhten Leberanomalien und der verklappten Munition bestehen.

### Fahrtteilnehmer

<b>Name</b>	<b>Institution</b>	<b>Funktion</b>
Jörn Peter Scharsack	TI-FI	Fahrtleiter
Romina Schuster	AWI	Wissenschaftlerin
Verena Töpker	TI-FI	Ingenieurin
Lea Riemeier	TI-FI	Technikerin
Susanne Bach	TI-FI	Studentische Hilfskraft
Murielle Muesfeldt	TI-FI	Studentische Hilfskraft

### Danksagung

Wir bedanken uns bei Kapitän Volker Koops und der Besatzung des FFS "Solea" für ihre kompetente Unterstützung und Gastfreundschaft an Bord und bei Allen Fahrtteilnehmern für die verlässliche und verantwortungsvolle Teamarbeit.

### Literatur

Kammann, U., V. Töpker, N. Schmidt, M. Rödiger, M.-O. Aust, M. Gabel and J. Scharsack (2024). "Explosives leaking from dumped munition contaminate fish from German coastal waters: a reason for chronic effects?" Environmental Sciences Europe **36**.