

Antifouling im Wassersport

Was ist das Beste für Mensch,
Umwelt und Ihr Boot?

Für Mensch & Umwelt

Umwelt 
Bundesamt

Impressum

Herausgeber:

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

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

 /umweltbundesamt

Autorinnen und Autoren:

Umweltbundesamt:
S. Setzer, T. Schwanemann, M. Oosterwoud, R. Rissel, I. Nöh

Bundesanstalt für Gewässerkunde:
M. Redeker, B. Meermann

Redaktion:

S. Setzer und T. Schwanemann

Satz und Layout:

Atelier Hauer + Dörfer GmbH, Berlin

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Bild S. 9 oben: Umweltbundesamt/LimnoMar/Weichfouling auf Bootsrumpf

Bild S. 42: Umweltbundesamt/ LimnoMar/
Rumpfreinigungsgerät

Bild S. 43: Umweltbundesamt/LimnoMar/
Ultraschall-Antifoulingssystem

Shutterstock.com

Adobe Stock: S. 13: eloleo, S. 16: taniajero, S. 24 Gianni
Caito, S. 44: Wolf Wieland

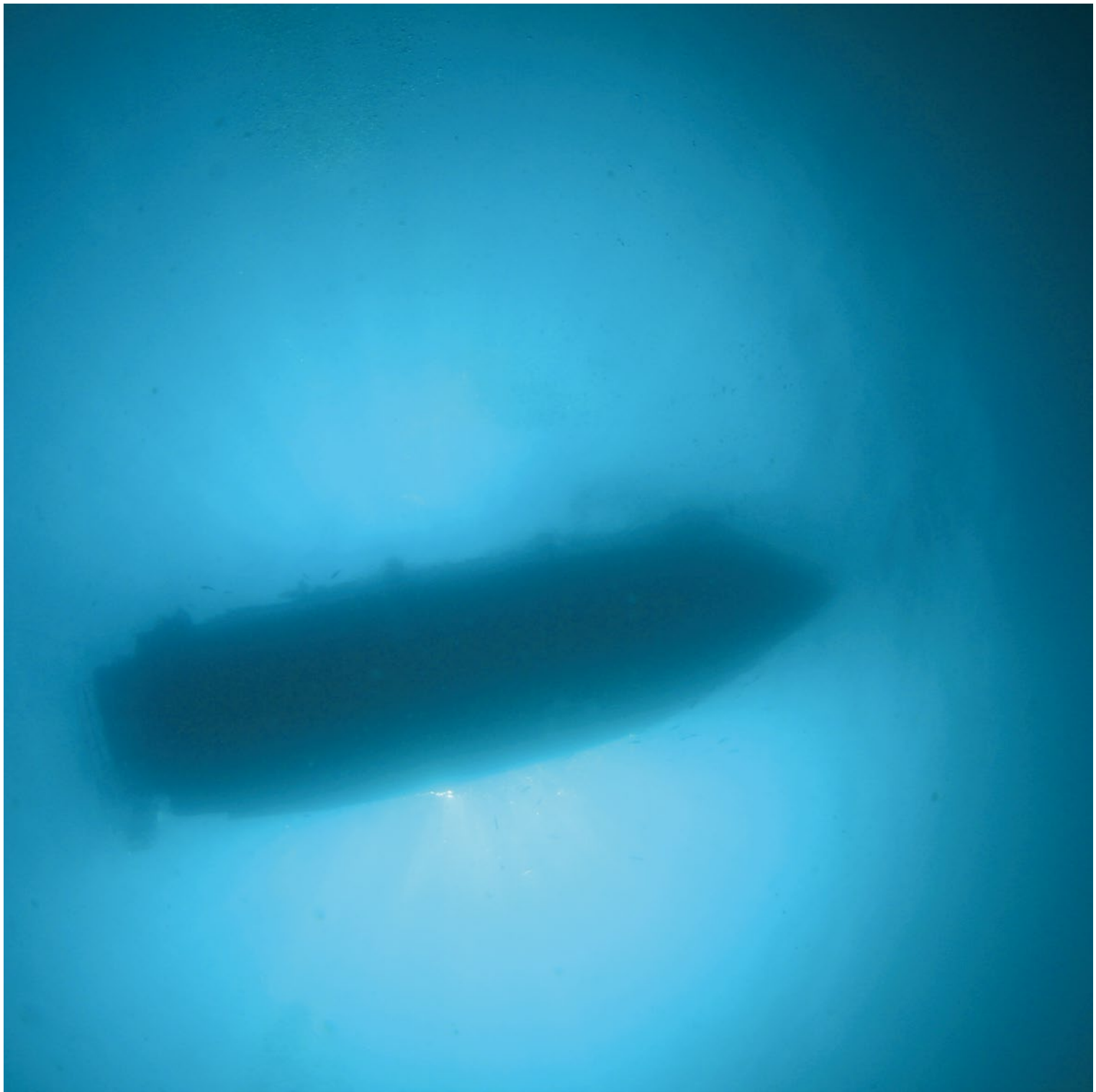
Stand: April 2019

In Zusammenarbeit mit



Antifouling im Wassersport

**Was ist das Beste für Mensch,
Umwelt und Ihr Boot?**



Inhalt



Vorwort	6
1 Hintergrund	9
2 Wie wähle ich ein geeignetes Antifouling-Produkt?	17
3 Was muss und was sollte ich beim Umgang mit biozidhaltigen Antifouling-Produkten beachten?	25
4 Was muss ich bei der Reinigung meines Boots beachten? ..	35
5 Welche biozidfreien Alternativen gibt es?	41
6 Welche Antifouling-Wirkstoffe und Produkte sind erlaubt?	45
7 Welche biozidhaltige Antifouling-Produkte sind in anderen europäischen Ländern erlaubt?	51
8 Wo finde ich weiterführende Informationen zum Thema Antifouling und Umwelt?	55
9 Literaturverweise	58

Vorwort

Der Schutz von Unterwasserflächen vor Bewuchs ist ein Thema mit hoher wirtschaftlicher und ökologischer Bedeutung. In der Regel erfolgt dieser Schutz durch die Anwendung von speziellen Beschichtungen – sogenannten Antifouling-Beschichtungen. Dabei wird zwischen biozidhaltigen und biozidfreien Antifouling-Beschichtungen unterschieden. Erste verhindern den Aufwuchs durch die enthaltenen, giftigen Biozide, zweite besitzen meist nicht-chemische Wirkprinzipien.

Gerade bei biozidhaltigen Antifouling-Beschichtungen ist es wichtig, sie so anzuwenden, dass Mensch und Umwelt möglichst wenig belastet werden. Zur Unterstützung möchten wir Sie mit diesem Leitfaden deshalb über das Thema biozidhaltige Antifouling-Beschichtungen informieren, deren Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit erläutern, die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Verwendung darstellen und praktische Tipps und Empfehlungen geben, wie Risiken für Mensch und Umwelt bei der Verwendung reduziert werden können.



In **Kapitel 1** werden zunächst allgemeine Informationen über Fouling, Antifouling und die Umweltrisiken, die von der Anwendung von biozidhaltigem Antifouling ausgehen, erläutert.

Anschließend werden in den **Kapiteln 2 bis 4** verschiedene Möglichkeiten aufgeführt, mit denen Sie als Bootsbesitzende dazu beitragen können, Risiken für Umwelt und Gesundheit durch biozidhaltige Antifouling-Produkte zu vermindern. So haben Sie

die Möglichkeit, aktiv am Gewässerschutz mitzuwirken. Da es in Deutschland ca. 3.000 Sportboothäfen und -vereine mit über 200.000 Liegeplätzen gibt, ist der Beitrag des Wassersports zum Gewässerschutz erheblich. Die Kapitel 2 bis 4 sind jeweils unterteilt in **rechtliche Vorschriften**, die bereits im Umgang mit Antifouling-Produkten gelten und zwingend einzuhalten sind (**Verbindlich**), sowie darüber hinausgehende **Empfehlungen** und Möglichkeiten zum umweltschonenden Umgang mit Antifouling-Produkten (**Vorbildlich**).

Ergänzend werden in **Kapitel 5** die gängigsten biozidfreien Bewuchsschutzmethoden kurz vorgestellt sowie in den **Kapiteln 6 und 7** der aktuelle Stand der Zulassung von biozidhaltigen Antifouling-Produkten in Deutschland und anderen europäischen Ländern zusammengefasst.

Der Leitfaden ist nicht als bindende Vorschrift zu verstehen, sondern als möglichst umfassende Sammlung von Informationen und Ratschlägen, um Ihnen Anregungen zu bieten, wie Sie beim Umgang mit Antifouling-Beschichtungen Mensch und Umwelt möglichst wenig belasten. Aufgrund der individuellen Voraussetzungen in den verschiedenen Revieren und auf den einzelnen Booten gibt es nicht die eine Lösung für den optimalen Bewuchsschutz. Lassen Sie sich vom Leitfaden inspirieren, tauschen Sie sich mit anderen Bootsbesitzerinnen und Bootsbesitzern in

Ihrem Revier oder Fachleuten eines Bootsservices aus und setzen Sie die Hinweise um, die Ihnen für Ihre Situation sinnvoll und praktikabel erscheinen.

Eine knappe Zusammenfassung des Leitfadens „für unterwegs“ ist verfügbar als Flyer. Für „eilige“ Leser und Leserinnen sind die wichtigsten Informationen der Kapitel 2 bis 4 jeweils am Ende in Übersichts-kästen zusammengefasst.

Falls Sie Anmerkungen oder Ergänzungen zu dem Leitfaden haben, melden Sie sich gerne, damit wir diese in einer Neuauflage aufnehmen können.





1 Hintergrund

Was ist Fouling?

Boote, die im Wasser liegen, werden innerhalb kurzer Zeit mit Mikroorganismen besiedelt. Sie bilden einen Biofilm (Weichfouling), auf dem später Algen, Seepocken und Muscheln (Hartfouling) wachsen können. Insgesamt wird der Bewuchs als Fouling bezeichnet. Die gewässerchemischen und ökologischen Bedingungen, die einen Bewuchs begünstigen oder verlangsamen, werden als hoher beziehungsweise niedriger Bewuchsdruck bezeichnet. Ein hoher Bewuchsdruck bedeutet dabei gute Lebensbedingungen für Organismen und somit verstärktes „Fouling“. Oftmals ist der Bewuchsdruck im Süßwasser geringer als im Salzwasser.

Besonders im Bereich der kommerziellen Seeschifffahrt hat Fouling erhebliche ökonomische und ökologische Auswirkungen: Der Strömungswiderstand der Schiffe wird erheblich gesteigert, was zu einem erhöhten Kraftstoffverbrauch und somit Schadstoffausstoß führt. Zudem können anhaftende Organismen in Regionen verbreitet werden, in denen sie natürlicherweise nicht vorkommen (Neobiota) und dort unter Umständen das ökologische Gleichgewicht stören.

Der Aspekt des erhöhten Strömungswiderstands ist im Sportbootbereich weniger relevant, jedoch kommen auch hier Antifouling-Beschichtungen zum Einsatz, um Bewuchs zu verhindern und Bootsrümpfe vor Beschädigung zu schützen.



Wie kann Fouling verhindert werden?

Zum Schutz vor Bewuchs werden die Bootsrümpfe üblicherweise mit Antifouling-Beschichtungen behandelt, die das Ansiedeln von Organismen verhindern sollen. Dabei wird zwischen biozidhaltigen und biozidfreien Antifouling-Beschichtungen unterschieden. Antifouling-Produkte wirken dabei auf zwei verschiedene Weisen: Entweder werden aufwachsende Organismen durch Biozide abgetötet oder das Anhaften von Organismen wird durch spezielle Oberflächenbeschichtungen verhindert (bei biozidfreien Beschichtungen). Zudem gibt es andere, biozidfreie Maßnahmen und mechanische Reinigungs-Systeme, die nicht auf einer Beschichtung basieren, zum Beispiel Reinigungsroboter, Planen und Bootshebeanlagen. Diese werden ausführlich in Kapitel 5 beschrieben.

Warum können biozidhaltige Antifouling-Produkte ein Problem für die Umwelt sein?

Die meisten Antifouling-Produkte enthalten Biozide, die sich nach und nach aus den Oberflächen herauslösen und damit die Ansiedlung von Organismen unterbinden. So gelangen die bioziden Wirkstoffe direkt in die umgebenden Gewässer. Die Biozide töten die Bewuchsorganismen ab oder schaden ihnen auf andere Weise. Neben diesen als Zielorganismen bezeichneten Lebewesen können dabei aber auch weitere im Gewässer lebende Organismen geschädigt werden. Neben der direkten Freisetzung im Gewässer können auch bei Anstrich- und Ausbesserungsarbeiten Bestandteile der Antifouling-Beschichtungen in die Umwelt gelangen, zum Beispiel durch

abtropfende Farbe beim Anstreichen, durch herunterfallende Farbpartikel beim Entfernen oder durch Abdrift beim Abschleifen oder Aufsprühen der Beschichtung^{1,2}.

Ab etwa der Mitte des 20. Jahrhunderts wurden aufgrund ihrer hohen Wirksamkeit häufig Organozinnverbindungen (im Besonderen Tributylzinn – TBT) in Antifouling-Beschichtungen verwendet. In den frühen 80er Jahren beobachteten französische Austernzüchter dann Anomalien innerhalb ihrer Bestände. Neben einem Rückgang des Ertrages kam es unter anderem zu Missbildungen der Schalen und gestörtem Larvenwachstum. Als Grund hierfür stellte sich der Einsatz von TBT heraus. Auch der Hormonhaushalt von Stachelschnecken wurde von TBT stark beeinträchtigt, so dass ihre Population stark zurückging und lokal am Rande des Aussterbens war³. Da sich TBT sehr toxisch auf im Gewässer lebende Organismen auswirkt, und weil es darüber hinaus in der Umwelt sehr stabil ist, wurde im Jahr 2008 durch die Internationale



Seeschiffahrts-Organisation (IMO) in vielen Ländern ein vollständiges Gebrauchsverbot von TBT für Antifouling-Beschichtungen eingeführt⁴. In der Europäischen Union wurde die Verwendung für Schiffe im Binnengewässer bereits 1999 komplett verboten (Richtlinie 1999/51/EC). Auch heute noch, fast 20 Jahre nach Inkrafttreten des Verbotes, lassen sich erhebliche Belastungen von TBT in vielen deutschen Gewässern nachweisen⁵.

Als Folge des Verbots von TBT wurden vermehrt Antifouling-Anstriche auf Basis von Kupfer eingesetzt (zum Beispiel metallisches Kupfer, Kupferoxide, Kupferthiocyanat, Kupferpyrithion). Einige Algenarten sind aber gegen Kupfer resistent⁶, weshalb den Anstrichen zusätzlich organische Verbindungen mit biozider Wirkung (auch bekannt als Co-Biozide) beigemischt werden (zum Beispiel Dichlofluamid, Tolyfluamid und Dichloroctylisothiazolinon (DCOIT)).

Aber auch diese Antifouling-Biozide sind nicht ohne Risiko für die Umwelt:

Cybutryn (unter dem Handelsnamen Irgarol® bekannt) hemmt die Photosynthese, wirkt so toxisch auf Algen und verursacht indirekt Verschiebungen in der Artenverteilung von Aufwuchs-Organismen hin zu frei schwimmenden Organismen^{7,8}. Seit Anfang 2017 ist Cybutryn aufgrund unannehmbarer Risiken für die Umwelt EU-weit als Wirkstoff in Antifouling-Produkten verboten.⁹

Abbauprodukte der Wirkstoffe Dichlofluamid und Tolyfluamid bilden bei der Trinkwasseraufbereitung mit Ozon krebserregendes N-Nitrosodimethylamin und stellen deshalb ein Risiko für Mensch und Umwelt dar. Künftig wird es deshalb verboten sein, Antifouling-Produkte mit diesen Wirkstoffen auf Boote aufzutragen, die in Süßwasserrevieren liegen.


Kupfer hemmt ebenfalls die Photosynthese von Algen^{10,11} und reduziert die Nahrungsaufnahme von Weichtieren und Krebsen und damit ihr Wachstum^{12,13,14,15}. Zudem stört es die Reproduktion, das Verhalten und das Orientierungsvermögen von Fischen^{16,17}. Laut einer aktuellen Veröffentlichung des Umweltbundesamtes gelangen über eine Saison bundesweit schätzungsweise 70,5 Tonnen Kupfer aus Antifouling-Beschichtungen von Sportbooten in deutsche Oberflächengewässer. Dies entspricht 19 % der Gesamt-Jahresfracht an Kupfer in unseren Oberflächengewässern¹⁸. Insgesamt sind die Kupfereinträge zu hoch, wie Überschreitungen der Umweltqualitätsnorm in Schwebstoffen in den Oberflächengewässern an 11 % der offiziellen Messstellen der LAWA (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) für den Zeitraum 2013–2015 in Deutschland zeigen.¹⁹



In deutschen Sportboothäfen und Gewässern wurden auch bereits kritische Konzentrationen der Antifouling-Wirkstoffe Cybutryn (Irgarol®) und Kupfer festgestellt^{20, 21}. Zudem lagen die Konzentrationen von Zink im kritischen Bereich, das als Farbpigment und als Hilfsstoff zur Kontrolle der Erosionsrate in einigen Antifouling-Beschichtungen verwendet wird und ebenso sehr toxisch für Wasserorganismen ist.

i INFOBOX 1 Kennzeichnung von Antifouling-Produkten

Auch wenn ein Antifouling-Produkt nicht verboten ist (siehe Kapitel 6 „**Welche Antifouling-Wirkstoffe und -Produkte sind erlaubt?**“) oder keine Biozide enthält, kann es schädlich für die Umwelt sein. Dies erkennen Sie an folgenden Kennzeichnungselementen:

- ▶ Folgendes Piktogramm ist auf der Produktverpackung und/oder im Sicherheitsdatenblatt abgebildet:
- 
- ▶ Einer oder mehrere der folgenden Gefahrenhinweise sind auf der Verpackung oder im Sicherheitsdatenblatt aufgeführt:
- ▶ **H400:** Sehr giftig für Wasserorganismen
 - ▶ **H410:** Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung
 - ▶ **H411:** Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung
 - ▶ **H412:** Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung
 - ▶ **H413:** Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.

Warum können biozidhaltige Antifouling-Produkte ein Problem für die menschliche Gesundheit sein?

Mit biozidhaltigen Antifouling-Produkten kommen Anwender zum Beispiel beim Streichen und Abschleifen von Booten in Kontakt. Hierbei besteht die Möglichkeit, dass beim Abschleifen die dabei entstehenden Stäube sowie die beim Aufbringen der Antifouling-Produkte entstehenden Dämpfe/Aerosole eingeatmet werden. Zusätzlich besteht beim Schleifen und Streichen die Möglichkeit, dass die Haut mit kontaminierten Stäuben, Spritzern und benutztem Arbeitsmaterial (zum Beispiel Schleifgeräte, Pinsel etc.) in Kontakt kommt (dermale Exposition). Ein indirekter Kontakt unbeteiligter Dritter ist durch Anwesenheit während der Bootsbehandlung durch Stäube oder Dämpfe/Aerosole, Freizeitaktivitäten auf Booten und in Gewässern oder auch durch Verzehr von aquatischen Organismen wie Fischen und Muscheln möglich.



Welche Wirkstoffe sind für Antifouling-Produkte genehmigt und welche humantoxikologischen Eigenschaften besitzen diese?

Im Folgenden sind einige Beispiele benannt:

- ▶ Der Wirkstoff DCOIT ist unter anderem stark hautsensibilisierend, das heißt er kann bei Hautkontakt allergische Reaktionen auslösen.
- ▶ Kupferpyrithion ist akut toxisch, wenn es inhaliert wird. Darüber hinaus ist es neurotoxisch, das heißt es kann Nerven schädigen und steht im Verdacht reproduktionstoxisch zu sein. Das heißt es kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen.
- ▶ Andere Kupferverbindungen, die in Antifouling-Produkten eingesetzt werden, sind weniger toxisch. Da sie aber meist in höheren Konzentrationen angewendet werden, können auch sie nicht per se als unbedenklich angesehen werden.
- ▶ Tolyfluanid und Dichlofluanid können bei Hautkontakt allergische Reaktionen auslösen. Diese Stoffe können unter Umständen auch zur Bildung von krebserzeugenden Stoffen in Trinkwasser beitragen. Der Grund hier ist, dass sie zu N,N-Dimethylsulfamid abgebaut werden, aus welchem in Trinkwasser durch Ozonierung das krebserregende N-Nitrosodimethylamin freigesetzt werden kann.

- ▶ Medetomidin ist nicht nur ein Wirkstoff für Antifouling-Produkte, sondern kommt auch als Beruhigungs- und Schmerzmittel in der Human- und Veterinärmedizin zum Einsatz.
- ▶ Der Wirkstoff Zineb wird unter bestimmten Bedingungen zu Ethylthio-Harnstoff abgebaut. Dieser Stoff steht im Verdacht reproduktionstoxisch zu sein, das heißt er kann das Kind im Mutterleib schädigen.



Wie können Gesundheits- und Umwelt- risiken durch biozidhaltige Antifouling- Produkte vermindert werden?

Antifouling-Produkte enthalten Wirkstoffe, von denen auch Gefahren für die menschliche Gesundheit und die Umwelt ausgehen können. Um diese Gefahren zu erkennen und auszuschließen, durchlaufen diese Wirkstoffe eine Prüfung im europäischen Genehmigungsverfahren. Antifouling-Produkte beinhalten

außerdem Beistoffe (zum Beispiel Lösemittel), die bedenklich sein können. Bei der Europäischen Chemikalien Agentur (ECHA) kann man nach genehmigten Antifouling-Wirkstoffen (PT 21) suchen (siehe Info-box 6). Nähere Informationen zum Zulassungsverfahren finden Sie in Kapitel 6.

Im Rahmen der Zulassung wird die sachgemäße Anwendung des Antifouling-Produktes bewertet. Es wird ermittelt, welchen Mengen die Umwelt, Anwender oder auch unbeteiligte Dritte bei sachgemäßer oder vor auszusehender Anwendung ausgesetzt sind. Dies wird mit den Grenzwerten für die Wirkstoffe verglichen. Gegebenenfalls können Auflagen erlassen werden, um ein bestehendes Risiko zu reduzieren. Nur wenn die für Mensch und Umwelt sichere Anwendung nachgewiesen werden kann, erfolgt die Zulassung. Aus diesem Grund ist es wichtig, dass vor der Anwendung das Etikett beziehungsweise die Gebrauchsanweisung gelesen und die Anwendungsbestimmungen und Risikominderungsmaßnahmen unbedingt befolgt werden.

In den letzten Jahren und auch aktuell wurden und werden alternative, biozidfreie Antifouling-Beschichtungen entwickelt, die durch ihre physikalischen Eigenschaften das Anhaften von Organismen verhindern oder zumindest erschweren. Zudem gibt es praktikable Strategien, die helfen können, den Einsatz von biozidhaltigen Antifouling-Produkten auf das notwendige Maß zu reduzieren und Risiken für Mensch und Umwelt, die bei den verschiedenen Arbeitsschritten bestehen, zu vermindern.



Eine Vielzahl an Bestimmungen und Empfehlungen zur umweltschonenden Verwendung von Antifouling-Produkten wurden recherchiert und im Rahmen einer Umfrage unter Bootsbesitzenden, Bootsservices und Werften im Sommer 2017 auf ihre Akzeptanz und Praxistauglichkeit geprüft. Die Ergebnisse wurden auf einem Workshop im September 2017 mit Vertretern verschiedener Interessengruppen (Sportbootvereine,

Umweltorganisationen, Forschung, Industrie und Behörden) diskutiert. Die als praktikabel angesehenen Möglichkeiten haben wir in diesem Leitfaden in den Kapiteln 2 bis 4 für Sie zusammengestellt.

2



2 Wie wähle ich ein geeignetes Antifouling-Produkt?

Die Menge und Zusammensetzung von Bewuchs unterliegt regionalen und saisonalen Einflüssen und wird unter anderem durch Salzgehalt, Wasserqualität, Temperatur, Licht und Strömung beeinflusst. Auch zwischen Booten innerhalb eines Hafens können sich deshalb Menge und Zusammensetzung von Bewuchs je nach Liegeplatz unterscheiden: Je mehr Sonnenlicht, Wärme und je weniger Strömung auf den Bootsrumpf wirkt, umso mehr Bewuchs kann sich auf der Unterwasserfläche bilden. Auch vom Aktivitätsgrad des Bootes hängt die Menge des Bewuchses ab: Je öfter und je schneller es unterwegs ist, umso höher ist der Abrieb, durch den weiches Fouling, wie zum Beispiel Algen, entfernt wird.

Um einerseits unnötigen Bewuchs auf Ihrem Bootsrumpf, andererseits aber auch unnötige Belastungen des Gewässers mit Bioziden zu vermeiden, ist es wichtig, dass Sie ein passendes Antifouling-Produkt für Ihre Situation wählen.

Hersteller von Antifouling-Beschichtungen bieten eine Vielzahl von Produkten für verschiedene Anwendungsbereiche (zum Beispiel Süß-/Salzwasser, Bewuchsverhältnisse im Revier, Segel-/Motorboot, Geschwindigkeit, Bootsmaterial, Wirkdauer des Produkts) an. Auch gibt es auf den Webseiten mancher Hersteller Informationen zur Kompatibilität beziehungsweise Verträglichkeit der verschiedenen Antifouling-Produkte untereinander (falls zum

Beispiel ein Produktwechsel geplant ist). Informieren Sie sich deshalb beim Hersteller oder Händler, bevor Sie sich für ein Produkt entscheiden.

Vorschriften für die Auswahl eines Antifouling-Produkts

Biozidhaltige Antifouling-Beschichtungen unterliegen einer Zulassungspflicht. Sie müssen registriert sein, wenn sie noch kein Zulassungsverfahren, also noch keine behördliche Prüfung, durchlaufen haben. Das Zulassungsverfahren wird im Detail in Kapitel 6 erläutert.

Biozidfreie Antifouling-Produkte werden nicht geprüft und besitzen weder Registriernummer noch Zulassungsnummer. Diese Produkte dürfen derzeit ohne spezifische Einschränkungen verkauft und verwendet werden.



Verbindlich: Registrier- oder Zulassungsnummer

In Deutschland dürfen nur biozidhaltige Antifouling-Produkte verkauft (jur. „in-Verkehr gebracht werden“) und verwendet werden, die **entweder** mit einer entsprechenden Registriernummer **oder** Zulassungsnummer versehen sind.

Registriernummer: Die Registriernummer ist eine Sonderregelung in Deutschland um Biozid-Produkte, die per Übergangsregelung verkehrsfähig sind (vergleiche Kapitel 6), systematisch zu erfassen.

Registriernummern bestehen aus einem N und 5 Ziffern (zum Beispiel N-12345). Mit der Registriernummer können Sie im Internet (siehe Infobox 2) prüfen, ob und bis wann ein Produkt noch verkehrsfähig ist. Eine Prüfung der Verkehrsfähigkeit eines Produktes sollte vor Kauf beziehungsweise Anwendung immer durchgeführt werden, da einige registrierte Produkte (zum Beispiel mit Cybutryn) mittlerweile nicht mehr verwendet werden dürfen.

Zulassungsnummer: Sobald ein Biozid-Produkt das behördliche Prüfverfahren bestanden hat und zugelassen ist, wird jedem Produkt eine individuelle Zulassungsnummer zugeordnet. Die Zulassungsnummern sind länger und beginnen mit DE (zum Beispiel DE-0012345-21). Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Leitfadens gibt es zwar noch keine Antifouling-Produkte, die das EU-weite Biozid-Zulassungsverfahren durchlaufen haben, jedoch werden diese in den nächsten Jahren die Produkte mit Registriernummer ersetzen.



INFOBOX 2 Datenbanken Biozid-Produkte

Nach der Biozid-Meldeverordnung gilt:

„Biozid-Produkte nach § 1 dürfen nur in den Verkehr gebracht werden, wenn eine Registriernummer auf dem betreffenden Biozid-Produkt aufgebracht ist.“ [Biozid-Meldeverordnung vom 14. Juni 2011 (BGBl. I S. 1085)]

Eine Liste der in Deutschland gemeldeten Biozid-Produkte kann in folgender Datenbank eingesehen werden.

Biozid-Meldeverordnung –
Datenbank der gemeldeten
Biozid-Produkte



Analog können in der folgenden Datenbank Informationen über alle in Deutschland zugelassenen Biozid-Produkte eingesehen werden, unter anderem bis wann diese zugelassen und damit verkehrsfähig sind.

Datenbank der zugelassenen
Biozid-Produkte



 **Verbindlich:**
Einschränkungen für Antifouling-Produkte mit den Wirkstoffen Tolyfluanid und Dichlofluanid

Für alle Antifouling-Produkte, die den Wirkstoff Tolyfluanid oder Dichlofluanid enthalten, wird nach der Zulassung dieser Produkte ein **Verbot für Binnengewässer** bestehen. Dieses Verbot dient dem Gesundheitsschutz und beruht auf der Bildung von krebserregendem N-Nitrosodimethylamin als Abbauprodukt bei der Trink- oder Abwasserwasser-aufbereitung mit Ozon.

 **Verbindlich:**
Regionale Verbote oder Einschränkungen

Es gibt einige Gewässer, deren Nutzungsverordnungen die Verwendung biozidhaltiger Antifouling-Anstriche reglementieren oder ganz verbieten.

Auf der Wakenitz und den Ratzeburger Seen sind seit dem Jahr 2000 alle Antifouling-Anstriche, die Biozide in das Wasser abgeben können, verboten. Dies gilt für alle Wasserfahrzeuge unabhängig von ihrer Länge.

Die Bodensee-Richtlinien 2005 (aktuelle Fassung von 2018) von der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee schreiben vor, biozide Zusätze in Antifouling-Anstrichen zu vermeiden.²²

Ähnliche Beschränkungen gibt es auch für Dümmer und Steinhuder Meer sowie für die Alster in Hamburg.

Empfehlungen für die Auswahl eines Antifouling-Produkts

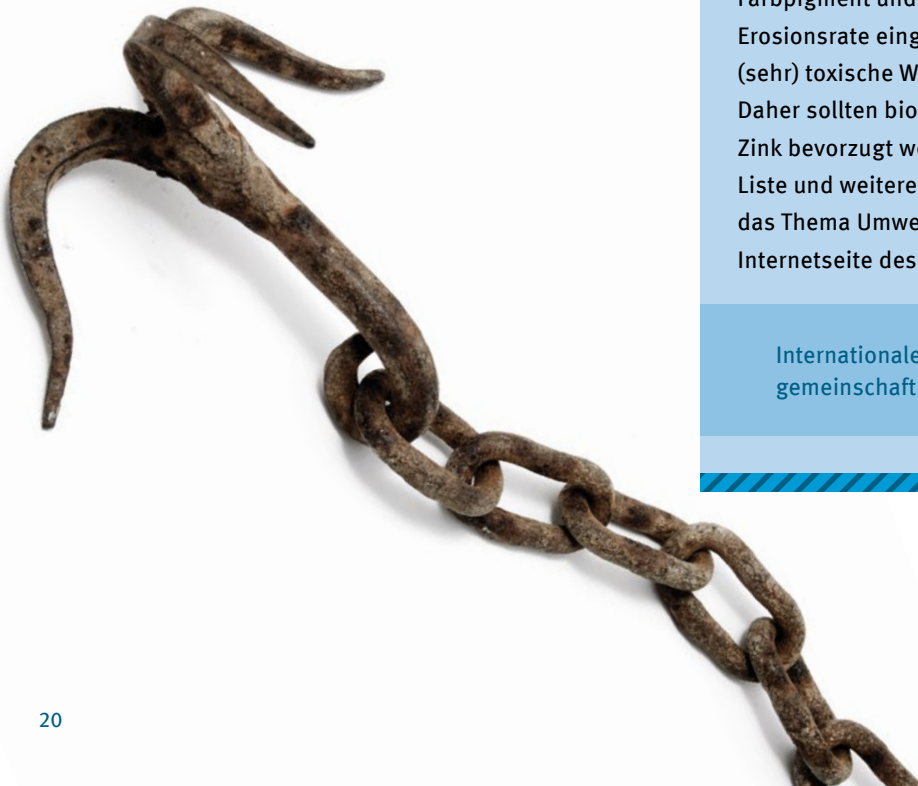
 **Vorbildlich:**
Prüfen Sie, ob ein Verzicht auf biozidhaltige Antifouling-Produkte möglich ist

Grundsätzlich empfiehlt das Umweltbundesamt, kritisch zu prüfen, ob ein biozidhaltiges Antifouling-Produkt notwendig ist oder ob nicht auch auf biozidfreie Alternativen ausgewichen werden kann. Im Binnengewässer kann in vielen Fällen wegen eines geringen Bewuchsdruckes auf ein biozidhaltiges Antifouling verzichtet werden. Aber auch im Brackwasser der Ostsee haben sich bereits biozidfreie Alternativen als wirksam erwiesen.

Als Faustregel gilt: Je kürzer ein Boot sich im Wasser befindet, je öfter es bewegt wird, je höher die Maximalgeschwindigkeit und je geringer der Bewuchsdruck im Revier ist, desto weniger wird ein biozidhaltiges Antifouling-Produkt benötigt.

Informationen zu biozidfreien Antifouling-Systemen finden Sie im Kapitel 5 „Biozidfreie Alternativen“.

Bei der Entscheidung für ein biozidhaltiges Antifouling-Produkt sollte darauf geachtet werden, dass der Biozidgehalt im Produkt angemessen für die **revierspezifischen Bewuchsbedingungen** ist. Lassen Sie sich beim Hersteller, einem ansässigen Händler oder Bootsservice beraten oder fragen Sie andere Bootsbesitzer oder Bootsbesitzerinnen in Ihrem Revier nach ihren Erfahrungen. Tendenziell enthalten Produkte für den marinen Bereich Biozide in höheren Konzentrationen beziehungsweise verfügen über höhere Freisetzungsraten als Produkte für Binnengewässer.



INFOBOX 3 Exkurs Bodensee

Die Internationale Wassersportgemeinschaft Bodensee e. V. hat eine Liste von Antifouling-Produkten erstellt, die keinen der Wirkstoffe Tolyfluanid, Dichlofluanid, Kupferpyrithion, Zinkpyrithion und Zineb enthalten. Sie fordert die Bodensee-Wassersportgemeinschaft auf, nur noch die in der Liste aufgeführten Antifouling-Produkte zu verwenden. Jedoch ist zu beachten, dass viele der in dieser Liste aufgeführten Produkte nicht biozidfrei sind, sondern die metallischen Biozide Kupfer oder Kupferoxid enthalten. Ebenfalls sind Produkte mit Zinkoxid enthalten, welches als Farbpigment und als Hilfsstoff zur Kontrolle der Erosionsrate eingesetzt wird, jedoch ebenfalls (sehr) toxische Wirkungen auf die Umwelt hat. Daher sollten biozidfreie Antifouling-Produkte ohne Zink bevorzugt werden, wenn dies möglich ist. Die Liste und weitere nützliche Informationen rund um das Thema Umwelt und Wassersport können auf der Internetseite des Vereins abgerufen werden.

Internationale Wassersport-
gemeinschaft Bodensee e. V.





INFOBOX 4

Zitate ausgewählter Verordnungen und Richtlinien

Genehmigung von Dichlo- und Tolyfluanid

„Tolyfluanid bzw. Dichlofluanid enthaltende Produkte dürfen nicht zur Bekämpfung des Wachstums und der Ansiedlung von bewuchsbildenden Organismen an Schiffen, die in Binnengewässern verkehren, zugelassen oder verwendet werden.“ [Durchführungsverordnung (EU) 2015/419 der Kommission vom 12. März 2015 zur Genehmigung von Tolyfluanid als Wirkstoff zur Verwendung in Biozid-Produkten der Produktart 21; Durchführungsverordnung (EU) 2017/796 der Kommission vom 10. Mai 2017 zur Genehmigung von Dichlofluanid als alten Wirkstoff zur Verwendung in Biozid-Produkten der Produktart 21]

Wakenitz und Ratzeburger Seen

„Wasserfahrzeuge, deren Unterwasserschiff mit einem toxisch wirkenden Unterwasseranstrich behandelt wurde, dürfen nicht benutzt werden.“ [Landesverordnung über die Regelung des Gemeingebrauchs und des Befahrens mit Wasserfahrzeugen auf der Wakenitz und den Ratzeburger Seen, §6 Abs. 2]

Bodensee

„Soweit nach dem Stand der Technik möglich, sind biozide Zusätze in Unterwasseranstrichen für Schiffe und Schifffahrtseinrichtungen (z.B. Pfähle) zu vermeiden.“ [Bodensee-Richtlinien 2005, Kapitel 6.8]

Dümmer und Steinhuder Meer

„Für Außenanstriche von Fahrzeugen dürfen nur Stoffe verwendet werden, die keine schädlichen Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeiführen können.“ [Verordnung zur Regelung des Gemeingebrauchs am Dümmer und Steinhuder Meer, §7 Abs. 2]

Hamburger Alster

„Die Fahrzeuge dürfen nur mit einem umweltfreundlichen Unterwasseranstrich ausgestattet sein.“ [Verordnung zur Regelung der Benutzung der Alster mit maschinenangetriebenen Fahrzeugen, §3 Abs. 3]

Auswahl eines Antifouling-Produkts

VERBINDLICH



- ▶ Biozidhaltige Antifouling-Produkte dürfen nur verkauft werden, wenn sie gemeldet (Registriernummer, zum Beispiel N-12345) oder zugelassen sind (Zulassungsnummer, zum Beispiel DE-0012345-21) **und** die Produkte zum Zeitpunkt des Verkaufs noch verkehrsfähig sind. Die Verkehrsfähigkeit („verkehrsfähig bis“ oder „Ende der Zulassung“) sollte immer unter den folgenden Links überprüft werden:
 - ▶ Organozinnverbindungen (zum Beispiel TBT), Cybutryn/Irgarol®, Terbutryn und Diuron sind als Wirkstoffe in Antifouling-Produkten verboten.
 - ▶ Boote, die mit Tolyfluanid oder Dichlofluanid behandelt sind, werden künftig nicht in Binnengewässern verkehren dürfen – vermeiden Sie die Wirkstoffe möglichst schon heute!
 - ▶ Falls es für Ihr Revier regionale Vorschriften gibt, verwenden Sie kein Antifouling-Produkt, das in Ihrem Revier nicht erlaubt ist.

Datenbank der gemeldeten
Biozid-Produkte



Datenbank der zugelassenen
Biozid-Produkte



VORBILDLICH



- ▶ Prüfen Sie, ob eine biozidhaltige Antifouling-Beschichtung notwendig ist. Auf biozidhaltiges Antifouling kann unter Umständen verzichtet werden, wenn:
 - ▷ das Boot regelmäßig gefahren wird
 - ▷ das Boot nur im Süßwasser gefahren wird
 - ▷ das Boot nur während der Wassersportsaison im Wasser liegt und danach mechanisch gereinigt wird
 - ▷ das Boot nur vorübergehend im Salzwasser gefahren und nach Verlassen des Salzwassers mechanisch gereinigt wird.
- ▶ Wählen Sie wenn möglich eine biozidfreie Beschichtung oder eine andere Bewuchsschutzmethode, zum Beispiel:
 - ▷ eine reinigungsfähige Hartbeschichtung (inklusive regelmäßiger Reinigung) oder
 - ▷ eine Antihaft-Beschichtung beziehungsweise Antihaft-Folie oder
 - ▷ eine Bootshebeanlage, stationäre Rumpfschutzmatte oder andere technische Lösungen
- ▶ Sollte eine biozidhaltige Antifouling-Beschichtung gewünscht oder notwendig sein,
 - ▷ wählen Sie ein Produkt, welches Ihrem Revier sowie Ihren Nutzungsgewohnheiten entsprechend konzipiert ist (das heißt nicht unnötig viel Biozid-Wirkstoff freisetzt).
 - ▷ Informieren Sie sich beim Hersteller, einem ansässigen Händler oder Bootservice oder bei anderen Bootsbesitzerinnen und Bootsbesitzern in Ihrem Revier.

3



3 Was muss und was sollte ich beim Umgang mit biozidhaltigen Antifouling-Produkten beachten?

Da zurzeit alle biozidhaltigen Antifouling-Produkte lediglich gemeldet und nicht zugelassen sind, gelten im Moment keine speziellen Regeln im Umgang mit diesen. Es sind jedoch bereits heute einige Rahmenbedingungen bekannt, die in der Genehmigung der Antifouling-Wirkstoffe verankert wurden und nach der Zulassung der Antifouling-Produkte verbindlich gelten werden. Die Verwendung beinhaltet im Sinne der Biozid-Verordnung den Umgang mit dem Antifouling-Produkt. Dazu zählen neben der Anwendung des Produktes auch dessen Lagerung und Entsorgung.

Vorschriften für die Verwendung und Entsorgung von biozidhaltigen Antifouling-Produkten



Verbindlich: Wie lange darf ein Produkt verwendet werden?

Ein biozidhaltiges Antifouling-Produkt darf solange verwendet werden, wie es verkehrsfähig ist (siehe Kapitel 2). Nach Ablauf der Verkehrsfähigkeit dürfen einige Antifouling-Produkte unter Umständen weiterhin für eine gewisse Übergangsfrist verwendet werden. Ob dies im Einzelfall zutrifft, kann mit Hilfe der Registrier- oder Zulassungsnummer auf der Internetseite der BAuA recherchiert werden.

Hinweis: Boote, die mit Antifouling-Produkten beschichtet sind, deren Verkehrsfähigkeit abgelaufen ist, können weiterhin uneingeschränkt fahren. Die Beschichtung muss nicht vorzeitig entfernt werden.



Verbindlich*: Bedingungen für die Anwendung

Die Arbeiten bei der Aufbringung von Antifouling-Produkten sowie bei der Entfernung alter Antifouling-Anstriche können durch Einatmen oder Hautkontakt zu Gesundheitsschäden führen. Bei der Verarbeitung von Antifouling-Produkten kann es zudem zu einer unerwünschten Kontamination der Umwelt kommen. Daher dürfen Antifouling-Produkte, wie auch andere Biozid-Produkte, nur entsprechend dem zugelassenen **Anwendungszweck** und unter den zugelassenen **Anwendungsbedingungen** verwendet werden – dies gilt auch für die private Verwendung. Weiterhin sind die auf den Packungen zugelassener biozidhaltiger Antifouling-Produkte angegebenen **Risikominderungsmaßnahmen**, die für die sichere Verwendung erforderlich sind, immer umzusetzen. Für die gewerbliche Verwendung von Antifouling-Produkten hat der Arbeitgeber zudem eine Gefährdungsbeurteilung

* Diese Risikominderungsmaßnahme ist erst ab dem Zeitpunkt verbindlich, ab dem ein Antifouling-Produkt zugelassen ist.

vorzunehmen, für die er diese Hinweise sowie die im Sicherheitsdatenblatt enthaltenen Informationen zu beachten hat.

Sofern nicht auf dem Produkt selbst oder der Packungsbeilage kenntlich gemacht, sind alle Bestimmungen zur Verwendung von biozidhaltigen Produkten in der „Zusammenfassung der Produkteigenschaften (SPC – Summary of Product Characteristics)“ aufgelistet. Diese sind für alle zugelassenen Biozid-Produkte auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin veröffentlicht (siehe Infobox 2).

Verbindlich*: Schutz von Boden und Grundwasser

Ein Eintrag von Antifouling-Produktbestandteilen in den Boden birgt ein erhöhtes Risiko, das Boden-ökosystem nachhaltig zu schädigen. Um negative Effekte zu vermeiden, wird deshalb für alle biozidhaltigen Antifouling-Produkte nachfolgende Regelung verbindlich gelten.

*„Auf dem Produktetikett und, falls vorhanden, auf dem beiliegenden Sicherheitsdatenblatt zugelassener Produkte ist anzugeben, dass die **Anwendung sowie Wartungs- und Reparaturarbeiten in einem abgeschlossenen Bereich auf undurchlässigem, hartem Untergrund über einer Auffangwanne oder auf einer mit einem undurchlässigen***

* Diese Risikominderungsmaßnahme ist erst ab dem Zeitpunkt verbindlich, ab dem ein Antifouling-Produkt zugelassen ist.

*Material ausgestatteten Bodenfläche erfolgen müssen, um Produktverluste zu vermeiden und Emissionen in die Umwelt zu minimieren, und dass etwaige **Verluste des Produkts oder Abfallstoffe, die Antifoulingwirkstoffe enthalten, zwecks Wiederverwendung oder Entsorgung aufzufangen sind.**“* Durchführungsverordnungen der Kommission zur Genehmigung von Dichloroctylisothiazolinon (DCOIT), Kupferflocken, Kupfer(I)-oxid, Kupferpyrithion, Kupferthiocyanat, Medetomidin, Tolyfluanid, Dichlofluanid und Tralopyril als Wirkstoffe zur Verwendung in Biozid-Produkten der Produktart 21.

Diese Maßnahmen zum Schutz des Bodens und des Grundwassers müssen nicht nur beim eigentlichen Auftragen der Antifouling-Beschichtung befolgt werden, sondern auch bei allen begleitenden Arbeitsschritten, wie zum Beispiel dem Rühren der Farbe oder dem Beimischen von Kupferpulver, bei denen Umwelteinträge möglich sind. Verhindern Sie eine Kontamination des Bodens, indem Sie diese Arbeitsschritte auf dem Arbeitsplatz über einer geeigneten Auffangwanne oder einer undurchlässigen Unterlage durchführen.

Verbindlich: Entsorgung von Produktresten

Antifouling-Produkte sind gefährlicher Abfall (umgangssprachlich: Sondermüll), der speziell entsorgt werden muss. Entsorgen Sie Farbreste und leere Behälter, die Sie nicht für einen späteren Anstrich aufheben wollen, nach den örtlichen Vorschriften. Lesen Sie dazu die Hinweise des Herstellers im Produkt- oder Sicherheitsdatenblatt. Erkundigen

Sie sich zudem beim örtlichen Entsorgungsunternehmen oder Wertstoffhof, wie diese Rückstände zu sammeln und entsorgen sind oder bitten Sie die Hafenverwaltung oder den Umweltbeauftragten beziehungsweise die Umweltbeauftragte, dies zu tun. Im Idealfall können alle Interessierten in einem Verein beziehungsweise einer Marina mit einem Aushang über die korrekte Entsorgung und über Ansprechpersonen informiert werden.

Verbindlich: **Entsorgung von Abfallstoffen nach Entschichtungsarbeiten**

Die bei der Entschichtung eines Bootes anfallenden Stäube und Partikel, aber auch Werkzeuge wie zum Beispiel Pinsel, Lappen und Planen, sind ebenfalls als gefährlicher Abfall zu behandeln und entsprechend der lokalen Vorschriften zu entsorgen. Pinsel, die Sie erneut verwenden wollen, dürfen auf keinen Fall an einem Waschbecken oder gar im Gewässer ausgewaschen werden! Wischen Sie den Pinsel an einem Tuch ab und reinigen Sie ihn, falls notwendig, mit organischem Lösungsmittel wie zum Beispiel Waschbenzin. Falls sie Lösungsmittel verwenden, legen Sie sich ein gut verschließbares Gefäß zu, in dem Sie die Reinigungslösung lagern. Organische Lösungsmittel müssen ebenfalls sachgerecht entsorgt werden und dürfen unter keinen Umständen in die Umwelt oder den Ausguss gelangen!

Empfehlungen für die Verwendung und Entsorgung von biozidhaltigen Antifouling-Produkten

Es gibt vielfältige Möglichkeiten, die Verwendung von biozidhaltigen Antifouling-Produkten gesundheits- und umweltverträglicher zu gestalten.



Vorbildlich: **Nutzungsdauer und Applikation**

Eine Möglichkeit, die Gewässerbelastung durch Antifouling-Biozide zu reduzieren, ist die Beschichtung entsprechend der Herstellerangaben solange wie möglich zu verwenden. Aus Neubeschichtungen werden zu Beginn große Mengen an Bioziden ins Wasser abgegeben. Nach kurzer Zeit nimmt die Menge der freigesetzten Biozide ab und ein geringeres, aber über die Produktlebenszeit gleichbleibendes Niveau wird erreicht. Ein wirksamer Schutz wird somit über den gesamten Zeitraum gewährleistet.

Tragen Sie daher die Beschichtung streng nach den Herstellerangaben (Anzahl Farbschichten, Trockenpausen, Witterung) auf, um die Belastung der Umwelt so gering wie möglich zu halten. Schützen Sie sich und andere, indem Sie die Schutzmaßnahmen, die auf dem Antifouling-Produkt oder beiliegenden Informationen abgedruckt sind, beachten. Die gegebenenfalls erforderliche persönliche Schutzausrüstung ist bei jeglichem Umgang mit dem Antifouling-Produkt erforderlich, also auch beim Anrühren und beim Reinigen der Geräte.

Einige Bootsbesitzerinnen und Bootsbesitzer nutzen ihr Produkt auch länger als vom Hersteller angegeben. Dies könnten Sie ebenfalls ausprobieren, indem Sie mit dem Neuanstrich warten und in regelmäßigen Abständen den Rumpf Ihres Boots auf Bewuchs inspizieren und erst bei Bedarf nachstreichen. Somit können durch eine möglichst lange Nutzung der Beschichtung die Menge an freigesetztem Wirkstoff reduziert und gleichzeitig Kosten eingespart werden.

Tragen Sie bei einer selbsterodierenden Beschichtung unterschiedliche Farben desselben Produktes nacheinander auf, so dass verschiedenfarbige Schichten entstehen und Sie anhand des Farbwechsels erkennen, wann und wo der Anstrich tatsächlich erneuert werden muss.



Vorbildlich: **Arbeitskleidung** **(nur nicht-berufsmäßige Verwender)**

Aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes sollten private Anwender grundsätzlich langärmelige Kleidung und Handschuhe tragen. Bei staubfreisetzenden Maßnahmen sollte zudem eine Staubmaske getragen werden.



Vorbildlich: **Entfernen der alten Beschichtung**

Bei Schleifarbeiten können entfernte Farbpartikel und Schleifstaub eingeatmet werden und in die nähere und weitere Umgebung des Arbeitsplatzes verteilt



werden. Stäube, die eingeatmet werden oder auf die Haut gelangen, können die Gesundheit der tätigen Person sowie auch umstehender Menschen gefährden. Stäube, die in die Umwelt gelangen, können das Bodenökosystem sowie langfristig das Grundwasser belasten. Durch Wind wird dies noch verstärkt.

Die Emission von Farbpartikeln und Schleifstaub werden gemindert, indem Abziehklingen oder Schleifmaschinen mit geeigneter Absaugvorrichtung verwendet werden. Nähere Informationen zu diesem Thema gibt es in den technischen Regeln für Gefahrstoffe: „TRGS 504: Tätigkeiten mit Exposition gegenüber A- und E-Staub“*.

Nach Abschluss der Arbeiten räumen Sie Ihren Arbeitsplatz auf, sammeln heruntergefallene Partikel ein und entsorgen diese zusammen mit den abgesaugten Partikeln/Schleifstaub wie vom Hersteller angegeben und nach den örtlichen Vorschriften (siehe Absatz „Entsorgung“).



Vorbildlich: **Lagerung von Antifouling-Produkten**

Bei unsachgemäßer Lagerung von Antifouling-Produkten kann es zu Einträgen in die Umwelt kommen. Auslaufende oder abtropfende Farbe aus umgefallenen Dosen kann in Boden und Grundwasser

oder durch Regen auch in angrenzende Gewässer eingetragen werden. Auch durch Korrosion der Dosen können diese lecken und Antifouling-Produkt in die Umwelt freigesetzt werden. Dies stellt eine unnötige und vermeidbare Umweltbelastung dar und ist in jedem Falle zu verhindern.

Um zu vermeiden, dass Dosen korrodieren und/oder bereits geöffnete Dosen auslaufen, lagern Sie diese gut verschlossen und aufrecht stehend an einem vor Feuchtigkeit geschützten Ort. Das heißt, Dosen sollten nicht im Freien, sondern zum Beispiel in einer gut belüfteten Halle oder Werkstatt oder zumindest überdacht (zum Beispiel Carport) und auf festem und undurchlässigem Boden beziehungsweise in einer Auffangwanne gelagert werden.

Aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes sollten Antifouling-Produkte außerhalb der Reichweite von Kindern aufbewahrt werden.



Vorbildlich: **Entsorgung**

Zu einem verantwortungsvollen Umgang mit Antifouling-Produkten gehört immer eine sachgerechte Entsorgung. In einigen Häfen gibt es zentrale Sammelstellen für (gefährlichen) Abfall. Falls es in Ihrem Hafen oder Verein keine Sammelstelle gibt, regen Sie doch an, eine einzurichten. Zusammen mit einem Informationsblatt fällt die ordnungsgemäße Entsorgung so leichter und ist für alle machbar.

* <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-504.html>

Verwendung und Entsorgung von biozidhaltigen Antifouling-Produkten

VERBINDLICH



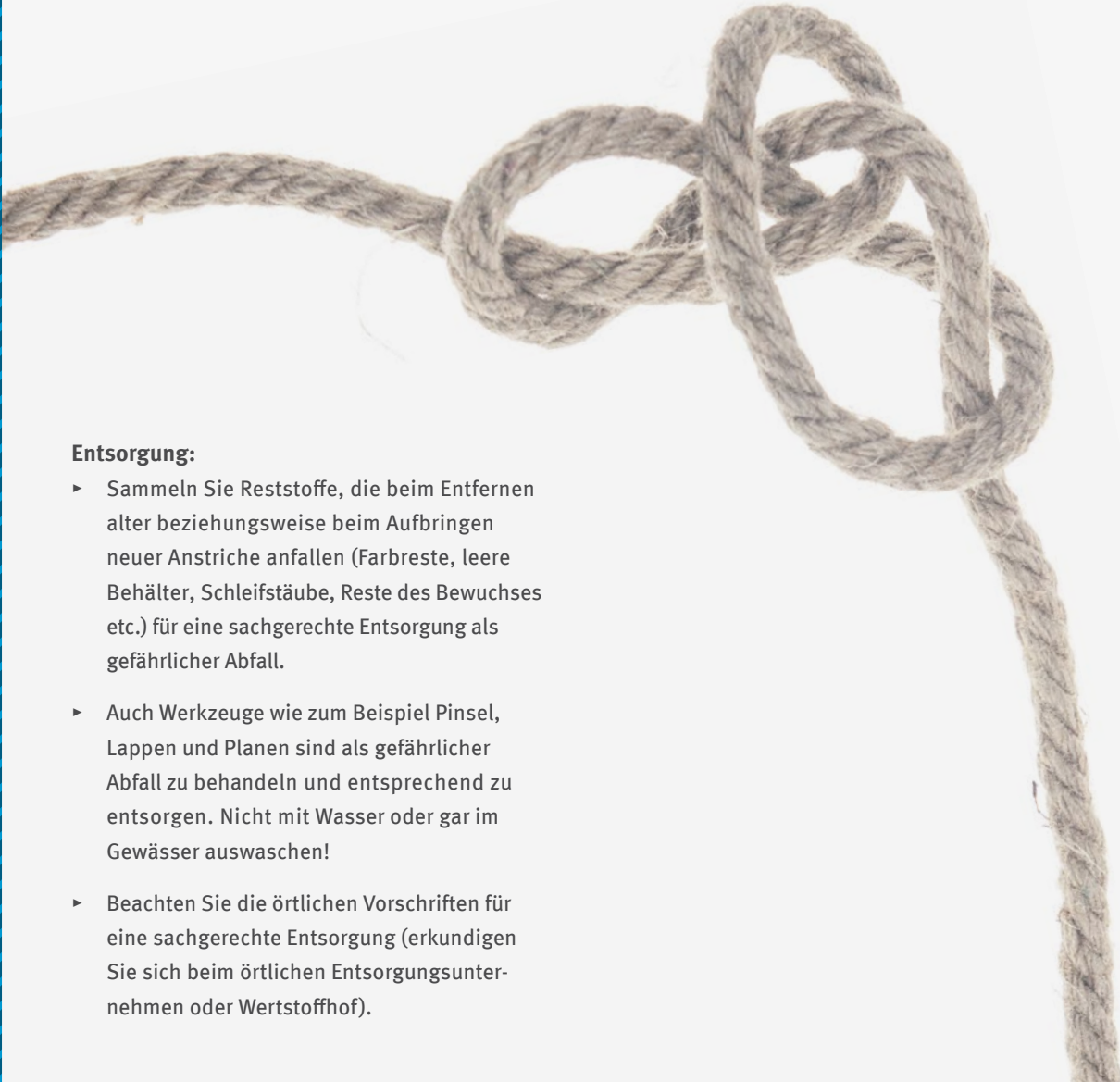
Grundsätzliches:

- ▶ Ein biozidhaltiges Antifouling-Produkt darf solange verwendet werden, wie es verkehrsfähig ist. Eventuell schließt sich eine kurze Übergangsfrist an, die über Registrier- oder Zulassungsnummer auf der Internetseite der BAuA recherchiert werden kann.

Arbeitsplatz:

- ▶ Beachten Sie die Risikominderungsmaßnahmen, die auf dem Produkt oder beiliegenden Informationen abgedruckt sind.*
- ▶ Führen Sie Be- und Entschichtungsarbeiten nur auf einem Platz mit hartem, undurchlässigem Boden durch oder legen Sie eine undurchlässige Plane/Schutzfolie unter.*
- ▶ Falls Sie Ihren Arbeitsplatz nicht entsprechend ausstatten können, muss eine Werft/ ein Bootsservice aufgesucht werden – sowohl im Sinne Ihrer Gesundheit als auch im Hinblick auf den Schutz der Umwelt.*

* Diese Risikominderungsmaßnahme ist erst ab dem Zeitpunkt verbindlich, ab dem ein Antifouling-Produkt zugelassen ist.



Entsorgung:

- ▶ Sammeln Sie Reststoffe, die beim Entfernen alter beziehungsweise beim Aufbringen neuer Anstriche anfallen (Farbreste, leere Behälter, Schleifstäube, Reste des Bewuchses etc.) für eine sachgerechte Entsorgung als gefährlicher Abfall.
- ▶ Auch Werkzeuge wie zum Beispiel Pinsel, Lappen und Planen sind als gefährlicher Abfall zu behandeln und entsprechend zu entsorgen. Nicht mit Wasser oder gar im Gewässer auswaschen!
- ▶ Beachten Sie die örtlichen Vorschriften für eine sachgerechte Entsorgung (erkundigen Sie sich beim örtlichen Entsorgungsunternehmen oder Wertstoffhof).

Verwendung und Entsorgung von biozidhaltigen Antifouling-Produkten

VORBILDLICH



Nutzungsdauer und Applikation:

- ▶ Warten Sie mit einem Neuanstrich so lange wie möglich.
- ▶ Tragen Sie maximal so viel Beschichtung auf, wie vom Hersteller empfohlen. Halten Sie sich an die Herstellerangaben.
- ▶ Tragen Sie bei einer selbsterodierenden Beschichtung unterschiedliche Farben desselben Produktes nacheinander auf, so dass Sie anhand des Farbwechsels erkennen, wann und wo der Anstrich tatsächlich erneuert werden muss.

Arbeitskleidung

- ▶ Tragen Sie aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes beim Abtragen der alten Schicht und beim Streichen der neuen Schicht langärmelige Kleidung, Handschuhe

und wenn nötig eine Staubmaske.

Entfernen der alten Beschichtung:

- ▶ Der Wasch- oder Reinigungsplatz ist kein geeigneter Ort für Entschichtungsarbeiten.
- ▶ Nutzen Sie Schleifgeräte nur mit Absaugvorrichtung.
- ▶ Falls Ihnen kein Schleifgerät mit Absaugvorrichtung zur Verfügung steht, entfernen Sie die alte Beschichtung durch Kratzen. Verwenden Sie Klingen mit Anschlussmöglichkeit für einen Staubsauger.
- ▶ Vermeiden Sie das Arbeiten im Freien bei Wind.

Auftragen der neuen Beschichtung:

- ▶ Der Wasch- oder Reinigungsplatz ist kein geeigneter Ort für Beschichtungsarbeiten.
- ▶ Platzieren Sie das Produkt zum Verrühren oder Anmischen in einer geeigneten Auffangwanne oder auf einer undurchlässigen Unterlage.
- ▶ Produkte, die per Pinsel oder Rolle aufgetragen werden, sind aus Sicht des Arbeitsschutzes wie aus Umweltsicht zu bevorzugen, da beim Sprühen erfahrungsgemäß höhere gesundheitliche Belastungen durch einatembare Aerosole und Hautkontakt entstehen und Abdrift in die Umwelt auftritt.
- ▶ Beim Sprühen in einer Halle muss mit guter technischer Belüftung gearbeitet werden.

Lagerung:

- ▶ Wenn es das Produkt zulässt, heben Sie angebrochene Farbdosen für den nächsten Anstrich auf.
- ▶ Lagern Sie Dosen gut verschlossen und aufrecht stehend an einem vor Feuchtigkeit geschützten Ort.
- ▶ Lagern Sie Sie aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes Antifouling-Produkte außerhalb der Reichweite von Kindern.

Entsorgung:

- ▶ Beachten Sie die Hinweise des Herstellers (siehe zum Beispiel Produkt- oder Sicherheitsdatenblatt).
- ▶ Informieren Sie andere Hafennutzer und Hafennutzerinnen beziehungsweise Vereinsmitglieder über einen Aushang über die richtige Entsorgung am schwarzen Brett.
- ▶ Regen Sie die Einrichtung einer zentralen Abfallsammelstelle in Ihrem Hafen/Verein an.



4



4 Was muss ich bei der Reinigung meines Boots beachten?

Wenn ein Boot mit einer biozidhaltigen Beschichtung am Ende einer Saison aus dem Wasser genommen wird, befinden sich immer noch Antifouling-Wirkstoffe auf dem Rumpf. Antifouling-Beschichtungen, die für eine 2-jährige Verwendung konzipiert sind, enthalten am Ende der ersten Saison noch ausreichend Wirkstoff, um mindestens eine weitere Saison wirksam zu sein. Diese Wirkstoffe können bei der Bootswäsche aus der Beschichtung herausgewaschen werden. Dabei ist die herausgelöste Menge umso größer, je mehr Wasser verwendet bzw. je länger gewaschen wird und je höher der (Wasser)druck beim Reinigen ist. Daher sollte kein Hochdruckreiniger verwendet werden. Dieser kann die Beschichtung beschädigen und damit zu einer hohen Freisetzung von Bioziden führen. Auch biozidfreie Beschichtungen können durch einen Hochdruckreiniger beschädigt werden, sodass diese rauer und damit anfälliger für Bewuchs werden. Nur im Fall der Vorbereitung einer Entschichtung kann der Einsatz eines Hochdruckreinigers sinnvoll sein.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen der Rumpfreinigung werden hauptsächlich vom Wasserrecht bestimmt. Das Einleiten von Reinigungswasser und entferntem Bewuchs in Gewässer und Boden liegt im Zuständigkeitsbereich der Bundesländer. Unter Berücksichtigung der Wassergesetze der Länder sind letztlich die Gemeinden für die ordnungsgemäße Abwasserentsorgung verantwortlich. Zusätzliche

Anforderungen können die jeweiligen Polizeiverordnungen unter Berücksichtigung des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) und der Gesetzgebung des zuständigen Landes treffen. Deshalb sollten sich Bürgerinnen und Bürger bei den zuständigen Behörden (i. d. R. untere Wasserbehörde) erkundigen, ob auch für ihre Gemeinde eine entsprechende Regelung (Ortssatzung) getroffen wurde.

Unsere im Folgenden vorgenommene Interpretation der Vorschriften erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Verbindlichkeit.

Man muss bei der Reinigung von Bootsrümpfen unterscheiden, ob die Reinigung **im Wasser** oder **an Land** erfolgt, an Land auf einem Waschplatz **mit Abwassersystem** oder **ohne Abwassersystem** gearbeitet wird, ob **biozidfreie** oder **biozidhaltige** Beschichtungen gereinigt werden und ob **Weich-** oder **Hartfouling** entfernt wird.

Grundsätzlich gilt:

Im Sinne des § 36 WHG versteht man unter Anlagen „in, an, über und unter oberirdischen Gewässern“ jede für eine **gewisse Dauer geschaffene ortsfeste oder ortsbewegliche Einrichtung**, die geeignet ist, auf die Gewässereigenschaften, den Zustand eines Gewässers, die Wasserbeschaffenheit oder den Wasserabfluss einzuwirken. Dies ist bei Anlagen, die der regelmäßigen Reinigung von Bootsrümpfen dienen,

in der Regel anzunehmen. Diese Anlagen „sind so zu errichten, zu betreiben, zu unterhalten und stillzulegen, dass **keine schädlichen Gewässerveränderungen** zu erwarten sind“. Ob eine schädliche Gewässerveränderung zu erwarten ist, ist eine Einzelfallentscheidung der zuständigen Landesbehörden (unteren Wasserbehörden). Unter diesen Anlagenbegriff fallen sowohl Wasch- und Reinigungsplätze an Land wie auch stationäre Rumpfreinigungsanlagen im Gewässer.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass feste Stoffe nicht in ein oberirdisches Gewässer eingebracht werden dürfen, um sich ihrer zu entledigen (§ 32 Abs. 1 S. 1 WHG).

Boot im Wasser liegend

Eine Reinigung von **biozidhaltigen Beschichtungen** im Wasser bedarf einer Erlaubnis, da es sich dabei um eine Maßnahme im Sinne des § 9 Abs. 2 Nr. 2 WHG handeln dürfte, die geeignet ist, nachteilige Veränderungen der Wasserbeschaffenheit herbeizuführen. Sie ist zu verbieten, wenn schädliche, auch durch Nebenbestimmungen nicht vermeidbare oder nicht ausgleichbare Gewässeränderungen zu erwarten sind (§ 12 Abs. 1 Nr. 1 WHG). Dies dürfte bei einer Stoßbelastung des Gewässers mit Bioziden infolge einer mechanischen Reinigung der Fall sein. Außerdem stehen gewässerschonendere, verhältnismäßige Alternativen für die Reinigung an Land zur Verfügung. Dies wird die Wasserbehörde bei der Ausübung ihres Bewirtschaftungsermessens (gem. § 12 Abs. 2 WHG) bei der Erteilung der Erlaubnis berücksichtigen. Eine

Reinigung biozidhaltiger Unterwasseranstriche im Wasser ohne Erlaubnis stellt eine Ordnungswidrigkeit gem. § 103 Abs. 1 Nr. 1 WHG dar.

Die Entfernung von **Weichfouling** im Wasser von **biozidfreien Beschichtungen** ist aus rechtlicher Sicht unproblematisch. Im Falle einer Entfernung von **Hartfouling** im Wasser muss dies im Einzelfall von der zuständigen Landesbehörde genehmigt werden, da es sich hierbei im Sinne § 9 Abs. 2 WHG um eine Gewässernutzung handelt. Erfolgt die Rumpfreinigung in fest installierten Anlagen in einem Gewässer, sind diese Anlagen wie unter „Grundsätzlich gilt“ beschrieben zu errichten.

Boot trockenliegend

Die folgenden Ausführungen gehen davon aus, dass die Reinigung unter Wassereinsatz erfolgt und erklären, wie das Reinigungswasser zu entsorgen ist. Dies ist im Sinne des § 54 Abs. 1 Nr. 1 WHG als Abwasser zu qualifizieren. An Land kann die Bootsreinigung auf speziell dafür ausgestatteten Wasch- und Reinigungsplätzen mit Abwassersystem (Anlage nach § 36 WHG) oder auf befestigtem oder unbefestigtem Grund ohne Abwassersystem durchgeführt werden. Sofern die Bootsreinigung auf Flächen ohne Abwassersystem stattfindet, gelten zusätzlich die unter „Befestigter oder unbefestigter Grund ohne Abwassersystem – alle Beschichtungen“ dargestellten Ausführungen.

Wird bei der Reinigung allerdings **trocken gearbeitet** (wie z. B. mit einem Spachtel oder einer Bürste) so muss sichergestellt werden, dass der Untergrund

nicht kontaminiert und das entfernte Reinigungsgut vollständig einfangen und sicher entsorgt wird. Dies gelingt am besten auf einer versiegelten Fläche oder über einem mit Planen abgedecktem Grund. Eine Genehmigung ist hierfür nicht erforderlich.

Wasch- und Reinigungsplätze mit Abwassersystem – biozidfreie Beschichtung:

Aus Sicht des Umweltbundesamtes sind durch das beim Entfernen von Weichfouling von biozidfreien Beschichtungen anfallende Abwasser keine schädlichen Gewässerveränderungen zu erwarten. Im Gegensatz dazu kann beim Entfernen von Hartfouling ein Potential für schädliche Gewässerveränderungen durch den Eintrag von Biomasse ohne weitere Schutzmaßnahmen nicht gänzlich ausgeschlossen werden. In beiden Fällen liegt eine erlaubnispflichtige Benutzung im Sinne § 8 Abs. 1 i. V. m. § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG vor. Wichtig ist, dass feste Stoffe nicht in ein oberirdisches Gewässer eingebracht werden dürfen, um sich ihrer zu entledigen (§ 32 Abs. 1 S. 1 WHG).

Wasch- und Reinigungsplätze mit Abwassersystem – biozidhaltige Beschichtung:

Eine Einleitung von Abwasser aus der Reinigung biozidhaltiger Beschichtungen in Oberflächengewässer ist ohne Schutzmaßnahmen nicht zulässig. Wenn dieses direkt in ein Oberflächengewässer eingeleitet werden soll, ist dies eine erlaubnispflichtige Benutzung im Sinne des § 8 Abs. 1 i. V. m. § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG.

Erlaubnispflichtige Benutzung – Oberflächengewässer und Kläranlage:

Eine erlaubnispflichtige Benutzung ist durch die zuständige Behörde zu genehmigen. Gemäß § 57 Abs. 1 WHG darf eine Erlaubnis für das Einleiten von Abwasser in ein Gewässer (Direkteinleitung) nur erteilt werden, wenn Menge und Schädlichkeit des Abwassers nach dem Stand der Technik gering gehalten werden (Nr. 1), die Einleitung mit den Anforderungen an die Gewässereigenschaften vereinbar ist (Nr. 2) und Abwasseranlagen errichtet und betrieben werden, um die Anforderungen nach Nrn. 1 und 2 einzuhalten (Nr. 3). Bei der Einleitungen in die Kanalisation gelten die kommunalen Abwassersatzungen.

Befestigter oder unbefestigter Grund ohne Abwassersystem – alle Beschichtungen:

Die Bootswäsche auf befestigtem oder unbefestigtem Grund ohne Abwassersystem ist ebenfalls erlaubnispflichtig nach § 8 Abs. 1 in Verbindung mit § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG, da dabei Stoffe in das Grundwasser und Oberflächengewässer gelangen können. Gem. § 48 Abs. 1 WHG darf die Erlaubnis für das Einleiten von Stoffen in das Grundwasser nur erteilt werden, wenn keine nachteilige Veränderung der Wasserbeschaffenheit zu besorgen ist. Die zuständige Behörde wird ihre Ermessensentscheidung von den Konzentrationen und Frachten der im Waschwasser enthaltenen Stoffe abhängig machen. Wer sein Boot auf unbefestigtem Grund ohne Erlaubnis wäscht, begeht eine Ordnungswidrigkeit nach § 103 Abs. 1 Nr. 1 WHG.

Reinigung von Antifouling-Beschichtungen

VERBINDLICH



Reinigung – Boot im Wasser liegend:

- ▶ Die Reinigung von Booten mit **biozidhaltigen Beschichtungen** im Wasser ist ohne Erlaubnis der zuständigen Behörde nicht zulässig.
- ▶ Bei der Reinigung von **biozidfreien Beschichtungen** darf Weichfouling ohne weitere Schutzvorkehrungen ins Oberflächengewässer eingetragen werden. Hartfouling darf nur mit Erlaubnis der zuständigen Wasserbehörde entfernt werden. Das Hartfouling muss aufgefangen und an Land entsorgt werden.

Reinigung – Boot trockenliegend:

- ▶ Eine Reinigung von Bootsrümpfen mit biozidhaltiger oder biozidfreier Beschichtung auf **unbefestigten Grund** ist ohne Erlaubnis der zuständigen Behörde nicht

zulässig, da dabei Boden und Grundwasser kontaminiert werden können.

- ▶ Wird ein Bootsrumpf auf **befestigtem, undurchlässigem Grund** gereinigt, so muss das Abwasser gesammelt und sicher entsorgt werden. Dies kann am besten auf einem speziell dafür eingerichteten Waschplatz erfolgen.
- ▶ Kann allerdings sichergestellt werden, dass Waschwasser und entfernter Bewuchs nicht in die Umwelt gelangen, so kann auch auf unbefestigtem Untergrund gearbeitet werden. Hierzu muss der Boden großräumig mit **undurchlässigen Planen oder Vliesen** abgedeckt und abfallender Bewuchs entsorgt werden.

- ▶ Wasch- und Reinigungsarbeiten an einer biozidhaltigen oder biozidfreien Beschichtung dürfen ohne Erlaubnis der zuständigen Behörde **nicht auf der Slipanlage** durchgeführt werden, da dabei das Waschwasser in das Oberflächengewässer laufen kann.
- ▶ Das **Abwasser** aus allen Reinigungsarbeiten darf nicht ungeklärt in die Umwelt gelangen und muss gesammelt und sicher entsorgt werden. Es sollte in das örtliche Abwassernetz eingespeist werden. Bitte beachten Sie dazu die kommunalen Abwassersatzungen. Ohne Erlaubnis der zuständigen Behörde ist es nicht zulässig, dass Abwasser in das Oberflächengewässer einzuleiten.
- ▶ Entfernter **fester Bewuchs** sowie eventuell anfallende **feste Beschichtungsreste** sollten gesammelt und sachgerecht als Abfall entsorgt werden. Es ist verboten, diese(n) ins Oberflächengewässer zu entsorgen.

VORBILDLICH



- ▶ Der Wasch- oder Reinigungsplatz ist kein geeigneter Ort für Beschichtungsarbeiten und Entschichtungsarbeiten.
- ▶ Der Einsatz von Hochdruckgeräten ist für den Reinigungsprozess im Regelfall nicht geeignet, da er die Beschichtung beschädigen kann.
- ▶ Informieren Sie andere Hafennutzer und Hafennutzerinnen beziehungsweise Vereinsmitglieder darüber, was bei der Rumpfreinigung zu beachten ist.
- ▶ Sollte es in Ihrer Marina oder Ihrem Verein noch keinen Waschplatz geben, regen Sie die Einrichtung eines solchen an.

5



5 Welche biozidfreien Alternativen gibt es?

Das Thema biozidfreie Alternativen beschäftigt die Gemeinschaft der Bootsbesitzerinnen und Bootsbesitzer seit Jahrzehnten. Es gibt zahlreiche Ansätze und Ideen, um den Bootsrumf ohne den Einsatz von Bioziden bewuchsfrei zu halten. Diese Ideen reichen von Antihafbeschichtungen auf Teflon-, PVC- oder Silikonbasis über elektrochemische oder physikalische Systeme bis hin zum Einsatz von manuellen oder automatischen Reinigungssystemen oder Folien, die den Bewuchs von vorn herein verhindern. Auch ist das Thema alternative Bewuchsschutzsysteme in Forschung und Industrie aktuell und es werden ständig neue Ideen und Ansätze in Presse und Fachliteratur publiziert. Für Interessierte haben wir in der nachfolgenden Infobox 5 eine Auswahl an Praxiserfahrungen mit am Markt erhältlichen biozidfreien Alternativen zusammengetragen, die jedoch nicht als vollständig anzusehen ist und der auch keine (Be-)Wertung seitens des Umweltbundesamtes zu Grunde liegt.

Biozidfreie Antifouling-Systeme unterliegen keiner Zulassungspflicht und werden damit von staatlicher Seite nicht geprüft. Folglich gibt es keine offizielle Stelle, die zum Beispiel die Wirksamkeit oder die Umwelt- und Gesundheitsrisiken dieser Produkte untersucht. Allerdings unterliegen viele dieser Produkte den allgemeinen Regelungen für chemische Produkte und müssen somit nach der CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (Regulation on Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures, Verordnung über die

Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen) eingestuft werden, so dass über die Kennzeichnung der Produkte eine Abschätzung der Gefährlichkeit erfolgen kann.

Aufgrund der fehlenden staatlichen Bewertung von biozidfreien Alternativen und des Neutralitätsgebots einer staatlichen Behörde darf hier keine Produktempfehlung ausgesprochen werden. Daher sollen an dieser Stelle die Prinzipien einiger biozidfreier Alternativen genannt werden, die sich aus Presseberichten oder wissenschaftlichen Untersuchungen als mehr oder weniger praktikabel und wirksam herauskristallisiert haben.

Antihafbeschichtung (Foul release coating)

Bei Antihafbeschichtungen wird die Haftkraft des Bewuchses zum Beispiel durch die Herstellung einer geringen Oberflächenspannung am Unterwasserschiff minimiert. Dies kann beispielsweise durch hydrophobe Oberflächen erreicht werden. Der Bewuchs wird dann entweder durch die bei der Fahrt entstehenden Scherkräfte entfernt oder muss in regelmäßigen Abständen mechanisch an Land oder im Wasser beseitigt werden. Andere Beschichtungstypen basieren auf sogenannten Hydrogelen, die eine sehr weiche Oberfläche generieren. Auf der Oberfläche wird die Bewuchsbildung gehemmt und entsteht dennoch ein Bewuchs, lässt sich dieser sehr leicht wieder entfernen. Produkte auf Silikonbasis sollten

jedoch keine Silikonöle freisetzen, da diese in der Umwelt nicht abgebaut werden und dort schädlich für Organismen sein können.

Einige Hersteller bieten Klebefolien an, die das Festsetzen von Organismen an der Oberfläche verhindern oder erschweren. Diese Folien werden anstelle eines Anstrichs auf den Schiffsrumpf geklebt.

Biozidfreie Hartbeschichtung kombiniert mit mechanischer Reinigung

Biozidfreie Hartbeschichtungen eignen sich für die mechanische Reinigung, da sie keine Antifouling-Biozide enthalten. Typische Hartbeschichtungen sind i) Keramik-Polymer-Beschichtungen, ii) Zwei-Komponenten-Hybridbeschichtungen oder iii) lösungsmittelfreie zwei-Komponenten-Flüssigkunststoffbeschichtungen.

Bewuchs lässt sich am einfachsten im Biofilmstadium von Hartbeschichtungen entfernen. Für die einfache Handhabung wurden Spezialgeräte zur Reinigung des Bootsrumpfs entwickelt.^{23, 24}

Zu den mobilen, handgeführten Geräten, die am Liegeplatz eingesetzt oder auch auf dem Boot mitgeführt werden können, gehören Reinigungspads beziehungsweise -bürsten mit Teleskopstange und zum Teil mit Auftriebskörper. Mit Hilfe dieser Geräte kann der Rumpf vom Steg oder Boot aus gereinigt werden. Auch ein flexibles Reinigungsseil mit Reinigungsborsten, das zur Reinigung unter dem Bootsrumpf hin- und hergezogen wird, ist erhältlich.



Stationäre Varianten sind Bootswaschanlagen, die im Hafen zentral installiert sind und ähnlich einer Autowaschanlage funktionieren. Auch raue Matten, die am Liegeplatz befestigt werden und auf die das Boot beim Anlegen auffährt, sind erhältlich. Auf den Matten wird das Boot während der Liegezeit durch Wind, Wellen und Strömung in Bewegung gehalten und so kontinuierlich gereinigt.

Ein Gerät, das von geschultem Personal betrieben werden muss, aber dennoch eine Option für Häfen und/oder Vereine sein könnte, ist ein Reinigungsroboter, der sich an den Bootsrumpf ansaugt, ihn unter Wasser abfährt und reinigt. Der dabei entfernte Bewuchs wird in einem Beutel aufgefangen und kann ordnungsgemäß entsorgt werden. Schwer zugängliche Stellen, die von diesen Geräten nicht erreicht werden, können anschließend mit Reinigungspads beziehungsweise -bürsten gereinigt werden, falls Weichfouling vorliegt.

Bitte beachten Sie die detaillierten Hinweise zur Reinigung im Kapitel 4 „Was muss ich bei der Reinigung meines Boots beachten?“.

Ultraschall-Systeme

Bei diesen Systemen wird der Schiffsrumpf durch Ultraschallwellen in Schwingung gesetzt. Auf diese Weise soll das Wachstum von Biofilm verhindert und bereits vorhandener Algenbewuchs zerstört werden. Bisher ist allerdings nicht klar, ob Ultraschall-Systeme auch an Nicht-Ziel-Organismen Schäden verursachen können.

Ferner ist bei Ultraschallsystemen zu beachten, dass diese teilweise ihre volle Leistungsfähigkeit nur in Kombination mit einem biozidhaltigen Antifouling entfalten. Die Wirksamkeit ist daher im Einzelnen zu prüfen.

Kunststoffplane zur Abdunkelung des Bootsrumfs

Mit Hilfe von Planen kann der Bootsrumf abgedunkelt und dadurch das Wachstum von Algen gehemmt werden. Die Planen werden am Steg und/oder am Bootsrumf befestigt. Sie werden entweder um das Boot herum geführt oder unter dem Rumpf hindurch gezogen. Aus letzteren lässt sich außerdem das Wasser heraus pumpen. Auch die Verwendung einer Persenning, deren untere Enden knapp über der Wasseroberfläche enden, kann durch die Verdunkelung den Bewuchs am Wasserpas und unter Umständen dem Rumpf vermindern.

Bootslift

Mit Bootsliften, die fest am Liegeplatz installiert sind, werden Boote nach der Fahrt über die Wasseroberfläche angehoben, so dass sie nicht mehr im Wasser liegen und dadurch vor Bewuchs geschützt sind.



INFOBOX 5

Informationsquellen zu biozidfreien Alternativen

Berichte von DBU-Projekten:

- ▶ Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten in Modellregionen: Unterweser, Dümmer, Ratzeburger See, Zeuthener See.
- ▶ Erprobung von Reinigungsverfahren der Unterwasserbereiche von Sportbooten und küstenoperierenden Schiffen als Bewuchsschutz-Alternative – Materialbelastung, Effektivität und Gewässerbelastung.
- ▶ Video **DBU-Projekt** Bootsreinigung – eine Alternative zum Biozideinsatz



Dokumentation des Webinars:

- ▶ Dokumentation des Webinars „Aktuelle Entwicklungen beim Bewuchsschutz für Sportboote“, Vorträge von Dr. Burkard Watermann „Biozidfreie Bewuchsschutzverfahren für Sportboote“ und von Kai Arendholz „Erfahrungen vom Dümmer See“





6 Welche Antifouling-Wirkstoffe und Produkte sind erlaubt?

Wie werden biozidhaltige Antifouling-Produkte behördlich reguliert?

Nach der EU-Biozid-Verordnung 528/2012 unterliegen Biozide einem zweistufigen Zulassungsverfahren. Im ersten Schritt, der **Wirkstoffgenehmigung** auf **EU-Ebene**, werden alle Biozid-Wirkstoffe geprüft. Kann für einen Wirkstoff belegt werden, dass dieser ausreichend wirksam ist und bei sachgemäßer Verwendung keine unakzeptablen Risiken für Anwender/innen und Verbraucher/innen sowie die Umwelt zu erwarten sind, kann er genehmigt und in die Positivliste der EU-Biozid-Verordnung 528/2012 (Unionsliste) aufgenommen werden. Für Antifouling-Wirkstoffe läuft diese Prüfung seit dem 14.12.2003.

Im zweiten Schritt des Verfahrens, dem **Produktzulassungsverfahren** auf **nationaler Ebene**, wird anschließend über die Zulassung eines Biozid-Produkts, welches einen genehmigten Wirkstoff enthält, entschieden. Es dürfen grundsätzlich nur Biozid-Produkte zugelassen werden, deren Wirkstoffe in die Unionsliste aufgenommen worden sind. Auch muss das Produkt ausreichend wirksam sein und darf bei sachgemäßer Verwendung keine unakzeptablen Risiken für Anwender/innen und Verbraucher/innen sowie die Umwelt erwarten lassen.

Im Bewertungsverfahren befinden sich insgesamt 13 Antifouling-Wirkstoffe. Davon wurde für 11 Wirkstoffe inzwischen die Bewertung abgeschlossen. Außer dem Wirkstoff Cybutryn (Irgarol®) wurden alle bisher geprüften Wirkstoffe genehmigt.

Wer ist bei der Bewertung von biozidhaltigen Antifouling-Produkten beteiligt?

Die Genehmigung von Antifouling-Wirkstoffen ist ein europäisches Verfahren, in dem alle EU-Mitglieder zusammenarbeiten. Beim Zulassungsverfahren auf nationaler Ebene sind verschiedene Institutionen beteiligt.

Nach dem Chemikaliengesetz § 4 ist die **Bundesstelle für Chemikalien** (BfC) – angesiedelt an der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) die zuständige Zulassungsbehörde. Die BfC koordiniert das Genehmigungs- und Zulassungsverfahren in Deutschland. Darüber hinaus bewertet die BfC die chemische Identität von Antifouling-Bioziden und deren Wirksamkeit.

Der **Fachbereich 4 „Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe“** (FB4) der BAuA ist zuständig für den Bereich Arbeitsschutz und bewertet die Risiken (Exposition und Toxikologie) für berufliche Anwender und Anwenderinnen bei der Handhabung.

Das **Bundesinstitut für Risikobewertung** (BfR) ist zuständig für die gesundheitliche Risikobewertung von Antifouling-Produkten und deren Wirkstoffen für nicht-berufsmäßige Anwender und unbeteiligte Dritte sowie für Haus- und Nutztiere.

Das **Umweltbundesamt** (UBA) ist zuständig für die Bewertung der Umweltwirkung und der Umweltrisiken von Antifouling-Produkten und deren Wirkstoffen.

Nicht genehmigte Antifouling-Wirkstoffe

Ende 1989 wurde in der Europäischen Gemeinschaft durch Inkrafttreten der Richtlinie 89/677/EWG das Inverkehrbringen und der Einsatz von Organozinnverbindungen (im Besonderen Tributylzinn – TBT) in Antifouling-Produkten für Schiffe unter 25 Metern Gesamtlänge verboten. Mit der Richtlinie 1999/51/EG der Kommission wurde dann auf Grund der Gefahr für die Gewässer und die menschliche Gesundheit ein generelles Verwendungsverbot von Organozinnverbindungen in Antifouling-Produkten für Schiffe in Binnengewässern in der EU beschlossen.

Global werden Organozinnverbindungen schließlich seit 2008 geregelt: Durch das Internationale Übereinkommen über die Kontrolle von schädlichen Bewuchsschutzsystemen auf Schiffen (AFS Convention) der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (IMO) besteht seit 2008 in vielen Ländern weltweit ein vollständiges Gebrauchsverbot von TBT und anderen Organozinnverbindungen für Antifouling-Beschichtungen. Aktuell sind 82 Länder diesem Abkommen beigetreten unter deren Flaggen fast 95 % der Welttonnage fahren.

Für einige früher verwendete Wirkstoffe, wie zum Beispiel Diuron, Terbutryn oder Chlorthalonil, wurde keine Genehmigung im Rahmen des EU-Prüfprogramms unter der EU-Biozid-Verordnung 528/2012 beantragt. Deshalb dürfen Antifouling-Produkte, die diesen Wirkstoff enthalten, nicht mehr verwendet werden. Cybutryn wurde wegen unannehmbarer Risiken für die Umwelt nicht genehmigt. Die Übergangsfrist (18 Monate) für das Aufbrauchen

von Restbeständen ist bereits abgelaufen. Seit Ende Januar 2017 darf Cybutryn (Irgarol®) daher nicht mehr eingesetzt werden. Antifouling-Produkte mit Dichlofluanid und Tolyfluanid werden zukünftig nicht mehr für Boote zugelassen sein, die auf Binnengewässern verkehren.

Restbestände mit nicht genehmigten Wirkstoffen dürfen nach Ablauf der Verkehrsfähigkeit nicht mehr aufgebracht werden und müssen als gefährlicher Abfall entsorgt werden.

Zugelassene beziehungsweise gemeldete biozidhaltige Antifouling-Produkte

Zurzeit sind noch alle auf dem Markt befindlichen Antifouling-Produkte ungeprüft. In Deutschland ist neben der EU-Biozid-Verordnung zusätzlich die Biozid-Meldeverordnung eine wichtige Rechtsgrundlage. Demnach müssen Biozid-Produkte bei der Zulassungsstelle gemeldet werden. Es findet dabei aber noch keine Prüfung der Produkte auf Wirksamkeit, Umweltauswirkungen oder Ähnliches statt. Diese erfolgt erst im Rahmen des Zulassungsverfahrens, das für die ersten Antifouling-Produkte bereits begonnen hat. Gemeldete Biozid-Produkte sind anhand einer Registriernummer (zum Beispiel N-12345) erkenntlich (siehe Kapitel 2).

Informationen über die in Deutschland gemeldeten Antifouling-Produkte, deren Hersteller, enthaltene Wirkstoffe, Verkehrsfähigkeit und Fristen finden Sie in der *Datenbank der gemeldeten Biozid-Produkte* auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (siehe Infobox 2).

Zukünftig werden alle in Deutschland zugelassenen biozidhaltigen Antifouling-Produkte nach Abschluss des Produktzulassungsverfahrens in einer Datenbank auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin veröffentlicht werden (siehe Infobox 2).

Ob und welchen Biozid-Wirkstoff Ihr Antifouling-Produkt enthält, erfahren Sie zum Beispiel hier:

- ▶ Aufdruck auf der Dose (zum Beispiel „Wirkstoff: xxx“)
- ▶ im Sicherheitsdatenblatt des Produkts (zum Beispiel unter „Aktive Stoffe“)
- ▶ auf der Internetseite oder bei der Kundenhotline des Herstellers
- ▶ *Datenbank der gemeldeten Biozid-Produkte* der BAuA

Viele Antifouling-Produkte enthalten Zinkoxid. Zinkoxid wird als Farbpigment und als Hilfsstoff zur Kontrolle der Erosionsrate in den Antifouling-Beschichtungen verwendet, hat jedoch eine (sehr) toxische Wirkung auf die Umwelt. Dies sollte ebenfalls bei der Produktauswahl berücksichtigt werden.





INFOBOX 6

Genehmigte Antifouling-Wirkstoffe

Eine Liste aller Wirkstoffe, die gemäß EU-Biozid-Verordnung 528/2012 genehmigt beziehungsweise nicht genehmigt wurden oder die sich gerade in der Bewertung befinden, sowie die zugehörigen Dokumente können auf der Internetseite der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) in englischer Sprache eingesehen werden:

ECHA Liste genehmigter Wirkstoffe

(Informationen über Antifouling-Wirkstoffe erhält man durch Auswahl von „21 – Antifouling products“ im Feld „Type“ in der Suchmaske unten auf der Seite.)



Die **BAuA** hält einen Teil der Informationen auch in deutscher Sprache bereit: Übersicht über **genehmigte Wirkstoffe**, sortiert nach Biozid-Produktgruppen:

Genehmigte Wirkstoffe nach Produktart

(Tabelle „Antifouling-Produkte“)



Weiterhin können Sie auf der Internetseite der **BAuA** eine Liste aller in Deutschland **gemeldeten Antifouling-Produkte** einsehen. Diese enthält unter anderem nützliche Informationen über Hersteller, die enthaltenen Wirkstoffe und vor allem die Verkehrsfähigkeit: **Biozid-Meldeverordnung – Datenbank der gemeldeten Biozid-Produkte**



Eine kurze Übersicht über die aktuell (Stand: Januar 2019) genehmigten, nicht genehmigten und in der Bewertung befindlichen Wirkstoffe finden Sie in der folgenden Tabelle.

Antifouling im Wassersport – Welche Antifouling-Wirkstoffe und Produkte sind erlaubt?

Wirkstoff	Zeitraum	Anmerkung
Dichloroctylisothiazolinon (DCOIT)	01/2016–12/2025	
Kupferflocken	01/2018–12/2025	
Kupfer(II)-oxid	01/2018–12/2025	
Kupferpyrithion	10/2016–12/2025	Nur für professionelle Anwender/innen
Kupferthiocyanat	01/2018–12/2025	
Zineb	01/2016–01/2026	
Medetomidin	01/2016–12/2022	
Tolyfluanid	01/2016–12/2025	Nicht für Binnengewässer
Dichlofluanid	11/2018–01/2026	Nicht für Binnengewässer

Wirkstoff	Zeitraum	Anmerkung
Tralopyril	04/2015–03/2025	
Zinkpyrithion	in der Bewertung	
Freie Radikale	in der Bewertung	
Cybutryn/ Irgarol®	Verbot seit 02/2017	



7



7 Welche biozidhaltige Antifouling-Produkte sind in anderen europäischen Ländern erlaubt?

Obwohl es ein Ziel der EU-Biozid-Verordnung ist, eine möglichst harmonisierte Marktsituation in allen EU-Ländern zu schaffen, ist im Bereich der Antifouling-Produkte absehbar, dass es aufgrund von länderspezifischen Bedingungen keinen einheitlichen Produktmarkt geben wird. Dies hat neben den unterschiedlichen Anforderungen an das einzelne Produkt – diese sind zum Beispiel im Mittelmeer grundlegend anders als am Bodensee – auch damit zu tun, dass es einige Mitgliedstaaten gibt, die im Gegensatz zu Deutschland schon länger über eine nationale Antifouling-Zulassung oder Regulierung verfügen. Es ist derzeit noch nicht absehbar, inwieweit diese Länder auch nach der anstehenden Produktzulassung zusätzlich eigene nationale Regelungen auferlegen werden. Alle Bootsbesitzerinnen und Bootsbesitzer sollten wissen, dass in einem EU-Land nur die Produkte angewendet, also aufgetragen werden dürfen, die auch in diesem Land zugelassen sind. Das Fahren mit Booten, die mit einem Produkt beschichtet sind, welches in einem betrachteten Land keine Zulassung besitzt, ist laut EU-Biozid-Recht trotzdem erlaubt, solange dem keine nationalen Regelungen entgegenstehen.

Nachfolgend sind die Zulassungssituation und Regelungen von Antifouling-Produkten in einigen angrenzenden Staaten umrissen. Die Zusammenstellung erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit – bitte informieren sie sich gegebenenfalls bei den zuständigen örtlichen Behörden für verbindliche Auskünfte.

Niederlande

In den Niederlanden sind (Stand Februar 2018) 52 Antifouling-Produkte zugelassen. Davon dürfen nur 16 Produkte von Privatpersonen verwendet werden. Seit dem 1. November 2014 ist es für Privatpersonen nicht mehr erlaubt, Antifouling-Produkte zu verwenden, die einen relativ hohen Kupferanteil enthalten. Diese Regelung gilt nicht für professionelle Anwenderinnen und Anwender.

Dänemark

Es gibt eine nicht identifizierte Anzahl von biozidhaltigen Antifouling-Produkten, die auf dem dänischen Markt erhältlich sind. Dänemark hat noch kein Zulassungsverfahren für Antifouling-Produkte eingeführt, das sich auf die Übergangsbestimmungen der EU-Biozid-Verordnung stützt. Stattdessen setzt Dänemark auf einen Restriktionsansatz, was sich in einer Verordnung über Antifouling-Beschichtungen widerspiegelt, die das Inverkehrbringen und die Verwendung bestimmter Stoffe untersagt und Standards für Kupfer festlegt.

Mit der Verordnung über die Einfuhr, den Verkauf und das Inverkehrbringen von Antifouling-Beschichtungen, die nach dem dänischen Chemikaliengesetz erlassen wurde, wurden seit 1999 einheitliche Regeln für die Einfuhr, den Verkauf, das Inverkehrbringen und die Verwendung von biozidhaltigen Antifouling-Beschichtungen festgelegt.

Im Jahr 2003 wurde von der dänischen Umweltbehörde (EPA) in Zusammenarbeit mit dem dänischen Seglerverband (Dansk Sejlunion) und dem dänischen Sportverband (Dansk Idrætsforbning) ein Aktionsplan für Antifouling-Beschichtungen für Freizeitboote initiiert. Der Aktionsplan sah strengere Anforderungen an die Freisetzung von Kupfer aus Antifouling-Beschichtungen vor, um den Kupfergehalt von etwa 80 % auf 40 % zu reduzieren. Im Rahmen des Aktionsplans hat der dänische Seglerverband neue Richtlinien für die Instandhaltung von Freizeitbooten herausgegeben. Im Jahr 2008 wurde beschlossen, dass Antifouling-Farben, die für die aquatische Umwelt schädlich sind (R53 Stoffe), ab 2012 verboten werden sollen. Dieses Verbot wurde später auf 2015 und zuletzt auf 2018 verschoben.

Seit dem 1. Januar 2018 verbietet die Verordnung die Verwendung jeglicher Art von Antifouling auf Freizeitbooten, die Stoffe freisetzen, die mit dem R53-Label „Kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkung haben“ klassifiziert sind.

Schweden

Das schwedische Umweltgesetzbuch (Environmental Code) ist die Grundlage für alle Umweltgesetze in Schweden. Zusammen mit dem Environmental Code wurden 16 Umweltqualitätsziele entwickelt. Zwei Ziele können auf Antifouling-Produkte für Freizeitboote angewendet werden: eine unbelastete Umwelt und eine ausgewogene Meeresumwelt. Die Qualitätsziele sind jedoch in keiner Rechtsvorschrift festgelegt und nicht rechtsverbindlich.

Alle Biozid-Produkte erhalten eine Zulassungsklasse. Die Klassen 1 und 2 sind nur für den professionellen Gebrauch bestimmt, während Produkte der Klasse 3 von jedermann angewendet werden können. Antifouling-Produkte sind zudem nur für Boote mit einem Gewicht von mindestens 200 kg zulässig.



Die Chemikalienagentur (KEMI) hat 45 Antifouling-Produkte auf der Zulassungsliste. Davon sind 24 Produkte für den Einsatz auf Freizeitbooten zugelassen. Aufgrund des qualitativen Unterschieds zwischen den Gewässern an der Ost- und Westküste Schwedens sind die giftigeren Antifouling-Produkte nur für den Einsatz auf Booten mit Hauptliegeplatz an der Westküste zugelassen. Von den 24 Produkten, die für Freizeitboote zugelassen sind, sind nur 9 für Boote mit Hauptliegeplatz an der schwedischen Ostküste zugelassen. Alle diese Produkte sind auf Kupfer-Basis und haben eine relativ niedrige Kupfer-Konzentration. Für Freizeitboote mit Hauptliegeplatz im Bottnischen Meerbusen und in Binnengewässern gibt es keine zugelassenen Antifouling-Beschichtungen.

Schweiz und Österreich

In der Schweiz sind zurzeit 93 Antifouling-Produkte zugelassen. Besondere Beachtung erfordert ein absolutes Einfuhrverbot von Antifouling-Beschichtungen in die Schweiz durch Privatpersonen.

In der Schweiz und Österreich gelten, wie in Deutschland, die Bodensee-Richtlinien 2005⁹ (aktuelle Fassung von 2018) von der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee. Diese schreibt vor, soweit möglich biozide Zusätze in Antifouling-Anstriche zu vermeiden.

i INFOBOX 7 Datenbanken und Produktregister in angrenzenden europäischen Staaten

- ▶ Datenbank mit in den Niederlanden zugelassenen Antifouling-Produkten (CTGB): **CTGB zugelassene Produkte**
- ▶ Datenbank mit in Dänemark zugelassenen Antifouling-Produkten (EPA): **EPA zugelassene Produkte**
- ▶ Datenbank mit in Schweden zugelassenen Antifouling-Produkten (KEMI): **KEMI zugelassene Produkte**
- ▶ Die KEMI veröffentlicht auf ihre Webseite Listen über die an der Ost- und Westküste aktuell zugelassenen Antifouling-Produkte: **Antifouling-Farbe – „wenn Sie malen müssen“**
- ▶ Datenbank mit in der Schweiz aktuell zugelassenen Antifouling-Produkten: **Schweizer Produktregister Chemikalien**
- ▶ Datenbank mit in Österreich zugelassenen Antifouling-Produkten: **Österreichisches Biozid-Produktverzeichnis**



8



8 Wo finde ich weiterführende Informationen zum Thema Antifouling und Umwelt?

An wen kann ich mich bei Fragen wenden?

Informationen rund um die Zulassung von Biozid- und Antifouling-Produkten

Der REACH-CLP-Biozid Helpdesk ist die nationale Auskunftsstelle für Hersteller, Importeure sowie Anwender und Anwenderinnen von chemischen Stoffen und Biozid-Produkten. Der Helpdesk setzt sich aus einem Expertennetzwerk der Bundesbehörden zusammen, die mit spezifischen Informationen und Expertenwissen für Sie bereitstehen. Sie können sich von Montag bis Freitag zwischen 8.00 und 13.00 Uhr telefonisch unter Tel. 0231 9071-2971 oder jederzeit schriftlich per Fax 0231 9071-2679 oder E-Mail (reach-clp-biozid@baua.bund.de) dorthin wenden.

Auf der Internetseite www.reach-clp-biozid-helpdesk.de können Sie zudem umfangreiche Informationen rund um das Thema Biozide einsehen.



Informationen rund um die Umweltbewertung und -auswirkungen von Antifouling-Produkten




Umweltbundesamt Bürgerservice:
buergerservice@uba.de, Telefon: 0340 2103 2416

Fachinformationen zu den Themen Bewuchsdruck, Alternativen zu biozidhaltigen Antifouling-Beschichtungen sowie Verbraucherrechte und Biozide Pestizid Aktions-Netzwerk e. V. (PAN):

info@pan-germany.org

Behörden	
Bundesstelle für Chemikalien (BfC)	
Fachbereich 4 „Gefahrstoffe und biologische Arbeitsstoffe“ (FB4)	
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)	
Umweltbundesamt (UBA)	
Themenseite „Antifouling“ des UBA:	
Das Umweltbundesamt bietet auf der Plattform „Biozid-Portal“ Informationen rund um das Thema Biozide an: www.biozid.info	

Organisationen und Verbände	
Das Labor für Limnische und Marine Forschung (LimnoMar) veröffentlicht regelmäßig umfangreiche Informationen zum Thema Antifouling und Alternativen für Sportboote: www.limnomar.de	
Das Pestizid Aktions-Netzwerk e. V. (PAN) begleitet das Thema Biozide und Antifouling seit geraumer Zeit und veröffentlicht regelmäßig Informationsmaterialien, Flyer aber auch Videos oder Webinare. www.pan-germany.org/biozide-uebersicht/antifoulings-themenseite	
Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert Forschungsprojekte zum Thema Antifouling und veröffentlicht Projektberichte auf ihrer Seite (zu finden über die Suchfunktion): www.dbu.de	
Informationen des Deutschen Segler-Verbands zu Unterwasseranstrichen: www.dsv.org/dsv/umweltschutz/unterwasseranstriche	
Informationen des Deutscher Motor Yacht Verbands (zu finden über die Suchfunktion): www.dmyv.de/	
Informationen der European Boating Association (EBA):	

Forschungsprojekte	
Abgeschlossene Projekte	
Forschungsprojekt CHANGE mit dem Ziel, den Eintrag von toxischen Substanzen aus Antifouling-Produkten (Sportbootbereich) in die Ostsee zu reduzieren (englisch): CHANGE Anti-Fouling	
Entwicklung alternativer Antifouling-Beschichtungen auf Polymerbasis im Verbundprojekt FOULPROTECT	
DBU-Projekt „Haihaut 2.0 – Herstellung biologisch inspirierter Anti-Bewuchsoberflächen zur großtechnischen Anwendung im Schiffbau“, A. B. Kesel, S. Wuttke, Hochschule Bremen, Projektbericht	
DBU-Projekt „Umweltfreundliche Beschichtung von Sportbooten – bewuchsabweisendes, nicht leachendes Material auf Silikonbasis“, M. Wiegemann, MARECOAT, Projektbericht	
DBU-Projekt „Umweltfreundliche Wachsanlage für Sportboote mit Biozid-freien Beschichtungen“, D. Lompe, C. Schubert, Hochschule Bremerhaven, Projektbericht	

Forschungsprojekte

Abgeschlossene Projekte

Entwicklung eines elektrisch leitenden Antifouling-Lacksystems, Fraunhofer IMWS, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ, bioplan GmbH, Schiffswerft Barth GmbH



Flyer, Broschüre und Infoseite



Deutschlandfunk: Antifouling-Anstrich ohne Nebenwirkungen



Wissenschaftsjahr: Neuartiger Lack verspricht wirksamen Schutz gegen Schiffsrumfbsbewuchs



Forschungsprojekte

Aktuelle Forschung

Entwicklung von alternativen Beschichtungssystemen, Untersuchung der Haftung von Organismen (Seepocken, Miesmuscheln) auf Oberflächen, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Antifouling-Beschichtungen



Entwicklung von Verbundwerkstoffen mit Mikro- und Nanostruktur als Antifouling-Beschichtung, Universität Kiel, Technische Fakultät, Functional Nanomaterials Group, Artikel „Functional Ecofriendly Coatings for Marine Applications“



9 Literaturverweise

- 1 Eklund, B., Eklund, D. (2014): Pleasure Boatyard Soils are Often Highly Contaminated. *Environmental Management* 53, 930-946.
- 2 Eklund, B., Johansson, L., Ytreberg, E. (2014): Contamination of a boatyard for maintenance of pleasure boats. *Journal of Soils and Sediments* 14, 955-967.
- 3 Thomas, K.V., Brooks, S. (2010): The environmental fate and effects of antifouling paint biocides. *Biofouling* 26, 73-88.
- 4 IMO (2001): International Convention on the control of harmful Anti-fouling systems on ships.
- 5 BMUB/UBA (2016): Die Wasserrahmenrichtlinie – Deutschlands Gewässer 2015. Bonn, Dessau.
- 6 Reed, R.H., Moffat, L. (1983) *Journal of experimental marine biology and ecology* 69, 85-103.
- 7 Dahl, B., Blanck, H. (1996): Toxic effects of the antifouling agent Irgarol 1051 on periphyton communities in coastal water microcosms. *Marine Pollution Bulletin* 32, 342-350.
- 8 Mohr, S., Schroeder, H.; Feibicke, M.; Berghahn, R.; Arp, W., Nicklisch, A. (2008): Long-term effects of the antifouling booster biocide Irgarol 1051 on periphyton, plankton and ecosystem function in freshwater pond mesocosms. *Aquatic Toxicology* 90, 109-120.
- 9 Europäische Kommission (2016): Durchführungsbeschluss (EU) 2016/107 der Kommission vom 27. Januar 2016 zur Nichtgenehmigung von Cybutryn als altem Wirkstoff zur Verwendung in Biozid-Produkten der Produktart 21
- 10 Cao, D., Xie, P., Deng, J., Zhang, H., Ma, R., Liu, C., Liu, R., Liang, Y., Li, H., Shi, X. (2015): *Environmental Science and Pollution Research* 22, 16535-16541.
- 11 Ytreberg, E., Karlsson, J., Eklund, B. (2010): Comparison of toxicity and release rates of Cu and Zn from anti-fouling paints leached in natural and artificial brackish seawater. *Science of the Total Environment* 408, 2459-2466.
- 12 Maund, S.J., Taylor, E.J., Pascoe, D. (1992): Population responses of the freshwater amphipod crustacean *Gammarus pulex* (L.) to copper. *Freshwater Biology* 28, 29-36.
- 13 Pinho, G.L.L., Pedroso, M.S., Rodrigues, S.C., Souza, S.S., Bianchini, A. (2007): Physiological effects of copper in the euryhaline copepod *Acartia tonsa*: Waterborne versus waterborne plus dietborne exposure. *Aquatic Toxicology* 84, 62-70.
- 14 Reed-Judkins, D.K., Farris, J.L., Cherry, D.S., Heath, A.G., Cairns, J. (1997): Functional responses in *Leptoxis praerosa* to increasing metal concentration and exposure duration. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16, 1666-1676.
- 15 Shipp, E., Grant, A. (2006): *Hydrobia ulvae* feeding rates: A novel way to assess sediment toxicity. *Environmental Toxicology and Chemistry* 25, 3246-3252.
- 16 Haverroth, G.M.B., Welang, C., Mocelin, R.N., Postay, D., Bertocello, K.T., Franscescon, F., Rosemberg, D.B., Dal Magro, J., Dalla Corte, C.L. (2015): Copper acutely impairs behavioral function and muscle acetylcholinesterase activity in zebrafish (*Danio rerio*). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 122, 440-447.
- 17 Munkittrick, K. R., Dixon, D. G., (1988): Evidence for a maternal yolk factor associated with increased tolerance and resistance of feral white sucker (*Catostomus commersoni*) to waterborne copper. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 15, 7-20.
- 18 Umweltbundesamt (2018): Sind kupferhaltige Antifouling-Anstriche ein Problem für unsere Gewässer?
- 19 Umweltbundesamt (2017): Gewässer in Deutschland: Zustand und Bewertung. Dessau-Roßlau.
- 20 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. *Integrated Environmental Assessment and Management* 13, 892-905.

- 21 Umweltbundesamt (2009): Biozide in Gewässern: Eintragspfade und Informationen zur Belastungssituation und deren Auswirkungen. Herausgeber: Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
- 22 Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (2018): Bodensee-Richtlinien 2005 (mit Änderung des Kapitels 5 vom 13.05.2014 und des Kapitels 6 vom 09.05.2018), 2. überarbeitete Auflage.
- 23 Watermann et al., 2016: Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten in Modellregionen: Unterweser, Dümmer, Ratzeburger See, Zeuthener See, DBU-Projekt AZ 32413/01
- 24 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, DBU-Projekt AZ 29523-31



► **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/