



HINTERGRUND // JULI 2018

Sind kupferhaltige Antifouling-Anstriche ein Problem für unsere Gewässer?

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiet IV 1.2, IV 2.5
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

Autorinnen und Autoren:

M. Feibicke, S. Setzer,
T. Schwanemann,
R. Rissel, M. Ahting,
I. Nöh, R. Schmidt

Satz und Layout:

Atelier Hauer+Dörfler GmbH, Berlin

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Titelseite: Adobe iStock / sandsun

S.6: M. Feibicke

S.8: M. Feibicke

S.9: B. Watermann

S.13 B. Watermann

S.22: Adobe iStock / senai aksoy

Stand: Juli 2018

ISSN 2363-829X

HINTERGRUND // JUNI 2018

Sind kupferhaltige Antifouling-Anstriche ein Problem für unsere Gewässer?

Inhalt

ZUSAMMENFASSUNG	6
------------------------------	----------

Sind kupferhaltige Antifouling-Anstriche ein Problem für unsere Gewässer?	6
--	----------

LANGFASSUNG	8
--------------------------	----------

Sind kupferhaltige Antifouling-Anstriche ein Problem für unsere Gewässer?	8
--	----------

Ausgangssituation	8
Antifouling-Systeme	10
Produktpalette von Antifouling-Beschichtungen	12
Verbrauchsmengen und Emissionen	13
Wie können Biozide und Zinkoxid aus Antifouling-Beschichtungen in die Gewässer gelangen?	16
Wie viel von diesen Verbrauchsmengen werden in unsere Gewässer eingetragen?	17
Wie ist dieser Eintrag durch Sportboote in unsere Gewässer zu bewerten?	17
Zeigen sich bereits jetzt negative Effekte auf die aquatische Umwelt?	18
Wie sieht aktuell der Markt für Beschichtungen im Sportbootbereich aus?	18
Liegt umweltpolitischer Handlungsbedarf vor?	18
Sind aktuell Biozid-freie Produkte als praktikable Alternativen verfügbar?	18
Gibt es (regionale) Vorschriften, die die Kupfereinträge reduzieren?	20
Warum besteht Handlungsbedarf, wenn Antifouling-Produkte doch EU-weit geregelt werden?	20
Wie könnte ein Konzept für Deutschland aussehen?	21
Was kann jetzt schon getan werden?	23

Quellen	24
----------------------	-----------

Sind kupferhaltige Antifouling-Anstriche ein Problem für unsere Gewässer?

Ohne speziellen Schutz werden technische Systeme unter Wasser durch Aufwuchsorganismen (Fouling) dicht besiedelt, so dass längerfristig mächtige Krusten wie auf einem Unterwasserriff entstehen können. In der Schifffahrt kommen daher Antifouling-Systeme zum Einsatz, um die Schiffsrümpfe zu schützen sowie Fahrzeiten und Kraftstoffverbrauch niedrig zu halten. Dabei werden meist Biozide eingesetzt, die den Unterwasser-Bootsrumpf durch ihre toxischen Wirkungen frei von Bewuchs halten. Durch Freisetzungsprozesse gelangen diese Biozide jedoch auch in die umgebenden Gewässer und können dort ebenfalls schädlich auf Wasserorganismen wirken (Umweltbundesamt 2014). Welche bioziden Wirkstoffe in Antifouling-Anstriche wie eingesetzt werden dürfen, ist EU-weit gesetzlich durch die Biozid-Verordnung 528/2012 geregelt.

Auch im Sportbootbereich werden Antifouling – Anstriche benutzt. Auch hier kommt der biozide Wirkstoff Kupfer in großem Umfang zum Einsatz, was nicht ohne Folgen für die aquatische Umwelt bleibt.

Zum Antifouling-Schutz ihrer Sportboote verbrauchen deutsche Wassersportler mehr als das Vierfache an kupferhaltigen Antifouling-Anstrichen je Boot als ihre Sportsfreunde in Schweden. Dies lässt sich aus einer aktuellen Veröffentlichung ableiten (Daehne u. a. 2017), in der erstmalig der bundesweite Gesamtverbrauch an Antifouling-Farben sowie die Bestandteile von Kupfer und anderen Bioziden in Antifouling-Anstrichen bilanziert wurden. Ein Grund dafür liegt in der sehr hohen Marktpräsenz von Kupfer und seinen hohen Gewichtsanteilen in den Produkten und Bootsbeschichtungen.

Durch die Vielzahl an Sportbooten summiert sich die aus den Rümpfen freigesetzte Kupfermenge im Jahr 2012 schätzungsweise zu etwa 70,5 t auf. Vergleicht man diese Einträge mit der im selben Zeitraum ermittelten bundesweiten, gesamten Kupferfracht (Umweltbundesamt 2017) in Oberflächengewässern, so erreichen die Emissionen, verursacht durch kupferhaltige Antifouling-Produkte im Sportbootbereich etwa 19 % der Jahresgesamtfracht.

Auch die aktuelle Gesamtbelastung der Oberflächengewässer durch Kupfer ist kritisch zu bewerten: An 11 % der offiziellen Messstellen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) wurde die nationale Umweltqualitätsnorm für Kupfer in Schwebstoffen (OGewV 2016) im Zeitraum 2013–2015 überschritten (Umweltbundesamt 2017). Zudem wurden im Rahmen einer einmaligen Messkampagne eines UBA-Forschungsprojektes bei 20 % von insgesamt 50 untersuchten Sportboothäfen die für die jeweiligen örtlichen Bedingungen berechneten Umweltqualitätsnormen für Kupfer (aus einer filtrierten Wasserprobe gemessen) ebenfalls überschritten (Watermann u. a. 2015).

Es gibt aber noch andere Gründe, warum der Verbrauch von Antifouling-Produkten in Schweden deutlich niedriger ist: Dort gibt es seit einiger Zeit Verbote und Beschränkungen zum Einsatz von kupferhaltigen Antifouling-Produkten, die am regionalen Bewuchsdruck und am Schutzstatus der Gewässer ausgerichtet sind. So dürfen in weiten Teilen der östlichen Ostsee nur noch Produkte mit reduzierter Kupferfreisetzung angewendet werden. Für die Binnengewässer und den Bottnischen Meerbusen gibt es in Schweden ein Totalverbot.

Biozid-freie Alternativen, die aus Umweltschutzgründen i. d. R. die beste Lösung wären, sind auch auf dem deutschen Markt verfügbar, sie konnten sich bisher aber nicht bei den Wassersportlern durchsetzen. Ergebnisse aus einem mehrjährigen EU-Projekt (CHANGE, Watermann und Dahlström 2017), an dem

Wissenschaftler aus Schweden, Dänemark, Finnland und Deutschland beteiligt waren, zeigen jedoch, dass bereits jetzt einige Biozid-freie Antifouling-Systeme einen Praxistest an Sportbooten im Ostseeraum erfolgreich bestanden haben und ihre Funktion erfüllen. Zudem haben Forschungsprojekte in Binnengewässern (Watermann u. a. 2016) gezeigt, dass auch dort Biozid-freie Alternativen zur Verfügung stehen und sich als effektiv erwiesen haben.

Da ein erheblicher Anteil an der Kupfergesamtfracht in deutschen Gewässern auf die Anwendung von kupferhaltigen Antifouling-Beschichtungen im Sportbootbereich zurückzuführen ist, sollten gezielt Maßnahmen ergriffen werden, um diese Kupfereinträge in die Gewässer deutlich zu reduzieren. Das Umweltbundesamt schlägt daher vor, gemeinsam mit den Bootseignern, den Farbenherstellern und den Trägern öffentlicher Belange Wege zu diskutieren, wie man den Einsatz Biozid-haltiger Beschichtungen in Abhängigkeit vom Bewuchsdruck und zu Gunsten von Biozid-freien Antifouling-Systemen sukzessive zurückfahren kann. In diesem Hintergrundpapier des Umweltbundesamtes werden zunächst Ergebnisse zu Verbrauch und Emissionen von Kupfer und dessen Auswirkungen in den Gewässern dargestellt und anschließend Vorschläge zu möglichen bundesweiten Regelungen von Antifouling-Systemen für den Sportbootbereich unterbreitet und durch eine Reihe von begleitenden Maßnahmen ergänzt.

Quellen:

Daehne D, Fürle C, Thomsen A, Watermann B, Feibicke M (2017): Antifouling biocides in German marinas – exposure, assessment, and calculation of national consumption and emission. In: Integr Environ Assess Manag: 1–14. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.1896/epdf>

Change: Changing antifouling practices for leisure boats in the Baltic Sea. EU-Project: 1.1.2014–31.12.2017. http://www.bonusportal.org/bonus_projects/viable_ecosystem_projects_2012/change

OGewV (Oberflächengewässerverordnung) (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373). https://www.gesetze-im-internet.de/ogewv_2016/OGewV.pdf

Umweltbundesamt (2014): Wie viel Antifouling vertragen unsere Gewässer? <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wie-viel-antifouling-vertragen-unsere-gewaesser>

Umweltbundesamt (2017): Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung. Dessau-Roßlau. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gewaesser-in-deutschland>

Watermann B, Daehne D, Fürle C, Thomsen A (2015): Sicherung der Verlässlichkeit der Antifouling-Expositionsschätzung im Rahmen des EU-Biozid-Zulassungsverfahrens auf Basis der aktuellen Situation in deutschen Binnengewässern für die Verwendungsphase im Bereich Sportboothäfen. Texte 68/2015. Dessau-Roßlau, Germany: Umweltbundesamt. 135 p. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_68_2015_sicherung_der_verlaesslichkeit_der_antifouling_0.pdf

Watermann B, Dahlström M (2017): Recommendations towards regulations for sustainable antifouling practices in the Baltic Sea. BONUS CHANGE Project, Helsinki, 24 pp. ISBN: 978-91-87869-13-6. https://www.biozid.info/fileadmin/Assets/Produktarten/PA21_Antifouling/17-12_BONUS_CHANGE_Recommendations.pdf

Watermann B, Wohler B, Daehne B, Daehne D, Thomsen A, Janson P, Fürle C (2016): Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten in Modellregionen: Unterweser, Dümmer, Ratzeburger See, Zeuthener See. Abschlussbericht DBU-Projekt AZ 32413/01. <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32413.pdf>

Sind kupferhaltige Antifouling-Anstriche ein Problem für unsere Gewässer?

Ausgangssituation

Vor jeder neuen Sportbootsaison stehen Wartungsarbeiten am Boot im Winterlager an. Im regelmäßigen Turnus werden dabei auch die Beschichtungen am Unterwasserschiff erneuert. Kriterien für die Produktauswahl sind u. a. Bootsmaterial und Bootstyp sowie das Nutzungsverhalten des Bootseigners. Nicht zuletzt ist der im Sportbootrevier anzutreffende Aufwuchs (Fouling) zu berücksichtigen: Tritt Hartbewuchs z. B. durch Seepocken oder Zebra­muscheln auf oder dominieren eher Algen als Weichbewuchs?

Da viele der Hartfouling-Organismen nur im marinen Bereich leben, sind diese besonders an der deutschen Nordseeküste präsent. Aber auch im Brackwasser der Ostsee, an den angrenzenden Förden und Bodden bis ins Stettiner Haff können z. B. Seepocken vorkommen. Im Süßwasser ist allgemein der Hartfouling-Druck deutlich geringer. Jedoch treten dort an einigen Standorten auch Muscheln¹ und Kalkkrusten bildende Algen auf. Bei so vielen Faktoren stellen sich viele die Frage: Welches Antifouling-System ist im Sportbootrevier sinnvoll einsetzbar, schützt vor Aufwuchs und hat möglichst wenig negative Auswirkungen auf die Umwelt?

¹ Zebra­muschel, auch Dreikant- oder Wandermuschel genannt, sowie auch Quagga-Muscheln

Was ist Fouling?

Fouling, auch Biofouling genannt, besteht aus auf-sitzenden Lebensgemeinschaften, die feste Oberflächen aller Art im Wasser besiedeln. Wird ein neuer Bootsrumpf zu Wasser gelassen, reichern sich zunächst gelöste organische Verbindungen aus dem Wasser an der Rumpfoberfläche an. Ohne Antifouling-System siedeln sich in dieser dünnen Schicht rasch Bakterien, Mikroalgen und tierische Einzeller an (Biofilm), die ihrerseits durch weitere Schleimausscheidungen und Stoffablagerungen den Untergrund verändern und dadurch eine Besiedlung durch größere Organismen ermöglichen. Dies führt längerfristig zu artenreichen Gemeinschaften. Faktoren, die die Artenzusammensetzung und Biomasse begrenzen, sind u. a. das Nahrungsangebot (Plankton, Licht, Nährstoffe) und die Wasserströmung, die in geringem bis mäßigem Umfang für filtrierende Organismen günstig ist. Bei größerer Geschwindigkeit siedeln sich Artengemeinschaften an, die stromlinienförmig oder abgeflacht sind.

Je nach Art dieser Folgebesiedelung wird zwischen Weich- und Hartfouling unterschieden:

Zum Weichfouling (Soft-Fouling) gehören im Süßwasser Fadenalgen (z. B. Grünalgen) und im Meerwasser größere teils Seetang-ähnliche Algen (Grün-, Braun- und Rotalgen), Weichkorallen und Seescheiden.

Beim Hartfouling (Hard-Fouling) treten kalkabscheidende Organismen auf wie z. B. die Dreikantmuschel im Süßwasser oder im Salzwasser festsitzende Krebse sowie Seepocken oder Entenmuscheln, röhrenbildende Ringelwürmer und Muscheln. Diese scheiden Kalk auf dem Bootsrumpf ab oder kleben durch widerstandsfähige Fäden (Byssus-Fäden bei Miesmuscheln) fest am Untergrund. Dieser Hartaufwuchs lässt sich daher nur mit großem Aufwand von Oberflächen entfernen.



Antifouling-Systeme

Die breite Palette von Antifouling-Systemen lässt sich in Biozid-haltige und Biozid-freie Beschichtungen sowie weitere Biozid-freie Systeme unterscheiden (weitere Information s.u.). Biozid-haltige Produkte sind Beschichtungen mit Wirkstoffen, die giftig für Aufwuchsorganismen sind. Sie wirken über eine kontinuierliche Abgabe² der Biozide in das Wasser. Bei sogenannten Hartantifoulings bleibt die Matrix bzw. das Bindemittel bestehen, bei erodierenden oder selbstpolierenden Beschichtungen werden Biozid und Bindemittel gemeinsam ins Wasser freigesetzt.

Biozid-freie Produkte basieren auf sehr unterschiedlichen Wirkmechanismen: Einige Beschichtungen sind Aufwuchs-abweisend, d. h. der Aufwuchs kann sich auf ihnen kaum ansiedeln. Dies können z. B. weich-gallertige oder Hartlackbeschichtung

sein. Einige dieser Hartlackbeschichtungen sind so konzipiert, dass sie die Haftung der Bewuchsorganismen deutlich vermindern und sich mechanisch leicht reinigen lassen (Daehne u. a. 2014). Einige Biozid-freie Produkte enthalten Zinkoxid, das toxisch auf Aufwuchsorganismen wirkt (Karlsson & Ek-lund 2004). Wenn es erklärtermaßen aufgrund seiner weiteren Eigenschaften z. B. als Farbpigment oder als Binder dem Produkt beigemischt wird, wird es nicht als Biozid angesehen und muss auch nicht als Biozid-Wirkstoff ausgewiesen werden (CEPE 2011).

Daneben gibt es mechanische Verfahren, u. a. schwimmende Bootsrumfabdeckungen, auf denen z. B. ein Motorboot in seiner Liegeplatzbox auffährt und die durch Reibung beim Auffahren den Aufwuchs abbürsten oder durch engen Kontakt zum Bootsrumf die Aufwuchsentwicklung am Liegeplatz verhindern³.

² Die Freisetzungsgeschwindigkeit pro Fläche und Zeiteinheit wird als Leaching-Rate (μg Biozidwirkstoff/ cm^2/d) angegeben

³ https://www.bonusprojects.org/bonusprojects/news/change_testing_biocide-free_antifouling_techniques_in_collaboration_with_motorboat_club.2063.news

Was sind Biozide?

Biozide sollen Schadorganismen chemisch oder biologisch zerstören, abschrecken, unschädlich machen oder ihre Wirkung verhindern. Durch die Anwendung können sie in größerem Maß in die Umwelt gelangen und dort schädlich für Mensch und Umwelt sein. Die Biozid-Verordnung 528/2012 fasst unter dem Begriff „Biozide“ 22 definierte Produktarten zusammen, die in die Hauptgruppen Desinfektionsmittel, Schutzmittel (zum Beispiel Holzschutzmittel), Schädlingsbekämpfungsmittel (zum Beispiel Rattengifte) und sonstige Biozidprodukte (z. B. Antifoulings in Produktart 21) gegliedert sind.

Wie werden Biozide EU-weit gesetzlich geregelt?

In Deutschland ist die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Zulassungsstelle für Biozide. Das Umweltbundesamt ist als Einvernehmensbehörde für die Bewertung der Umweltrisiken verantwortlich. Die Zulassung der Biozide ist zweistufig gegliedert:

In einem ersten Schritt erfolgt zunächst die Wirkstoffgenehmigung in einem EU-Verfahren. Dazu müssen Biozid-Hersteller Prüfdossiers zu den Wirkstoffwirkungen einreichen, in denen u. a. Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit sowie die Wirksamkeit dargelegt werden. Dieses Dossier wird anschließend durch einen EU-Mitgliedsstaat federführend bewertet, die Entscheidung über eine Genehmigung wird auf EU-Ebene getroffen; sie ist dann für die gesamte EU gültig. Biozid-Wirkstoffe, die bereits vor Mai 2000 in Biozid-Produkten auf dem Markt waren, werden als Alt-Wirkstoffe bezeichnet. Diese werden in dem

EU-Altwirkstoffprogramm durch die zuständigen Behörden der EU-Mitgliedsstaaten bis 2024 systematisch auf Risiken für Mensch und Umwelt geprüft. Alle Wirkstoffe, die vor Mai 2000 noch nicht auf dem Markt waren, werden als Neu-Wirkstoff bezeichnet.

Für beide Wirkstofftypen gelten unterschiedliche Regeln für die Zulassung einzelner Produkte. Darüber wird in einem zweiten, nationalen Schritt des Verfahrens entschieden. Diese Zulassungen können ggf. auch im Rahmen einer gegenseitigen Anerkennung einer Produktzulassung eines anderen Mitgliedstaats erfolgen. Dies bedeutet: Was Staat A zulässt, wird – wenn kein begründeter Einspruch erhoben wird – auch in Staat B zugelassen. Produkte, die einen Alt-Wirkstoff enthalten, bleiben bis zur Entscheidung über deren Genehmigung – ohne Prüfung – auf dem Markt. Im Gegensatz zu den Alt-Wirkstoffen dürfen die Neu-Wirkstoffe erst in Produkten enthalten sein, nachdem sie eine Genehmigung erhalten haben – dies ist in Deutschland noch für kein Antifouling-Produkt der Fall. Es sind also alle derzeit auf dem Markt befindlichen Antifouling-Produkte noch ungeprüft.

Wie ist der aktuelle Stand der Bewertung?

Das Alt-Wirkstoffverfahren der Antifouling-Wirkstoffe ist seit dem Jahr 2017 größtenteils abgeschlossen:

Genehmigt: Zineb, Tolyfluanid, Kupferthiocyanat, Kupfer(I)-oxid, Kupfer, DCOIT und Kupferpyrithion, Dichlofluanid

Nicht genehmigt: Cybutryn (Irgarol)

In der Bewertung: Zinkpyrithion

Zusätzlich befinden sich weitere 4 Neu-Wirkstoffe im Verfahren:

Genehmigt: Tralopyril und Medetomidin

In der Bewertung: Freie Radikale generiert aus Umgebungsluft oder Wasser (2 Verfahren)

Nach der Genehmigung eines Antifouling-Alt-Wirkstoffs muss bis zu einem bestimmten Stichtag ein Antrag auf Zulassung jedes einzelnen Produktes, welches einen dieser Wirkstoffe enthält, in dem jeweiligen EU-Mitgliedstaat gestellt werden, in dem das Produkt vermarktet werden soll. Viele Antifouling-Produkte enthalten einen Kupferwirkstoff. Für die meisten diese Produkte musste bis zum 31.12.17 ein Antrag auf Zulassung gestellt werden. Die Behörden haben nun 2 Jahre Zeit, diese Anträge zu bewerten. Solange bleiben alle diese Produkte noch auf dem Markt.

Wie sieht eine Umwelt-risikobewertung konkret aus?

Vereinfacht dargestellt wird zunächst anhand von Szenarien und Modellen errechnet, welche Wirkstoffkonzentration in der Umwelt bei sachgemäßer Verwendung des Produktes zu erwarten ist. Diese Konzentration wird ins Verhältnis gesetzt zu einem sog. Effektschwellenwert, der besagt, unterhalb welcher Konzentration keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu erwarten sind. Das Verhältnis beider Werte wird als Risikoquotient bezeichnet. Ist der Risikoquotient kleiner 1, d. h. liegt die errechneten Umweltkonzentration unterhalb des Effekt-Schwellenwerts, ist von keinem „unannehmbaren Risiko für die Umwelt“ auszugehen und das Produkt kann zugelassen werden. Dabei werden an mehreren Stellen der Bewertung Vereinfachungen und Verallgemeinerungen angenommen. Trotz dieser Vereinfachungen soll die komplexe Umwelt möglichst realitätsnah abgebildet werden und das Potential für Umweltauswirkungen nicht unterschätzt werden. Deshalb werden bei den Berechnungen immer gewisse „Sicherheitspuffer“ eingebaut. Kern der Bewertung aber ist der o.g. Risikoquotient, da dieser hauptsächlich über die Zulassung eines Produkts entscheidet. Eine direkte Einschränkung der Freisetzungsrates oder der Konzentration für Kupfer oder anderer Wirkstoffe im Produkt ist im Rahmen der Produktzulassung nicht umsetzbar.

Folgende Produkttypen lassen sich für Antifouling-Systeme in etwa unterscheiden:

A. Biozid-haltige Produkte

- a. Hart-Antifoulings, bei denen die Biozide in einer festen Beschichtungsmatrix eingebettet sind
- b. Ablative Antifoulings, bei denen sich ständig Partikel der Beschichtungsmatrix im Wasser auflösen
- c. Selbstpolierende Beschichtungen, die durch die Fahrgeschwindigkeit des Bootes abgerieben werden

B. Biozid-freie Produkte

- a. Erodierende Beschichtungen, bei denen sich ständig die Bestandteile aus der Beschichtungsmatrix lösen
 - i. Zinkoxidhaltige Anstriche (zu bioziden Eigenschaften s. Seite 10)
 - ii. Zinkoxidfreie Anstriche
- b. Hartbeschichtungen, die sehr glatt sind und sich während der Saison relativ leicht mechanisch reinigen lassen
- c. Anti-Haftbeschichtung, die durch sehr unterschiedliche Mechanismen eine Aufwuchsan siedlung verhindern oder stark erschweren

Bei den Hart- und Anti-Haftbeschichtungen wird der Rumpf bei erhöhter Fahrgeschwindigkeit oder durch zusätzliche mechanische Reinigungsmaßnahmen an Land oder am Wasserliegeplatz gesäubert.

Nicht aufgeführt sind weitere spezielle Verfahren, die elektrisch, elektrochemisch oder Ultraschall-basiert sind und bisher wenig Verbreitung fanden. Ebenso nicht aufgeführt sind mechanische Verfahren wie z.B. schwimmende Bootsrumpfabdeckungen oder Bootshebeanlagen. Die Anzahl Nano-Partikel basierter Produkte ist im Vergleich zu 2012 rückläufig.

Produktpalette von Antifouling-Beschichtungen

Das Produktangebot auf dem deutschen Markt zeigt (Tab. 1), dass Antifouling-Beschichtungen mit Bioziden dominieren. Insbesondere ist der Anteil an kupferhaltigen Produkten sehr hoch.

Da bei vielen dieser Produkte Inhaltsstoffe ins Wasser freigesetzt werden (s. o.), stellt sich die Frage, wie hoch die Sportboot-bedingten Einträge von Kupfer, organischen Bioziden sowie von Zinkoxid in deutsche Gewässer sind.

Tab. 1

Anteile Biozid-haltiger und -freier Produkte an der Produktpalette der Jahre 2011–13

(Mittelwerte, N: 93, 96, 98)

Beschichtungs-Typ	Relevante Inhaltsstoffe bzw. Wirkungsprinzipien	Anteil (%) an Produktpalette
Biozid-haltig	Anorg. Kupfer ¹ + weitere Biozide ²	54,6
Biozid-haltig	Anorg. Kupfer ^{1 2}	20,1
Biozid-haltig	Biozide ohne Kupfer	0,7
Biozid-haltig	Zinkoxid + weitere Biozide	2,8
Biozid-frei	Zinkoxid	7,4
Biozid-frei	Nano-Partikel-basiert	8,1
Biozid-frei	Antihaf-basiert	6,3

1 Mögliche Bestandteile: metallisches Kupfer, Kupferoxid, Kupferthiocyanat
 2 inkl. Produkte mit modifizierter Rezeptur für helle Beschichtungen

Datenquelle: Daehne 2011, 2012, LimnoMar 2013

Verbrauchsmengen und Emissionen

Im Gegensatz zu Ländern wie Schweden werden die jährlichen Verkaufsmengen von Bioziden, zu denen auch Kupferverbindungen gehören, in Deutschland nicht registriert. Erstmals ist es nun jedoch gelungen, im Bereich Antifouling-Produkte die Verbrauchsmengen für Deutschland größenordnungsmäßig zu berechnen (Daehne u. a. 2017). Dabei wurde auf Daten zurückgegriffen, die aus einem vom BMU finanzierten und vom Umweltbundesamt initiierten Forschungsprojekt (Umweltbundesamt 2014, Watermann u. a. 2015) stammen. In diesem Projekt wurde 2012 erstmalig der nationale Bestand an Sportbooten erfasst. Außerdem wurden Daten zur Bootsgröße erhoben, mit denen die Fläche des Unterwasserbootsrumpfes berechnet werden konnte. Zusätzlich wurden veröffentlichte Produktlisten der Jahre 2011–13 (Tab. 1) sowie technische und Sicherheitsdatenblätter der Hersteller herangezogen.



Wie viele Sportboote gibt es in Deutschland und wie wurden sie gezählt:

Da Sportboote weder zentral, noch flächen-deckend regional registriert werden und ältere bundesweite Bestandserhebungen auf hochgerechneten Befragungen beruhten (Mell 2008), wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes, das LimnoMar 2011–14 durchführte (UBA 2015), erstmalig bundesweit der Gesamtbestand von Sportbooten mit einer Anti-foulingbeschichtung ermittelt. Von den insgesamt 206.000 Booten liegen rund 71 % im Inland, 26 % in den Brackwasserrevieren der Ostsee und in den Flußästuarien der Nordsee sowie nur 3 % an der Nordseeküste.

Welche methodischen Schwierigkeiten traten dabei auf:

1. Durch den Einsatz von Luftbildern wurden stets nur Wasserliegeplätze gezählt, weil Luftbilder außerhalb der Bootssaison eine reduzierte Bootsbelegung aufweisen. Auch in der Hauptsaison wird die maximale Belegung in der Nacht durch Luftbilder, die bei hohem Sonnenstand aufgenommen werden, nicht erfasst, da dann ein Teil der Boote bereits wieder auf Fahrt ist.
2. Es wurden nur solche Liegeplätze erfasst, die anhand ihrer Größe Sportboote mit Antifouling-Beschichtungen erwarten ließen. D. h. wasserseitige Kleinliegeplätze für Jollen, kleine Ruderboote usw. sowie an Land liegende Boote wurden nicht gezählt. Ferner konnte methodenbedingt nicht zwischen Dauer- und Gastliegeplätzen unterschieden werden. Die Ergebnisse der Luftbildzählungen wurden – wenn verfügbar – anhand von weiteren Quellen (Internetportalen der Betreiber, Hafenhandbücher, usw.) überprüft und bewertet.
3. Da die Anzahl von Sportbooten den Liegeplätzen gleichgesetzt wurde, wird auf lokaler Ebene von vollbelegten Häfen in der Hauptsaison ausgegangen. Bei regionaler oder nationaler Betrachtung sind jedoch 3 Bereiche mit dieser Methode nicht zu erfassen:
 - A. Oftmals werden Kleinsthäfen (< 10 Boote) sowie Einzellieger durch Uferbäume so beschattet, dass sie auf Luftbilder nicht identifizierbar sind.
 - B. Ebenso ist kaum zu beurteilen, ob einzelne kleine Häuschen am Ufer als Bootshaus genutzt werden. Größere Bootshausanlagen, wie sie z. B. im Bereich der Müritz anzutreffen sind, wurden bei der Zählung jedoch erfasst.
 - C. Ferner entziehen sich Trailerboote einer Liegeplatzzählung mittels Luftbildern. Trailerboote lagern in der Saison überwiegend an Land und werden meist nur an Wochenenden oder in den Ferien mittels Bootshänger an verschiedenste Reviere gefahren. Nach Auskunft des Kraftfahrzeugbundesamtes lag der Bestand angemeldeter Bootshänger in den Jahren 2011–13 bundesweit bei etwa 16.500. Es ist anzunehmen, dass der Anteil der Bootshänger im Trailerbetrieb deutlich geringer ist, da eine große Anzahl der Bootshänger in der Saison nur zweimal zum Einsatz kommt.

Insgesamt wird für den Gesamtbestand an Sportbooten ein methodenbedingter Zählerfehler von maximal $\pm 10\%$ erwartet.

Wie wurden Verbrauch und Emissionen von Antifouling-Produkten und ausgewählten Bestandteilen berechnet?

Die Anzahl der Sportboote und ihre Unterwasser-(UW)-Bootsflächen basieren auf den Daten eines vom Umweltbundesamt finanzierten Projektes (UBA 2015, Watermann u. a. 2015). Neben dem Gesamtbestand von Sportbooten mit einer Antifouling-Beschichtung wurden mittels Luftbilddauswertung und Vorort-Vermessung an 50 Marinas zusätzlich über 12.200 Boote im Inland und an der Küste längenmäßig vermessen. Mit Hilfe einfacher Bootslängen-, Breiten- und Flächen-Relationen wurden die mittleren Unterwasserbootsflächen getrennt für Motor- und Segelboote sowie für die Bereiche Inland (ca. 20 m²) und Küste (ca. 34 m²) berechnet. An Hand der technischen Datenblätter der Hersteller wurde ein mittlerer Flächen-spezifischer Farbverbrauch von 0,1 L/m², ein mittleres spezifisches Gewicht von 1,6 kg/L sowie 2 Farbanstriche für eine zweijährige Gebrauchszeit der Berechnung zugrunde gelegt. Der Gesamt-Farbverbrauch der äußeren Deckschicht (Topcoat) wurde aus der Gesamt-UW-Bootsfläche, gewichtet für Inland und Küste, dem Flächen-spezifischen Farbverbrauch, dem spezifischen Gewicht und der Anzahl der Farbanstriche auf Jahresbasis berechnet. Sonderanstriche wie für Schiffsschrauben wurden nicht berücksichtigt.

Da Deutschland im Gegensatz zu Schweden kein Produktregister führt, aus denen sich ein anwendungsspezifischer Jahresverbrauch einzelner Biozide ableiten ließe, wurde als Ersatz auf Produktpaletten zurückgegriffen, die für Antifouling-Anstriche im Sportbootbereich jährlich veröffentlicht werden (Daehne u. a. 2011, 2012, LimnoMar 2013). Der prozentuale Anteil einzelner Komponenten wurde als Dreijahresmittel berechnet.

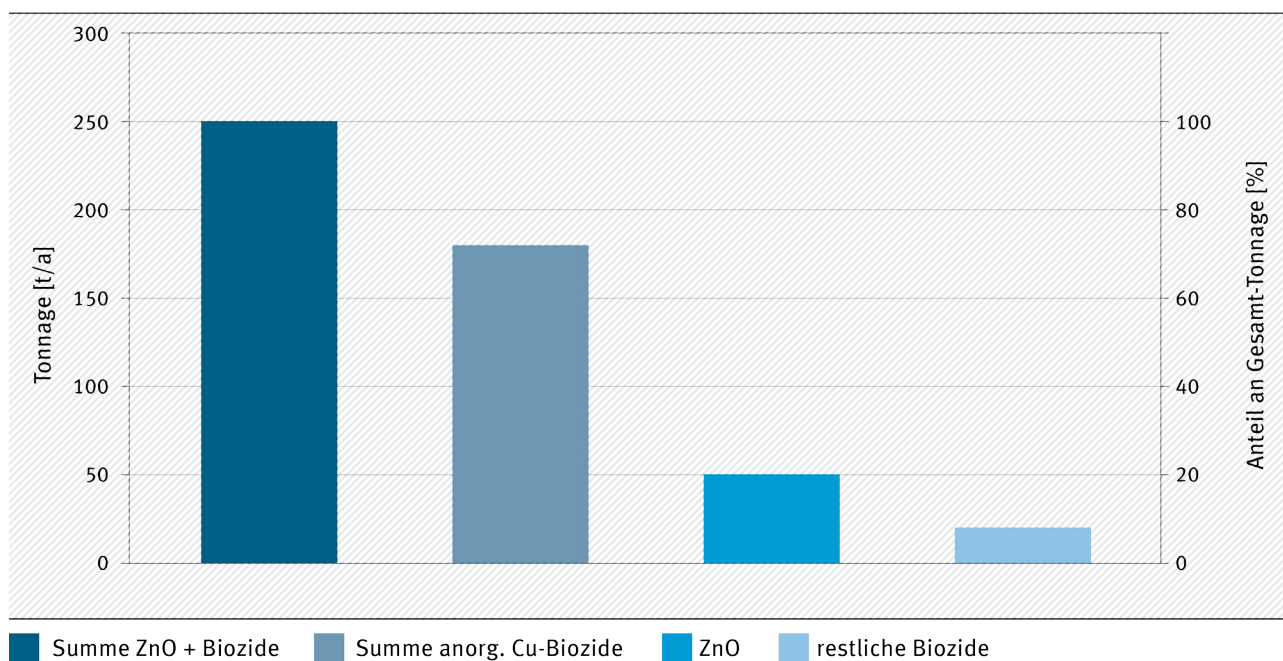
Der relative Anteil von Nano-basierten und Antihaftbeschichtungsprodukten am Gesamt-farbverbrauch wurde auf insgesamt 10 % gesetzt, da die Verkaufsmengen in diesem Zeitraum nach Expertenansicht in Summe deutlich unter 14 % lagen (Tab. 1).

Aus dem restlichen 90 %-igen Verkaufsanteil von Biozid- und zinkoxidhaltigen Produkten von etwa 720t, dem relativen Anteil einzelner Komponenten in der Produktpalette (Tab. 1) und ihrem mittleren Gewichtsanteil in den Produkten (aus Sicherheitsdatenblättern sowie nach Expertenbefragung ermittelt) wurden die Verbrauchsmengen einzelner Komponenten berechnet. Um Fehler bei diesem robusten Ansatz zu reduzieren, die sich bei der Berechnung von Einzelstoffen ergeben können, wurden die Stoffkomponenten drei Gruppen zugeordnet (Abb. 1):

1. Anorganische Kupferverbindungen (metallisches Kupfer, Kupferoxid und Kupferthiocyanat),
2. alle übrigen organischen Biozide sowie
3. Zinkoxid.

Weitere methodische Details finden sich bei Daehne u. a. (2017).

Abbildung 1

Jährlicher Verbrauch an Biozidwirkstoffen und Zinkoxid auf der Datenbasis für 2012:

Quelle: Daehne u. a. 2017

Für etwa 206.000 Sportboote mit einer Gesamt-UW-Rumpffläche von insgesamt knapp 5 Mio. m² errechnet sich für 2012 ein jährlicher Verbrauch für die äußere Farbdeckschicht von 794 t. Davon entfallen jährlich etwa 198 t auf Biozidwirkstoffe und knapp 50 t auf Zinkoxid (entspricht ca. 40 t Zinkmetall) (Abb. 1). Die Biozidwirkstoffe teilen sich in etwa 19 t organische Biozide⁴ und in 179 t anorganische Kupferkomponenten (entspricht etwa 141 t Kupfermetall) auf. Der hohe Kupferanteil ist auf die Marktdominanz und die hohen Gewichtsanteile in den Biozid-haltigen Produkten zurückzuführen.

Wie können Biozide und Zinkoxid aus Antifouling-Beschichtungen in die Gewässer gelangen?

Mögliche Eintragspfade sind:

1. Bestimmungsgemäße Freisetzung aus der Beschichtung ins Wasser während der Liege- und Betriebszeiten
2. Unzulässige Freisetzung aus Farbpartikeln, die durch Reinigungsarbeiten in Gewässernähe entstehen
3. Freisetzung aus Farbpartikeln durch Schleifarbeiten an Land, die ohne Rückhaltemaßnahmen durch Wind oder Regen in das Gewässer eingespült werden

Reinigungsarbeiten von Biozid-haltigen Beschichtungen z. B. durch Hochdruckreinigung auf der Slip sind in Deutschland verboten (Fall 2). Freigesetzte Farbpartikel z. B. als Schleifstaub durch landseitige Wartungs- und Reparaturarbeiten dürfen ebenfalls nicht in Böden oder Gewässer eingetragen werden (Fall 3). Da diese Fälle z.Z. nicht quantifizierbar sind, wird hier nur die bestimmungsgemäße Freisetzung aus der Beschichtung während der Sportbootsaison im Wasser betrachtet (Fall 1).

⁴ Tolyfluanid, Dichlofluanid, Cybutryn = Irgarol, Terbutryn, DCOIT = SeaNine 211, Kupfer-Pyrithion, Zink-Pyrithion und Zineb

Wie viel von diesen Verbrauchsmengen werden in unsere Gewässer eingetragen?

Die Freisetzung von Bioziden und anderen Stoffkomponenten aus Antifouling-Beschichtungen ins Gewässer ist von vielen Faktoren abhängig:

1. Beschichtungstyp und Konzentration der jeweiligen Stoffkomponenten (Kupfer, Zinkoxid, organische Biozide)
2. Temperatur und Salzgehalt des Gewässers (Meer-, Brack- oder Süßwasser)
3. Bootstyp und Fahrgeschwindigkeit (Segel- oder Motorboot, Verdränger oder Gleiter)
4. Fahrverhalten des Bootseigners (Nutzungshäufigkeit in der Saison, Fahrstrecken, Geschwindigkeiten, usw.)
5. Länge der Liegezeit im Wasser (höchste Freisetzungsraten zu Beginn, Rückgang im Laufe der Saison)

Daten aus standardisierten Laborstudien liegen zahlreich vor, aber diese lassen sich kaum auf das Freisetzungverhalten im Gewässer übertragen. Aufwendige Freilandstudien wurden hierzu fast überwiegend im Meeresbereich und nur für wenige Wirkstoffe durchgeführt, so dass verlässliche Modelle zur Berechnung der Gesamtfreisetzung aus einer großen und heterogenen Bootsflotte derzeit nicht verfügbar sind. In jüngster Zeit können Metalle direkt auf dem Schiffsrumpf quantitativ gemessen werden (Ytreberg u. a. 2016, Lagerström u. a. 2018), so dass erste in-situ-Freisetzungsraten für einige kupferhaltige Produkte im Salzwasser vorliegen.

Wegen dieser Ausgangssituation wird hier ein vereinfachter Ansatz verfolgt, der eine Freisetzung von 50 % zugrunde legt, wie sie auch für die Niederlande angesetzt wurde (Rijkswaterstaat-WVL 2015). Vereinfacht heißt dies, dass bis Ende der Saison 50 % der Biozide einer Beschichtung ins Oberflächengewässer freigesetzt werden und 50 % am Unterwasserschiff verbleiben⁵. Wird diesem Ansatz gefolgt, ergeben sich für 2012 Stoffemissionen in einer Gesamthöhe von 100 t, die sich auf etwa 9,5 t organische Biozide, ca. 20 t Zink (Anteil am Zinkoxid) und 70,5 t Kupfer (als Metall und Metallanteil in anorganischen Verbindungen) aufteilen.

Wie ist dieser Eintrag durch Sportboote in unsere Gewässer zu bewerten?

Metalle wie Kupfer und Zink sind prinzipiell in der Umwelt nicht abbaubar. Ein Teil dieser Metalle wird in den Sedimenten der Binnengewässer oder im Meer deponiert und kann dort lebende Sedimentorganismen schädigen. Durch verschiedene Prozesse treten jedoch immer wieder auch Freisetzungen aus den Ablagerungen auf, so dass Metalle remobilisiert werden und wieder in den überstehenden Wasserkörper gelangen.

Aus der bundesweiten Gewässerüberwachung liegen u. a. Daten zu Kupfer und Zink vor, aus denen mit Hilfe von Modellen und Abflussdaten die jährlichen Frachten berechnet wurden (Umweltbundesamt 2017). Danach wurden für Kupfer für den Zeitraum 2012–14 jährliche Gesamteinträge von 370 t und für Zink von 2.540 t aus Punktquellen und diffusen Quellen errechnet.

Stellt man die Freisetzungen aus Antifouling-Beschichtungen der Sportboote hierzu in Relation, so liegen die Anteile für Zink bei 0,8 % und für Kupfer bei 19 % an den jeweiligen Gesamt-Jahresfrachten für diesen Zeitraum!

Der geringe Anteil des Sportbootbetriebes an den Zink-Frachten ist nicht überraschend, da es eine große Vielzahl an Anwendungen für dieses Metall gibt, die zu hohen jährlichen Emissionen beitragen. Für Kupfer ist der Anteil durch Sportboote allerdings sehr hoch. Angesichts möglicher Unsicherheiten und Fehlerquellen, die in beiden Modellen vorliegen, bliebe selbst nach Halbierung des Anteils der Beitrag durch Sportboote noch immer relevant.

⁵ Die Summe von 100 % entspricht der auf Jahresbasis kalkulierten Menge von aufgetragenen Bioziden bzw. Zinkoxid

Zeigen sich bereits jetzt negative Effekte auf die aquatische Umwelt?

Auf nationaler Ebene werden regelmäßig Schwebstoffproben aus Messstellen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) auf Metallgehalte untersucht. Im Zeitraum 2013–2015 wurden bei einem Zehntel dieser Messstellen Überschreitungen des Grenzwertes⁶ von 160 mg Cu/kg im Jahresmittel ermittelt (Umweltbundesamt 2017). Diese Messstellen liegen i. d. R. an Gewässerabschnitten höherer Ordnung, die Mittel- und Unterläufe der Flusseinzugsgebiete repräsentieren und keinen direkten räumlichen Bezug zu Sportboothäfen haben.

Auf lokaler Ebene wurden 2013 bundesweit in 50 Sportboothäfen einmalig Wasserproben auf Antifouling-Biozide analytisch untersucht (Watermann u. a. 2015). International werden für die Risikobewertung von Metallen filtrierte Wasserproben verwendet. Aus den daraus analytisch ermittelten Metallgehalten sowie weiteren Wasserqualitätsparametern werden mit einem speziellen Modell⁷ lokal angepasste Umweltqualitätsstandards (EQS⁸) berechnet. Dies ist notwendig, da die örtliche Wasserzusammensetzung (Kalzium, DOC⁹ und pH-Wert) Einfluss auf die Toxizität der Metalle hat. Danach wurden bei 20 % der Marinas Überschreitungen der lokal-berechneten EQS ermittelt.

Wie sieht aktuell der Markt für Beschichtungen im Sportbootbereich aus?

Auf der Basis der Produktliste¹⁰ von 2017 (LimnoMar 2017) lässt sich feststellen, dass der Anteil kupferhaltiger Antifouling-Produkte bei Sportbooten weiter auf dem Vormarsch ist und jetzt etwa 83 % der gelisteten Produkte erreicht (Abb. 2). Dies lässt erwarten, dass die Belastungen durch Kupfer eher noch ansteigen.

Liegt umweltpolitischer Handlungsbedarf vor?

Man kommt nicht umhin, das mit einem klaren Ja zu beantworten.

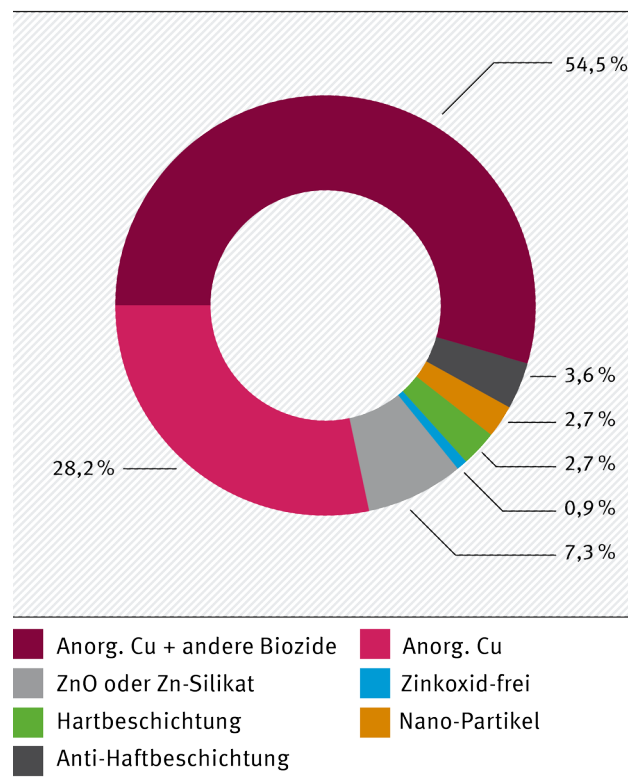
Sind aktuell Biozid-freie Produkte als praktikable Alternativen verfügbar?

Biozid-freie Antifouling-Systeme mit verschiedensten Wirkmechanismen sind bereits seit einiger Zeit am Markt und erreichen aktuell in der Summe etwa 17 %

Abbildung 2

Palette Biozid-haltiger und -freier Produkte im Jahr 2017

Beschichtungstypen



Datenquelle: LimnoMar 2017, N= 110 Produkte, ohne Cybutryn-haltige Produkte

an der Produktpalette (inklusive der zinkhaltigen Produkte). Jedoch lässt sich aus der Zahl der Produkte nicht direkt auf ihren Marktanteil schließen. Entscheidend für die Akzeptanz durch die Bootseigner ist u. a. ihre Praxistauglichkeit.

Nationale und internationale Studien (Watermann u. a. 2016, Change-Projekt¹¹) zeigen, dass Biozid-freie Antifouling-Systeme bei bestimmten Randbedingungen erfolgreich einsetzbar sind (MU Niedersachsen 2017). Am ehesten eignen sich Bootsreviere mit geringem Bewuchsdruck im Süßwasser. Einige dieser Systeme sind auch für Brackgewässer wie die Ostsee geeignet. Die Systemauswahl muss außerdem auf Bootstyp und -material sowie das eigene Fahr- und Nutzungsverhalten abgestimmt werden.

⁶ Der Schwebstoffgrenzwert basiert auf einer nationalen Umweltqualitätsnorm (UQN)

⁷ BLM: Biotic Ligand Model (Di Toro u. a. 2001)

⁸ EQS: Environmental Quality Standard

⁹ DOC: Dissolved Organic Carbon, gelöster organischer Kohlenstoff

¹⁰ Produkte mit Wirkstoff Cybutryn (Irgarol), die EU-weit seit Januar 2017 nicht mehr verkauft werden dürfen, wurden ausgeschlossen

¹¹ https://www.biozid.info/fileadmin/Assets/Produktarten/PA21_Antifouling/17-12_BONUS_CHANGE_Recommendations.pdf

Einige Beispiele von Biozid-freien Produkten

Bei den erodierenden Biozid-freien Beschichtungen gab es 2017 nur ein Produkt am deutschen Markt, das Zinkoxid-frei war (LimnoMar 2017). Die restlichen Biozid-freien Produkte enthielten Zinkoxid, das aufgrund seiner Deklaration nicht als Biozidwirkstoff unter die EU-Verordnung fällt (s. Seite 10). Ein steigender Einsatz zinkoxidhaltiger Produkte würde letztlich auch zu steigenden Zink-Belastungen der Gewässer führen.

Produkte, die durch fettige oder gelartige Oberflächen den Bewuchs abweisen, sind i. d. R. empfindlich gegen Kontakt mit Kaimauern, Dalben oder ähnlichem, zeigen aber z. B. auch im Brackwasser durchaus gute Resultate. Dabei kommen u. a. seewasserfeste Fette wie Lanolin zum Einsatz. Darüber hinaus wurde ein Produkt der Silikon-Hydrogel basierten Systeme (Silicon Fouling Release Coating) erfolgreich an der Ostsee praxisnah getestet. Nach einem kompletten Farbneuaufbau des Bootsrumpfes kann der Aufwuchs diese Unterwasserflächen durch die Hydrogele kaum besiedeln. Insbesondere eignen sich hier Motorboote mit größerer Nutzungshäufigkeit und Fahrgeschwindigkeit. Bei Segelbooten kann auch eine Reinigung an Land z. B. mit Lappen oder Bürste erfolgen.

Für den Süßwasserbereich bei geringem Bewuchsdruck empfehlen sich Biozid-freie Hartbeschichtungen, die während der Saison mehrfach mechanisch zu reinigen sind. An Land setzt dies eine entsprechende Infrastruktur mit Slipanlage oder Kran an der Marina voraus. Mit speziellen Bürstensystemen (Langstiel-basiert oder „Massagegurt“-ähnlich) lassen sich die Rümpfe von kleineren Booten (ohne Langkiel, aufholbares Schwert) auch im Wasser am Liegeplatz reinigen, wobei die Reinigungseffektivität abhängig von der Rumpfform (Rund- oder Knickspanter) und dem einge-

setzten Bürstentyp ist (Watermann u. a. 2016). Zur rechtlichen Situation der Entfernung von Weichfouling von Biozid-freien Bootsrümpfen im Gewässer (z. B. am Liegeplatz) sind die jeweiligen Landesämter zu befragen, die ihre Unteren Wasserbehörden in dieser Frage beratend unterstützen.

In Skandinavien wurden für kleinere Motorboote aufschwimmende Kunststoffdecken im Brackwasser erprobt, die in den Liegeplatzboxen aufgespannt werden und auf denen die Boote aufrutschen. Bei einem Typ wird bei gutem Kontakt zwischen Folie und Bootsrumpf die Aufwuchsbildung mangels Sauerstoff und Wasseraustausch verhindert. Der andere Folientyp weist eine raue Oberfläche auf, die beim Aufrutschen den vorhandenen Bootsbewuchs abschrubbt und bis zu einer Cruisedauer von 14 Tagen eingesetzt werden kann (Watermann & Dahlström 2017). Bei beiden Systemen ist das ungeschützte Bootsheck ggf. separat zu reinigen. Darüber hinaus gibt es an der schwedischen Ostseeküste spezielle Bürsten-basierte Waschanlagen für Sportboote.

Gibt es (regionale) Vorschriften, die die Kupfereinträge reduzieren?

In Ländern wie z. B. Schweden, Finnland und Dänemark wurden bereits regionale Anwendungsverbote bzw. Beschränkungen von kupferhaltigen Antifouling-Beschichtungen in Abhängigkeit vom Bewuchsdruck und Schutzgrad der Gewässer wirksam. Darüber hinaus ist dort die Anwendung von jeglichen Biozid-basierten Antifouling-Produkten in Binnengewässern verboten (Nilsson & Gipperth 2015, Baaner & Anker 2015, Pasanen 2014, TUKES 2018).

So dürfen in Schweden kupferhaltige Antifouling-Produkte mit hoher Freisetzungsrate nur in Gebieten mit hohem Salzgehalt an der Westküste eingesetzt werden, in denen der Bewuchsdruck hoch ist. In den Brackwasserregionen der Ostküste Schwedens sind wegen des geringeren Bewuchsdrucks nur Produkte mit reduziertem Kupfer-Gehalt zulässig. So liegt der Kupfer(I)-Oxid-Gehalt nur noch zwischen 6,9–8,5 % Gewichtsanteilen, während die Produkte an der schwedischen Westküste bis zu 40 % Kupfer(I)-Oxid enthalten dürfen (Nilsson & Gipperth 2015). Diese Kupferreduktion in den Produkten führt auch zu deutlich gesenkten Freisetzungen ins Wasser, ohne die Antifouling-Wirkung zu mindern (Ytreberg u. a. 2017). Im nördlichen, nahezu ausgesüßten Ostseeabschnitt Schwedens sowie im Binnenland sind Biozid-haltige Produkte generell verboten.

In Schweden sind 2012 bei einem Bestand von etwa 669.000 Sportboote ca. 148 t Biozide für Antifouling verbraucht worden (Daehne u. a. 2017). Der Marktanteil an kupferhaltigen Antifouling-Produkten ist mit 93 % vergleichbar hoch wie in Deutschland. Wird der theoretische Kupferverbrauch pro Boot berechnet, so beträgt dieser in Schweden nur rund 220 g, während in Deutschland mit etwa 960 g das 4,4-fache erreicht wird. Dies unterstreicht das Potenzial von Maßnahmen, die den Kupferverbrauch von Sportbooten in Deutschland reduzieren würden.

Bisher gibt es Deutschland-weit nur eine einzige Landesverordnung für eine sehr kleine Region in Schleswig-Holstein, bei dem die Anwendung von toxisch wirkenden Unterwasseranstrichen bei Wasserfahrzeugen verboten ist (LVO Wakenitz und Ratzeburger Seen 2000: § 6). Größere Klagen aufgrund des Verbotes durch die dort ansässigen Wassersportler blieben bisher aus. Vergleichende Wasseranalysen von Antifouling-Wirkstoffen, die 2013 stichprobenartig in 50 Sportboothäfen durchgeführt wurden, bestätigten die Einhaltung des lokalen Verbots (Watermann u. a. 2015).

Warum besteht Handlungsbedarf, wenn Antifouling-Produkte doch EU-weit geregelt werden?

Die Umweltbedingungen in Oberflächengewässern sind nicht überall gleich. Um diesem Umstand in der Zulassung von Antifouling-Produkten unter der EU-Biozid-Verordnung gerecht zu werden, wurde das Bewertungskonzept für Antifouling-Produkte angepasst. Die EU wird in verschiedene Gewässerregionen untergliedert: in den Mittelmeerraum, den Atlantikbereich (inkl. der Nordsee), den Ostseebereich und die (EU-)Binnengewässer. Als Konsequenz aus diesem Bewertungskonzept kann die Zulassung einzelner Produkte – entsprechend des Bewertungsergebnisses in der einzelnen Region – untergliedert werden. Für eine uneingeschränkte Zulassung müsste die Bewertung für alle Regionen bestanden werden. Ob das neue Konzept in der anstehenden Produktzulassung angewendet wird, ist allerdings noch nicht endgültig geklärt. Dies wird zurzeit in den entsprechenden Gremien diskutiert. Grundsätzlich ist es aus Sicht des Umweltbundesamtes aber ein Schritt in die richtige Richtung.

Durch die unterschiedliche Bewertung in den Regionen ist allerdings nicht sichergestellt, dass sich die zugelassenen Produkte hinsichtlich ihrer Wirksamkeit an den dortigen Anforderungen an den Bewuchsschutz ausrichten. Grundlage für eine Zulassung ist ausschließlich die Frage, ob von einem Produkt unannehmbare Risiken für die Umwelt ausgehen (siehe Info-Box Seite 11). Ist das nicht der Fall, besteht keine Grundlage für weitere Einschränkungen – d. h. Produkte, die z. B. für Binnengewässer theoretisch übermäßig wirksam sind, können im Rahmen der Zulassung nicht weiter reguliert werden, solange die Risikobewertung bestanden wird. Eine direkte Regulierung der Wirkstoffkonzentrationen oder -freisetzung für bestimmte Gebiete, wie es etwa in Schweden praktiziert wird, ist unter der EU-Biozidverordnung nicht vorgesehen.

Auch das Einbeziehen einer besonderen Schutzwürdigkeit einzelner Gewässer – z. B. aus Naturschutzgründen – ist unter der EU-Biozidverordnung nicht möglich.

Für die meisten Antifouling-Produkte wurden Ende 2017 Zulassungsanträge eingereicht. Die Behörden haben nun etwa 2 Jahre Zeit, diese zu bewerten. Je nachdem wie sich der Antifouling-Markt nach der ersten Zulassungsrunde entwickelt, könnten zusätzlich zur Produktzulassung weitere Maßnahmen

notwendig sein, um die Verwendung von Antifouling-Produkten möglichst umweltverträglich zu gestalten.

Wie könnte ein Konzept für Deutschland aussehen?

Unabhängig von der Zulassung Biozid-haltiger Antifouling-Produkte, also auch kupferhaltiger Produkte, ist aus Umweltsicht langfristig der Einsatz effektiver und praxistauglicher Biozid-freier Alternativen anzustreben. Diese sind im Binnenbereich wegen des geringen Foulingdrucks auch vielerorts ausreichend wirksam. Dabei ist darauf zu achten, dass auch solche Systeme keine persistenten oder toxischen Stoffe in die Umwelt freisetzen.

Die hohen Verbrauchsmengen an Kupfer und der hohe zweistellige Anteil an den bundesweiten Kupferfrachten zusammen mit den Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen zeigen aber bereits jetzt Handlungsbedarf an. Der Produktmarkt sollte sich am regionalen und lokalen Bewuchsschutzbedarf orientieren. Da sich dies vermutlich nicht ausschließlich über die EU-Biozid-Verordnung etablieren lässt, wären sowohl die Bootseigner aufgefordert, dies bei ihrer Produktwahl zu berücksichtigen, als auch die Farbenhersteller gefragt, mit entsprechender Produktentwicklung, Beratung und Information zu unterstützen. Auch sind regionale Beschränkungen und Verbote von Kupfer- und/oder Biozid-haltigen Antifoulingprodukten, die sich wie in Schweden am unterschiedlichen Bewuchsdruck der Gewässer orientieren, ein möglicher Weg. Beispielsweise könnten die Bundesländer in den Verordnungen für die Einrichtung von Schutzgebieten ein Verbot Biozid-haltiger Antifouling-Produkte erlassen. Bei regionalen Regelungen zum Einsatz von Antifouling-Produkten stellen sich auch aus der Sicht der Bootseigner und Verbände weitere Fragen: Wie soll z. B. mit sog. Fahrtenbooten umgegangen werden, die sich während der Saison in Großrevieren mit unterschiedlichem Foulingdruck aufhalten? Was tun in einzelnen Süßwasserrevieren, die zeitweise einen erheblich höheren Bewuchsdruck z. B. durch invasive Muscheln aufweisen? Für die Umsetzung solcher Maßnahmen sind daher eine Reihe weiterer Adressaten auf Bundes- wie auch Länderebene einzubinden und sie sollten im Dialog mit den Herstellern von Antifouling-Systemen, den Sportbootverbänden, den Hafenbetreibern und den Bootseignern umgesetzt werden.

Ein Vorschlag für eine bundesweite Vorgehensweise bei der Verwendung von Antifouling-Produkten könnte wie folgt aussehen.

Binnen: In Binnengewässern sollten mittelfristig keine Biozid-haltigen Antifouling-Produkte verwendet werden. Der Bewuchsdruck ist hier meist gering, sodass ein Ausweichen auf Biozid-freie Bewuchsschutzsysteme auch heute schon möglich ist. Da 71 % der insgesamt rund 206.000 Sportboote in Deutschland hauptsächlich in Binnengewässern verkehren, würde diese Maßnahme die Biozideinträge in deutsche Oberflächengewässer bereits deutlich reduzieren.

In einem weiterführenden Schritt könnten zusätzlich folgende Grundsätze gelten:

Ostsee: Der Einsatz Biozid-haltiger Produkte in der Deutschen Ostsee mit ihren Förden und Bodden sollte grundsätzlich vermieden werden. Wenn, dann sollten Produkte mit reduzierten Kupfer-Gehalten und reduzierter Kupfer-Freisetzung eingesetzt werden. Die Wirkstoffkonzentrationen dieser Produkte sollten den mittelstarken Bewuchsschutzanforderungen der Ostsee entsprechen und könnten sich an den schwedischen Vorgaben orientieren. Die Reduktion der Kupfergehalte sollte dabei nicht durch organische Biozide kompensiert werden.

Nordsee: Aufgrund der Bewuchsverhältnisse bleibt in der Deutschen Nordsee mit den angrenzenden Flußästuaren der Einsatz von Antifouling-Produkten, die gemäß Biozid-Verordnung zugelassen sind, uneingeschränkt möglich.

Um dieses Vorgehen zu begleiten, könnten u. a. folgende Maßnahmen ergriffen werden:

Information:

Wenn man gebietsspezifische Regelungen zum Einsatz von Biozid-haltigen Antifouling-Systemen einführen will, dann sind den Bootseignern Hilfen an die Hand zu geben, die sie dabei unterstützen. Um die richtige Produktauswahl für den Bootseigner zu vereinfachen, könnte ein Hersteller-übergreifendes Kennzeichnungssystem der Farbdosen in Form eines 3-stufigen Ampelsystems eingeführt werden, das den Einsatz der Produkte für die Regionen (Nordsee, Ostsee, Binnen) ausweist und dem Bootseigner eine einfache und schnelle Orientierung bietet.

Dokumentation:

Antifouling-Hersteller sollten Schlüsselinformationen (z. B. Produktname, Hersteller, Wirkstoffe) und das Ampelsystem zur einfachen Dokumentation auf einem abziehbaren Klebeetikett auf den Farbdosen anbringen. Unter dem Aufkleber sollte sich eine Kopie des Inhalts befinden, so dass kein zusätzlicher Platzbedarf zur Kennzeichnung auf den Dosen entsteht.

Die Bootseigner hätten so die Möglichkeit, die Erneuerung der Antifouling-Beschichtung zu dokumentieren und das Etikett in ihre Fahrten- oder Logbücher einzukleben. Weitere Informationen wie Umfang der behandelten Fläche, Untergrundbehandlung (z. B. Total- oder Teilerneuerung) sowie Anzahl der Anstriche sollten dort ergänzt werden.

Kontrolle:

Eine unabhängige Überprüfung der Kupfergehalte lässt sich seit neuestem zerstörungsfrei und direkt am Bootsrumppf durch Einsatz einer Scannertechnik durchführen. Dabei kommen transportable Handgeräte unter Einsatz eines speziellen Messverfahrens¹² zum Einsatz, die sich auch für amtliche Kontrollzwecke eignen würden. Somit stünde mittelfristig auch ein geeignetes Kontrollsystem für die lokalen Behörden im Falle lokaler Regulierungen zur Verfügung.

¹² Röntgenfluoreszenz, siehe Ytreberg u. a. 2016



Was kann jetzt schon getan werden?

Um die Umweltbelastung durch Antifouling-Wirkstoffe erfolgreich zu minimieren, ist eine breite Akzeptanz der Maßnahmen bei der Bootseignerschaft entscheidend. Die Erfahrungen zeigen, dass sehr häufig weder das verwendete Produkt noch dessen Wirkstoffinhalt bekannt ist. Die Auswahl eines passenden Antifouling-Systems, angepasst an Boot, Revier, Aktivitätsgrad und Umweltschutz sowie der sichere Umgang sind anspruchsvoll. Das Umweltbundesamt möchte hier einen Teil beitragen und erarbeitet gerade einen Leitfaden zur umweltgerechten Verwendung von Antifouling-Produkten, in dem über die Thematik Antifouling informiert und Möglichkeiten für einen umweltverträglichen Umgang mit Bewuchsschutz vorgestellt werden.

Jeder Bootsbesitzer sollte sich nach Möglichkeit jetzt schon informieren, welches Antifouling-Produkt auf seinem Boot aufgetragen ist und welche Inhaltsstoffe es enthält. Sind Metalle wie Kupfer oder ihre Oxide in hohen Anteilen enthalten und liegt das Boot nicht an der Nordseeküste, so sollte ein Produktwechsel geprüft werden. Insbesondere, wenn ein Komplettneuaufbau der Rumpfbeschichtung ansteht, sollten Biozid-freie Alternativen in Betracht gezogen werden.

Wer an konventionellen Biozid-haltigen Antifouling-Produkten festhalten will oder muss, kann auch jetzt schon ihren Verbrauch verringern: Einige experimentierfreudige Wassersportler tragen unterschiedliche Farben desselben Produktes¹³ als Unterwasser-Rumpfanstrich nacheinander auf und folgen damit der Berufsschiffahrt: Nach der Saison wird sichtbar, wo die Verluste der obersten Deckschicht so groß sind, dass bereits der andersfarbige Erstanstrich durchscheint und lokal begrenzten Erneuerungsbedarf anzeigt. Im besten Fall kann eine Antifouling-Erneuerung auch auf das nächste Jahr verschoben werden, was Arbeit sowie Geld spart und die Umwelt weniger belastet.

Zwar sieht jeder Wassersportler spätestens am Ende der Saison seinen „Aufwuchs“. Doch dieser fällt im selben Revier sowie von Saison zu Saison sehr unterschiedlich aus. In der Vergangenheit stand der sog. „Bewuchsatlas“ des Instituts LimnoMar im Internet zur Verfügung, in dem verschiedene Aufwuchsgemeinschaften vorgestellt wurden. Aktuell arbeitet das Umweltbundesamt zusammen mit LimnoMar daran, den Bewuchsatlas zu aktualisieren, in dem Daten und Bildmaterial von Bewuchstypen in deutschen Oberflächengewässern regional erfasst werden. Es ist geplant, diese Ergebnisse auf einer Online-Plattform interessierten Wassersportlern wieder allgemein zur Verfügung zu stellen.

Nicht zuletzt zeigen die ermutigenden Ergebnisse im Rahmen des EU-Projektes CHANGE sowie die Herangehensweise zur Regelung des Umgangs mit Biozid-haltigen, insbesondere kupferhaltigen Produkten nordischer Länder wie Schweden, dass hier ein Umdenken und ein Wechsel auch in Deutschland notwendig und möglich ist. Die Umsetzung der vorgeschlagenen oder alternativen Maßnahmen kann aber nur – neben einem Dialog mit Gesprächspartnern auf Bundes- und Landesebene und der Industrie – in Zusammenarbeit mit den überregionalen Sportbootverbänden erfolgen. Wie Fachtreffen in der Vergangenheit bereits zeigten, sind die Verbände für dieses Thema offen und gesprächsbereit. Regionale Verbände, einzelne Vereine und natürlich auch etliche Bootseigner auf lokaler Ebene sind bereits jetzt sehr aktiv tätig.

¹³ Hinweis: Die Wirkstoffzusammensetzung kann bei hellen Farben desselben Produktes abweichen. So werden z. B. bei Weiß Kupfer und Kupferoxid durch andere Wirkstoffe ersetzt.

Quellen

- Baaner L, Anker H T (2015):** Antifouling for leisure boats in the Baltic Sea. Mapping the legal situation – National Study: Denmark. 30 p. ISBN 978-91-87869-08-2. https://www.biozid.info/fileadmin/Assets/Produktarten/PA21_Antifouling/Antifouling_for_leisure_boats_in_the_Baltic_Sea_Denmark.pdf
- CEPE (2011):** Zinc oxide use in antifouling products. 2nd September 2011. CEPE/JW/20110902. http://cepe-myeteam.eudata.be/EPUB/easnet.dll/GetDoc?APPL=1&DAT_IM=104C41&DWNLD=110902_CEPE_Directive_interpretation_of_ZnO_use_REV.pdf
- CHANGE:** Changing antifouling practices for leisure boats in the Baltic Sea. EU-Project: Changing antifouling practices for leisure boats in the Baltic Sea. 1.1.2014–31.12.2017. Project partners: Sweden, Denmark, Finland, Germany. http://www.bonusportal.org/bonus_projects/viable_ecosystem_projects_2012/change
- Daehne B (2011):** Antifouling-Handbuch. Hamburg, Germany: Bewuchs-Atlas 185 S.
- Daehne B (2012):** Antifouling-Handbuch. Hamburg, Germany: Bewuchs-Atlas. 190 S.
- Daehne B, Watermann B, Fürle C, Daehne D, Thomsen A (2014):** Erprobung von Reinigungsverfahren der Unterwasserbereiche von Sportbooten und küstenoperierenden Schiffen als Bewuchsschutz-Alternative – Materialbelastung, Effektivität und Gewässerbelastung. Abschlussbericht zum DBU-Projekt AZ 29523-31, LimnoMar, Hamburg, Norderney. <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-29523-01.pdf>
- Daehne D, Fürle C, Thomsen A, Watermann B, Feibicke M (2017):** Antifouling biocides in German marinas – exposure, assessment, and calculation of national consumption and emission. In: Integr Environ Assess Manag 13: 892-905, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ieam.1896/epdf>
- Di Toro DM, Allen HE, Bergman HL, Meyer JS, Paquin PR, Santore RC (2001):** Biotic ligand model of the acute toxicity of metals. 1. Technical basis. Environ Toxicol Chem 20: 2383-2396.
- Karlsson J, Eklund B (2004):** New biocide-free anti-fouling paints are toxic. Marine Pollution Bulletin 49: 456-464.
- Lagerström M, Lindgren JF, Holmqvist A, Dahlström M, Ytreberg E (2018):** In situ release rates of Cu and Zn from commercial antifouling paints at different salinities. Marine Pollution Bulletin 127: 289-296. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.027>
- LimnoMar (2013):** Antifouling-Produktliste. Hamburg, Germany: LimnoMar. 148 S.
- LimnoMar (2017):** Antifouling-Produktliste. 8. Überarbeitete Auflage, Hamburg, Germany: LimnoMar. 180 S. ISSN 1869-8174
- LVO (Landesverordnung) Wakenitz und Ratzeburger Seen (2000):** Landesverordnung über die Regelung des Gemeingebrauchs und des Befahrens mit Wasserfahrzeugen auf der Wakenitz und den Ratzeburger Seen. Jan. 2000 GVBl. Schl.-H. 2000: 130
- Mell WD (2008):** Strukturen im Bootsmarkt. FVSF-Forschungsbericht Nr. 1. Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschiffahrt e.V. (FVSF), Köln, 131 S. <https://www.bvwww.org/index.php?id=140&uid=385&mode=pdf>
- MU Niedersachsen (Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz) (Hrsg.) (2017):** Wasser schützen – Umweltfreundlicher Bewuchsschutz für Sportboote. <https://www.umwelt.niedersachsen.de/schiffsanstriche/wasser-schuetzen---umweltfreundlicher-bewuchsschutz-fuer-sportboote-158208.html>
- Nilsson J, Gipperth L (2015):** Antifouling for leisure boats in the Baltic Sea – Mapping the legal situation. National Study – Sweden. 30 p. https://www.biozid.info/fileadmin/Assets/Produktarten/PA21_Antifouling/Antifouling_for_leisure_boats_in_the_Baltic_Sea_Sweden.pdf
- Pasanen J (2014)** Regulation of AF products in Finland and in EU system. CHANGE Project Seminar 12.–13.11.2014.
- Rijkswaterstaat-WVL. 2015.** Leisure boat antifoulings (Antifouling recreatievaart [Dutch]). Uitgevoerd door DELTARES en TNO. Lelystad (NL). 9 p. <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Water/Factsheets/Nederlands/Antifouling%20recreatievaart.pdf>
- TUKES (2018):** Active substances used in antifouling products and restrictions on their use. Updated 13/02/2012. <http://www.tukes.fi/en/Branches/Chemicals-biocides-plant-protection-products/Biocides/Restrictions-on-the-use-of-biocidal-products/Antifouling-products/>
- Umweltbundesamt (2014):** Wie viel Antifouling vertragen unsere Gewässer? 10.12.2014. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wie-viel-antifouling-vertragen-unsere-gewaesser>
- Umweltbundesamt (2017):** Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung. Dessau-Roßlau. 128 S. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gewaesser-in-deutschland>
- Watermann B, Daehne D, Fürle C, Thomsen A (2015):** Sicherung der Verlässlichkeit der Antifouling-Expositionsschätzung im Rahmen des EU-Biozid-Zulassungsverfahrens auf Basis der aktuellen Situation in deutschen Binnengewässern für die Verwendungsphase im Bereich Sportboothäfen. Texte 68/2015. Dessau-Roßlau, Germany: Umweltbundesamt. 135 S. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/sicherung-der-verlaesslichkeit-der-antifouling>
- Watermann B, Dahlström M (2017):** Recommendations towards regulations for sustainable antifouling practices in the Baltic Sea. BONUS CHANGE Project, Helsinki, 24 p. ISBN: 978-91-87869-13-6. https://www.biozid.info/fileadmin/Assets/Produktarten/PA21_Antifouling/17-12_BONUS_CHANGE_Recommendations.pdf
- Watermann B, Wohler B, Daehne B, Daehne D, Thomsen A, Janson P, Fürle C (2016):** Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten in Modellregionen: Unterweser, Dümmer, Ratzeburger See, Zeuthener See. Abschlussbericht DBU-Projekt AZ 32413/01. <https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-32413.pdf>
- Ytreberg E, Bighiu MA, Lundgren L, Eklund B (2016):** XRF measurements of tin, copper and zinc in antifouling paints coated on leisure boats. Environ Pollut 213: 594-599. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.03.029>
- Ytreberg E, Lagerström M, Holmqvist A, Eklund B, Elwing H, Dahlström M, Dahl P, Dahlström M (2017):** A novel XRF method to measure environmental release of copper and zinc from antifouling paints. Environ Pollut 225: 490-496. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.014>



► **Unsere Broschüren als Download**
Kurzlink: bit.ly/2dowYYI

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt
 www.youtube.com/user/umweltbundesamt
 www.instagram.com/umweltbundesamt/