

WIR HALTEN

DEN HAFEN AUF TIEFE



Verbringung von Hamburger Baggergut in die Nordsee (Tonne E3)
Kurzbericht 2. Halbjahr 2022

1. Situation im Hamburger Hafen

Auch im 2. Halbjahr 2022 setzte sich die angespannte hydrologische Situation mit sehr niedrigen Abflüssen fort. Die Abflussmenge der Elbe, gemessen am Pegel Neu Darchau, lag mit $466 \text{ m}^3/\text{s}$ im Jahresmittel wieder deutlich niedriger als 2021 ($564 \text{ m}^3/\text{s}$), und somit das neunte Jahr in Folge deutlich unterhalb des dreißigjährigen Mittels von $651 \text{ m}^3/\text{s}$. Somit fehlten 2022 Abflüsse von rund 5,8 Milliarden Kubikmetern, was etwa dem 1.700-fachen Volumen der Außenalster entspricht.

Von April bis Jahresende gab es keine Abflusswellen. Erst Ende Dezember stieg der Abfluss wieder über $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Der niedrigste Wert lag 2022 am 5. August bei $181 \text{ m}^3/\text{s}$.

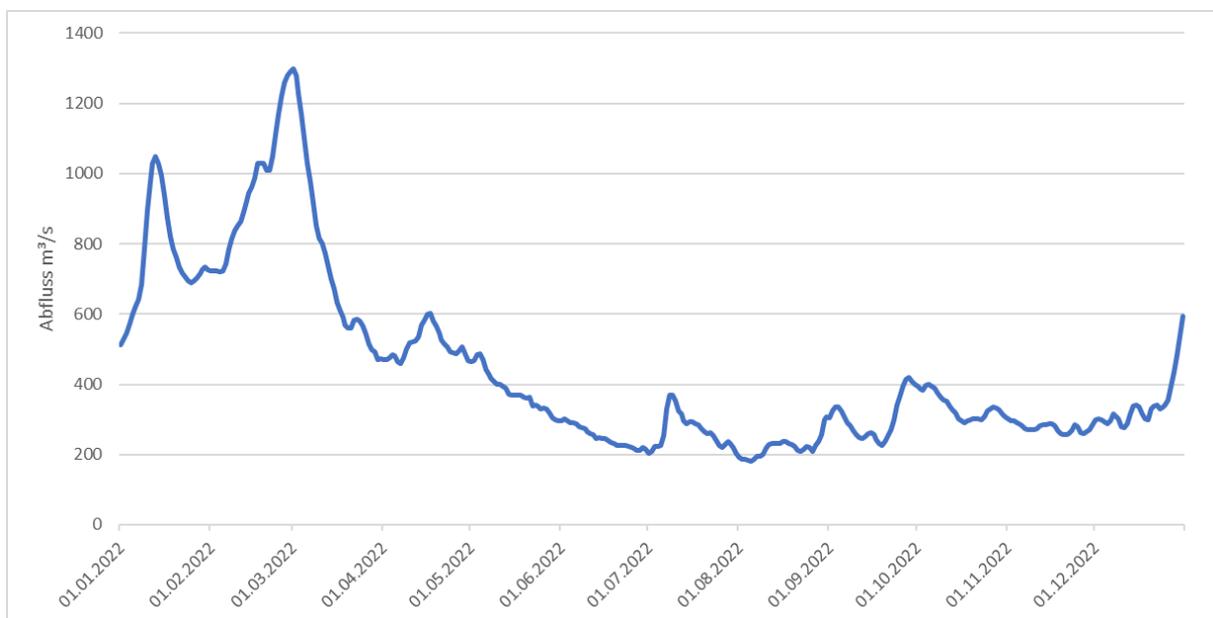


Abb. 1: Abflusses 2022 am Pegel Neu Darchau (m^3/s).

Die seit dem Sommerhochwasser von 2013 anhaltende Niedrigwasserphase der Elbe hat sich also fortgesetzt. Eine derart ausgeprägte und langanhaltende Zeitspanne hat es während der über 120-jährigen Datenaufzeichnungen noch nicht gegeben.

Die gemessene Trübung des Wassers ist ein wichtiger Indikator für dessen Schwebstoffgehalt. Angesichts der noch einmal geringeren Abflüsse überrascht es nicht, dass die Trübung im Hafen – wie schon in den Vorjahren - auch 2022 auf einem sehr hohen Niveau lag, da es bei niedrigen Abflüssen zu einer stromaufgerichteten Verschiebung der natürlichen Trübungszone der Untereibe kommt. Die Ausläufer dieser Trübungszone können dann bis in den Hafen vordringen. Dies erklärt auch, weshalb bei längeren Phasen niedriger Abflüsse die Trübungswerte an der Messstelle Blankenese höher sind als an der etwas weiter stromauf gelegenen Station Seemannshöft. Wie Abbildung 3 zeigt, war die Trübung im vergangenen Jahr in allen Monaten

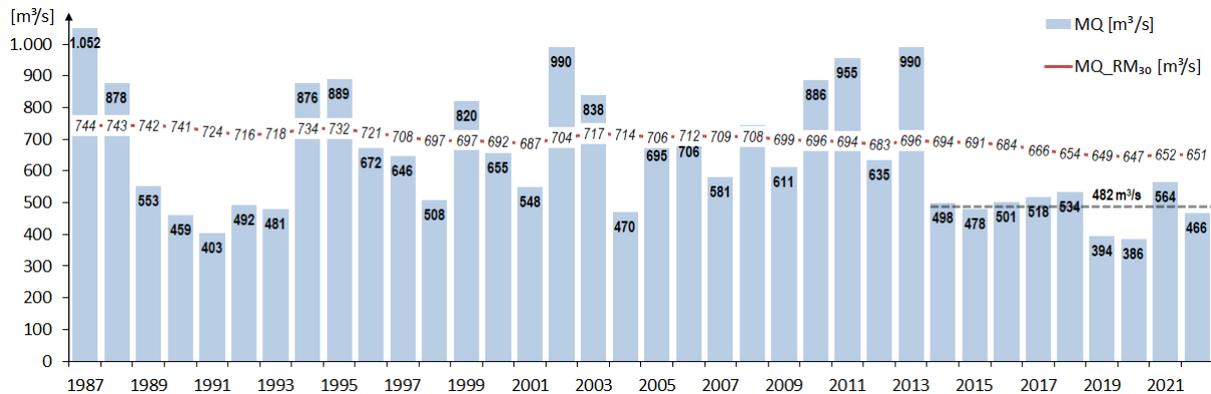


Abb. 2: Jahresmittelwerte des Abflusses Neu Darchau (MQ, in m³/s) seit 1987.

deutlich höher als der jeweilige langjährige Mittelwert. In sechs Monaten (November, Dezember, März, April, Mai und Juni) wurden die höchsten Mittelwerte der letzten acht Jahre gemessen. Insgesamt zeigen die Daten, dass ein verstärkter seewärtiger Austrag von Sedimenten und Schwebstoffen aus der oberen Tideelbe „überfällig“ ist.

Die Folge des geringen Oberwasserabflusses war, wie bereits in den Vorjahren, eine äußerst angespannte Situation im Hafen, so dass Tiefgangsbeschränkungen ausgesprochen werden mussten.

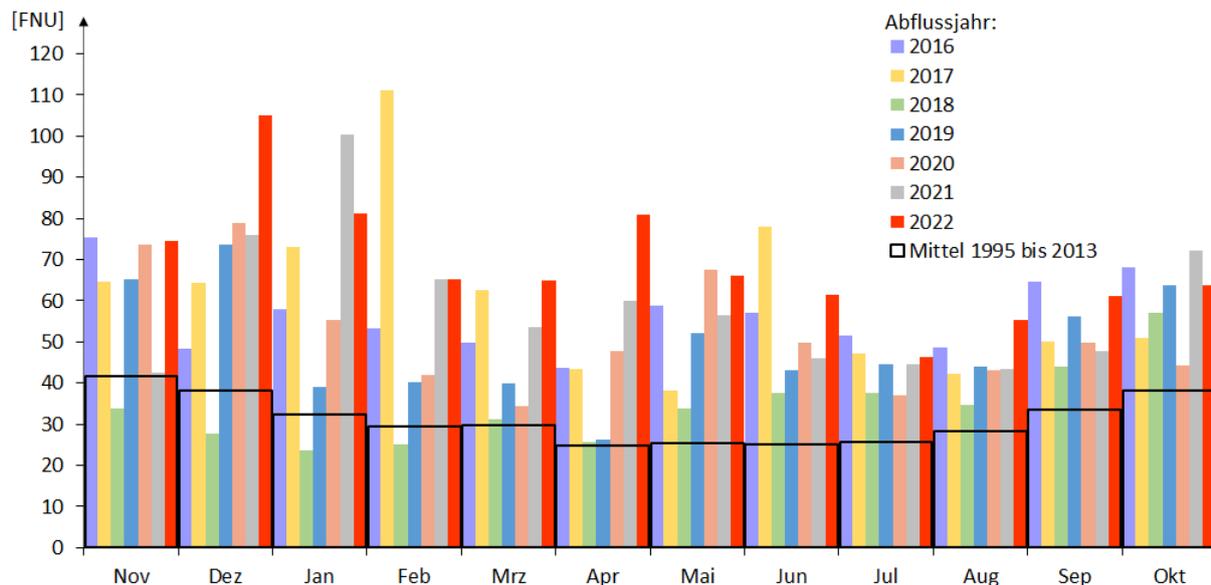


Abb. 3: Monatsmittelwerte der Trübung [FNU, Formazine Nephelometric Units] (HU-Messstelle Seemannshöft), 2016 bis 2022 und langjährige Mittelwerte.

2. Freigabebehebungen

Damit die gebaggerten Elbesedimente in die Nordsee verbracht werden dürfen, müssen sie strenge Qualitätsanforderungen erfüllen, die in den Zulassungen festgeschrieben wurden. Hierzu werden vor der Baggerung repräsentative Proben genommen und in akkreditierten Laboren analysiert (Freigabebehebungen). Die Freigabeuntersuchungen zeigen, dass sich die Qualität der Hamburger Sedimente in der langen Periode anhaltend niedriger Oberwasserzuflüsse zunächst verbessert und nun auf einem niedrigeren Niveau als in früheren Jahren der Verbringungen stabilisiert hat. Dabei ist das Baggergut nach wie vor entsprechend der Gemeinsamen Übergangsbestimmungen für den Umgang mit Baggergut im Küstenbereich in die Fallstufe 3 einzuordnen. Einzelne Proben der Hauptbaggergebiete und die Sedimente der Begegnungsbox erreichen hingegen bereits heute die Qualität der Fallstufe 2. Die Freigabeuntersuchungen wurden im Kurzbericht 1. Halbjahr 2022 ausführlich dargestellt und die Ergebnisse der Analysen sind auf der Internetseite der HPA (www.hamburg-port-authority.de) veröffentlicht.

3. Baggerarbeiten

Am 20. Juni wurde mit den Baggerarbeiten begonnen. Hierzu wurden der 11.750 m³ fassende Laderaumsaugbagger *James Cook* sowie der 14.000 m³ fassende *Alvarez Cabral* eingesetzt. Insgesamt wurden 2022 erneut rund 1,5 Mio. tTS zur Tonne E3 verbracht, davon 0,86 Mio. tTS aus der Delegationsstrecke und 0,68 Mio. tTS aus den Landeshafengewässern. Die Verbringung wurde am 04. Dezember 2022 beendet.

Tab. 1: Insgesamt im Jahr 2022 zur Tonne E3 verbrachte Mengen (tTS) nach Herkunftsgebieten.

Norderelbe	114.505
Süderelbe	525.378
Koehlbrand	225.608
Rethe	148.615
Kuhwerder Vorhafen	225.525
Sandauhafen	47.599
Parkhafen	256.110

Tab. 2: Übersicht der durchgeführten Untersuchungen und Ergebnisse.

Monitoringuntersuchung	Zeitpunkt der Untersuchung (Jahr 2022)	In welchen Gebieten wurde untersucht?	Lieferung Daten	Ergebnis
Monitoring bei E3				
Makrophyten vor Helgoland	28. Juni. – 19. Juli 2022	Transecte südl. und nördlich Helgolands	noch ausstehend (Stand 6/2023)	
Schwebstoffanalysen bei Helgoland	28. Juni. – 19. Juli 2022	Untersuchung südlich und nördlich von Helgoland sowie am Steingrund	März 2023	-Schwebstoffe sind sehr feinkörnig -Schwebstoffe unterscheiden sich anhand ihres TOC Gehaltes und der Körnung deutlich von den untersuchten Sedimenten. Belastung meist unter, bzw. ähnlich der regionalen Belastung im Schlickfallgebiet Parallelproben zeigen Variabilität der Proben
Sedimentbeprobung Chemie Textur Ökotoxikologie	22.-26. August	Untersuchungsgebiet E3 Referenzgebiete	Dez22/Jan23 Okt 22 Sept 22	Charakterisierung der Baggergutaufgabe: -Schadstoffsignaturen in Sedimenten weisen auf eine durch Baggergut beeinflusste Fläche über einen Radius von 3 km um das Verbringzentrum hinaus hin -Im Zentrum auf K-Süd sowie direkt daran angrenzend befinden sich überwiegend sandige Sedimente mit einem hohem Feinsandanteil -Es wurden keine signifikanten ökotoxikologischen Verschlechterungen innerhalb oder außerhalb des Einbringbereichs ermittelt -Maßgaben wurden eingehalten
Probennahme Pfeffermuschel Bioakkumulation	22.-26. August	Untersuchungsgebiet E3 Referenzgebiete	Mrz 23	-Es gibt keine signifikanten Anreicherungen außerhalb des Einbringbereiches -Maßgaben wurden eingehalten
Befischung Krabben Bioakkumulation	August 2022	Gebiete an der Küste von Elbmündung bis Sylt	Nov 22	Für die untersuchten Parameter werden keine Überschreitungen der untersuchten Lebensmittelrichtwerte festgestellt -Der Einfluss der Elbfahne ist für einige Parameter erkennbar -Ein Zusammenhang mit der Baggergutverbringung ist nicht gegeben
Bestimmung Sauerstoff in der Wasserphase	Juli 2022	Station bei E3	Parallel zu Messungen	-Die bodennahen O ₂ -Gehalte lagen im Juli oberhalb 6 mg/l
	Juli-Sept 2022	BSH Messpfahl Deutsche Bucht	Parallel zu Messungen	-Im August zeigen Daten des BSH Messpfahls für die Deutsche Bucht Sauerstoffkonzentrationen in der Deutschen Bucht von unter 6 mg/l an
	15. 8.-10. 9. 2022	Monitoringstationen E3	Parallel zu Messungen	Detailliertes Monitoring zeigt Sauerstoffkonzentrationen im Schlickfallgebiet von unter 5 mg/l zwischen dem 22.-02.09.2022. Die Verbringung wurde zwischen dem 23.08.-30.08. 2022 ausgesetzt. -Ein Einfluss der Baggergutverbringung ist nicht erkennbar
Untersuchungen zur Wasserphase (Nährstoffe, Phytoplankton)	Juli, August/Sept 22	Stationen bei E3	Dez 22	-Nährstoffgehalte und Algenbiomasse liegen im Bereich langjähriger Messwerte
Befischung Wellhornschncke: Bioakkumulation	29. – 30. Nov	Untersuchungsgebiet E3 Referenzgebiete	Feb 22	-Es gab keine signifikanten Anreicherungen von Schadstoffen außerhalb des Einbringbereichs -Maßgaben wurden eingehalten
Befischung Kliesche zur - Bioakkumulation und - Altersbestimmung	29. – 30. Nov	Untersuchungsgebiet E3 Referenzgebiete	- April 23 Noch ausstehend (Stand 6/2023)	-Es gab keine signifikanten Anreicherungen von Schadstoffen im Einbringbereich oder Außengebiet -Maßgaben wurden eingehalten
Befischung Scholle zur - Bioakkumulation und - Altersbestimmung	29. – 30. Nov	Untersuchungsgebiet E3 Referenzgebiete	- Mai 23 - noch ausstehend (Stand Juni 2023)	-Es gab keine signifikanten Anreicherungen von Schadstoffen im Einbringbereich oder Außengebiet - Maßgaben wurden eingehalten
Sedimentbeprobung Wattmessstellen Schleswig-Holstein und Niedersachsen	Feb-Dez 22	Holmer Siel Wesselburener Loch Ostersiel Tümlauer Koog Harlesiel, Schillighörn Cuxhaven	Von April 22 bis Jan 23	-Oberflächensedimente im Watt zeigen keinen Trend zunehmender oder abnehmender Schadstoffgehalte. -Das Belastungsniveau ist niedrig -In der Unterelbe bei Cuxhaven treten bedingt durch den Einfluss der Elbe erwartungsgemäß höhere Belastungen auf als an den anderen Wattmessstellen -Es ist kein Zusammenhang mit der Baggergutverbringung erkennbar

4. Monitoring

Neben den Freigabeuntersuchungen im Hamburger Hafen stellt das Monitoringprogramm an der Verbringstelle in der Nordsee und den Küstengewässern die Einhaltung der mit der Zulassung verbundenen Umweltauflagen sicher. Einen Überblick über alle durchgeführten Untersuchungen in der zweiten Jahreshälfte 2022 gibt Tabelle 2. Die Beprobung der küstennahen Wattmessstellen erfolgt über das Jahr verteilt an mehreren Terminen. Im August wurde die reguläre Monitoringfahrt zur Untersuchung der Sedimente und Beprobung der Pfeffermuscheln mit der Sverdrupson durchgeführt. Neben HPA waren Mitarbeiter der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) mit an Bord. Die Pfeffermuscheln dienen der Untersuchung zur Anreicherung von Schadstoffen in Biota als Anhaltspunkt für die Auswirkung der Baggergutverbringung bei E3. Im November 2022 erfolgte die Befischung von Wellhornschnellen, Klieschen und Schollen, die ebenfalls auf Schadstoffanreicherung in Biota untersucht werden.

Zu den Auflagen der Zulassungsbehörden gehört auch die **Untersuchung der Sauerstoffkonzentration** in Bodennähe des Einbringbereichs, um sicherzustellen, dass bei langanhaltenden Schichtungsverhältnissen mit bereits kritischen bodennahen Sauerstoffsituationen kein Baggergut eingebracht wird, das die Sauerstoffsituation weiter verschlechtert. Um dies zu prüfen, werden vertikale Messungen in der Wasserphase bei Tonne E3 und angrenzender Bereiche (Abb. 4) in den Sommermonaten durchgeführt. Da im Jahr 2022 die Messfahrt im August zunächst wegen Corona und dann wegen eines Schiffsschadens abgesagt werden musste, wurden für die Einschätzung der Sauerstoffkonzentrationen in Bodennähe die Daten des BSH-Messpfahls „Deutsche Bucht“ für das Monitoring herangezogen. Die Gehalte zeigten am 11. August ein Minimum von 5,3 mg O₂/l und 65 % Sauerstoffsättigung in Bodennähe und eine Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche und bodennahen Schichten von 4,5° C an. Die HPA veranlasste daraufhin eine außerplanmäßige Sauerstoffmessfahrt bei E3, um die Situation vor Ort besser einschätzen zu können. Die Messungen am 15. August 2022 im Bereich der Verbringstelle zeigten bodennahe Sauerstoffgehalte zwischen 5,5 und 6 mg/l, was einer Sauerstoffsättigung von >70% entsprach. Hinweise auf eine starke Algenblüte, indiziert durch eine hohe Sauerstoffübersättigung der Wasseroberfläche, lagen nicht vor; die Sättigung an der Oberfläche betrug im Mittel 95%. Die nächste Sauerstoffmessfahrt sollte daher eine Woche später während der regulären Monitoringausfahrt (s.o.) vom 22.-26. August stattfinden.

Während der Monitoringausfahrt wurden Sauerstoffgehalte in Bodennähe bei Tonne E3 und benachbarter Gebiete zwischen 4,5 und 5,1 mg/l festgestellt, die – wie auch die Daten des BSH-Messpfahls zeigen – nicht auf den Einflussbereich der Baggergutverbringung beschränkt waren, sondern ein regional auftretendes Phänomen darstellten.

Anzeichen von Sauerstoffmangel durch vermehrte Funde von leblosen Tieren oder mangelnde Aktivität waren beim angetroffenen Makrozoobenthos sowie der am Grund lebenden Fische nicht zu sehen. Dies ist nach Arbeiten von Scholz & Waller (2007) auch nicht zu erwarten, da eine erhöhte Sterblichkeit von beispielsweise Schollen und Klieschen erst ab einer Sauerstoffsättigung von unter 30 % auftritt. Laut einer Zusammenstellung durch „The Marine Life Information Network“ (<https://www.marlin.ac.uk/>) zeigen die vor Ort anzutreffenden kleinen

Pfeffermuscheln erst Anzeichen von Sauerstoffmangel unterhalb von 3 mg/l. Im Monitoringgebiet wurden Werte im Sauerstoffmangelbereich von unter 4 mg/l bzw. einer Sättigung von unter 50 % nicht festgestellt.

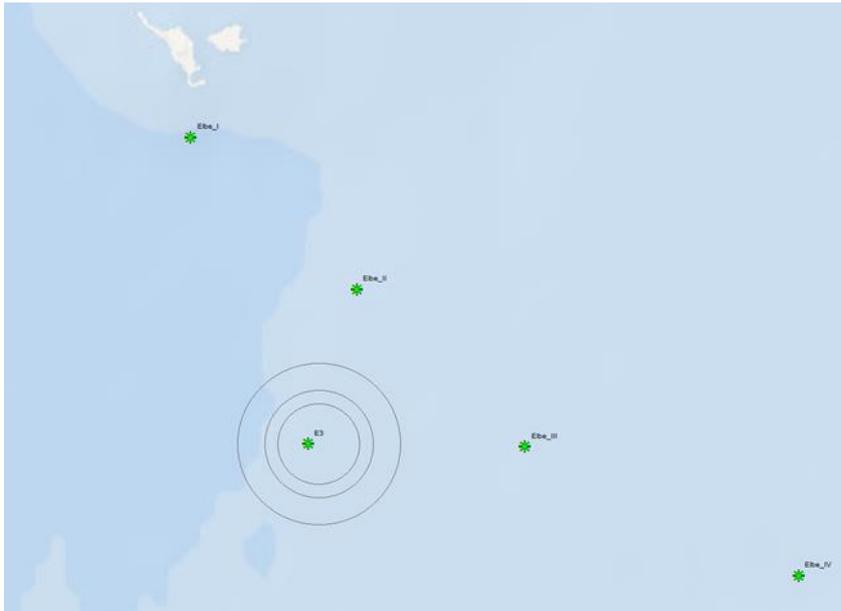


Abb. 4: Karte des Elbeschnitts der AWI-Messfahrten. Die Kreise entsprechen den Radien um das Klappfeld Ost (1,5-km-Kreis, 2-km-Kreis, 3-km-Kreis).

Gemäß den Vorgaben der Zulassungsbehörde wurde in der Zeit vom 23.8.-30.8.2022 die Baggergutverbringungen zu Tonne E3 unterbrochen. Anhand der Datenlage bestanden keine Anzeichen einer baggergutbedingten Absenkung des Sauerstoffgehalts in Bodennähe. Hinweise auf eine Auswirkung der Baggergutverbringung auf den Sauerstoffgehalt in Bodennähe im Verbringbereich wurden im Jahr 2016 bei einer die Baggergutverbringung begleitenden Untersuchung während der ADCP-Kampagne ebenfalls nicht festgestellt. Dort konnte nach der Einbringung des Baggerguts keine Absenkung der Sauerstoffkonzentration in der Wassersäule und in Bodennähe beobachtet werden. Einem Antrag der HPA auf Wiederaufnahme der Verbringung bei der Zulassungsbehörde wurde daher stattgegeben. Die Sauerstoffmessungen wurden parallel weitergeführt und bestätigten, dass die Baggergutverbringung keinen messbaren Einfluss auf die Sauerstoffgehalte in Bodennähe hat, da trotz des Wiedereinsatzes der Baggergutverbringung keine weitere Absenkung des Sauerstoffgehalts in Bodennähe, sondern ein langsamer Anstieg festgestellt wurde. Das Sauerstoffmonitoring wurde am 10. September 2022 bei Sauerstoffgehalten über 6 mg/l eingestellt. Als Gründe für die Ausbildung des bodennahen Sauerstoffdefizites in der Deutschen Bucht werden langanhaltende Schichtungsbedingungen vermutet, die mit hohen Temperaturen an der Oberfläche und fehlenden Westwinden einen Austausch zwischen sauerstoffreichem Oberflächenwasser und

sauerstoffarmen, tieferen Wasserschichten verhindert haben. Ergebnisse des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) zeigen, dass die Oberflächentemperaturen in der Nordsee im Sommer 2022 insgesamt ca. 0,7 °C über dem langjährigen Mittel lagen und der Sommer 2022 damit der drittwärmste seit 1969 ist (BSH, 2022). Aufgrund des Klimawandels ist zu erwarten, dass ähnliche Sauerstoffverhältnisse wie im Jahr 2022 in Zukunft in der Deutschen Bucht häufiger auftreten werden.

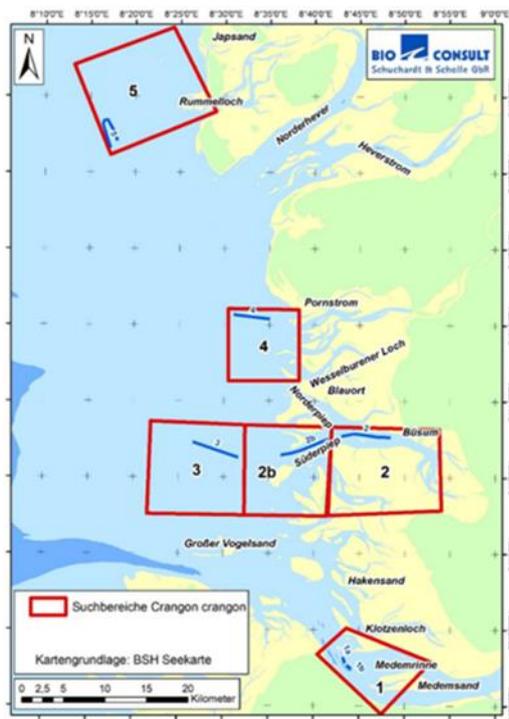


Abb. 5: Untersuchungsgebiet Nordseegarnelenmonitoring.

Neben den Pfeffermuscheln, Wellhornschnecken, Klieschen und Schollen, die im direkten Monitoringgebiet für Schadstoffuntersuchungen befishet werden, werden seit dem Jahr 2016 im Rahmen des Monitorings bei Tonne E3 ebenfalls **Bioakkumulationsuntersuchungen an der Nordseegarnele** durchgeführt. Die Nordseegarnele ernährt sich räuberisch sowohl von kleineren Wirbellosen als auch von Aas. Sie zeigt ein saisonales Wanderverhalten zwischen den Flussmündungs- und Wattengebieten im Sommer und tieferen Meeresbereichen im Winter. Sie ist neben ihrer ökologischen Bedeutung für die Küstengewässer zudem von wirtschaftlicher Bedeutung und daher ebenfalls für die potenzielle Schadstoffanreicherung im Nahrungsmittel von Relevanz. Die Nordseegarnelen werden mit realem Fanggeschirr in sechs Gebieten jeweils im Sommer gefischt (Abb. 5). Die Gebiete sind das Elbmündungsgebiet bei Cuxhaven (Gebiet 1), das Wattenmeer vor Bismarck (Gebiet 2), weiter westlich entlang des Süderpieps (Gebiet 2b) und in Richtung offene Nordsee im Einzugsgebiet von Elbe und Eider (Gebiet 3).

Das Gebiet 4 befindet sich entlang der Küste an der Eidermündung vor dem Wesselburener Loch, das Gebiet 5 vor Pellworm. Für die Untersuchung werden Kopf und Panzer der Tiere entfernt und die gewonnene Muskelmasse auf organische und anorganische Schadstoffe analysiert.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Werte für Hexachlorbenzol, Octachlorstyrol, HCH-Verbindungen, PCB28, die DDT-Metabolite op-DDE, op-DDD und op-DDT sowie pp-DDT und die zinnorganische Verbindung TeBT zu allen Beprobungsterminen und in allen Teilgebieten unter der Bestimmungsgrenze lagen. Für Blei, MBT, PCB52 und PCB101 sowie pp-DDD wird im Gesamtdatensatz jeweils nur ein Wert knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze ermittelt. Seit 2020 liegen auch pp-DDD und pp-DDE in allen Gebieten unterhalb der Bestimmungsgrenze. Einige Parameter, wie beispielsweise die PCB Kongenere, das TBT, Cadmium oder Kupfer spiegeln den Einfluss der Elbe wider (Abb. 6). Für Quecksilber (Abb. 7), Arsen und Zink ist hingegen kein klares räumliches Verteilungsmuster auszumachen. Ein Einfluss der Baggergutverbringung zur Tonne E3 auf die Schadstoffgehalte in Krabben ist nicht ersichtlich.

Insgesamt werden in dem untersuchten Zeitraum (2016-2022) in den Krabben die Lebensmittel-Höchstgehalte (EC 1881) der analysierten Parameter eingehalten, wie für Quecksilber beispielhaft dargestellt (Abb. 7). Ein Einfluss der Baggergutverbringung bei Tonne E3 kann anhand der Daten nicht festgestellt werden.

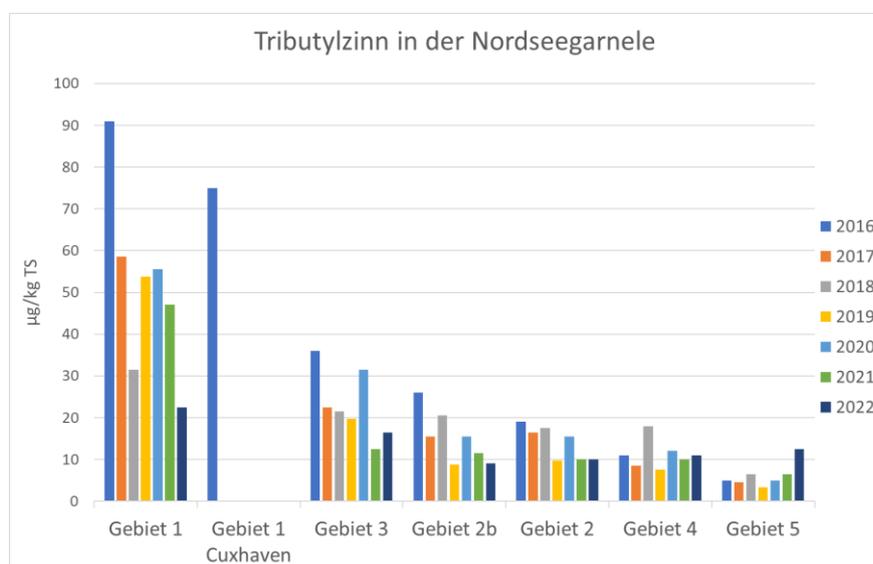


Abb. 6: Gehalte von TBT (Tributylzinn) in der Nordseegarnele 2016 – 2022 zwischen der Elbmündung und den nordfriesischen Inseln. Gehalte bezogen auf die Trockensubstanz.

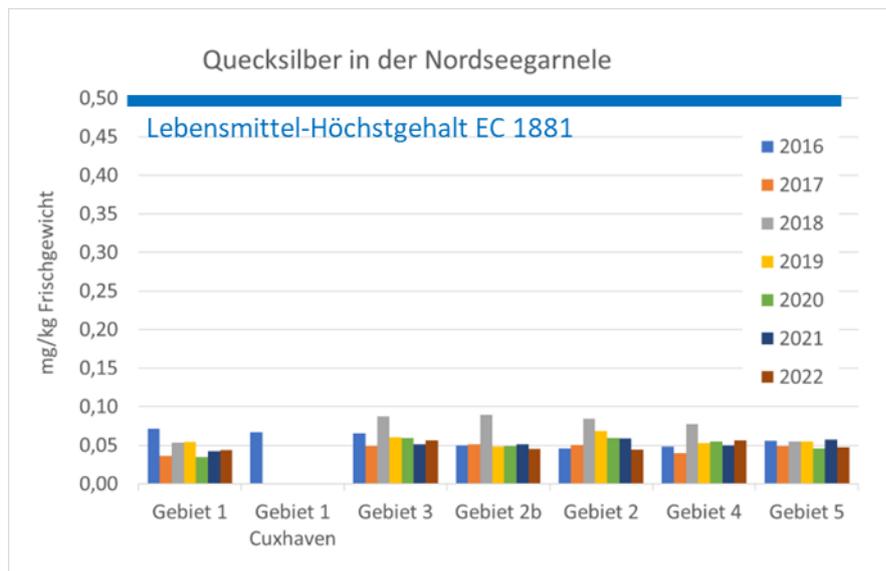


Abb. 7: Gehalte von Quecksilber in der Nordseegarnele 2016 – 2022 zwischen der Elbmündung und den nordfriesischen Inseln. Gehalte bezogen auf das Frischgewicht.

Literatur:

BSH, 2022: Jahresbericht 2022: Für Meer und Mensch, Schifffahrt und Umwelt. BSH in Rostock. 64 Seiten

Scholz, U., Waller, U., 2007: The oxygen requirements of three fish species from the German Bight: cod *Gadus morhua*, plaice *Pleuronectes platessa*, and dab *Limanda limanda*. July 2007 *Journal of Applied Ichthyology* 8(1-4): 72 – 76.

Anlage: Fachinformation „Tonne E3 – Hamburger Baggergut in der Nordsee“