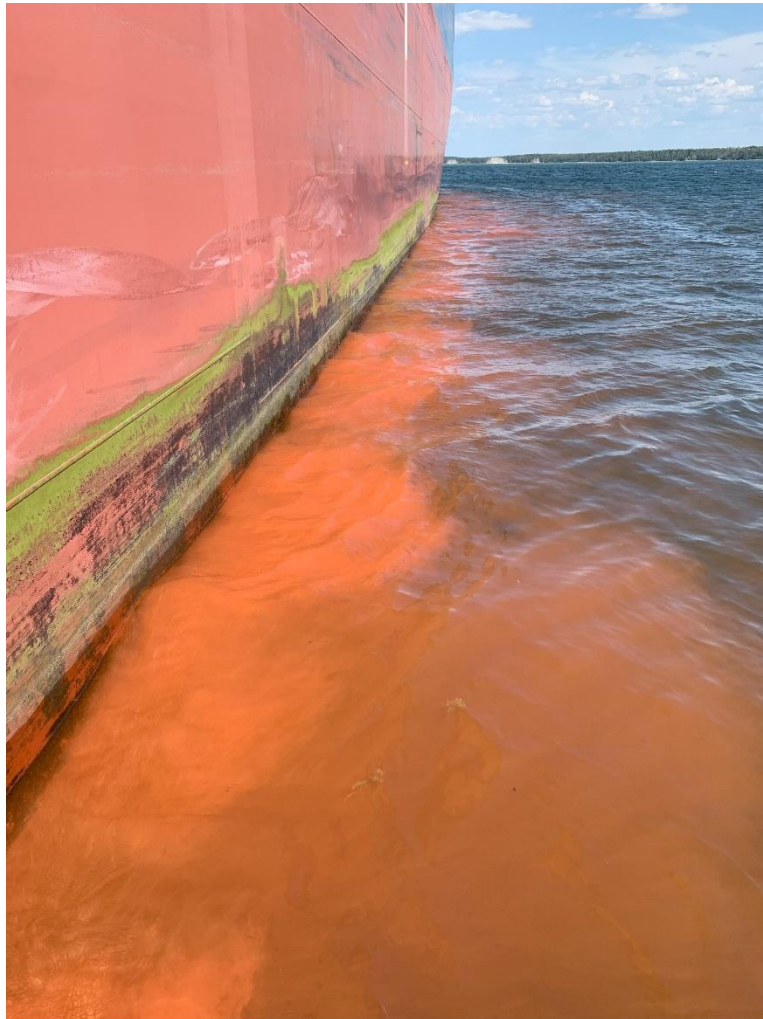


Abschlussbericht

Weiterentwicklung eines integrativen
Biofouling-Managements durch proaktive Reinigung
für die Berufsschifffahrt



Mai 2022 – Dezember 2023

Dr. B.T. Watermann, LimnoMar

Donna-Lee Garrick, SKUMS, Bremen

Katja von Bargen, **bremenports**, Umweltmanagement

Kurzfassung

In dem Vorhaben wurden die im Projekt CLEAN begonnenen Arbeiten weitergeführt und versucht für eine Verbreitung des Biofouling Managements durch proaktive Reinigung auf Hartbeschichtungen zu propagieren. Aktuell steht das Bewuchs-Management auf Schiffen im Spannungsfeld zwischen Klima- und Meeresschutz. Es wurde daher der Kontakt zu Reedern, Hafenbehörden, Seerechts-Experten und Reinigungsfirmen intensiviert, um Lösungen zu finden, die sowohl den Meeresschutz als auch den Klimaschutz berücksichtigen. Hierzu zählt die aktive Teilnahme an Treffen mit den deutschen Seehäfen in einer speziellen Arbeitsgruppe zu Genehmigungsaufgaben für die Unterwasser-Reinigung. Diese Arbeitsgruppe dient dem Erfahrungsaustausch, der Entwicklung von weiteren Leitfäden und der Diskussion um die Reinigung von biozidhaltigen Antifouling-Beschichtungen und neuen On-Board Reinigungstechniken ohne Auffangvorrichtung. Darüber hinaus dient die AG als Forum für übergreifende Fragen der Einleitung von Schiffsabwässern. Zudem wurde in nationalen (HTG) und internationalen Arbeitsgruppen (Clean Hull Initiative) mitgearbeitet, die sich mit Durchführungsbestimmungen und der Überprüfung von technischen Anforderungen von Unterwasserreinigung und -Inspektion befassen. Da einige Reeder eigene Strategien zur Erreichung einer klimaneutralen Schifffahrt entwickelt haben, wurde versucht zu klären, welche Rolle ein aktives Biofouling Management zur Erreichung einer Dekarbonisierung spielt oder spielen könnte. Leider waren die Reaktionen minimal, da auch in der Schifffahrt die angestrebten Dekarbonisierung--Ziele der IMO in Frage gestellt werden.

Um belastbare Daten zum Abrieb bei Unterwasser-Reinigungen zu generieren, wurden Reinigungen zur Messung des Abriebs an biozidhaltigen Antifouling, biozidfreien Hart- und Silikon-Beschichtungen durchgeführt und der Eintrag von Bioziden und Mikroplastik gemessen. Es stellte sich heraus, dass der Abrieb von einer biozidhaltigen selbst-polierenden Antifouling-Beschichtung erheblich war, im Gegensatz zum minimalen Abrieb von einer Hart- und zwei Silikon-Beschichtungen.

Inhaltsverzeichnis

1	Umwelt- und Klimarelevanz	4
2	Gründung einer Arbeitsgruppe zu Methoden einer Unterwasser-Inspektion als Überprüfung der Anforderungen einer Reinigungstechnik.....	6
3	Quantifizierung und Verifizierung/Überprüfung der Gewässerbelastung durch Unterwasser-Reinigungen	6
4	Kontakt zu Seehäfen.....	14
5	Zur Notwendigkeit einer geregelten und überwachten Unterwasserreinigung von Schiffsrümpfen in den Bremischen Häfen	16
6	Initiativen für eine klimaneutrale Schifffahrt	18
7	Mitarbeit in Konferenzen und Arbeitsgruppen	21
7.1	IMO Biofouling Guidelines und Energieeffizienz.....	21
7.2	ICMB-Arbeitsgruppe	24
7.3	Bellona, ISO-Standard Clean Hull.....	24
7.4	PortPic 2022	25
8	Rechtlicher Hintergrund	25
9	Perspektiven.....	26
10	Literatur.....	28
11	Anhänge	32

1 Umwelt- und Klimarelevanz

Durch die rapide voranschreitende Klimaveränderung und den Verlust der Biodiversität erhält auch der Bewuchsschutz bzw. ein klimaschonendes und emissionsfreies Biofouling Management eine immer größere und komplexere Bedeutung. Es geht nicht nur um die Bewuchsfreiheit, um Treibstoff-Kosten zu sparen, sondern vor allem um die parallel erreichte Reduktion des Treibstoffverbrauchs und der gasförmigen Emissionen. Gleichzeitig soll der weiteren Verschleppung von Organismen durch die globale Schifffahrt Einhalt geboten werden. Und zudem soll der Eintrag von Bioziden, Schadstoffen und Mikroplastik in die Meere verhindert werden. Diese Ziele sind mit der gängigen Praxis der Antifouling-Beschichtungen aber immer weniger zu erreichen. Da immer mehr Schiffe, langsamer und vor allem unregelmäßiger operieren, bewachsen sie und müssen regelmäßig gereinigt werden. Vor allem aus Kostengründen sind die Reeder daran interessiert, den Rumpf glatt und bewuchsfrei zu halten, da auch die Schifffahrt seit 2024 in das EU-Emissionshandelssystem einbezogen wurde. Im Rahmen der Entwicklung von Strategien zur Erreichung einer klimaneutralen Schifffahrt bis 2050 finden sich daher zunehmend auch Aspekte und Maßnahmen zum Biofouling Management, was aktuell den Einsatz von Reinigungsrobotern und Reinigungstechniken auf Hoher See und während der Fahrt bedeutet. Diese Reinigungstechniken sollen den Rumpf bewuchsfrei halten und so Treibstoff sparen, führen aber zu erheblichen Einträgen von Beschichtungs-Partikeln und Bioziden.

Wie im CLEAN Projekt bisher gezeigt werden konnte (Watermann et al. 2021), ist die Praxis einer proaktiven Reinigung auf Schiffen, die in der östlichen Ostsee nur mit einer abriebfesten Korrosionsschutzbeschichtung ohne Antifouling-Beschichtung operieren, technisch möglich, spart Treibstoff und Emissionen sowie Kosten durch den Wegfall der jährlichen Dockung für den Neuauftrag der Antifouling-Beschichtung s.a. <https://www.youtube.com/watch?v=QjJxIVb46jA> , zuletzt aufgesucht am 20.02.2024).

Um eine Reinigung von Schiffsrümpfen, die mit den deutschen und europäischen Gesetzen vereinbar ist, haben die Bremische Umweltbehörde und bremenports einen Leitfaden entwickelt und veröffentlicht, der es erlaubt, Anträge für eine Unterwassereinigung in den Bremischen Häfen zu stellen (<https://umwelt.bremen.de/umwelt/wasser/meeresumweltschutz-23546> , zuletzt aufgesucht am 20.02.2024). Nach Erfüllung der Voraussetzungen (Nachweis eines aktiven Biofouling Managements, Reinigungstechnik mit Auffang- und Filtrationsvorrichtung, abriebfeste Hartbeschichtungen) können in der Zukunft Unterwasserreinigungen genehmigt werden. Bisher ist aber Bremen neben wenigen anderen Häfen wie z.B. Los Angeles /Long Beach der einzige Hafen, der eine Reinigung nur auf biozidfreien Antihaf- oder Hartbeschichtungen mit Auffang- und Filtrationstechnik erlaubt (pers. Mitteilung Chris Scianni, California State Lands Commission).

Unter dem Druck die Emissionen zu senken, die Biosicherheit zu erhöhen und Treibstoff zu sparen, entwickelt sich die internationale Praxis des Biofouling-Managements in mehrere Richtungen:

- Reaktive Reinigung auf biozidhaltigen, erodierenden Antifouling-Beschichtungen mit Auffang- und Filtrationstechnik im Hafen, nach Qualitätsstandards hinsichtlich der Effektivität der Reinigung und Minimierung der Beschädigungen des AFS-Systems (ACT, 2022; BIMCO, 2022)
- Proaktive Reinigung auf biozidhaltigen, erodierenden Antifouling-Beschichtungen auf hoher See, während langsamer Fahrt oder im Hafen mit einem an Bord befindlichen Roboter ohne Auffangvorrichtung (Jotun HullSkater, ShipShave, Larabicus, NakAI)

- Proaktive oder reaktive Reinigung auf biozidhaltigen, erodierenden Antifouling-Beschichtungen mit Auffang- und Filtrationstechnik im Hafen, einschließlich der Filtration bzw. Fällung von gelösten Antifoulingbioziden (FleetCleaner, ecosubsea, Clean Subsea)
- Die IMO hat ein umfangreiches Konzept zur Verhinderung des Verschleppens von Arten durch den globalen Schiffsverkehr ins Leben gerufen: www.glofouling.imo.org. Im Rahmen dieser Initiative laufen Diskussionen in dem PPR-Subcommittee (Sub-Committee on Pollution Prevention and Response) um die Neufassung der Biofouling Guidelines. In diesem Zusammenhang wird darüber diskutiert, auf biozidhaltigen AFS-Systemen die Reinigung ohne Auffang-Vorrichtung in den Stadien 1 und 2, also bei minimalem Bewuchs zu erlauben. Proaktive Unterwasserreinigung von biozidhaltigen, erodierenden Antifouling-Beschichtungen im Biofilm-Stadium soll erlaubt, bzw. empfohlen werden, solange keine eingeschleppten Organismen im Bewuchs vorhanden sind. Bei 1 – 2 fremden Arten soll das Schiff nur noch im Dock gereinigt werden können (IMO, MEPC, 2023).
- Die norwegische Umweltorganisation BELLONA engagiert sich seit 2021 unter dem Titel „Clean Hull Initiative“ zusammen mit dem Beschichtungsstoff- und Roboter-Hersteller Jotun einen ISO-Standard zu formulieren, der eine proaktive Reinigung ohne Auffang-Vorrichtung, z.B. mit dem HullSkater von Jotun vorsieht. Hierzu wurden weltweit zahlreichen nationale ISO-Arbeitsgruppen angesprochen (Bellona, 2022). Bis auf Dänemark und einigen nationalen Behörden und Ministerien wurde der Vorschlag des Entwurfs des ISO-Standards positiv aufgenommen. Inzwischen ist dieser ISO-Standard kurz vor einer endgültigen Abfassung. Ein besonders kritischer Punkt des Standards ist aus unserer Sicht die Reinigung ohne Auffang-Vorrichtung unter der Annahme, dass es bei proaktiver Reinigung keinen Abrieb auf biozidhaltigen, erodierenden Antifouling-Beschichtungen geben würde. Da dieses stark zu bezweifeln ist und auch bezweifelt wird (Yebra, 2022; BIMCO, 2022, IMO-MEPC, Norway, 2023), wurde mehrfach auf den Sitzungen und in Korrespondenzen gefordert, Untersuchungen zum Abrieb vorzulegen. Da keine Daten zum Abrieb bei einer proaktiven Reinigung auf AFS-Systemen geliefert wurden, ist LimnoMar 2022 aus der Bellona Arbeitsgruppe ausgetreten. Es wurde und wird davon ausgegangen, dass der Abrieb bei der Reinigung auf einer biozidhaltigen Antifouling-Beschichtung so minimal sei, dass er toleriert werden könne. Da diese Praxis – ohne belastbare Messdaten - den Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetz bei Reinigungen in deutschen Häfen und auf offener See auch dem Hohe See Einbringungsgesetz widerspricht, wurde die Mitarbeit in der Arbeitsgruppe eingestellt. Bemerkenswert ist, dass Dänemark in der Vertretung durch einen Repräsentanten eines der größten Beschichtungsstoff-Hersteller HEMPEL diesem ISO-Standard nicht zugestimmt hat, da HEMPEL davon ausgeht, dass es auf AFS-Systemen immer zu einem nennenswerten Abrieb kommt (Yebra, cit. op.).

Zunehmend wird in der Diskussion um ein aktives Biofouling-Management aber eine Scheinalternative zwischen Klima- und Meeresschutz aufgeworfen. Da ca. 95% der Weltflotte mit biozidhaltigen, relativ weichen Antifouling-Beschichtungen ausgerüstet ist, argumentieren sehr viele Reeder, dass sie regelmäßig diese Beschichtungen auf hoher See reinigen müssen, um Treibstoff zu sparen und die gasförmigen Emissionen zu senken. Hierbei werden erstens Auflagen und Verzögerungen in den Häfen vermieden und Reinigungsverfahren ohne Auffangvorrichtung eingesetzt. Der hierbei unvermeidlich erzeugte Abrieb wird nicht bestritten, aber soll für den Klimaschutz in Kauf genommen

werden. Umgekehrt wird argumentiert, dass bei versagenden, nicht gereinigten Antifouling-Beschichtungen es zu Bewuchs und somit zu einem Treibstoffmehrverbrauch käme und sich so die klimaschädlichen Emissionen erhöhen würden. Ein anderer Aspekt der Reinigung auf hoher See ist die Verhinderung des Einschleppens weiterer Arten durch die Schifffahrt. Insbesondere die Gesetzgebung in Australien, Neuseeland und den US-Westküstenhäfen sieht Reinigungen vor dem Einlaufen vor, wenn sich ein Bewuchs entwickelt hat. So entwickelt sich auch unterstützt durch die Formulierung eines ISO-Standards für die proaktive Rumpfreinigung ohne Auffangvorrichtung immer mehr die Praxis einer bordgestützten Reinigung von Antifouling-Beschichtungen auf hoher See.

2 Gründung einer Arbeitsgruppe zu Methoden einer Unterwasser-Inspektion als Überprüfung der Anforderungen einer Reinigungstechnik

Die bisher formulierten Standards zur Unterwasserreinigung von Schiffsrümpfen fordern eine Überprüfung der Bewuchs-Situation vor der Reinigung und eine Kontrolle des Erfolgs nach der Reinigung. Es fehlt aber bisher an Methoden zur Überprüfung der Bewuchssituation, des Reinigungserfolgs und der Effektivität der Auffangvorrichtungen von Reinigungsgeräten bei Reinigungen in Häfen mit trübem Wasserkörper, wie es an der deutschen Nordseeküste aber auch in einigen Häfen der Ostseeküste der Fall ist. Zusammen mit der Firma Pihl, Hamburg initiierte LimnoMar die Gründung einer Arbeitsgruppe zur Unterwasser-Inspektion und Manipulation in Hafengewässern mit hoher Trübung, in denen die geläufigen optischen Methoden versagen. Diese Arbeitsgruppe wurde innerhalb der HTG (Hafentechnische Gesellschaft) gegründet. Nach langen internen Diskussionen konnte die Gründungssitzung am 14. April 2023 stattfinden. Das Konzept der AG findet sich im Anhang II. Da optische Verfahren nur sehr eingeschränkt einsetzbar sind, konnten Hafenbehörden, Tauchfirmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten für eine Mitarbeit gewonnen werden, die Laser-gestützte Verfahren, Ultraschall und spezifische Sensoren erforschen und entwickeln. Eine zweite Sitzung fand am 5. September statt, auf der Demonstrationen von innovativen Verfahren vorgestellt wurden. Ein weiteres Treffen ist im März 2024 in Rostock geplant.

3 Quantifizierung und Verifizierung/Überprüfung der Gewässerbelastung durch Unterwasser-Reinigungen

Wie erwähnt, gibt es unterschiedliche Auffassungen über die Zulässigkeit von Unterwasserreinigungen ohne Auffangvorrichtungen im Biofilmstadium auf biozidhaltigen erodierenden Antifouling-Beschichtungen. Bisher liegen hierzu nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen zu einem Abrieb durch eine Unterwasserreinigung vor. Zudem gibt es ebenso wenig Untersuchungen zu den Einträgen aus erodierenden Antifouling-Beschichtungen durch den Normalbetrieb, in dem sich diese Beschichtungen bestimmungsgemäß innerhalb von 36 – 72 Monaten auflösen. In der erwähnten Studie aus Norwegen wird davon ausgegangen, dass jedes Jahr ca. 7000 Tonnen Beschichtungspartikel durch die globale Schifffahrt in die Meere eingetragen werden. Werden diese Beschichtungen ohne Auffangvorrichtung gereinigt, wird dieser Abrieb noch beschleunigt, geschieht also in noch kürzerer Zeit und erhöht somit den jährlichen Eintrag. Auch im BIMCO Standard zur Unterwasserreinigung (BIMCO, 2022) wird davon ausgegangen, dass es jeder Reinigung zu einem Abrieb von 20 – 30 μm kommt. Es wurden daher eigene Untersuchungen zum Abrieb bei simulierten Reinigungen auf einer selbst-polierenden Antifouling, einer Hartbeschichtung und zwei Silikon-Beschichtungen durchgeführt.

Zur Kontrolle und zur Klärung der Hintergrundbelastung wurden Wasserproben aus dem Hafengewässer vor der Reinigung gezogen. Die Reinigung erfolgte mit einer Hart-Gummilippe, mit der auf einer Fläche von ca. 1 m² der Bewuchs mechanisch entfernt wurde. Diese Anordnung wurde in Anlehnung an das Reinigungssystem ShipShave (<https://shipshave.no/>) gewählt, welches während der Fahrt eingesetzt wird und ebenfalls mithilfe einer Gummilippe den Rumpf reinigt. Die Entfernung des Bewuchses mit der Gummilippe erfolgte durch einen Taucher unter Einsatz einer Absaugvorrichtung, die von der Firma Nordseetaucher entwickelt wurde. Bei diesen Reinigungen wurde das Abwasser aber nicht gefiltert, sondern in Probenflaschen zur Untersuchung aufgefangen. Folgende Beschichtungs-Parameter wurden untersucht: Kupfer, Zink und Bisphenol A. Zudem wurden die Wasserproben von Marten Fischer im Labor Sülldorf des BSH auf Beschichtungspartikel spezifiziert und quantifiziert. Die Ergebnisse der Mikroplastik-Untersuchungen sind nicht in diesem Bericht enthalten, werden aber in der Publikation Watermann et al. 2024 dargestellt.

Da bisher keine Untersuchungen zum Abbau der Polymerpartikel aus selbst-polierenden oder erodierenden Antifouling-Beschichtungen durchgeführt wurden, wurde in einer nicht standardisierten Pilot-Studie ein möglicher Abbau der Beschichtungspartikel aus der Reinigung der SPC auf der „WEGA“ untersucht. Hierzu wurden Unterproben von je 50 ml in Zentrifugier-Röhrchen abgefüllt und bei Raumtemperatur mit geöffneten Verschlüssen gehalten. Unter dem Mikroskop wurden in Abständen von 10 Tagen die Größe und Anzahl der Partikel beobachtet. Diese Untersuchungen wurden vom 10.07.2023 bis zum 20.02.2024 regelmäßig durchgeführt und fotografisch dokumentiert.

Die Reinigungs-Versuche wurden an folgenden Schiffen durchgeführt:

- BSH, „WEGA“, 10.07.2023, konventionelle biozidhaltige, selbstpolierende Antifouling-Beschichtung
- AWI, „Polarstern“, 10.10.2023, biozidfreie, Hart-Beschichtung
- Marine, Fregatte „Mecklenburg-Vorpommern“, 18.10.2023, biozidfreie Silikon-Beschichtung
- Bundespolizei, „Bad Dübener“, 20.02.2024, biozidfreie Silikon-Beschichtung

Ursprünglich sollten die Abriebversuche im Lauf des Jahres 2023 an der „Uthörn II“ des AWI durchgeführt werden. Da diese aber von der Werft noch nicht freigegeben wurde, verzögerte sich der letzte Versuch und die Reinigung auf einem Schiff der Bundespolizei durchgeführt, die schon seit ca. 5 Jahren mit biozidfreien Silikon-Beschichtungen operiert. Ebenso ergab sich die Möglichkeit den Abrieb bei einer Reinigung der Fregatte „Mecklenburg-Vorpommern“ zu untersuchen, die von der Firma GreenSealQ (<https://greenseaiq.com/solutions/everclean/>) durchgeführt wurde. Die Ergebnisse dieser Abriebuntersuchungen sind in der Publikation Watermann et al. 2024 enthalten.

„WEGA“

An diesem Schiff wurden 1 - 3 Bereiche am Rumpf auf der Backbordseite gereinigt. Direkt vor der Reinigung wurde eine Wasserprobe dem Hafengewässer als Kontrolle der Vorbelastung entnommen. Schon direkt nach den Versuchen wurde optisch deutlich, dass es auf der biozidhaltigen Antifouling der „WEGA“ zu einem erheblichen Abrieb gekommen war (Abb. 1). Noch deutlicher wurde der Grad des Abriebs im Vergleich zum Hafengewässer, welches direkt vor der Reinigung entnommen wurde (Abb. 2).



Abb. 1: Abgesaugtes Wasser nach Abreinigung der biozidhaltigen, weichen Antifouling auf der „WEGA“



Abb. 2: Links Abgesaugtes Wasser aus der Abreinigung der „WEGA“, rechts Hafenwasser entnommen vor der Reinigung

Die chemische Analyse zeigte eine deutlich erhöhte Konzentration von Kupfer- und Zink im aufgefangenen Wasser. Die Kupferkonzentrationen (partikulär und gelöst) schwankten zwischen 2,16 und 9,48. Die Zinkkonzentrationen lagen zwischen 1.09 und 3.19 mg/L. Die Konzentrationen von Kupfer und Zink lagen im Hafenwasser mit 0.023 und 0.136 mg/L deutlich darunter (Table 1). Die Konzentration von Bisphenol A lag an allen gereinigten Bereichen unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,03 µg/L.

Tabelle 1

Schiff	Rumpf-Bereich	Beschichtungs-Typ	Datum	Kupfer partikul. und gelöst mg/L	Kupfer gelöst. mg/L	Zink partikul. und gelöst mg/L	Zink gelöst	BpA $\mu\text{g/L}$
"WEGA"	Bug, mitschiffs, Heck, Bb	SPC	10.07.2023	2,16	0,522	1,09	0,996	<0,03
				4,46	1,72	2,15	2,060	<0,03
				9,48	1,46	3,19	0,996	<0,03
Hafenwasser			10.07.2023	0,023		0,136		<0,03

Unterproben wurden mikroskopisch auf die Präsenz von Beschichtungspartikeln untersucht. Diese Untersuchungen fanden alle 10 Tage statt. In Abbildung 3 ist eine Aufnahme 2 Wochen nach der Reinigung zu sehen, die zahlreiche große Partikel enthält. Erst nach 6 Monaten veränderte sich die Größe der Partikel und zunehmend traten sehr kleine Partikel in der Größe $< 1 \text{ mm}$ auf (Abb. 4). Offensichtlich fand ein deutlich sichtbarer Abbau der Beschichtungspartikel in diesem Pilot-Test erst nach 6 Monaten statt.

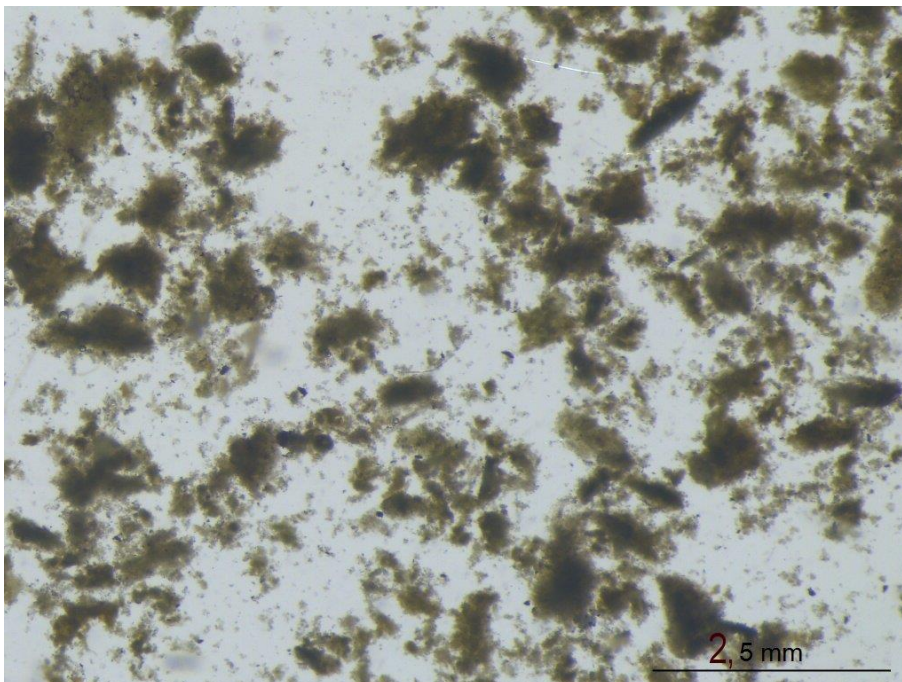


Abb. 3: Beschichtungspartikel in einer Wasserprobe vom Heck der „WEGA“. 2 Wochen nach der Reinigung), Balken 2,5 mm

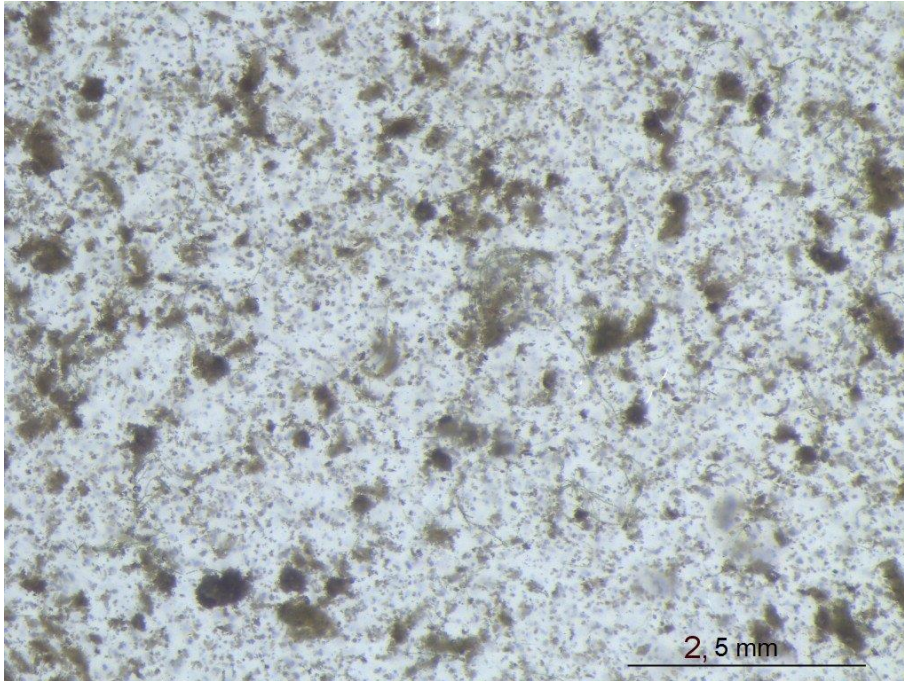


Abb. 4: Beschichtungspartikel in einer Wasserprobe vom Heck der „WEGA“. 6 Monate nach der Reinigung, Balken 2,5 mm

Die „WEGA“ konnte am 28.02.2024 nochmal im Dock inspiziert werden, um den Zustand der Beschichtung auf den gereinigten Flächen zu inspizieren. Es zeigte sich, dass diese Flächen nicht mehr zu erkennen waren, sondern wie auf dem gesamten Rumpf homogen mit einem dünnen Biofilm bewachsen waren (Abb. 5). Die Reinigung hatte offensichtlich nicht zu einem solchen Abrieb geführt, der die Wirksamkeit der Antifouling-Beschichtung beeinträchtigt hätte. Dieser Befund illustriert die gängige Praxis in der Berufsschifffahrt, in einem frühen Zustand der Bewuchsentwicklung zu reinigen ohne einen Verlust an Wirksamkeit der Bewuchsverhinderung befürchten zu müssen. Einige Reeder lassen auch bei geplanten mehrfach Reinigungen, zusätzliche Schichten aufbringen, um den Abrieb zu kompensieren.



Abb. 5: Backbord Rumpf der "WEGA", Position mittschiffs, an der im Juli 2023 unterhalb der Wasserlinie gereinigt worden war

„POLARSTERN“

Wie in der Tabelle 2 zu entnehmen ist, kam es bei der Reinigung der Hart-Beschichtung auf der „Polarstern“ zu keinerlei Eintrag von Kupfer, Zink und Bisphenol A. Die Werte entsprachen den Konzentrationen im Hafenwasser vor der Reinigung. Zudem zeigte das aufgefangene Wasser aus der Reinigung keine erhöhte Trübung im Vergleich zum Hafenwasser.

Tabelle 2

Schiff	Rumpf-Bereich	Beschichtungs-Typ	Datum	Kupfer mg/l	Zink mg/l	BpA µg/l
„POLARSTERN“	Bug, Stb, Bug, Bb mitschiffs	Hart-Beschichtung	05.10.2023	0,006	0,021	0,014
				0,004	0,017	<0,01
				0,003	0,018	0,015
„Mecklenburg-Vorpommern“	Bug mitschiffs Heck	Silikon	15.09.2023	< 0,003 0,002 0,002	< 0,003 < 0,003 < 0,003	Nd
Hafen Wasser Bremerhaven			05.10.2023	0,007	0,014	<0,01



Abb. 6: Unterwasser Beschichtung der „Polarstern“ am 05.10.2023, Bremerhaven

Die Hart-Beschichtung auf der „Polarstern“ zeigte bei der Reinigung im Oktober in Bremerhaven keinerlei Beschädigungen oder Abrieb, obwohl das Schiff von einer ausgedehnten Expedition aus der Arktis mit Fahrt durchs Treibeis zurückgekehrt war (Abb. 6).

„Bad Düben“

Am 5. März konnte die „Bad Düben“, ein Einsatzboot der Bundespolizei, gereinigt werden. Dieses Schiff operiert schon seit 4,5 Jahren mit dieser Silikon-Beschichtung. Der Rumpf war mit einem dichten Biofilm bedeckt, der bei der Reinigung leicht abgelöst werden konnte (Abb. Und 8). Von der Beschichtung wurden durch die Reinigung nur einzelne, kleinere Filamente abgelöst.



Abb. 7: Während der Reinigung aufgefangenes Wasser durch den abgelösten Bewuchs bräunlich verfärbt.



Abb. 8: Im Feinsieb aufgefangener Bewuchs/Biofilm

Die chemische Analyse des Abriebs von der Silikon-Beschichtung zeigte keine Unterschiede zu den Konzentrationen von Kupfer und Zink im Hafenwasser von Cuxhaven (Tabelle3).

Tabelle 3

Schiff	Rumpf-Bereich	Beschichtungs Typ	Datum	Kupfer mg/l	Zink mg/l	BpA µg/l
“Bad Düben”	Bug mittschiffs Heck	Silikon	05.03.2024	0,045 0,011 0,019	0,156 0,077 0,132	n.d.
Hafenwasser Cuxhaven				0,045	0,156	n.d.

4 Kontakt zu Seehäfen

Der Austausch zwischen den Seehäfen wurde über eine Arbeitsgruppe „Zulassung“ aufrechterhalten, die als eine Untergruppe aus dem „Runden Tisch Biofouling“ des BSH entstanden ist. Seit seiner Gründung 2021 finden hier regelmäßig Diskussionen über Fragen der Zulässigkeit und Auflagen für Unterwasserreinigungen statt. Durch die von der Bremer Umweltbehörde veröffentlichten Allgemeinverfügung Schiffsabwässer kommen auch Abwässer aus anderen Bereichen wie ballast- oder Scrubber-Abwässer regelmäßig zur Diskussion.

Ziel der Arbeitsgruppe ist neben einen Informationsaustausch auch eine Angleichung der Regelungen in den deutschen Häfen unter Berücksichtigung der jeweiligen besonderen Situation und örtliche Lage. Bisher sind kaum Anfragen für UWR in deutschen Häfen erfolgt. Hier ist sicher auch die rechtliche Lage und der Umgang im Einklang mit dem WHG als einen Grund zu sehen. Der bremische Leitfaden zur Unterwasserreinigung, die Regelungen zur Schiffsschraubenpolitur und ebenfalls die Allgemeinverfügung zur Einleitung von Ballastwasser mit aktiven Stoffen wurden von den Teilnehmern der Arbeitsgruppe begrüßt und sollen zum Teil in den anderen Häfen übernommen werden.

Unser Leitfaden gestattet tatsächlich nur die Reinigung auf biozidfreien und reinigungsfähigen Hartbeschichtungen. Unser Ziel ist eine Vereinbarkeit der UWR mit dem Wasserhaushaltsgesetz herzustellen. Hier gilt als oberstes Gebot das Verschlechterungsverbot. Ebenso ist eine Erlaubnis zu versagen, wenn schädliche, auch durch Nebenbestimmungen nicht vermeidbare oder nicht ausgleichbare Gewässerveränderungen zu erwarten sind. Bei einer Reinigung auf einer biozidhaltigen Beschichtung würden schlagartig Biozide freigesetzt, da diese Beschichtungen nicht für eine Reinigung ausgelegt sind. Eine hundertprozentige Erfassung des abgereinigten Bewuchses und der darin enthaltenen Schadstoffe ist technisch nicht möglich. Schon durch die Konstruktionen der Schiffe und die Arbeitsbedingungen weisen auch ausgereifte System „nur“ eine Erfassungsquote von etwa 95% auf, das bedeutet, dass bis zu 5% der Schadstoffe unbehandelt in das Gewässer gelangen. Bei einer Reinigung auf einer biozidhaltigen Beschichtung beinhaltet darüber hinaus das gefasste Abwasser neben dem Bewuchs auch metallische und organische Biozide sowie Beschichtungspartikel, Schadstoffe aus den Bindemitteln und ihren Additiven, Pigmenten etc., die nur durch eine sehr aufwendige Filtertechnik zurückgehalten werden könnten.

Unser Ansatz ist ein anderer. Wir wollen innovativen Verfahren und Schiffen mit einer biozidfreien Beschichtung, mehr Einsatzmöglichkeiten und, kombiniert mit einer regelmäßigen Reinigung, mehr Flexibilität geben. Dieses bedeutet in der Tat ein komplettes Umdenken im Biofouling-management hin zu biozidfreien Beschichtungen. Sicher betrifft der Ansatz aktuell noch eine kleinere Anzahl von Schiffen, aber wir hoffen, dass sich diese Beschichtungen stärker am Markt durchsetzen – vor allem wenn das UBA einen Blauen Engel für weitere biozidfreie Beschichtungsprodukte erteilt.

Untersuchungen an zahlreichen Fährten der Ostsee haben gezeigt, dass diese Kombination sinnvoll und wirksam ist. Kreuzfahrtschiffe nutzen aktuell einen ähnlichen Ansatz im Biofouling Management, indem sie biozidfreie Foul Release Coatings einsetzen, die ebenfalls regelmässig gereinigt werden müssen.

Grundsätzlich wäre eine Grenzwertsetzung mittels gesetzlicher Regelung für eine UWR- Reinigung auf biozidhaltigen Beschichtungen ggfs. vorstellbar. Allerdings ist dabei folgender Gedankenansatz zu berücksichtigen: Ist es wirklich sinnvoll am Ende der Kette anzusetzen und eine komplizierte Erfassungs- und Reinigungstechnik zu entwickeln, oder eventuell den bereits eingeschlagenen Weg weiterzugehen und biozidfreie Beschichtungen mit einem entsprechenden Biofouling Management unter Auflagen zu fördern. Es stellt sich auch die Frage welcher Grenzwert denn für ein Gewässer „erlaubt“ werden soll? Bei welchem Grenzwert erfolgt keine Verschlechterung der Gewässerqualität? Werden diese Biozide abgebaut oder summieren sie sich bei wiederholten Reinigungen in dem Gewässer auf? Kupfer- und Zinkverbindungen sind nicht abbaubar. Welcher Gehalt an Bioziden wäre in einem Gewässer tolerierbar? Die bisherigen Zulassungen von Antifoulingbioziden sahen nur den sachgemäßen Einsatz, aber keine Reinigung vor. Falls auf biozidhaltigen Beschichtungen gereinigt wird, könnte ein PEC/PNEC <1 kaum eingehalten werden. Bei den aktuellen Hintergrundwerten für Kupfer in der Ostsee, besonders in großen Marinas ist diese Anforderung schon jetzt nicht einzuhalten (Ytreberg et al. 2021).

Im Rahmen der erlaubnisbedürftigen Nutzung von Gewässern ist regelmäßig der Stand der Technik einzuhalten. Bei einer Reinigung auf biozidhaltigen Beschichtungen halten wir die vorhandenen Alternativen – aktuell das Eindocken und eine komplette Erfassung und anschließende Behandlung des Abwassers für den gegenwärtigen Stand der Technik. Regelmäßig werden gegen das Eindocken zwar wirtschaftliche Argumente ins Spiel gebracht, diese spielen aber bei der Beurteilung der Erlaubnisfähigkeit eine untergeordnete Rolle solange der Aufwand nicht unverhältnismäßig ist – hier steht der Gewässerschutz im Vordergrund.

Biozidhaltige, erodierende oder selbstpolierende Beschichtungen sind schon im bestimmungsgemäßen Einsatz durch die Auflösung aller Beschichtungskomponenten gewässerbelastend. Der Eintrag bei Fahrt wird über die EU-Biozid-Verordnung nach einem umfangreichen Zulassungsverfahren für jedes Produkt toleriert. In den Zulassungen sind jedoch keine Reinigungsaktivitäten und die damit erhöhten Abtrags- und Leachingraten berücksichtigt. Daher muss bei Reinigungen im Wasser theoretisch von einem unsachgemäßen Gebrauch der Antifouling-Beschichtungen ausgegangen werden.

Bisher besteht ein großes Problem in der Anwendung des Leitfadens zur Unterwasserreinigung darin, dass für die Reinigungsfirmen die Anzahl der Schiffe, die Bremerhaven mit abriebfesten Hartbeschichtungen anlaufen zu klein ist, um dort neue Niederlassungen zu gründen. Daher wurde im Projekt der Kontakt zu solchen Reedereien gesucht, die Bremerhaven anlaufen und einzelne

Schiffe oder ihre ganze Flotte mit abriebfesten Hartbeschichtungen versehen haben. Hierzu zählen Fährreedereien wie Finnlines, Wallenius-Wilhelmsen, oder Interscan. Um eine umfassendere Umfrage starten zu können, wurde eine Liste der Schifffahrtslinien erstellt, die entweder ausschließlich in der Ostsee operieren oder regelmäßig die Ostsee passieren, da sich hier die meisten Reedereien befinden, die ohne Antifouling operieren. Es wurde eine Liste von Reedereien aufgestellt, an die ein Brief geschickt wurde, in dem auf die Leitlinie zur Unterwasserreinigung in Bremischen hingewiesen wird und betont wird, dass hierzu Genehmigung erteilt werden können, wenn die in der Leitlinie festgelegten Bedingungen erfüllt werden (Siehe Anhang III). Leider war die Reaktion sehr zurückhaltend.

Um die Bedeutung für ein umweltfreundliche Hafenmanagement hervorzuheben, wird Im Folgenden ausführlich auf die Bedingungen und Perspektiven für die Bremischen Häfen eingegangen.

5 Zur Notwendigkeit einer geregelten und überwachten Unterwasserreinigung von Schiffsrümpfen in den Bremischen Häfen

Als Managementgesellschaft der Bremischen Häfen ist die bremenports GmbH & Co. KG für die Verwaltung der Hafeninfrastruktur verantwortlich und damit u.a. für den Erhalt der Wassertiefen in den abgeschleusten Hafengebieten. Um die Schiffbarkeit der Hafengebiete durch die Erhaltung der festgelegten Solltiefen zu gewährleisten, wurden standortabhängig geeignete Verfahren zur Wassertiefenerhaltung gefunden.

Schon seit 1996 verfolgen die bremischen Häfen das Konzept der nachhaltigen Wassertiefenerhaltung. Danach ist es das oberste Ziel, Feststoffe, die mit dem Wasser aus der Weser in die Hafengebiete eingetragen werden, sich gar nicht erst absetzen zu lassen, sondern diese in Schwebelage zu halten, damit sie schiffbar bleiben oder mit natürlichen Dichteströmungen abfließen. Kommt es jedoch zu einer Sedimentbildung und wächst dieses in eine Höhe, die eine Entnahme zur Gewährleistung der Schifffahrt erfordert, so ist das Sediment auf etwaige vorhandene Belastungen zu überprüfen. Die Sedimentqualität wird bis dato mit Blickwinkel auf die Umlagerungsfähigkeit, die Verwend- oder Verwertbarkeit des Baggerguts betrachtet. Hierfür gibt es neben internationalen (OSPAR, LONDON und HELSINKI) und europäischen (EG-WRR und EG_MSRL) Richtlinien die nationalen Vorgaben und Umsetzungsrichtlinien (GÜBAK und HABAB). Die genannten Regelwerke haben zum Ziel, einheitliche Maßstäbe und Kriterien für den Umgang mit Baggergut im Gewässer zu schaffen und negative Auswirkungen auf die Umwelt so weit wie möglich zu minimieren. bremenports strebt an, den Umfang konventioneller Baggerung und die Sedimententnahme weitestgehend zu minimieren. Bei unvermeidlich zu entnehmendem Baggergut ist es das Ziel, den Umlagerungsanteil im Gewässer sowie den Verwertungsanteil an Land zu steigern und die Beseitigung zu minimieren. Die Entsorgung bzw. der Umgang mit Baggergut an Land erfolgt bei der bremenports am Standort der Integrierten Baggergutentsorgung (IBE) in Bremen-Seehausen. Der hier erfolgende Umgang mit dem überwiegend sehr feinkörnigen Baggergut schließt die Behandlung, die Verwertung und die Beseitigung ein. Werden die für unterschiedliche Verwertungsoptionen jeweils geltenden Vollzugshilfen und rechtlichen Vorgaben (u.a. LAGA, EBV, BBodSchV) an eine Verwertung an Land nicht erfüllt, wird das entwässerte Baggergut unter Berücksichtigung der

gesetzlichen Vorgaben der Deponieverordnung (DepV) auf der Baggergutmonodeponie¹ in Bremen-Seehausen beseitigt.

Erfüllt das behandelte Baggergut die Anforderungen an eine Verwertung, sind unterschiedliche Verwertungswege und Einsatzmöglichkeiten möglich. Hierzu gehören beispielsweise die interne Verwertung beim Bau der mineralischen Sicherungselemente der Baggergutmonodeponie (Technische Barriere, Mineralische Dichtung) oder eine Verwertung beim Neubau der zusätzlichen Entwässerungsfelder der IBE (Herstellung der eingrenzenden Randdämme sowie ebenfalls der Sicherungselemente).

Neben diesen internen Verwertungen sind auch bereits externe Verwertungsmaßnahmen unter Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben erfolgreich durchgeführt worden, beispielsweise im Deich- und Deponiebau. Eine hohe Verwertungsquote spart Deponievolumen und sorgt für eine Verlängerung der Laufzeit der Baggergutmonodeponie. Dies ist auch auf die kontinuierliche Verbesserung der Sedimentqualität zurückzuführen. bremenports verfolgt weiterhin das Ziel, perspektivisch den Anteil der externen Verwertung zu steigern, um hierdurch einen nachhaltigen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz zu leisten, Deponievolumen möglichst gering zu halten und Ressourcen zu schonen.

Aus den genannten Gründen muss im Rahmen des nachhaltigen Sedimentmanagements ein Eintrag von Biofouling, Mikroplastik und Schadstoffen (Biozide) in die Gewässer und Hafensedimente, der sich sowohl ökologisch als auch ökonomisch ungünstig auf den Umgang mit dem Sediment auswirkt, vermieden werden. Aus Sicht der Hafenmanagementgesellschaft dürfen mit Blick auf die Hafenerhaltung in den bremischen Häfen nur kontrolliert und mit entsprechenden Auflagen Reinigungen von Schiffsrümpfen genehmigt werden.

Als assoziierter Partner der Projektgruppe CLEAN hat bremenports an der Erprobung von innovativen Anti-Fouling-Strategien (AFS) in den bremischen Häfen teilgenommen und auch selber mit der Bereitstellung des Arbeitsschiffes „Möwe“ zur Erprobung von Folien als Bewuchsschutz beigetragen. In dem Projekt wurden grundsätzliche Genehmigungsanforderungen an eine Erlaubnisfähigkeit zusammen mit den verschiedenen Stakeholdern im Hafen herausgearbeitet und bundesweit erstmalig zu einem Leitfaden zur Erteilung einer Erlaubnis von Unterwasserreinigungen in den bremischen Häfen veröffentlicht. Durch die Erarbeitung und Veröffentlichung des Leitfadens ist der Einsatz von Reinigungssystemen zur UWR in den bremischen Häfen möglich. Aus Gründen der Hafenerhaltung und des nachhaltigen Sedimentmanagements sind bis auf weiteres die Bereiche nördlich der ehemaligen Drehbrücke weiterhin ausgenommen.

Für die bremischen Häfen – auch als Wattenmeerhafen - ist dies ein weiterer konsequenter Schritt in der Entwicklung eines nachhaltigen Hafens. So werden neben den bereits vorhandenen umweltfreundlichen Dienstleistungen auch UWR auf biozidfreien Hartbeschichtungen in den bremischen Häfen zukünftig möglich sein. Mit diesem Vorgehen wird ein wesentlicher Meilenstein in der Abkehr von bislang oft unkontrollierter UWR ohne Schutzvorkehrungen im Ausland hin zu einer gewässerschonenden, gesetzeskonformen Reinigung mit hohem Qualitätsanspruch etabliert und

¹ Deponieverordnung (DepV) §2 Begriffsbestimmungen: Monodeponie: Deponie oder Deponieabschnitt der Deponieklasse 0, I, II oder III, in der oder dem spezifische Massenabfälle, die nach Art, Schadstoffgehalt und Reaktionsverhalten ähnlich und untereinander verträglich sind, unvermischt mit anderen Abfällen abgelagert werden.

gleichzeitig die verstärkte Nutzung von biozidfreien AFS im Sinne eines vorsorgenden Gewässerschutzes auch mit Blick auf das UNESCO-Weltkulturerbe Wattenmeer gefördert.

Für die Schifffahrtslinien, die ein Biofouling-Management durch proaktive Reinigung auf Hartbeschichtungen praktizieren, ist es essentiell, zu wissen, in welchen Häfen Reinigungsmöglichkeiten mit Auffang- und Filtrationsvorrichtungen von lokalen Firmen angeboten werden. Zur Unterstützung dieser logistischen Fragestellungen wurde eine Liste von weltweit operierenden Reinigungsfirmen aufgestellt, die eine Übersicht über vorhandene Servicestandorte für eine Unterwasserreinigung mit erprobter Auffang- und Filtriertechnik liefert (s. Anhang Liste I, Reinigungsfirmen).

6 Initiativen für eine klimaneutrale Schifffahrt

Da die Reinigung des Rumpfes ein Bestandteil des Biofouling-Managements unter dem Aspekt der Emissionsminderung darstellt, werden im Folgenden die Angaben großer Reedereien zur Dekarbonisierung dargestellt. Maersk initiierte 2021 eine Non-Profit Organisation zur Dekarbonisierung der Schifffahrt bis 2050. Inzwischen sind dort die wichtigsten Schifffahrtslinien, die Schiffstechnik-Industrie und Schifffahrtsorganisationen sowie einige staatliche Institutionen vertreten (<https://www.zerocarbonshipping.com/>). Daher wird auf diese Initiative ausführlicher eingegangen zudem für die Integration der Unterwasserreinigung als Beitrag zum Klimaschutz mit der Initiative Kontakt aufgenommen wurde.

Die Initiatoren betonen, dass die Kosten eines „Weiter so“ so erheblich wären, dass sie die gesamte maritime Industrie gefährden würden. Es sind nicht nur häufigere Ausfälle auf See durch extreme Wetterbedingungen zu erwarten, sondern die wichtigsten Häfen könnten durch erhöhte Wasserstände nicht mehr erreichbar sein. Das Finanzkapital würde ihr Geld aus dem maritimen Sektor abziehen und die Kunden würden nachhaltigere Transporttechniken fordern. Daher sei es teurer nicht zu handeln, als nun eine Strategie zum radikalen Umstieg zu entwickeln. Besonders Maersk, aber auch z.B. HAPAG-Lloyd haben in den letzten Jahren überdurchschnittlich hohe Gewinne erzielt. Daher ist es besonders interessant, ob dieses Kapital nur zum Kauf von Häfen und Logistikunternehmen verwandt wird, sondern auch für die Dekarbonisierung der eigenen Flotten.

Die gesamte Dekarbonisierung der Schifffahrt bedarf nach ihrer Ansicht fundamentaler Veränderungen in der gesamten maritimen Industrie innerhalb der nächsten Dekade. Zur Erreichung des Ziels werden vier wesentliche Elemente genannt:

- Strengere Regulierungen zur Energieeffizienz
- Produktion und Lieferung von alternativen Treibstoffen, die zugelassen werden müssen und festgelegten Standards entsprechen
- Ein global abgestimmtes System zur Emissions- bzw. Kohlen Besteuerung

Die Initiative will nicht warten, bis die gesamte maritime Industrie sich zum radikalen Umstieg entschlossen hat, sondern die unterstützen, die als Erste anfangen umzusteuern, diese als Demonstrationsprojekte nutzen, und so mit den darin gemachten Erfahrungen weitere Schiffseigner zum Umstieg anzuregen. Für neue Kooperationen sollen Schiffseigner, Schiffbauer, Technologiefirmen, die Transportbranche, Häfen und Behörden gewonnen werden.

Zur aktuellen Situation wird davon ausgegangen, dass der Transportsektor zu ca. 25% für die globale Emission von Treibhausgasen verantwortlich ist, wobei 3% auf dem maritimen Transport selbst entfällt, ohne die Transporte zu und von den Schiffen einzurechnen.

Als erster Schritt zur Erreichung einer dekarbonisierten Schifffahrt wird der Einsatz alternativer, nicht fossiler Treibstoffe, angestrebt. Ein zweiter liegt in der Reduktion des Energieverbrauchs der Schifffahrt.

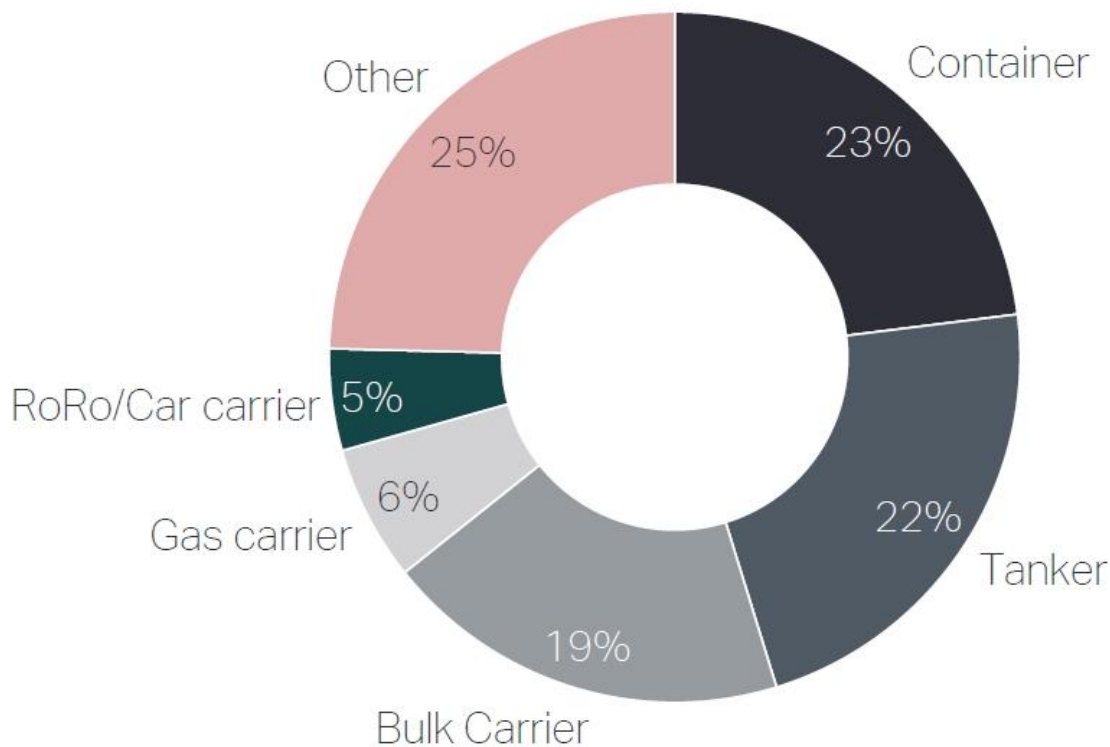


Abb. 4: Anteile der wichtigsten Schiffstypen an der Emission von Treibhausgasen (NavigaTE to Zero, MMKMC, 2022. Anteil der wichtigsten Schiffstypen in absoluten Zahlen: Öltanker 12.000, Frachter 14.000, Containerschiffe 5.500, UNCTAD 2021.

Aus der Abbildung 4 wird ersichtlich, dass der Hauptteil der Emissionen von Containerschiffen, Tankern und Massengutfrachtern stammt. Daher sollten diese als erste auf einen niedrigeren Energieverbrauch und alternative Treibstoffe umgestellt werden. Als alternative Treibstoffe werden bisher folgende Varianten diskutiert: Wasserstoff, Ammoniak, Methanol, Bio-Methan und Bio-Diesel. Entscheidend bei allen Varianten ist die Herstellung sowohl hinsichtlich der Rohstoffe als auch der jeweiligen Verfahren (Cames et al., 2023). Zudem spielen Sicherheitsaspekte eine Rolle, da z.B. Ammoniak nicht auf Kreuzfahrtschiffen und Fähren eingesetzt werden können. Für Frachtschiffe wird es relevant sein, dass die genannten Treibstoffe teilweise größere Tanks als fossile Treibstoffe erfordern und so den zur Verfügung stehenden Frachtraum verkleinern. Auf der Produktions- und Bevorratungsebene wären deutlich größere Produktions- und Lagermengen sowie neue Sicherheitsvorkehrungen in den Häfen vonnöten.

Besonders interessant ist der Aspekt der zukünftigen Größe der Weltflotte. In der Perspektive der MMKMC wird davon ausgegangen, dass die Weltflotte bis zum Jahr 2050 um 1,5% wächst. Hierbei ist

aber zu bedenken, dass bei einer Dekarbonisierung theoretisch bis 2050 kein Öltanker mehr gebraucht würde und auch nicht mehr fahren würde (s.a. IMO, 2020). Diese würden also bis dahin abgewrackt werden. Die Studie geht von einer

Abwrackrate von 4%, also von ca. 4.000 Schiffen p.a. aus. Diese würde dann bei einer gleich großen oder geschrumpften Weltflotte als Neubauten nötig sein. Aber auch bei den Massengutfrachtern ist die Frage zu stellen, ob noch so viele Einheiten wie bisher zum Transport von z.B. Soja aus Brasilien oder Palmöl aus Indonesien gebraucht würden. Bei einer dringend notwendigen Reduktion der Massentierhaltung und damit der Reduktion der weltweiten Futtermitteltransporte sind daher ebenfalls eher geringere Anzahlen an Schiffen als ein Zuwachs wünschenswert. Ähnliches gilt für den Überkonsum an Textilien und elektronischen Geräten aus Asien.

Für die Stimulierung des Umstiegs werden sowohl politische Institutionen zur Setzung von Rahmenbedingungen, also z.B. schärfere Energieeffizienz -Vorgaben angeführt. Die IMO hat hierzu mehrere Schritte beschlossen (IMO, 2020). Eine Erfassung der Energieeffizienz wird ab 2023 verbindlich sein. Aber erst ab 2030 wird eine Reduzierung des Energieverbrauchs um 10% verbindlich sein. Hier scheinen aber durch gezielten Einsatz von neuen Techniken zur Energieeinsparungen und Schiffsdesign größere Einsparungen möglich zu sein. Und entscheidend wird auch die Kontrollierung des Energieindex vor Einlaufen der Schiffe in EU-Häfen sein.

Hinsichtlich einer erhöhten Energieeffizienz werden folgende Aspekte diskutiert:

- Optimierung der Rumpfform, neue reinigungsfähige Beschichtungstypen, Rumpfreinigung (Grooming), Blasenvorhänge zur Minderung des Reibungswiderstands, innovative Propeller und Antriebssysteme
- Nutzung von Wind als Antrieb durch Flettner Rotoren oder Kites
- Reduzierung der Geschwindigkeit (Slow Steaming), Trimmoptimierung
- Logistische Optimierung der Routen

All diesen Maßnahmen zusammen wird ein Einsparungspotenzial von 19 – 48 % zugerechnet (MMKMC, 2022).

Hierbei wird in der regelmäßigen Rumpfreinigung auf Hartbeschichtungen ein besonders wichtiger Aspekt angesehen, da er neben der Energieeinsparung auch eine Reduzierung des Eintrags von Schadstoffen und Mikroplastik sowie eine Erhöhung der Biosicherheit der Schifffahrt gewährleisten kann.

Auf der Kundenseite der Reeder können und sollten ebenfalls stärkere Anforderungen an den umweltgerechten maritimen Transport gestellt werden. Ein gutes Beispiel sind die Auflagen der skandinavischen Papierindustrie hinsichtlich der Umweltstandards der Schifffahrtslinien, die von Ihnen beauftragt wurden. Dieses geschah in den 90er Jahren, um das Image der Papierindustrie aufzubessern, die durch die Verschmutzung der Ostsee mit ihren Abwässern ein sehr schlechtes Image hatte.

Inzwischen hat diese Initiative sich mit „Green Hydrogen Catapult“ zusammengeschlossen, die sich zum Ziel gesetzt hat, alle Transportmittel einschließlich der Schifffahrt auf Wasserstoff umzurüsten (Green Catapult, 2023). Im Rahmen dieses Zusammenschlusses wurde eine vorläufige open access Datei erstellt, in der alle Beteiligten aus der Schifffahrtsbranche Ihre Initiativen zur Umrüstung auf klimaneutrale Treibstoffe eintragen können. Gefragt wird nach Verfügbarkeit in den Häfen, Preisen

und Infrastruktur in den Häfen. Hinsichtlich der Infrastruktur wurde mit der Initiative Kontakt aufgenommen und vorgeschlagen, auch eine Liste von Reinigungsfirmen mit Auffang- und Filtrationstechnik aufzunehmen, die im Rahmen dieses Projekts erstellt wurde (s.a. Anhang I). Diese Anregung stieß bisher auf ein sehr positives Echo und zudem wurde vorgeschlagen, die bisher vorliegenden Regelungen zur Unterwasserreinigung in den globalen Häfen mit in die Datei aufzunehmen. Dieses möglich über die unten erwähnten Publikationen der IMO für die MEPC.

7 Mitarbeit in Konferenzen und Arbeitsgruppen

7.1 IMO Biofouling Guidelines und Energieeffizienz

Die Internationale Schifffahrt Organisation (IMO) hatte 2011 eine Biofouling Richtlinie verabschiedet, die aufgrund der aktuellen Entwicklungen des Klimawandels und der Bedrohung der Biosicherheit durch die Verschleppung von Arten Anfang 2022 überarbeitet wurde. In sehr umfangreichen Recherchen wurden die bisher existierenden Regelungen zusammengestellt und auf dieser Basis eine Arbeitsgruppe aus über 20 Ländern und 15 internationalen maritimen Organisationen gebildet. In dem Bericht der Arbeitsgruppe wurde festgestellt, dass es zwar weltweit zahlreiche, aber äußerst unterschiedliche Regelungen zum Biofouling Management und zur Unterwasserreinigung existieren. Zudem sind diese nur in wenigen Ländern wie Südafrika, Neuseeland und der Westküste der USA verbindlich, wobei die Bremer Richtlinie bisher nicht berücksichtigt wurde (IMO, 2021 und 2022a). Dieses soll zügig nachgeholt werden, da die Bremer Richtlinie neben denjenigen der Häfen Los Angeles/Los Beach und Göteborg als Einzige nur Reinigungen im Mikrofoulingstadium und nur auf Hartbeschichtungen erlaubt, um so den Eintrag von Schadstoffen und die Verschleppung von Organismen zu verhindern.

Besonders im Bereich der Unterwasserreinigung, die aktuell weltweit praktiziert wird, gibt es große Unterschiede in der Technik und den gesetzlichen Bestimmungen, z.B. in Hinsicht auf die Verpflichtung zum Auffangen, Behandlung und Entsorgung des entfernten Bewuchses. Zudem gibt es große Unterschiede in der Ansicht, auf welchen Antifouling-Beschichtungen wie gereinigt werden darf und sollte. Die bisherigen Biofouling Richtlinien sind nicht verbindlich, sodass eine Biofouling Management Konvention ähnlich der bestehenden Antifouling-Konvention von einigen Staaten gefordert wird. Daher wird eine komplette Überarbeitung der Biofouling Richtlinie gefordert, die vor allem einheitliche Standards für die Unterwasserreinigung festlegt. Für die Überprüfung der Reinigungstechniken wird eine eigene unabhängige Zulassungsbehörde gefordert (IMO, 2022).

Anfang 2022 legte eine Arbeitsgruppe unter Koordinierung von Norwegen eine erste Revision der Biofouling Richtlinie vor, die wiederum von vielen Staaten kritisiert wurde und weiter diskutiert werden soll (IMO, 2021a und b). In der neuen Fassung wird ausschließlich davon ausgegangen, dass biozidhaltige Antifouling-Beschichtungen eingesetzt werden, der Einsatz von Hartbeschichtungen in Kombination mit Reinigung wurde von der deutschen Delegation nicht eingebracht und findet somit in den bisherigen Protokollen keine Erwähnung (Stand Juni 2022). Ausführlich befasst sich die Richtlinie vor allem mit dem Problem der verschiedenen Bewuchsstadien auf versagenden AFS und mit der Frage, bis zu welchem Stadium ohne Auffangvorrichtung gereinigt werden darf. Die meisten Staaten möchten in einem frühen und stärker entwickelten Mikrofoulingstadium noch ohne Auffangvorrichtung reinigen. Andere plädieren für eine generelle Auffangverpflichtung.

Bemerkenswert ist, dass für alle späteren Makrofoulingstadien bis zu üppigem, hartschaligem Bewuchs die Reinigung im Wasser erlaubt sein soll, obwohl zu Recht bezweifelt wird, dass ab dem ersten Makrofoulingstadium keine Auffangeffektivität von 99% mehr erreichbar sein wird. Zudem wird problematisiert, dass der Abrieb bei zunehmendem Bewuchs zwar immer stärker wird, aber von einigen Ländern wie z.B. Japan wird eingewandt, dass nicht zwangsläufig alle damit freigesetzten Biozide, Schadstoffe und Polymerpartikel als umweltschädigend einzustufen seien. Auch dieses ist stark anzuzweifeln. Insgesamt wäre in deutschen Häfen und in EU-Häfen zu prüfen, ob eine solche Praxis mit der WRRL und dem WHG vereinbar sein kann. So spiegeln sich in der Revision die grundsätzlichen Widersprüche der Strategien im Bewuchsschutz wider.

Es wird wie selbstverständlich davon ausgegangen, dass weiterhin wie üblich 95% der Schiffe mit biozidhaltigen Antifouling-Beschichtungen versehen werden, die sich komplett im Wasser auflösen und eigentlich nicht für eine Reinigung tauglich sind. Antifouling-Beschichtungen sind relativ weich, sodass bei jeder Reinigung ca. 20 µm oder mehr abgetragen werden. Dadurch kann die Standzeit der Beschichtung also die garantierte Wirksamkeitsdauer verringert werden. Bei vielen Beschichtungen erlischt auch durch eine Reinigung automatisch die Gewährleistung durch die Herstellerfirma. Wenn so genannt ‚reaktiv‘ also erst nach einer Bewuchsbildung gereinigt wird, muss mit größerem Abrieb gerechnet werden, der entfernte Bewuchs und die Beschichtungspartikel sind schwerer aufzufangen und eine nachgeschaltete Separation bzw. Filtration kommt sehr schnell an ihre Kapazitätsgrenzen. Daher werden durch ‚reaktive‘ Reinigung weder die Probleme der Verschleppung von Arten, des Eintrags von Schadstoffen und die Notwendigkeit einer glatten Rumpfoberfläche zur Minderung des Treibstoffverbrauchs und damit der Emissionen nur unzureichend gelöst.

Es scheint bisher undenkbar auch Hartbeschichtungen vorzusehen, die regelmäßig im Mikro-foulingstadium gereinigt werden und eindeutig auch gereinigt werden müssen, wie dies in der östlichen Ostsee schon seit Längerem praktiziert wird. Es ist unbestritten, dass in bewuchsstarken Gebieten auf Hartbeschichtungen wie z.B. Epoxidharzen mindestens einmal pro Woche gereinigt werden muss. Hierzu müssen die logistischen Bedingungen erfüllt sein. Bewuchs setzt sich nur während der Liegezeiten an, daher sollte immer nach der Hafen- oder Reedezeit gereinigt werden („Clean before you leave“) oder spätestens vor einer Interkontinentalquerung.

Häufig wird auch von Seiten des Verkehrsministeriums angeführt, dass berücksichtigt werden muss, dass aktuell 95% der Schiffe mit biozidhaltigen Antifouling-Beschichtungen versehen sind und daher andere Varianten des Bewuchsschutzes nicht relevant seien. Zurzeit fahren auch über 95% aller Schiffe immer noch mit Schweröl, welches bis spätestens 2050, besser bis 2030 durch umweltneutrale Treibstoffe und energiesparende Maßnahmen wie u.a. einen glatten Rumpf, beendet sein soll. Daher sollten nicht nur für neue Antrieb- sondern auch Bewuchsschutzsysteme Konzepte entwickelt werden.

BIMCO, INTERTANKO und ACS organisierten in 2021 eine Umfrage unter 53 Schifffahrtlinien zu ihrem praktizierten Biofouling Managements und der Häufigkeit von Reinigungen des Rumpfes, sodass hierzu zum ersten Mal begrenzte Daten vorliegen (IMO 2022b). 80% der Befragten gaben an ein Biofouling Management zu praktizieren.

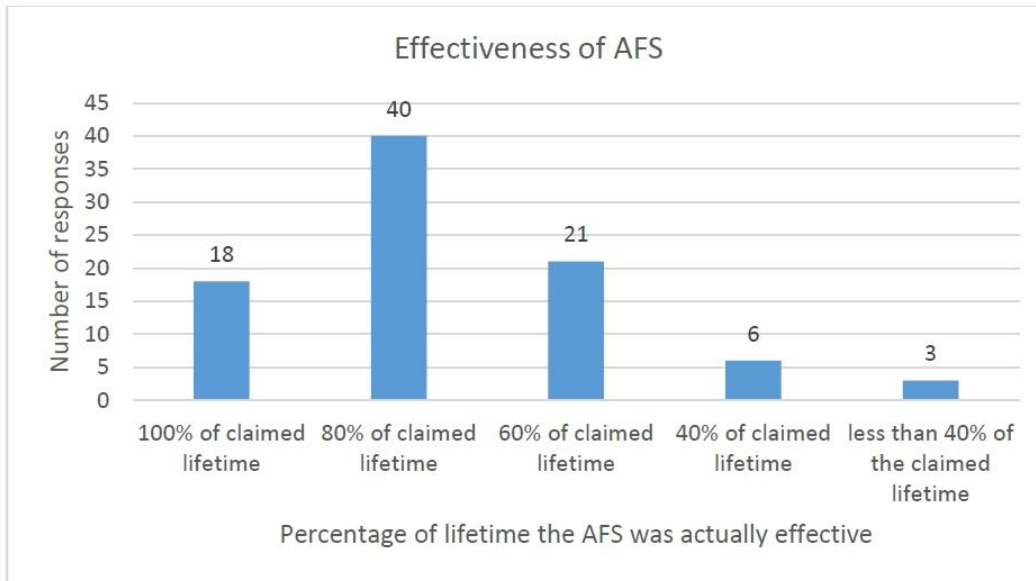


Abb. 5: Angaben zur Effektivität der Antifoulingssysteme im Verhältnis zur Einsatzzeit (IMO, 2022b)

Wie aus der Abbildung 5 hervorgeht, erreichten die meisten Systeme eine Einsatzzeit von 80%, einige 60% und sehr wenige 40%. Dieses bedeutet, dass nach dem Versagen der Antifouling-Beschichtung in unterschiedlichen Zeitabständen eine Unterwasserreinigung vorgenommen wurde. Auf die Frage, mit welchen Mitteln ein zunehmender Bewuchs festgestellt wurde, antworteten die meisten Befragten, dass diese bei geringer Ladung durch die optische Inspektion der Seitenflächen oder durch den Einsatz von Performancesystemen erfolgte. Als Gründe für die Durchführung einer Inspektion des Rumpfes zur Kontrolle der Bewuchsentwicklung wurde angegeben:

- Liegezeiten vor Anker länger als 30 Tage durch Be- und Entladen
- Anforderung des angesteuerten Hafens
- Ausgedehnte Liegezeiten durch unterschiedliche Gründe und nach Befahren von internationalen Gewässern
- Bei Anzeichen von erhöhtem Treibstoffverbrauch

Als wichtigste Gründe für die Effektivität bzw. des Versagens der Antifouling-Beschichtung wurde angegeben:

- Gute oder mangelnde Qualität der Applikation in der Werft
- Einhaltung bzw. Abweichung vom angegebenen Operationsprofil hinsichtlich Aktivitätslevel und befahrener Gewässer
- Beschädigung des AFS durch Fender, Schlepper und andere Faktoren
-

Es wird darauf hingewiesen, dass eine Reinigung die Schichtdicke vermindert und die Rauigkeit des AFS erhöhen kann und bei schlechter Qualität der Reinigung das AFS stark beschädigen kann.

Eine interessante Initiative wurde in einem anderen Subcommittee zur Reduzierung der Unterwasser Geräuschbelastung ergriffen. Durch eine Verringerung der Geschwindigkeit von 24 Knoten auf 15 Knoten sowie die Vergrößerung der Propeller könne eine Reduktion der Geräusche auf 30% gesenkt werden (IMO 2021c). Gleichzeitig würden durch die Geschwindigkeitsreduzierung auch der

Treibstoffverbrauch und somit die gasförmigen Emissionen um 21% reduziert, welches schon länger als ‚slow steaming‘ bekannt ist und auch praktiziert wird.

7.2 ICMB-Arbeitsgruppe

Ursprünglich sollte im May 2022 die 11. International Conference on Bioinvasions (ICMB) in Annapolis, USA stattfinden. Parallel zu dieser Konferenz war ein Workshop zur Unterwasserreinigung geplant, der aufgrund der Pandemie auf 2023 verschoben wurde. Vor diesem Hintergrund wurde vereinbart eine Arbeitsgruppe zu gründen, die sich über virtuellen Informationsaustausch verständigt und zum Ziel gesetzt hat, Kriterien zur Überprüfung der Effektivität und Umweltverträglichkeit von Unterwasserreinigungen zu formulieren. In der Gruppe sind fast alle internationalen Institutionen und Arbeitsgruppen vertreten, die schon seit Jahren Regulierungen für Unterwassereinigungen implementiert haben. Hierzu zählen Vertreter aus Australien, Neuseeland, den USA (Westküste Häfen und US-Navy), Canada, Korea und Norwegen. B. Watermann wurde kooptiert, um die Erfahrungen mit dem Leitfaden und die begleitenden Untersuchungsergebnisse einzubringen. Es sollen Überprüfungs-kriterien zur Effektivität für folgende Aspekte formuliert werden:

- Bisher eingesetzte Techniken und ihre Zulassungen
- Kontrollmechanismen (Sammlung von Wasser- und Beschichtungsproben)
- Bewuchsentfernung (Beziehung zwischen Bewuchsgrad und Entfernungsmöglichkeit)
- Auffangkapazität und Grenzen
- Umweltbelastung hinsichtlich Biosicherheit und Schadstoffeintrag
- Abriebmessungen auf Hartbeschichtungen
- Schiff-Performance (Treibstoffersparnis)

Es erfolgte ein Austausch und Diskussionen über virtuelle Workshops und im Oktober 2022 wurden die Guidelines fertiggestellt und veröffentlicht (https://www.maritime-enviro.org/Downloads/ACT_MERC_IWC_System_Testing_Guideline_2022.pdf). Zur Verbreitung und Diskussionsanregung wurden die Guidelines sowohl beim ICES wie bei der IMO/MEPC eingereicht.

7.3 Bellona, ISO-Standard Clean Hull

Die norwegische Umweltorganisation Bellona, die sich bisher vor allem im Klimaschutz tätig war, sieht in der proaktiven Reinigung von Schiffsrümpfen einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz. Um für dieses Ziele zu arbeiten gründete Bellona 2021 die sogenannten Clean Hull Initiative (<https://bellona.org/projects/clean-hull-initiative>). Bellona hat hierzu eine Referenzgruppe gebildet, in der auch die Erkenntnisse von CLEAN eingebracht werden. Ein erster virtuelle Workshop wurde während der NorShipping am 6. Und 8. April durchgeführt, an der LimnoMar per Video zugeschaltet war. Zudem wurde im Anschluss an die PortPic 2022 in Hamburg ein Treffen der Arbeitsgruppe bei HPAG/Lloyd durchgeführt, an der sowohl persönliche als auch per Video ca. 40 Teilnehmer(innen) teilnahmen (Clean Hull Initiative, 2022). Wie sich in dem Entwurf für den ISO-Standard niederschlug, sollen dort die Kriterien für eine proaktive Reinigung auf biozidhaltigen erodierenden oder selbst-polierenden Antifouling-Beschichtungen ohne Auffang- und Filtrationstechnik festgelegt werden. Auch auf Nachfrage wurden keine Daten zu dem dabei entstehenden Abrieb und Eintrag von Bioziden wie Beschichtungspartikeln beigebracht. Dieses wurde als unwichtig erachtet, da der Abrieb bei einer Reinigung im Blofilmstadium minimal sei. Da dieser Position nicht zugestimmt werden konnte, wurde die Mitarbeit in dieser Arbeitsgruppe eingestellt. Bei einer weltweiten Umfrage unter

den nationalen ISO- Arbeitsgruppen wurde vor allem von Dänemark Bedenken gegen eine Reinigung ohne Auffang-Vorrichtungen vorgebracht und dem Entwurf nicht zugestimmt.

7.4 PortPic 2022

Vom 12. – 14. September 2022 fand in Hamburg die 3. In-Port Inspection & Cleaning Conference statt. Das Projektkonsortium hatte einen Vortrag mit dem Titel “First application and approval scheme for IWC on non-toxic hard coatings in ports of Bremen - Dead end or challenge?” angemeldet. Dieser Vortrag legte nochmals die Grundzüge der Bremer Leitlinie dar und betonte die Notwendigkeit einer proaktiven Reinigung mit Hinweisen auf die steigenden Probleme hinsichtlich Reinigungsfähigkeit und Abrieb bei vermehrter Bewuchsbildung. Zudem wurde zur Vermeidung eines Abriebs die Notwendigkeit einer Reinigung auf Hartbeschichtungen und die Möglichkeiten einer Kontrolle des Reinigungserfolgs und der Effektivität der Auffang- und Filtrationstechnik dargestellt (http://data.hullpic.info/PortPIC2022_Hamburg.pdf).

8 Rechtlicher Hintergrund

Der willkürliche und nicht bestimmungsgemäße Eintrag (EU-Biozid VO) von Bioziden und Bindemittel, Additiven etc. ist nach unserer Ansicht nicht mit dem WHG und der WRRL kompatibel. Auch außerhalb von Küstengewässern widerspricht eine Reinigung ohne Auffangvorrichtung dem Hohe See Einbringungsgesetz. Sogar bei einem Auffangen von z.B. 90% der Feststoffe kommt es zu erheblichen zusätzlichen Einträgen. Zudem können die meisten Filtrationsmethoden die gelösten Biozide und Additive nicht zurückhalten. Hierzu im Gegensatz stehen Auffassungen, die von Vertretern von einigen Bundes- und Landesbehörden vertreten werden, dass es „weltfremd“ sei, eine Rumpfreinigung nur auf Hartbeschichtungen zu genehmigen, da 95% der Weltflotte mit biozidhaltigen und damit relative weiche Antifouling.-Beschichtungen versehen sind.

Die Reinigung auf AFS erscheint zu dem nicht mit dem bestimmungsgemäßen Einsatz vereinbar. Die Risiko-Bewertungen bei der Zulassung der Biozide in PT21 (Antifoulingprodukte) basiert auf der angenommenen Leaching-Rate durch Erosion oder Polierung, nicht auf einem Abrieb durch Reinigung. Durch die Reinigung, besonders ohne Auffangvorrichtung müsste eine neue Bewertung vorgenommen werden. Daher müsste bei einer Zulassung von Reinigungen auf AFS die Risk Assessments revidiert werden.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch die Einschätzung des Juristen V.J. Schatz zur Unterwasserreinigung, der die Vermeidung der Einleitung von Schadstoffen betont (NuR, 2021, 43, 721-729).

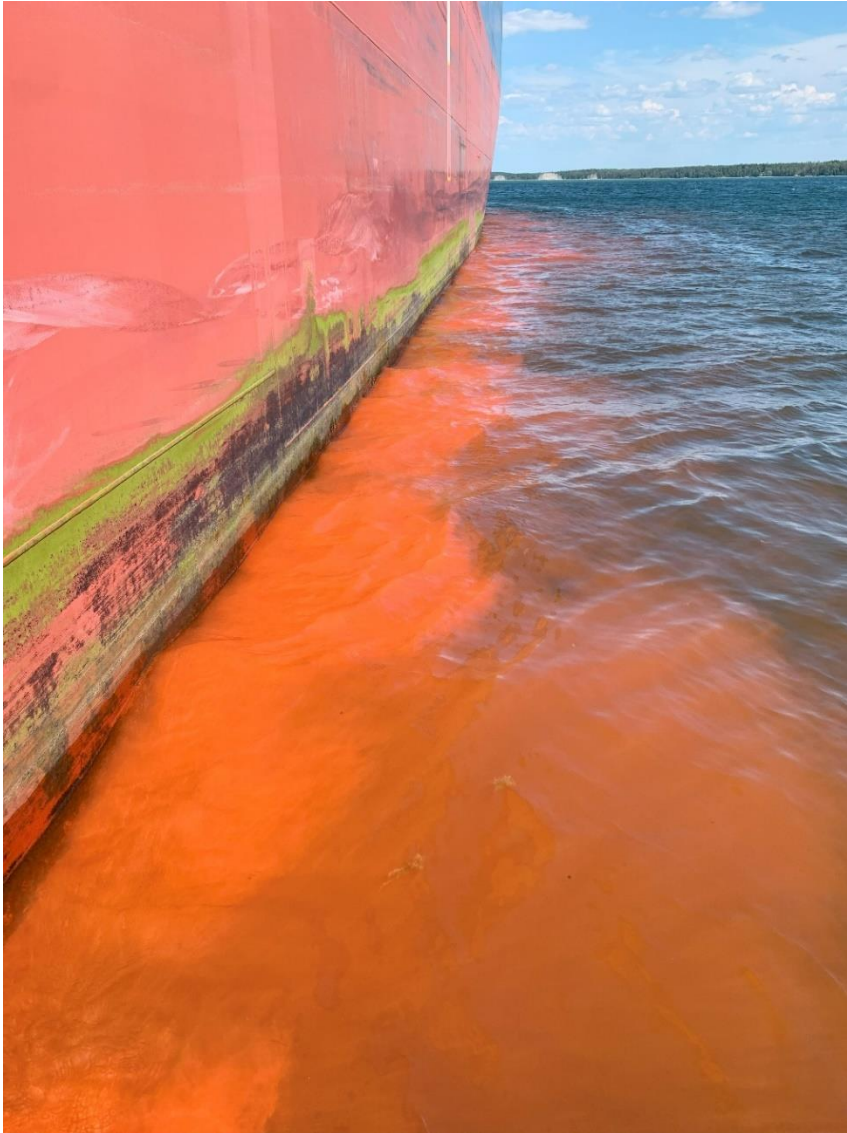


Abb. 6: Abrieb während der Rumpfreinigung ohne Auffangvorrichtung (LimnoMar)

9 Perspektiven

Die aktuelle Praxis und die Diskussion um Standards zeigt, dass mit der Reinigung auf AFS, auch wenn sie proaktiv geplant ist, ein Schritt vor und zwei zurück gemacht wird. Die proaktive Reinigung dient zweifellos der Reduktion des Treibstoffverbrauchs und somit der gasförmigen Emissionen. Sie nimmt aber einen erhöhten Eintrag von Bioziden, Schadstoffen und Mikroplastik in Kauf, die nicht vollständig zurückgehalten werden können. Wie in eigenen Untersuchungen gezeigt werden konnte, kommt es bei Reinigungen ohne Auffang-Vorrichtung zu erheblichen Einträgen von allen Bestandteilen einer biozidhaltigen, erodieren Antifouling. Diese Einträge sind nicht konform mit dem Hohe See Einbringungsgesetz anzusehen, wenn während der Fahrt gereinigt wird. Ebenso sind diese Einträge nicht konform mit dem WHG oder der WRRL anzusehen, wenn die Reinigung im Hafen erfolgt. Die mikroskopische Pilot-Studie zum Abbau der Polymerpartikel hat gezeigt, dass es erst nach einem halben Jahr zu einem sichtbaren Abbau der Beschichtungs-Partikel kommt. Es ist dringend geboten, solche Abbautests unter standardisierten Bedingungen (z.B. OECD-Tests) durchzuführen, um belastbare Ergebnisse zu erhalten.

Dagegen kommt es bei der Reinigung auf Hartbeschichtungen nur zu einem minimalen Abrieb, aber es bedarf einer Logistik und vorausschauenden Bewuchsverhinderung unter dem Motto „Clean Before You Leave“. Da sich der Bewuchs nur im Hafen oder auf Reede ansetzt, muss präzisiert werden „Clean Before You Leave the Biogeographical Region of the Last Port of Anchorage“ (Watermann et al. 2022). Dieses bedeutet, dass nicht in jedem Hafen gereinigt werden muss, sondern nur bei Verlassen der jeweiligen biogeografischen Region. So könnte ein Schiff, das Bremerhaven verlässt, um nach Rotterdam und Antwerpen weiterzufahren, erst bei Verlassen von Antwerpen gereinigt werden, wenn sich dann eine Transatlantik-Fahrt anschließt.

Es wird von Reedern und von Bundesbehörden eingewandt, dass aktuell 95% der Schiffe mit AFS ausgerüstet sind, und daher die Reinigung auf Hartbeschichtungen weltfremd sei. Aber auch vor der Verabschiedung der Ballast-Wasser Verordnung hatte kein Schiff eine entsprechende Anlage. Ebenso waren vor dem TBT-Verbot ca. 80% aller Schiffe mit TBT-haltigen Antifouling-Beschichtungen ausgerüstet. Heute ist TBT nach Übergangsregelungen weitestgehend als Antifouling-Biozid verbannt. Perspektivisch sollte auch ein Umstieg auf Hartbeschichtungen mit Übergangsregelungen Gegenstand einer vorausschauenden Umwelt- und Klimapolitik sein. **Entscheidend sollte die Absicht und Planung sein, Einträge von Bioziden und Mikroplastik zu verhindern.** Wie inzwischen zahlreiche Untersuchungen gezeigt haben, sollte das überholte Dogma „Dilution is the Solution of Pollution“ nicht wieder herangezogen werden, da es nachweislich nicht der Realität entspricht. Auch sollte es nicht mehr Bestandteile einer vorausschauenden Meeresschutz-Strategie sein, der Meeresumwelt kostenlos den Abbau und die Entgiftung von Schadstoffen aufzubürden. Aktuell werden für den Antrieb von Schiffen und Booten zu ca. 95% fossile Brennstoffe verwandt. Aber hier wurden Ziele gesetzt, diese in den nächsten 20 – 30 Jahren durch klimaneutrale Treibstoffe zu ersetzen. In ähnlicher Weise, wie auch beim TBT-Verbot könnten biozidhaltige, erodierende Antifouling-Beschichtungen langfristig verboten werden, um diese durch regelmäßig gereinigte Hart-Beschichtungen zu ersetzen. Bundes- und Landesbehörden sollten sich auf nationaler und internationaler Ebene wie der IMO dafür einsetzen, die AFS-Konvention zu novellieren, statt den Status Quo für unabänderlich zu halten. Wirklich nachhaltig und zukunftsorientiert wäre eine Novellierung der IMO-Konvention, die langfristig ein Verbot von biozidhaltigen, erodierenden Antifouling-Beschichtungen vorschreiben und Standards für effektive und umweltfreundliche Reinigungsverfahren sowie reinigungsfähige Beschichtungen festlegen würde. Erst hierdurch würde der kontinuierliche Eintrag von Bioziden und Mikroplastik in die Meere deutlich reduziert. In diesem Zusammenhang ist es auch zu erwägen, die EU-Biozid-Richtlinie zu überarbeiten. Diese prüft definitionsgemäß nur das Risiko und die Wirksamkeit der eingesetzten Biozide. Eine Bewertung und Risikoabschätzung der polymeren Bindemittel wird nicht vorgenommen, obwohl diese ebenfalls in eine Risikobewertung einbezogen werden müssten.

Ein umweltbewusstes Biofouling-Management durch proaktive Reinigung auf biozidfreien Hartbeschichtungen könnte die Meeresumwelt von den bisher massiven Einträgen aus Antifouling-Beschichtungen entlasten. Dabei wird neben der Bereitschaft der Reeder ein entscheidender Faktor eine passende Logistik sein, so dass gewährleistet werden kann, dass in jedem anzulaufenden Hafen ein Reinigungsservice mit Auffang- und Separationstechnologie zur Verfügung steht. Schon jetzt ist dieses in zahlreichen globalen Häfen der Fall, wie im Anhang aufgelistet wird. Ebenso wie der Umstieg auf klimaschonende Treibstoffe kann der Umstieg auf umweltschonende Bewuchsschutz-Strategien behördlich vorgegeben und planbar umgesetzt werden. Klima- oder Meeresschutz können nicht alternativ praktiziert werden.

10 Literatur

ACT/MERC (2022): Guidelines for Testing Ship Biofouling In-Water Cleaning Systems. TS-788-22, CBL/UMCES 2023-017, 42 pp.

Bellona (2022): Clean Hull Initiative, Meeting Hamburg, 3pp.

BIMCO (2022): Industry Standard on In-Water Cleaning with Capture. 62 pp.

Cames, M., Graichen, J., Kasten, P., Kühnel, Faber, J., Nelissen, D., Shanthi, H., Scheelhaase, J., Grimme, W., Maertens, S. (2023): Climate protection in aviation and maritime transport: Roadmaps for achieving the climate goal. CLIMATE CHANGE 26/2023. Environmental Research of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, 240 S.

EC (2020): Long-term low greenhouse gas emission strategy of the European Union and its Member States. 4pp.

EPRS (2020): Decarbonising maritime transport. The EU perspective, 10 pp.

Green Catapult (2023): Green Corridors Guide to creating a Pre-Feasibility Phase Blueprint.

IMO (2020): Fourth IMO GHG Study 2020, Full Report, 524 S.

IMO (2021a) Review of the 2011 Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species. Report of the Correspondence Group on Review of the Biofouling Guidelines. Submitted by Norway. Sub-committee on Pollution Prevention and Response, 9th session, Agenda item 7, PPR 9/7, December 2021, 60 pp.

IMO (2022a): Review of the 2011 Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species. Compilation and comparative analysis of existing and emerging regulations, standards and practices related to ships' biofouling management. Sub-committee on Pollution Prevention and Response, 9th session, Agenda item 7, PPR 9/INF.24, 28 January 2022. Note by the Secretariat, 129 pp.

IMO (2022b): Review of the 2011 Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species. Compilation and comparative analysis of existing and emerging regulations, standards and practices related to ships' biofouling management. Sub-committee on Pollution Prevention and Response, 9th session, Agenda item 7, PPR 9/INF.19, January 2022. Full report of biofouling survey 2021. Submitted by ICS, BIMCO and INTERTANKO, 17pp.

IMO (2021b): Review of the 2011 Guidelines for the Control and Management of Ships' Biofouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species. Comments received in the final round of consideration of the Correspondence Group on Review of the Biofouling Guidelines draft report and draft revised Biofouling Guidelines. Submitted by Norway. Sub-committee on Pollution Prevention and Response, 9th session, Agenda item 7, PPR 9/Info4, December 2021, 18 pp.

IMO (2021c): Review of the Guidelines for the Reduction of Underwater Noise (Mepc.1/Circ.833) and Identification of Next Steps. Proposal on approach to the review of the 2014 Guidelines for the reduction of underwater noise from commercial shipping to address adverse impacts on marine life (MEPC.1/Circ.833). SUB-COMMITTEE ON SHIP DESIGN AND CONSTRUCTION 8th session Agenda item 14, SDC 8/14/3, November 2021. Submitted by Japan, 4 pp.

IMO, MEPC (2023): FOLLOW-UP WORK EMANATING FROM THE ACTION PLAN TO ADDRESS MARINE PLASTIC LITTER FROM SHIPS. Study on the release of microplastics and other harmful substances from anti-fouling paints during hull cleaning. Submitted by Norway. 31 pp.

IMO, MEPC (2023): 80/17/Add.1 Annex 17, page 1 I:\MEPC\80\MEPC 80-17-Add.1.docx.
RESOLUTION MEPC.378(80) (adopted on 7 July 2023. GUIDELINES FOR THE CONTROL AND
MANAGEMENT OF SHIPS' BIOFOULING TO MINIMIZE THE TRANSFER OF INVASIVE AQUATIC SPECIES,
62 pp.

IPPIC (2010): The importance of using effective antifouling coatings in relation to greenhouse gas
emissions from shipping. IMO, MEPC 60/4/21, 5 pp.

MMKMC (2022): NavigaTE to Zero, 14 S.

Morrisey, D., Gadd, J., Page, M., Floerl, O., Woods, C., Lewis, J., Bell, A., Georgiades, E. (2020): In-
water cleaning of vessels: Biosecurity and chemical contamination risks. MPI Technical Paper No:
2013/11, Ministry of Primary Industries, NZ, 268 S.

Schatz, V.J. (2021): Die Unterwasserreinigung von Seeschiffen als Herausforderung für das
Gewässerschutzrecht. NuR, 43, 721 – 729.

Schultz, M.P., Bendick, J.A., Holm, E.R., Hertel, W.M. (2011): Economic impact of biofouling on a
naval surface ship. Biofouling, 27, 1, 87 – 98.

Scianni C, Georgiades E., Mihaylova R., Tamburri M.N. (2023) Balancing the
consequences of in-water cleaning of biofouling to improve ship efficiency and reduce biosecurity
risk. Front. Mar. Sci. 10:1239723.

Tamburri M.N., Georgiades E.T., Scianni C., First M.R., Ruiz G.M. and Junemann C.E. (2021): Technical
Considerations for Development of Policy and Approvals for In-Water Cleaning of Ship Biofouling.
Front. Mar. Sci. 8: 804766. doi: 10.3389/fmars.2021.804766.

Troland, O.C. (2022): Taking Biofouling Not Seriously Today Will Have Serious Effects Later, PortPic,
Hamburg, 130 – 134.

UNCTAD (2021): <https://unctadstat.unctad.org/wds/TableView/tableView.aspx?ReportId=93> .

Watermann, B., Garrick, D.L., Pape, K. (2021): I. Zwischen- Bericht Projekt CLEAN, unveröffentlicht,
abrufbar unter www.limnomar.de

Watermann, B. (2018): Reinigung statt Antifouling. Schiff & Hafen, 4, 18 -19.

Watermann, B. (2019): Hull Performance Management and Biosecurity by Cleaning, Ship & Offshore,
3,18-20.

Watermann, B., Herlyn, M. (2020): Beschichtungspartikel- Und Polymereinträge aus
Unterwasserbeschichtungen von Schiffen und Booten. Wasser und Abfall, 03, 43-49.

Watermann, B., Garrick, D.L., Pape, K. (2021): Zwischen- Bericht Projekt Clean, Stand Mai 2021, 48s.

Watermann, B. T., Broeg, K., Krutwa, A., Heibeck, N. (2021): Guide on Best Practices of
Biofouling Management in the Baltic Sea. Complete, 33pp.

Watermann, B., Garrick, D.L., Pape, K. (2022): 2. Zwischen- Bericht Projekt Clean, Stand Februar2022,
24s.

Watermann, B., Rouhola, M., Hackey, P., Fischer, M. (2022): Internal Report Efficacy of Filtration
Systems during in-water cleaning in 2021 by DG-Diving Group Ltd. February 2022, 28 pp.

Watermann, B.T., Thomsen, A., Daehne, B., Wallis, J. (2022). The efficacy of capture. Ship&Offshore,
GreenTech. 32-34.

Watermann, B.T., Garrick, D.L., von Bargaen., K. (2022). First Application and Approval Scheme for IWC on Non-toxic Hard Coatings in Ports of Bremen - Dead End or Challenge? 3rd Port In-water cleaning Conference PortPIC'22, Hamburg, 9-11 September 2022. 86-90.

Watermann, B.T., Garrick, D.L., Fischer, M., von Bargaen, K., Pichlmayer, M., Mayer, J. (2024): Abrasion studies during pro-active in-water cleaning action (in Vorbereitung).

Wortmann, A., Sommer, B.D. (2023): Schifffahrt in Zeiten geopolitischer Veränderung. pwc, 52S.

Wrange, A.-L., Barboza, F.R., Ferreira, J., Eriksson-Wiklund, A.-K., Ytreberg, E., Jonsson, P., Watermann, B., Dahlström, M. (2020): Monitoring Biofouling as a Management tool for Reducing Toxic Antifouling Practices in the Baltic Sea. J. Environ. Manag., 264, 110447.

Yebra, D.M. (2022): On proactive cleaning, Post LinkedIn, December, 2022.

Danksagung

Marius Hirsekorn, Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research (AWI); Andreas Pluder, Laeisz; Kai Twest, German Federal Maritime and Hydrographic Agency, Philipp Krüger, WEGA, Björn Mork, Bad Düben

11 Anhänge

I. List of in-water cleaning companies with capture and filtration technique and location in ports

Port of service	Region	Country	Company
	EUROPE		
Oslo		Norway	ecosubsea
Hamina		Finland	DG-Diving
Kotka			DG-Diving
Loviisa			DG-Diving
Porvoo			DG-Diving
Helsinki (Vuosaari Harbour, South and West Harbour)			DG-Diving
Hanko			DG-Diving
Turku			DG-Diving
Naantali			DG-Diving
Uusikaupunki			DG-Diving
Rauma			DG-Diving
Pori			DG-Diving
Vaasa			DG-Diving
Kokkola			DG-Diving
Raahe			DG-Diving
Oulu			DG-Diving
Kemi			DG-Diving
Tornio			DG-Diving
Stockholm		Sweden	DG-Diving
Oxelösund			DG-Diving
Malmö			DG-Diving
Landskrona			DG-Diving
Luleå			DG-Diving
Gothenburg			DG-Diving
Tallin		Estonia	DG-Diving

Sillamäe			DG-Diving
Muuga			DG-Diving
Paldiski			DG-Diving
Southampton		United Kingdom	ecosubsea
Bremerhaven		Germany	Nordseetaucher
			DG-Diving
Rotterdam		Netherlands	Fleet Cleaner, SGS
Ijmuiden			Fleet Cleaner, SGS
Den Helder			Fleet Cleaner, SGS
Amsterdam			Fleet Cleaner, SGS
Groningen seaports (Terneuzen, Flushing)			Fleet Cleaner, SGS
Groningen seaports (Delzijl, Eemshaven)			Fleet Cleaner
Zeebrugge		Belgium	Fleet Cleaner, SGS
Ghent		Belgium	Fleet Cleaner
Antwerp			Fleet Cleaner, SGS, THC
Algeciras		Spain	THC
Gibraltar		United Kingdom	THC
	AFRICA		
Lomé		Togo	SGS/SRN
Tema		Ghana	SGS/SRN
Takorado		Ghana	SGS/SRN
Abidjan		Ivory Coast	SGS/SRN
Freetown		Sierra Leone	SGS/SRN
	AMERICAS		

Houston		USA	SGS
San Francisco		USA	SGS
Rio de Janeiro		Brazil	THC
	ASIA		
Colombo		Sri Lanka	THC
Singapore		Singapore	THC, SGS
Hongkong		China	THC
Busan		South Korea	SGS/SRN
	Australia		
Fremantle		Australia	CleanSubSea
Sydney		Australia	CleanSubSea

Abbreviations and Homepages

DG-Diving: www.dg.fi

ecosubsea, www.ecosubsea.com

FleetCleaner, www.fleetcleaner.com

(SGS) Subsea Global Solution, (SRN-Group), www.srn-group.be

(THC) TechHullClean, www.techullclean.com

(CSS) Clean Sub Sea, <https://cleansubsea.com.au>

Last update 02/2024

Konzept einer HTG-Arbeitsgruppe

„Unterwasser Manipulation und Inspektion – Entwicklung einer Empfehlung“

Vorhabenbeschreibung

Die Unterwasserreinigung und -inspektion von Schiffen wird in deutschen Seehäfen immer häufiger unter dem Aspekt der Treibstoffersparnis/Emissionsminderung und Klimaschutz angefragt. Dies führt zu einer Vielzahl von möglichen Chancen und Problemen wie z.B. erhöhte Wirtschaftlichkeit, Schiffssicherheit, Gewässerverunreinigung, Gefährdung jeglicher Art, mangelbehaftete Reinigung etc.

Biofouling Management durch die proaktive Unterwasserreinigung der Rumpf- und Nischenbereiche wird weltweit praktiziert und bedarf in deutschen Häfen sowohl einer genehmigungsfähigen technischen Durchführung als auch einer effektiven Kontrolle des Bewuchs Zustands vor der Reinigung sowie der Effektivität der Reinigung hinsichtlich Auffangtechnik und Beschichtungszustand nach Abschluss der Arbeiten. Hier besteht dringender Bedarf an einer wirksamen Standardisierung und Qualitätssicherung.

In diesem Zusammenhang kann die HTG mit dieser Arbeitsgruppe einem Wirtschaftsbereich (Reedereien, Hafenbetreiber, Behörden, Beschichtungshersteller, Unterwasser-Serviceanbieter) unterstützen und einen hilfreichen Beitrag leisten. Wesentliche Aspekte dabei sind Umweltschutz, Planung, Qualitätssicherung, Ausführung, Arbeitssicherheit.

Einheitliche Anforderungen, Standards, Regeln, Vorschriften zur Prüfung und Zulassung von Verfahren sind nur ansatzweise vorhanden und werden dringend benötigt. Dieser Sachverhalt kann durch eine Arbeitsgruppe mit „allen Beteiligten am Tisch“ unterstützend bearbeitet werden. Die Beteiligten sind (sollten) sicherlich Hafenbetreiber, Umweltbehörde, Reedereien, Unterwasser-Serviceanbieter, Beschichtungsexperten, Forschungseinrichtungen und begleitende Sachverständige aus den biologischen- und technischen Disziplinen sein.

Auf Anfrage haben bremenports, Rostock, die Umweltbehörde Bremen und Hamburg sowie kleinere Häfen wie Büsum, Husum, Glückstadt, Brunsbüttel und Lübeck-Travemünde ihr Interesse bekundet.

Es gibt bereits erste Ansätze zu einem Austausch in diesem Themenfeld (PortPic 2020), weitere erfolgten auf der Konferenz PortPic 2022 (PortPic 2020 in Hamburg:

http://data.hullpic.info/PortPIC2020_Hamburg.pdf und

http://data.hullpic.info/PortPIC2022_Hamburg.pdf).

Erste Regulierungsansätze sind vorhanden, wie z.B.: Leitfaden für die Bremischen Häfen, Methoden für In-Water Surveys / Inspections. Die BIMCO hat einen Standard zur Unterwasserreinigung veröffentlicht. Ebenso werden zurzeit die Biofouling Guidelines in der PPR-Arbeitsgruppe der IMO diskutiert. Alle diese Initiativen im Bereich Unterwasserreinigung behandeln nur am Rande den Aspekt der Qualitätssicherung und Standardisierung vor und nach der Reinigung durch Inspektion.

Die Autoren dieses Dokumentes pflegen enge Kontakte zu diesen anderen Gruppen und Initiativen im Umfeld der in dieser HTG-Empfehlung zu behandelnden Themen.

In der geplanten HTG-Arbeitsgruppe wird eine Empfehlung zur Qualitätssicherung und Standardisierung von Unterwasserreinigungen als Vor- und Nachinspektion gemäß den nachfolgend formulierten Arbeitspaketen entwickelt.

Arbeitspakete und Arbeitsergebnisse der geplanten Arbeitsgruppe

1. Ist-Analyse

Die im Bereich der Unterwasserinspektion tätigen Unternehmen und Behörden sind z.Z. eigenständig in diesem Bereich aktiv, mit wenig Kontakt, Austausch und Kooperation untereinander. Die AG wird Kontakt zu diesen Unternehmen bzw. Behörden aufnehmen und die dort eingesetzten Verfahren bzw. Vorschriften analysieren und den Ist-Zustand auswerten und dokumentieren. Durch eine gemeinsame Sachstandsermittlung und daraus resultierende Kooperationen können umfangreiche Synergien gehoben sowie offene Fragen erkannt werden.

Arbeitsergebnisse:

- Erarbeitung eines Sachstandsberichts „*Qualitätskontrolle von Unterwasserreinigungen 2023 – Ist-Situation, Ziele, Anforderungen, Lösungsansätze*“.
- Präsentation der Ergebnisse des Sachstandsberichtes in einer Veröffentlichung und einer Veranstaltung.
- Vorlage der Ergebnisse: Voraussichtlich Anfang 2024

2. Erarbeitung einer Empfehlung

Die Anwendbarkeit bzw. Tauglichkeit für In-Water Reinigungen von Schiffsrümpfen sowie die Qualitätskontrolle der Inspektions- und Reinigungsarbeit soll mit reproduzierbaren Prüfergebnissen bewertbar werden. Dabei soll besonders auch die Kontrolle einer Behandlung der Nischenbereiche betrachtet werden. Diese Prüfungen sind erforderlich um eine Unterwasserreinigung im Hinblick auf Umweltbeeinflussung und Qualität bewerten und kontrollieren zu können. Eine standardisierte Empfehlung erleichtert der Wirtschaft die Beauftragung und den Behörden die Genehmigung dieser Tätigkeiten.

Eventuelle, in dieser Phase erkennbare Forschungsbedarfe werden durch die Arbeitsgruppe angeschoben, um die definierten Anforderungen erfüllen zu können.

Arbeitsergebnisse:

- Erarbeitung der Empfehlung
 - I. Definition der Anforderungen
 - II. Struktur der Empfehlung
 - III. Ergebnisbericht/Empfehlung
- Präsentation der Ergebnisse in einer Veröffentlichung / Veranstaltung.
- Vorlage der Ergebnisse: Voraussichtlich Anfang 2025

3. Erprobung der Empfehlung

Die Kontrolle wird in (möglichst) mehreren Demonstrationsreinigungen erprobt. Kontrolle des Bewuchs Zustands vor der Reinigung, Abschätzung der Auffangeffektivität und Kontrolle des Reinigungserfolgs sowie des Beschichtungszustands nach Reinigung. Gegebenenfalls kann die Erprobung auch im Rahmen eines Forschungsprojektes erfolgen.

Arbeitsergebnisse:

- Ergebnisse der Erprobung der Empfehlung, ggfs. muss Thema Nr. 2 erneut aufgerufen werden, um die Empfehlung zu modifizieren.
- Präsentation der Ergebnisse in einer Veröffentlichung / Veranstaltung.
- Vorlage der Ergebnisse: Voraussichtlich Anfang 2026

Zeitliche Planung

Die zeitliche Entwicklung ist von der Intensität der Mitarbeit in der AG abhängig. Die Planung sieht zu den oben benannten Themen jeweils ein Jahr vor. Wir vermuten das sich aus den Arbeiten zur Empfehlung die Erkenntnis von Forschungsbedarf ergibt der von der AG „angeschoben“ und betreut werden kann.

Dauer der AG ca. 3 Jahre + ggf. Verlängerung.

Autoren

- Dr. B. Watermann, LimnoMar, Labor für limnische und marine Forschung
- Dipl.-Ing. Gunnar Pihl, Pihl Expert GmbH, Anbieter von Unterwasserinspektion per ROV und Beschichtungsprüfung
- (Michael Ströh, Hafentechnische Gesellschaft e.V.)

Hamburg, 01.02.2023

III. Brief an die Schifffahrtslinien, die Bremerhaven anlaufen

Dear Madame, dear Sir,

on behalf of the Senator for the Environment, Building and Transport and the port management company bremenports, we want to draw your attention to an innovative biofouling management strategy saving fuel, protecting climate and environment.

In accordance with German and European laws, the Bremen environmental authority and bremenports developed and published guidelines in July 2021, which will allow applications for underwater settlement to be submitted in the ports of Bremen in the future. After meeting the requirements which are still under evaluation in the frame of a research project to improve the survey tools (proof of active biofouling management, cleaning technology with collection and filtration devices, abrasion-resistant hard coatings), underwater cleaning can be approved.

Cleaning/grooming in the microfouling stage (commonly referred to as slime) is much quicker and less abrasive than cleaning in the macrofouling stage. It has to be performed after each lay-up period, but is cheaper and faster. In addition, the coating is only slightly stressed and can be used for periods of one or two docking intervals. In addition to a smooth hull, which ensures optimal

performance (low fuel consumption and emissions), unwanted transportation of organisms is minimized, thus contributing to enhanced biosecurity. This concept is currently referred to as “Clean Before You Leave” or, for example, by the New Zealand authorities under the term “Clean Before You Arrive”. A couple of shipping lines operate their units by regular cleaning on hard or foul release coatings. The use of hard coatings would prevent the input of coating particles from antifouling paints. Solid particles by the eroding polymer backbone with additives and biocides are the relevant sources of cleaning without capture and filtration.

Examples are RoRo-cargo shipping companies such as Viking Line and Finnlines in the Baltic Sea (see: <https://www.youtube.com/watch?v=BMp6j0WUlt0>). The same holds true for the cruise liner Carnival. Actually, in-water cleaning services are offered around the world. A list of diving companies with sophisticated capture and filtration techniques according to your schedules can be provided on demand.

Due to the enormous importance of shipping for global trade, the European Council has urged the implementation of stricter measures to reduce emissions. This means that ships calling at EU ports from 2023 must document their emission reduction measures according to the EEXI and CII . The goal for global shipping is to operate in a climate-neutral way. Along with new fuels, optimal design and highly efficient engines, supported by a smooth, low-drag hull, climate neutral shipping can be achieved.

Please feel free to contact us for more information or to propose a personal or video meeting to explain more in detail this biofouling management concept and the opportunities of in-water cleaning of ships which are regularly heading Bremerhaven by joining our project on environmental friendly, pro-active biofouling management.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentationen

Im Rahmen des Projekts wurde ein zweisprachiger Film zur Unterwasser-Reinigung erstellt, der die Machbarkeit für Schiffe und Sportboote darstellt (<https://www.youtube.com/watch?v=QjXlVb46jA> ; <https://www.youtube.com/watch?v=BMp6j0WUIt0>).

Die Bremer Leitlinie zur Rumpfreinigung von Schiffen: <https://www.senatspressestelle.bremen.de/pressemitteilungen/fuer-mehr-umweltschutz-in-bremischen-haefen-372113> .

<https://onedrive.live.com/edit?id=A71C1A1F43942682!52595&resid=A71C1A1F43942682!52595&ithint=file%2cpptx&authkey=!ANb9LFwMeGLc6qE&wdo=2&cid=a71c1a1f43942682>

Ein Zwischenstand des Projekts bis 2022 ist unter https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-35843_01-Hauptbericht.pdf einsehbar.

Darstellung des Projekts

<https://greenshipping-niedersachsen.de/de/calendar/thementag-biofouling/>

<https://greenshipping-niedersachsen.de/de/calendar/biofouling-aktuell-a-deeper-dive/>

<https://www.bremenports.de/magazin/projekt-clean>