

# **Bewuchsfreiheit durch proaktive Reinigung auf abriebfesten, biozidfreien Beschichtungen für die Berufsschifffahrt**

## **Erprobung und Genehmigungsanforderungen**

B. Watermann, LimnoMar, Donna Lee Garrick, Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau Bremen

### **Beteiligte Firmen und Institutionen**

Katja Pape, bremenports; Kai Twest, Annika Krutwa, Mariusz Zabrocki, BSH; Stefan Behrends, WSP Niedersachsen; Stefan Schwarze, Reederei Laeisz; Claus Mayer, Jennifer Mayer, Marcus Klönner, Nordseetaucher; Alexander Reger, WOMA; Bernd Wohler, Wohler Lackfabrik, Thorsten Felder, Momentive, Alexander Weissgärber, Renolit

### **Vorbemerkung**

Die Schifffahrt gehört aufgrund ihrer hohen Transportleistung zu den umweltfreundlichsten und energieeffizientesten Verkehrsträgern. Dennoch fordert nicht nur die IMO, dass die Belastung der Umwelt durch Schiffe noch weiter vermindert werden muss. Diese Forderungen beziehen sich nicht nur auf die Reduzierung der klimarelevanten Emissionen, sondern auch auf die Belastung der Meere. Neben ökologisch verbesserten Schiffsneubauten müssen für die bestehende Flotte Wege gefunden werden, um die Emissionen zu reduzieren und damit die Umweltbilanz zu verbessern.

Doch die weltweite Schifffahrt befindet sich nach wie vor in einer schwierigen Phase, die durch gleichzeitige, aber höchst unterschiedliche Faktoren hervorgerufen wird:

- Bestehende Überkapazitäten der Weltflotte, niedrige Frachtraten, ständig wechselnde Fahrtgebiete, die die optimale Auswahl eines Antifouling-Systems erschweren, Verlust der Gewährleistung durch ausgedehnte Liegezeiten in bewuchsentensiven Meeresgebieten, verringerte Geschwindigkeit („Slow Steaming“) mit 8 – 12 Knoten, die zur Aktivierung zahlreicher Antifoulingprodukte zu gering ist.
- Die Treibstoffkosten bleiben ein entscheidender Faktor in den operativen Kosten bei niedrigen Frachtraten. Aber schon minimaler Bewuchs (Biofilm) erhöht den Treibstoffverbrauch und damit die Emissionen, die eigentlich deutlich gesenkt werden sollen
- Um Treibstoff zu sparen und die Betriebskosten niedrig zu halten, lassen viele Reeder schon bei einer minimalen Bewuchsentwicklung den Rumpf reinigen. Dieses ist aktuell gängige Praxis obwohl durch die Reinigung die Antifouling-Beschichtung beschädigt oder abgetragen wird, schlagartig Biozide freigesetzt werden, die Gewährleistung der Farbhersteller erlischt und das Reinigen auf biozidhaltigen Antifouling-Beschichtungen in den meisten Häfen verboten ist. Antifoulingbeschichtung als CDPs (Controlled Depletion Polymers) oder SPCs (Self-Polishing Coatings) sind nicht für Reinigungen geeignet. Durch den aktuellen hohen

Kostendruck gilt eine Reinigung dennoch als „ultima ratio“. Einige Tauch- und Reinigungsfirmen bieten inzwischen schon Absaug- und Filtersysteme an, die die entfernten Antifoulingbiozide ausfällen sollen.

- Durch nationale und internationale Vorschriften werden ab Anfang 2108 in zahlreichen Fahrtgebieten (Westküste USA, Neuseeland) Nachweise und Maßnahmen für ein aktives Bewuchs-Management verlangt. In 2017 gab es schon erste Verbote des Einlaufens auf Grund von zu starker Bewuchsentwicklung auf einem Schiff unter indonesischer Flagge.
- Durch das Inkrafttreten der IMO Ballastwasser Verordnung 2016 hat sich der Druck auf ein verpflichtendes Bewuchs-Management auch auf dem Rumpf und in den Nischenbereich weiter erhöht. Aktuell werden nach bislang unverbindlichen Richtlinien der IMO nur unscharfe Grenzen für das Bewuchs-Management gesetzt. Diese Grenzen bzw. Kriterien werden aber voraussichtlich von Ländern wie Neuseeland und Australien in Zukunft präziser formuliert und bei der IMO eingebracht werden. So wird es die global operierenden deutschen Reedereien ebenfalls betreffen.

### **Aktuelle Praxis der Bewuchsverhinderung und Performancesteigerung**

Vor dem Hintergrund der oben genannten Bedingungen und Zwängen in der globalen Schifffahrt hat sich auf der internationalen Ebene eine große Zahl von Tauchunternehmen auf die Reinigung von Schiffsrümpfen im Wasser auf versagenden Antifoulingbeschichtungen spezialisiert. Da die Nachfrage durch die Reeder aktuell sehr groß ist, boomt dieser Bereich sehr stark. Firmen wie GAC (Hullwiper), CleanHull, UMC oder FleetCleaner erhalten zunehmend sogar Erlaubnisse in europäischen Hafen auf bestehenden, aber versagenden Antifoulingbeschichtungen zu reinigen, obwohl dieses immer zu einer gewissen Verringerung der Schichtdicke und zu einem schlagartigen Eintrag von Bioziden in das Wasser führt. In jedem Meeresgebiet gibt es nationale Tauch- und Reinigungs-Unternehmen vor Ort und auch global operierende Firmen, die diesen Service anbieten (Abb. 1 - 4).



**Abb. 1:** Küstenbereiche an denen regelmäßig Unterwasserreinigungen von Schiffsrümpfen stattfinden. Zusammenstellung aus den Angaben der global operierenden Reinigungsfirmen

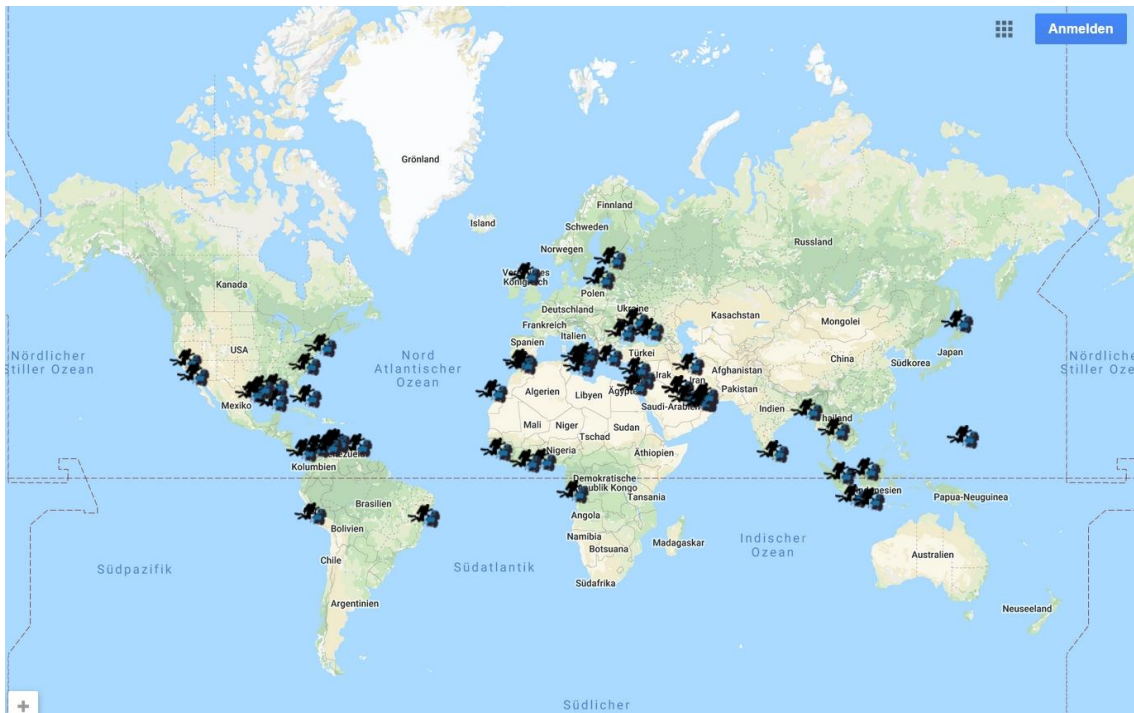


Abb. 2: Reinigungsstandorte nach Angaben von Piccard ([www.piccard.gr](http://www.piccard.gr))



Abb. 3: Reinigung von professionellen Schiffen in Nordsee Häfen: FleetCleaner, Hydrex, ecosubsea



**Abb. 4:** Reinigung von professionellen Schiffen in der Ostsee (Häfen und vor der Küste): DG Diving, Garant Group, Neptun, Hydrex, Eprons, Piccard, Aquaworks, UMC, GAC Göteborg (nicht abgebildet)

Nur in Deutschland sind es bisher nur wenige Tauchfirmen, wie die Nordseetaucher GmbH, die für dieses Geschäftsfeld Entwicklungen begonnen haben. Gefragt sind innovative Technologien, die darauf fokussiert sind, auf abriebfesten, biozidfreien Beschichtungen zu reinigen, welche von der Farbindustrie entwickelt werden. Wie erwähnt, ergreifen einige Reeder, Tauch- und Reinigungsfirmen sowie Beschichtungsstoff-Hersteller zahlreiche Initiativen, um einen völlig anderen Weg einzuschlagen, der aus diesen Zwängen herausführt. Hierzu gehört die Strategie, auf biozidhaltige Antifoulingprodukte gänzlich zu verzichten. Stattdessen soll ein effektiver



Bewuchsschutz durch eine proaktive Reinigung auf biozidfreien, reinigungsfähigen Hart-Beschichtungen erreicht werden. Der Rumpf wird dadurch sowohl glatt und damit reibungsarm, als auch frei von Bewuchsorganismen sein, die nicht verschleppt werden dürfen. Diese Forschungs- und Entwicklungsrichtung wird international unter verschiedenen Begriffen geführt. Am bekanntesten ist das proaktive Glätten des Rumpfes im Biofilmstadium, was als „Grooming“ bezeichnet wird.

Die Reinigung ist so wesentlich zügiger und schonender durchzuführen, als das Reinigen in einem Stadium mit üppigem Makrobewuchs. Sie muss häufiger erfolgen, ist aber durch ihre Schnelligkeit kostengünstig. Zudem wird die Beschichtung nur gering beansprucht und kann über Zeiträume von 5 Jahren genutzt werden. Beim proaktiven „Grooming“ sind „weiche“ Reinigungstechnologien (Wasserhochdruck, Kavitation, Bürsten) einsetzbar. Neben dem glatten Rumpf, der eine optimale Performance (niedriger Treibstoffverbrauch und Emissionen) gewährleistet, wird auch das Problem der Verschleppung fremder Arten gelöst. Wenn der Rumpf schon im Biofilmstadium geglättet wird, können auch keine Makrofouling-Organismen verschleppt werden. Aktuell wird dieses Konzept auch unter dem Begriff „Clean Before You Leave“ diskutiert oder z.B. von neuseeländischen Behörden unter Titel „Clean Before You Arrive“ gefordert, wobei dieses eine Vorstellung ist, die bei vielen Reedern noch auf große Skepsis hinsichtlich der Durchführbarkeit und der Kosten stößt. Dennoch unternehmen einige Reeder aus eigenem Antrieb erste Versuche biozidfreie Hartbeschichtungen mit einer angepassten Reinigungstechnologie zu kombinieren. Die bekanntesten Beispiele sind Wallenius-Willemsen, Maersk und zahlreiche Fähr-Reedereien wie die Viking Linie in der Ostsee. Diese Entwicklung wird zudem aktuell dadurch unterstützt, dass einige europäische Häfen wie z.B. Rotterdam, Oslo und Göteborg Schiffen mit umweltfreundlichen innovativen Technologien eine reduzierte Hafengebühr gewähren.

Ein Umstieg auf eine proaktive Bewuchsschutz-Technologie durch den Einsatz von biozidfreien, abriebfesten Beschichtungen in Kombination mit regelmäßigen Reinigungen wird technische und finanzielle Risiken enthalten. Diese liegen vor allem in der optimalen Bestimmung des Reinigungszeitpunkts, Beherrschung der Reinigungstechnologie, der finanziellen Abwägung zwischen den Kosten einer Applikation von bisher üblichen SPC oder CDPs in 36 bis 60-monatigem Rhythmus und der regelmäßigen Reinigungen auf Beschichtungen mit Standzeiten von 60 bis 72 Monaten mit den zu erwartenden Treibstoffersparnissen. Eine proaktive Reinigung zur Bewuchsverhinderung und Reibungswiderstandsminderung muss so effektiv sein, dass sie gleichzeitig die bestehenden und kommenden Anforderungen an das Biofouling-Management zur Biosicherheit des Schiffsverkehrs gewährleistet.

Bisher ist absehbar, dass nur bestimmte Schiffstypen mit hohem Aktivitätsgrad und einem Operationsbereich mit nur mäßigem Bewuchsdruck für eine proaktive Reinigungs-Strategie geeignet sind. Ein sehr gutes Beispiel sind Fähren auf der Ostsee, welche durch die kurze Bewuchssaison und den Abrieb der weichen Antifouling-Beschichtungen im Treibeis mit harten Korrosionsschutzbeschichtungen operieren und wöchentlich oder zweiwöchentlich gereinigt werden müssen.

Auch bei der proaktiven Reinigung müssen Verfahren zum Auffangen und Abfiltrieren des Bewuchses vorgehalten werden, da Schiffsrümpfe bekanntlich nicht homogen bewachsen, sondern an kritischen Stellen wie z.B. dem Heck schon Makro-Bewuchs entstanden sein kann, als an den dem maximal angeströmten Rumpfbereichen, die nur einem Biofilm aufweisen.

Dass die Notwendigkeit besteht, den abgereinigten Bewuchs aufzufangen und zu filtrieren, zeigten Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit von Bewuchsorganismen, die im Trockendock durch Wasserhochdruck entfernt worden waren und unter Wasser durch Bürsten abgereinigt worden waren (Woods et al., 2012). Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, können bei der Unterwasserreinigung z.B. 67% der Algen und 16% der Seepocken überleben. Es besteht daher zwingend die Notwendigkeit, den entfernten Bewuchs aufzufangen und an Land zu entsorgen. Theoretisch könnte der entfernte Bewuchs, abgereinigt von biozidfreien Unterwasserbeschichtungen, nur die Schadstoffkonzentrationen widerspiegeln, die sich im Hafengewasser befanden (Watermann et al. 1999). Bekanntlich können aber auch diese über den Qualitätsnormen liegen. Da es aber noch gängige Praxis für die Reinigungsfirmen ist, Kupfer- oder TBT-haltige Antifouling-Beschichtungen unter Wasser zu reinigen, muss damit gerechnet werden, dass das Filtrationssystem mit Antifouling-Bioziden kontaminiert ist. Daher empfiehlt es sich generell, die abfiltrierten Feststoffe als Sondermüll zu entsorgen.

**Tabelle 1:** Überlebensrate von Bewuchsorganismen

	Dry dock	in-water
• All organisms	37.5 ± 8.6	29.2 ± 7.2
• Algae	71.1 ± 17.1	66.7 ± 16.7
• Anenomes	0	90.5 ± 4.8
• Ascidians	41.9 ± 17.1	95.1 ± 9.4
• Barnacles	33.7 ± 12.2	15.8 ± 6
• Bivalves	52 ± 16	81.7 ± 9.2
• Bryozoans	34.6 ± 17.3	51.4 ± 9.5
• Polychaetes	12.3 ± 2	5.5 ± 2.9
• Sponges	0	90.7 ± 6.5

Quelle: Woods 2012

Die Reinigungsversuche werden nur auf nicht-toxischen, haftungs-vermindernden, abriebfesten Beschichtungen durchgeführt werden die trotz häufiger Reinigungsaktivitäten eine hohe Standzeit aufweisen. Einige Firmen bieten solche Beschichtungen schon für die Großschifffahrt an (Wohlert, Brunel, Jotun, Hydrex).

## Zielsetzungen des Projekts

Im Rahmen des Projekts sollen folgende Ziele erreicht werden:

Identifizierung und Erprobung von genehmigungsfähigen Reinigungstechniken auf biozidfreien, abriebfesten Beschichtungen

Erarbeitung von Anforderungen an zukünftige Anträge und Genehmigungen für Unterwasserreinigungen in Hafengewässern

Erprobung geeigneter Unterwasserbeschichtungen für multiple Reinigungen

Erfahrungsaustausch mit anderen Küstenhäfen in Deutschland und Europa

## Durchführung

1. Reinigung von Testflächen oder Ganzrumpfbeschichtungen, die nicht-biozidhaltig sind und eine abriebfeste Konsistenz besitzen unter Einsatz eines tauchergeführten Reinigungsgeräts mit Wasserhochdruck/rotierenden Bürsten und des Cavidoms.
2. Reinigung von Schiffen, die den Hafen Bremerhaven anlaufen, welche mit solchen Teil- oder Ganzrumpfbeschichtungen versehen sind.
  - „WEGA“ BSH (Jotun Sea Lion Resilient, an Backbord schon vorhanden, Neubeschichtungen an Steuerbord mit Overdrive von Wohler), „Polarstern“ AWI, mit einer Ganz-Rumpf-Eisbrecherbeschichtung vor ihrer Dockzeit in Bremerhaven im Juli 2019
  - Patrouillenboot W3 der WSP Niedersachsen in Kooperation mit der WSP Bremen, ein Boot mit Liegeplatz in Bremerhaven und Wilhelmshaven mit einer Test-Beschichtung Overdrive, von Wohler, Beschichtung Dezember 2019.
  - Arbeitsschiff „Möwe“ von bremenports, welches mit einer reinigungsfähigen Antihafbeschichtung von Renolit mittschiffs im August 2019 beklebt wurde.
3. Auffangen des abgereinigten Biofilms und Bestimmung der TOC-Konzentration im Ablauf nach Filtration.
4. Taxonomische Bestimmung des Bewuchses vor Reinigung
5. Kontakt und Erfahrungsaustausch mit Reinigungsfirmen
6. Recherche und Umfrage zum rechtlichen Hintergrund einer Unterwasserreinigung, Abklärung der Kompatibilität mit dem Wasserhaushaltsgesetz und der EU-WRRL. Kontakte und Anfragen bei europäischen Hafenbehörden, die schon Genehmigungen für Unterwasserreinigungen von Rümpfen erteilt haben und in denen eine Reinigung praktiziert wird. Hierzu zählen insbesondere die Häfen: Rotterdam, Zeebrügge, Antwerpen, Southampton, Göteborg, Malmö, Algeciras, Piräus.