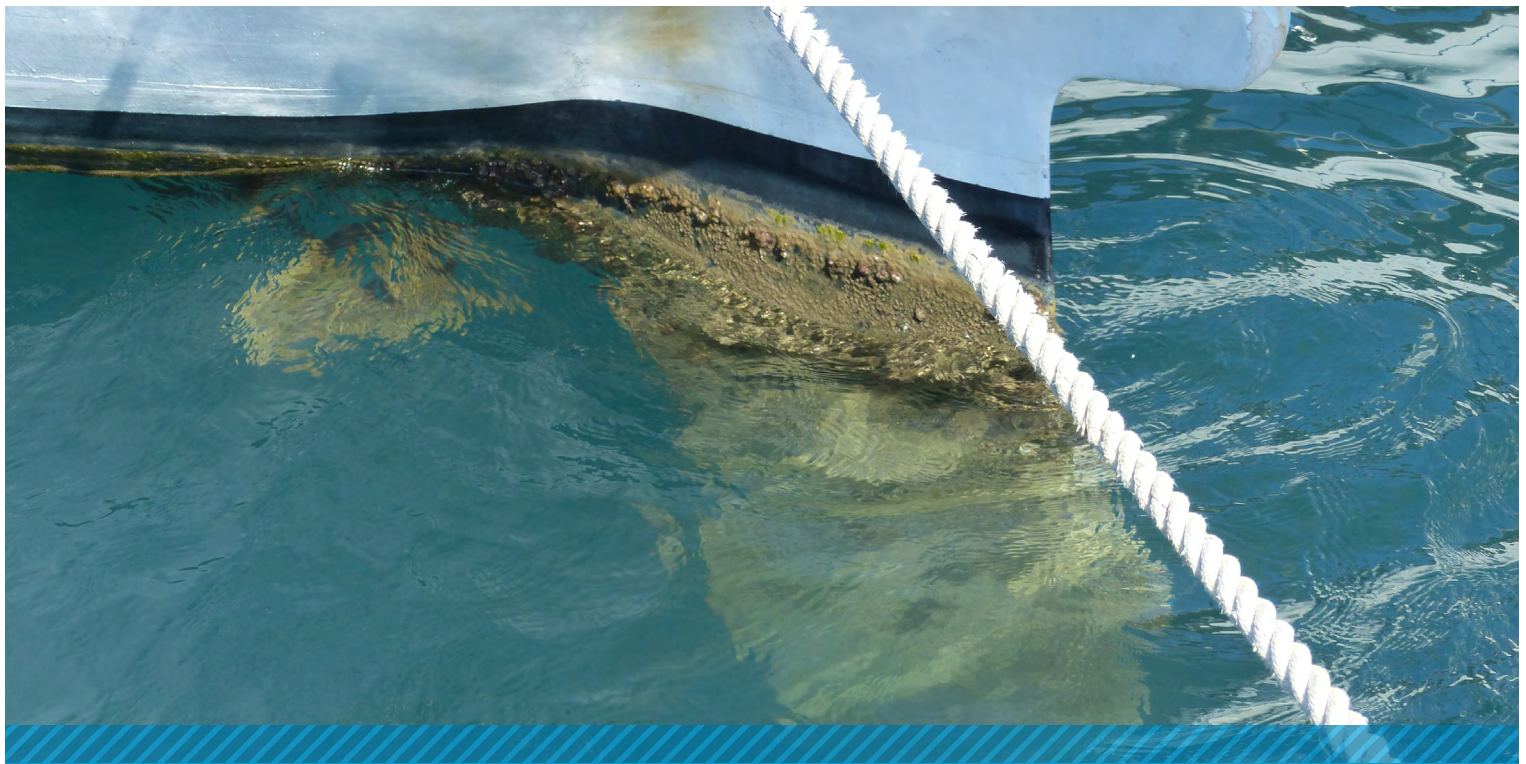




HINTERGRUND // oktober 2014

Wie viel Antifouling vertragen unsere Gewässer?

Umwelt-Risiken durch Sportboote in Deutschland

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Fachgebiete IV 2.5 / IV 1.2
Postfach 14 06
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de



[/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)



[/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Autoren:

Michael Feibicke, Torsten Schwanemann, Sascha Setzer

Redaktion:

Ralf Schmidt, Ingrid Nöh

Gestaltung:

Bernd Kreuscher / Umweltbundesamt

Publikationen als pdf:

[http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/
wie-viel-antifouling-vertragen-unsere-gewaesser](http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/wie-viel-antifouling-vertragen-unsere-gewaesser)

Bildquellen:

© M. Feibicke

Stand: Oktober 2014

Was sind Antifouling-Beschichtungen?

Antifouling-Beschichtungen enthalten in der Regel biozide Wirkstoffe, die Aufwuchs (Fouling) durch Einzeller, Algen und oftmals hartschalige Tiere – wie Seepocken oder Muscheln – auf Schiffsrümpfen verhindern sollen. Bei diesen Beschichtungen, die auch häufig im Sportbootbereich eingesetzt werden, lösen sich die Wirkstoffe langsam aus der Farbe und gelan-

gen ins umliegende Wasser. Antifouling-Anstriche sind etwa im Abstand von 1 - 2 Jahren zu erneuern, da sich die Wirkstoffe auswaschen. Eine besonders große Menge an Wirkstoffen gelangt zu Beginn der Saison ins Wasser, wenn frisch gestrichene Bootskörper zu Wasser gelassen werden.

Müssen Antifouling-Produkte zugelassen werden und wie werden Umweltrisiken von Antifouling-Wirkstoffen dabei bewertet?

Die Zulassung von Unterwasserbeschichtungen mit bioziden Antifouling-Wirkstoffen unterliegt EU-weit der Biozid-Verordnung (EU) Nr. 528/2012. Um solche Produkte zu vermarkten, müssen Hersteller oder Importeure ein 2-stufiges Zulassungsverfahren erfolgreich abschließen:

In der 1. Stufe ist ein umfangreiches Dossier zum Wirkstoff vorzulegen, in dem u.a. Stoffeigenschaften, Verhalten in der Umwelt und Wirkung auf Mensch und Organismen dokumentiert werden. Auf Grundlage dieses Dokuments führt ein EU-Mitgliedsstaat federführend eine Risikobewertung des Wirkstoffs durch. Zentraler Bestandteil für den Umweltbereich ist u.a. ein Vergleich der erwarteten Umweltkonzentration im Wasser (z.B. in Sportboothäfen) mit den aus ökotoxikologischen Tests abgeleiteten Wirkungsschwellen an Organismen (z.B. Algen, Wasserflöhe oder Fische). Werden insgesamt die Risiken für Mensch und Umwelt als gering bewertet und erzielt der Wirkstoff seine bestimmungsgemäße Wirkung, so kann er prinzipiell in Antifouling-Produkten eingesetzt werden.

In der 2. Zulassungsstufe wird geprüft, ob das Produkt, das neben dem Wirkstoff auch Lösungsmittel und weitere Zusatzstoffe enthält, zugelassen werden kann. Dieses Verfahren wird durch die einzelnen EU-Staaten durchgeführt. Neben Informationen

aus der Wirkstoffbewertung der 1. Zulassungsstufe basiert die Prüfung der Umweltverträglichkeit auf produktspezifischen Angaben wie z.B. der Wirkstoffkonzentration und Aufwandmenge. Darüber hinaus sind hier nationale Besonderheiten und die regionale Gewässersituation für die Bewertung zu berücksichtigen.

Zwei Antifouling-Wirkstoffe, Zineb¹ und DCOIT², haben die 1. Stufe des Zulassungsverfahrens bereits erfolgreich bestanden. Grundsätzlich haben Produkthersteller nach erfolgreichem Abschluss der Wirkstoffprüfung 2 Jahre Zeit, ihre Produkthanträge einzureichen. Für Produkte, die ausschließlich Zineb und/oder DCOIT enthalten, ist mit ersten Anträgen bis Ende 2015 zu rechnen. Aktuell befinden sich noch weitere zehn Wirkstoffe im Genehmigungsverfahren. Mengenmäßig am bedeutendsten sind die Wirkstoffe Kupfer und Kupferoxid, welche in den meisten Antifouling-Produkten mit einem organischen Biozidwirkstoff, z.B. Zineb oder DCOIT, kombiniert werden. Die 1. Stufe des Verfahrens ist für Kupfer und Kupferoxid noch in Bearbeitung und wird voraussichtlich Ende 2015 abgeschlossen. Deshalb ist mit dem größten Teil der Zulassungsanträge voraussichtlich Mitte bis Ende 2017 zu rechnen. Bis zur Entscheidung über die Zulassung bleiben die Produkte weiterhin ungeprüft auf dem Markt.

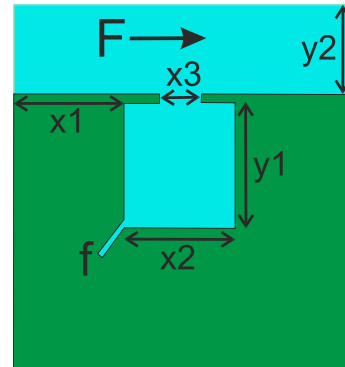
Wie werden Umweltkonzentrationen in der Risikobewertung ermittelt?

Da im Regelfall keine ausreichenden Messdaten für Antifouling-Wirkstoffe in den Sportboothäfen vorliegen, werden die Umweltkonzentrationen, die für die Risikobewertung benötigt werden, mit Hilfe von Computer-Modellen wie z.B. MAMPEC³ simuliert. Dabei wird u.a. die Hafensituation (Größe, Wasseraustausch, Umfang und Art des Bootsbestandes, Wassertzusammensetzung usw.) im Modell vereinfacht abgebildet (s. Abb. 1) und das Umweltverhalten des Wirkstoffes simuliert.

Für diese Modellierung stehen EU-weit 5 unterschiedliche Modell-Sportboothäfen zur Verfügung, die allerdings allesamt auf marine Umweltbedingungen ausgelegt sind. Für Binnengewässer existiert lediglich ein Modellhafen, welcher jedoch für die EU-weite Risikobewertung nicht verwendet wird. Keines der Modelle für Sportboothäfen (auch Marinas genannt) wurde bisher daraufhin überprüft, ob es deutsche Sportboothäfen an Küste und Inland im Rahmen dieser Risikobewertung repräsentativ abbildet. Angesichts der zahlreichen Binnengewässer in Deutschland ist das ein Defizit, das nach Auffassung des

Abb. 1

Vereinfachter Hafengrundriss auf der Basis des Modells MAMPEC



Umweltbundesamtes (UBA) behoben werden muss, um Umweltrisiken durch Antifoulingwirkstoffe zu identifizieren und bewerten zu können. Würde bei Anwendung der Modelle z.B. von einer zu geringen

Bootsdichte in den Sportboothäfen ausgegangen, so könnten Umweltkonzentrationen und damit auch Umweltrisiken unterschätzt werden.

Was wissen wir über den aktuellen Sportbootbestand in Deutschland?

Ein zentrales Bootsregister mit einer Angabe des Liegeplatzes ist nicht verfügbar, so dass Registrierungen auf Bundes-, Länder- oder regionaler Ebene nicht verwertbar sind. Publiizierte Daten zum Sportbootbestand gibt es nur für einzelne Regionen mit Registrierungspflicht für Sportboote wie z.B. dem Bodensee oder sie basieren auf älteren Umfragen.

Besonders im Binnenbereich fehlen flächendeckende Informationen zu Sportboothäfen mit Basisdaten zu Liegeplätzen, Lage, Größe und Hafeninfrastruktur. Aufgrund des Gewässerreichtums besonders im Nordosten von Deutschland ist die Bedeutung der Sportbootnutzung im Inland viel höher einzuschätzen als

in vielen anderen EU-Mitgliedsstaaten.

Um die Umweltkonzentrationen von Antifouling-Wirkstoffen in deutschen Sportboothäfen verlässlich modellieren zu können, müssen daher repräsentative und aktuelle Daten zur Hafenstruktur und Hafenbelegung vorhanden sein.

Das UBA hat daher 2011 ein Forschungsvorhaben⁴ in Auftrag gegeben, in dem Basisdaten zu Sportboothäfen für Küste und Binnenland bundesweit erhoben und stichprobenartig aktuelle Wirkstoffbelastungen in 50 Marinas von der Nordsee bis zum Bodensee untersucht wurden. Der Endbericht zum Vorhaben wird Ende des Jahres 2014 vorliegen.

Welche Ergebnisse liefert diese Studie?

Bestandserfassung von Liegeplätzen und Sportboothäfen:

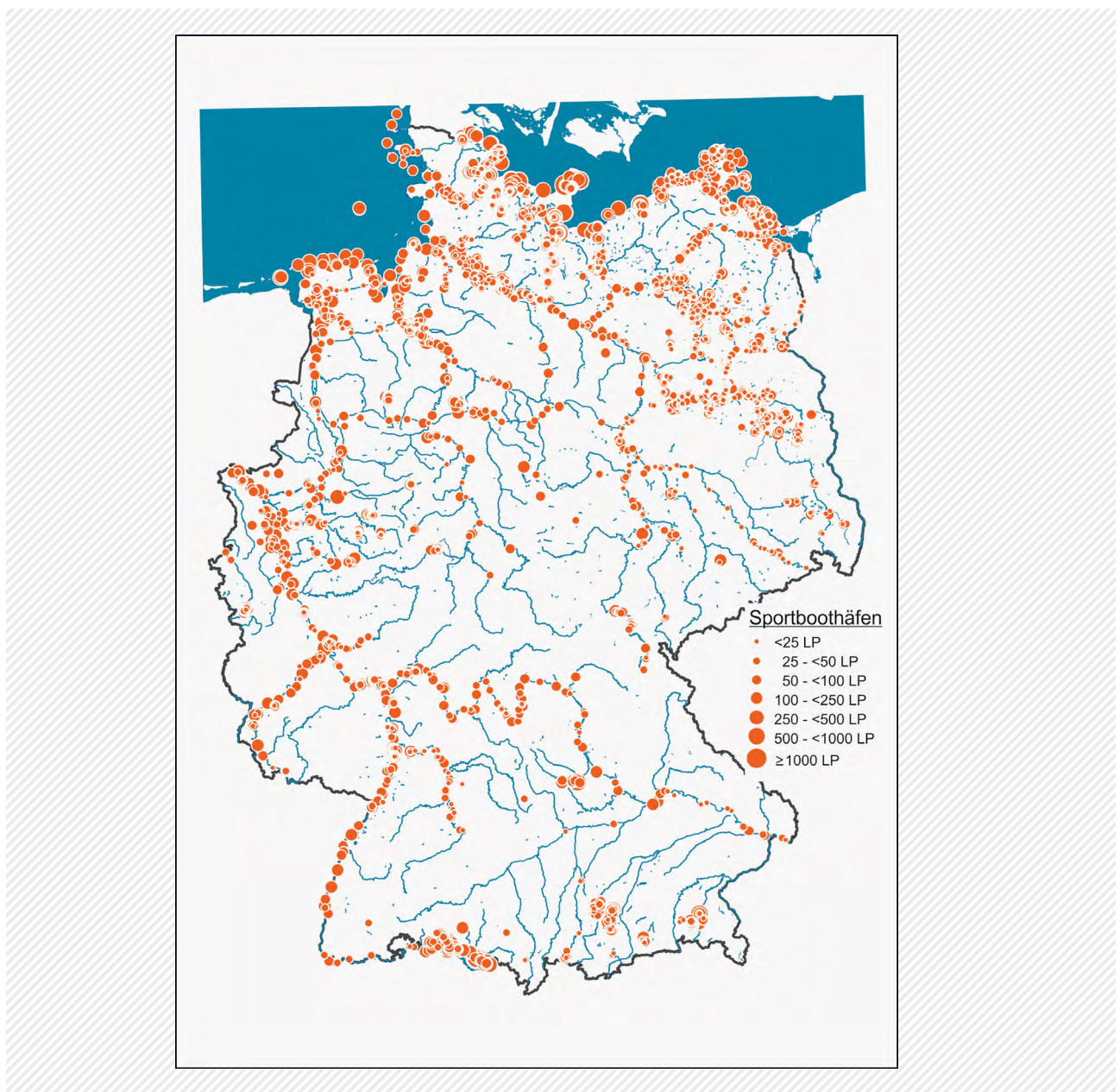
Die Bestandserfassung erbrachte bundesweit einen Gesamtbestand⁵ von ca. 206.000 Liegeplätzen in 3091 Sportboothäfen. Die Anzahl zugelassener Bootsanhänger lag in den letzten 3 Jahren unter 17.000⁶. Ein unbekannter Teil davon wird durch sog. Trailer-Kapitäne genutzt, die Sportboote ohne festen Liegeplatz mobil einsetzen. Nicht erfasst wurden auch

Kleinsthäfen unter 6 Booten und Einzelliegeplätze. Aus der Größenverteilung der übrigen Sportboothäfen lässt sich ihr Anteil auf max. 20.000 schätzen. Insgesamt liegt diese Bestandserfassung deutlich unter der einer älteren Studie⁷, die z.B. für Motorboot- und Segelyachten 350.000 auf der Basis von hochgerechneten Befragungen ermittelt hat.

Die Erhebungen beruhen auf Auswertung von Luftbildern, zusätzlichen Quellen wie Marina-Guides,

Abb. 2

Verteilung der Sportboothäfen in Deutschland, nach Hafengröße klassiert

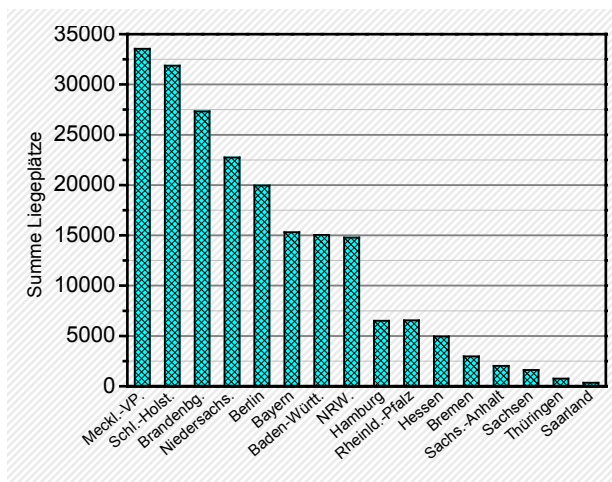


Sportbootkarten, Hafenführern sowie weiteren Informationsquellen. Abbildung 2 zeigt die in dem Forschungsvorhaben erfassten Sportboothäfen.

Ca. 49 % des gesamten Antifouling-relevanten Sportbootbestandes befinden sich in den Bundesländern Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Brandenburg, Niedersachsen und Berlin (s. Abb. 3). Süßwasserreviere erreichen mit über 146.000 Liegeplätzen 71 % des Gesamtbestandes an Sportbooten, während auf Brackwasserreviere⁸ ca. 26 % und auf die Nordseeküste nur knapp 3 % entfallen (s. Abb. 4).

Abb. 3

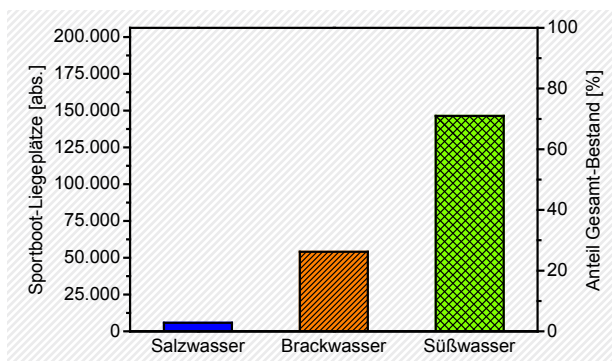
Anzahl der Liegeplätze in Deutschland nach Bundesländern



Regionale Ballungsgebiete für Liegeplätze im Inland stellen das Niederrhein-Gebiet mit ca. 10.500, die Mecklenburgische Seenplatte mit 19.000, die Bayerische Voralpenseen mit 23.000 und der Berlin-Brandenburger Raum mit 40.000 Liegeplätzen dar. Damit hat für Deutschland der Sportbootbetrieb in

Abb. 4

Bestand der Sportbootliegeplätze in Deutschland und ihre Verteilung auf Süß-, Brack- und Salzwasser



Binnengewässern eine herausragende Stellung und stellt eine nationale Besonderheit dar, die bei der Zulassung von Antifouling-Produkten berücksichtigt werden muss.

Hafenstruktur:

Typische Sportboothäfen im Inland haben etwa 40 Liegeplätze (Zentralwert⁹) und sind kleiner als an der Nordsee mit 70 Plätzen. 79 % der Inlandhäfen sind zum angrenzenden Gewässer – im Gegensatz zu den „Schutzhäfen“ an der Küste – weitgehend offen¹⁰, d.h. sie sind von den Oberflächengewässern nicht abgegrenzt bzw. sind Bestandteil derselben. Sie werden ausschließlich für den Sportbetrieb genutzt und sind deutlich geringer mit Hafeninfrastruktur ausgestattet als Seehäfen. Die Hafengrößen variieren im Süß- und Brackwasser deutlich stärker, wobei einzelne Marinas mehr als 1.000 Liegeplätze erreichen, während an der Nordsee maximal 270 Liegeplätze ermittelt wurden.

Cluster von Sportboothäfen:

Obwohl die typischen Sportboothäfen im Inland kleiner als an der Nordseeküste sind, reihen sie sich oftmals wie Perlen an einer Kette entlang Flussabschnitten und Seenbuchten auf, so dass durch diese Aneinanderreihung ebenfalls hohe Bootsbestände (>1000) erreicht werden, wie das Beispiel des Stößensees, einer seenartigen Erweiterung der Havel, zeigt (s. Abb. 5).

Abb. 5

Stößensee (Havel, Berlin) mit Kette von Sportboothäfen



Quelle Luftbild, modifiziert: SenStadt 1984, DOP025-C

Welche Auswirkung haben die Bootsichte und die Struktur von deutschen Sportboothäfen auf die Verteilung von Antifouling-Wirkstoffen im Gewässer?

Durch Wind und Wellen gelangen die freigesetzten Antifouling-Wirkstoffe aus den meist offenen Sportboothäfen in den direkt angrenzenden Wasserkörper von Seen- und Flussabschnitten. Sind hier die Fließgeschwindigkeiten stark reduziert, können sich Antifouling-Wirkstoffe auch außerhalb der Sportboothäfen anreichern und in so hohen Konzentrationen auftreten, dass die aquatischen Ökosysteme geschädigt werden können, wie Untersuchungen des UBA für den Berliner Raum zeigten.

Stichprobenartige Messung von Wirkstoffkonzentrationen in Oberflächengewässern:

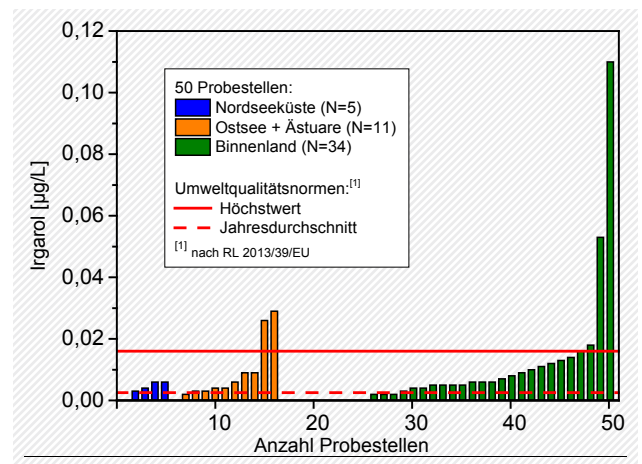
Im Sommer 2013 wurden in 50 Sportboothäfen von Flensburg bis zum Bodensee einmalig Wasserproben auf Antifouling-Wirkstoffe analysiert. Das Spektrum umfasste alle derzeit auf dem EU-Markt erlaubten Wirkstoffe. Außerdem wurden auch Abbauprodukte von einigen Wirkstoffen mit untersucht. Für den Wirkstoff Irgarol¹¹ (Cybutryn), der im Gewässer nur sehr langsam zerfällt, wurden Wasserkonzentrationen ermittelt, die an einigen Standorten eine Gefährdung der Umwelt anzeigen:

An 35 von 50 Sportboothäfen lagen die Konzentrationen über der Umweltqualitätsnorm der aktuellen EU-Richtlinie¹² von 0,0025 µg/L, der als Jahresdurchschnitt dauerhaft nicht überschritten werden darf. An 5 Standorten lagen Konzentrationen sogar über der zulässigen Höchstkonzentration von 0,016 µg/L der EU-Umweltqualitätsnorm, die auch einmalig nicht überschritten werden darf. Die höchste Konzentration von 0,110 µg/L wurde in einem Binnensportboothafen gemessen (s. Abb. 6).

Weiterhin wurden auch die Metalle Zink und Kupfer gemessen. Diese werden nicht nur durch Antifouling-Produkte freigesetzt, sondern gelangen auch durch viele andere Anwendungen in die Umwelt. Legt man für Zink und Kupfer einen Effekt-Schwellenwert von je knapp 8 µg/L¹³ zugrunde, bei dessen Überschreitung erst Gefährdungen der aquatischen Umwelt auftreten können¹⁴, so wurde dieser Wert für Kupfer an 6 und für Zink an 9 von 50 untersuchten Standorten überschritten. Erhöhte Konzentrationen wurden vor

Abb. 6

Irgarol-Messung im Hafenwasser von 50 Sportboothäfen, sortiert nach Region und Konzentration sowie EU-Umweltqualitätsnormen nach Richtlinie 2013/39/EU



(Die Lücken fehlender Säulen zeigen Konzentrationen an, die unterhalb der analytischen Bestimmungsgrenze lagen)

allem in relativ großen und gut abgegrenzten Marinas gefunden und erreichten Maximalwerte von 20 µg Cu/L bzw. 27 µg Zn/L (jeweils in der filtrierten Probe gemessen). Es ist davon auszugehen, dass der an Schwebstoffen gebundene Metallanteil, der hier nicht untersucht wurde, mittelfristig sedimentiert und sich am Hafengrund langfristig anreichert.

Für die Wirkstoffe DCOIT, Zineb und Pyrithion lagen die Konzentrationen unter der analytischen Bestimmungsgrenze, d.h. sie waren mit den angewandten Analyseverfahren nicht in den Gewässern messbar. Da die Wirkstoffe Dichlofluanid und Tolyfluanid nach der Freisetzung aus dem Bootsanstrich im Wasser schnell zerfallen, wurden an einigen Häfen nur deren Abbauprodukte nachgewiesen, die aber ökotoxikologisch nicht relevant sind.

Wie werden die Ergebnisse zukünftig genutzt?

Aktuelle Ergebnisse aus dem bundesweiten Wirkstoff-Screening an 50 Marinas zeigen in einigen Fällen für Irgarol (Cybutryn) deutliche Überschreitungen der Umweltqualitätsnormen. Diese Befunde unterstreichen die Notwendigkeit, alle Möglichkeiten auszu-schöpfen, um die Umwelt zu entlasten.

Die Methoden zur Abschätzung der Umweltkonzentrationen von Antifouling-Wirkstoffen in Gewässern müssen verbessert und ausgebaut werden. Es liegen mit dieser Studie erstmals flächendeckende Basisdaten von Sportboothäfen vor, die während des bundesweiten Zensus vom Inland bis zur Küste erhoben wurden. Die Ergebnisse sollen als deutscher Beitrag in die EU-Risikobewertungen im Rahmen der Biozid-Verordnung einfließen. Ferner stellen die Ergebnisse für die nationale Biozid-Produktzulassung eine belastbare Datenbasis dar, um vorhandene Szenarien zur Risikobewertung von Antifouling-Wirkstoffen für bundesdeutsche Verhältnisse anzupassen und damit auch der besonderen Bedeutung der Binnengewässer für die Bundesrepublik Deutschland Rechnung zu tragen.

Obwohl der bundesdeutsche Liegeplatzbestand bei Antifouling-relevanten Motor- und Segelbooten aktuell deutlich niedriger ist als erwartet, werden regional und lokal teils hohe Bestandsdichten an Sportboothäfen und -booten ermittelt. Dadurch können sich die Einträge von Antifouling-Wirkstoffen u.U. aufsummieren und angrenzende Wasserkörper beeinträchtigen. Davon sind in erster Linie Binnengewässer betroffen, die für die Sportbootnutzung in Deutschland eine überragende Bedeutung aufweisen. Daher sollten zukünftig auch Ballungsräume und Cluster von Marinas in die Risikobewertung von Antifouling-Wirkstoffen und -Produkten aufgenommen werden.

Ausblick

Mit der Zulassung von Biozid-Wirkstoffen und -Produkten werden Risiken für Mensch und Umwelt, z.B. durch auferlegte Anwendungsbestimmungen, bereits reduziert.

Dennoch belegen die Ergebnisse des Monitoring, dass eine weitergehende Entlastung der Gewässer angebracht ist. Daher sollte geprüft werden, ob in Binnengewässern überhaupt der Einsatz von Antifouling-Produkten notwendig ist.

Auf dem Markt werden bereits einzelne biozidfreie Beschichtungen für Sportboote im Süßwasser angeboten. Internetportale wie z.B. www.bewuchsatlas.de oder Internetforen z.B. von Vereinen am Ratzeburger See, in dem keine Biozide¹⁵ eingesetzt werden dürfen, geben hierzu Auskunft.

Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt hat in den letzten Jahren eine Reihe unterschiedlicher Projekte gefördert (www.dbu.de), bei denen u.a. Silikonbeschichtungen oder Haifischhaut-artige Oberflächenbeschichtungen entwickelt und getestet wurden. Wirksamkeit, Praxistauglichkeit und Risikofreiheit für Mensch und Umwelt sind allerdings hohe Hürden, die zu überspringen sind. Aktuell werden zahlreiche biozidfreie Beschichtungen und reinigungsfähige Hartbeschichtungen in Verbindung mit Reinigungstools angeboten, die von den Eignern selbst eingesetzt werden können.

Ein Revier-übergreifender Erfahrungsaustausch kann den Einsatz praxistauglicher und biozidfreier Verfahren befördern. Nährstoffarme Seen mit geringem „Bewuchsdruck“ eignen sich besonders für den Einsatz biozidfreier Systeme. Wer als Bootseigner „auf Nummer sicher gehen“ will und zunächst weiterhin biozidhaltige Antifouling-Produkte einsetzt, dem ist zu raten, nicht mit „Kanonen auf Spatzen“ zu schießen. So sollte z.B. die Verwendung mariner Antifouling-Produkte im Binnenbereich vermieden werden, da diese dort i.d.R. zu hoch dosiert sind. Zudem sollten bei der Auswahl der Antifouling-Beschichtung auch Bootstyp und Umfang der individuellen Nutzung während der Saison berücksichtigt werden.

Ferner sind eher Antifouling-Produkte mit solchen Wirkstoffen zu bevorzugen, die sich rasch im Wasser abbauen. Metalle, wie Kupfer und Zink, werden gar nicht abgebaut und auch organische Biozide können lange in der Umwelt verbleiben. So ist z.B. Irgarol schwer biologisch abbaubar. Werden jedoch solche Produkte z.B. im Rahmen einer Sammelbestellung in einer Marina in großem Umfang eingesetzt, summieren sich – je nach Wahl des Produkts – die Gehalte der schwer abbaubaren Wirkstoffe im Hafenwasser rasch auf.

Es sollte geprüft werden, ob die Ausweisung eines generellen Biozid-Verbotes für Reviere, die besonderen Schutz verdienen, regional sinnvoll ist. Ein positives

Beispiel ist die „Wakenitz und Ratzeburger Seen“-Verordnung, die dies bereits umsetzt.

Endnoten

- 1 Zineb gehört zur Gruppe der Dithiocarbamate
- 2 Abkürzung für Dichloroethylisothiazolinon; Sea-Nine 211
- 3 Marine antifoulant model to predict environmental concentration
- 4 UFOPLAN FKZ 3711 67 432: 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.
- 5 Bootsliegeplätze, z.B. von Jollen und Ruderbooten, bei denen ein Antifouling-Einsatz auszuschließen ist, wurden von der Zählung ausgeschlossen.
- 6 Auskunft des Kraftfahrt-Bundesamt vom 14.1.2014
- 7 Mell, W.D. (2008): Strukturen im Bootsmarkt. FVSF-Forschungsbericht Nr.1. Forschungsvereinigung für die Sport- und Freizeitschifffahrt e.V. (FVSF), Köln, 131 S.
- 8 Gebiete mit 1 - 18 ‰ Salzgehalt, z.B. Ostsee mit ihren Förden und Bodden, Ästuare der Nordsee
- 9 Median oder 50 % Perzentil, der Wert, welcher an der mittleren Stelle steht, wenn man die Werte der Größe nach sortiert.
- 10 Definition: „geschlossene Häfen“ sind mindestens von 3 Seiten eingedeicht, andernfalls sind sie „offene Häfen“
- 11 Irgarol gehört zur Gruppe der s-Triazine
- 12 Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates, die eine Tochterrichtlinie der EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG ist
- 13 als sog. HC5 nach einer freiwilligen EU-Risikobewertungen des European Copper Institute für Kupfer: <http://echa.europa.eu/de/copper-voluntary-risk-assessment-reports/-/substance/464/search/+/term> und Zink: European Union (2010): Risk Assessment Report. - JRC Scientific and Technical Reports. EUR 24587 EN, jeweils für die filtrierte Fraktion, ohne den an Schwebstoffen gebundenen Anteil.
- 14 u.a. zusätzlich abhängig vom pH-Wert und der Wasserzusammensetzung (Härte, DOC, usw.)
- 15 Landesverordnung über die Regelung des Gemeingebrauchs und des Befahrens mit Wasserfahrzeugen auf der Wakenitz und den Ratzeburger Seen Jan. 2000 GVOBl. Schl.-H. 2000: 130



► **Diese Broschüre als Download**
www.uba.de

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt