

Texte

45
04

ISSN
0722-186X

**Machbarkeitsstudie für
neue Umweltzeichen nach
DIN EN ISO 14024 zu
ausgewählten Produktgruppen
Teilvorhaben 3: Biozidfreie
Antifouling (AF)-Produkte**

**Umwelt
Bundes
Amt** 

Für Mensch und Umwelt

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 201 95 311/03
UBA-FB 000698



**Machbarkeitsstudie für
neue Umweltzeichen nach
DIN EN ISO 14024 zu
ausgewählten Produktgruppen
Teilvorhaben 3: Biozidfreie
Antifouling (AF)-Produkte**

von

Dr. rer. nat. B. Watermann, BSc. L. Weaver & K. Hass

LimnoMar, Labor für limnische/marine Forschung und
vergleichende Pathologie, Hamburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.umweltbundesamt.de>
verfügbar.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in dem Bericht geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet IV 1.6
Doris Schablowski

Berlin, Dezember 2004

Vorwort zur Veröffentlichung des Forschungsvorhabens "Biozidfreie Antifouling (AF)- Produkte"

Das Umweltbundesamt veröffentlicht hiermit die Ergebnisse einer Vorstudie für die Vergabe eines Umweltzeichens für Biozidfreie Antifouling-Produkte.

Die Vergabe des Umweltzeichens „Blauer Engel“ soll als marktorientiertes Instrument einen Anreiz schaffen, die Entwicklung und den Verkauf von neuen umweltfreundlicheren Technologien und Produkten zu stärken. Für die Antifouling-Produkte soll insbesondere der Eintrag schädlicher Stoffe in Gewässer reduziert werden.

Ferner soll das Umweltzeichen Blauer Engel dem Verbraucher und dem industriellen Verwender ein einfacher Wegweiser zu schadstoffärmeren Antifoulings sein.

Um diese Ziele zu erreichen, werden als Ergebnis der Studie vom Auftragnehmer und dem Umweltbundesamt Kriterien vorgeschlagen, die gefährliche Stoffe weitestgehend vermeiden und die es ermöglichen, die Wirksamkeit der biozidfreien Antifouling-Produkte und – Systeme nachzuweisen.

Für den Ausschluss gefährlicher Stoffe wurde von der Maßgabe ausgegangen, dass Blaue Engel-Produkte kennzeichnungsfrei nach der Gefahrstoffverordnung sein sollten, insbesondere nicht mit dem toten Fisch, dem Gefahrenzeichen für „umweltgefährlich“ gekennzeichnet sein sollten. Auch bei der Formulierung der Wirksamkeitskriterien wurden strenge Maßstäbe angelegt, da die Gebrauchstauglichkeit zu den wichtigsten Voraussetzungen umweltfreundlicher Produkte gehört.

Das Umweltbundesamt möchte die erarbeiteten Vorschläge mit dieser Veröffentlichung zur Diskussion stellen.

Bevor ein Umweltzeichen für biozidfreie Antifouling-Produkte von der Jury Umweltzeichen verabschiedet werden kann, wird es ein förmliches Anhörungsverfahren geben. Der unabhängigen Jury- Umweltzeichen werden die Ergebnisse der Expertenanhörung vorgelegt. Die Entscheidung der Jury ist ergebnisoffen.

Wir freuen uns auf eine rege Diskussion. Sie können Ihre Meinung und ggf. Vorschläge abgeben an das Umweltbundesamt, Fachgebiet IV1.6, Seecktstr.6-10,13581 Berlin.

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Machbarkeitsstudie für neue Umweltzeichen nach DIN EN ISO 14024 zu ausgewählten Produktgruppen Teilvorhaben 3: Biozidfreie Antifouling (AF)-Produkte		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Dr. B. Watermann, BSc. L. Weaver & K. Hass		8. Abschlussdatum 15.05.2004
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) LimnoMar, Labor für limnische/marine Forschung und vergleichende Pathologie, Hamburg, Bei der Neuen Münze 11, 22145 Hamburg		9. Veröffentlichungsdatum
		10. UFOPLAN-Nr. 201 95311/03
		11. Seitenzahl 52
		12. Literaturangaben 23
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, 14191 Berlin		13. Tabellen und Diagramme 7
		14. Abbildungen 2
15. Zusätzliche Angaben		
16. Zusammenfassung In der vorliegenden Machbarkeitsstudie sollte geprüft werden, ob geeignete und umsetzbare Prüfkriterien für biozidfreie Antifoulingprodukte aufgestellt werden können. Hierbei standen vor allem mögliche Wirksamkeitsnachweise und der Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe im Vordergrund. So könnte für die Verbraucher (Sportbootbesitzer, Reeder, Behörden, Marine) eine Kauforientierung hinsichtlich eines umweltfreundlichen, aber auch wirksamen Produkts gegeben werden. Die zunehmende Besorgnis über die humantoxischen und ökotoxischen Eigenschaften der in Gebrauch befindlichen Biozide hat vor dem Hintergrund der EU-Biozid Richtlinie zu intensiven Forschungsanstrengungen zur Entwicklung von umweltfreundlicheren und biozidfreien Alternativprodukten geführt. Die aktuellen Forschungs- und Entwicklungsrichtungen werden im Bericht zusammengefasst dargestellt. Aktuell ist schon eine Reihe von biozidfreien Produkten sowohl für den Berufsschiffahrts- als auch für den Sportbootbereich auf dem Markt. Die in den TNsG der EU-BRL beschriebenen Wirksamkeitsnachweise für Antifouling-Produkte werden zusammengefasst dargestellt und geprüft, welche auf biozidfreie Produkte anwendbar sind. Es wird ein positives Votum für die Schaffung eines Umweltzeichens für biozidfreie Antifouling-Systeme abgegeben.		
17. Schlagwörter Schiffahrt, Unterwasseranstriche, Antifouling, Biozide, Biozidfreie Antifouling-Produkte, Wirksamkeitskriterien, gefährliche Inhaltsstoffe, EU-Biozid Richtlinie		
18. Preis	19.	20.

Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Machbarkeitsstudie für neue Umweltzeichen nach DIN EN ISO 14024 zu ausgewählten Produktgruppen Teilvorhaben 3: Biozidfreie Antifouling (AF)-Produkte		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Dr. B. Watermann, BSc. L. Weaver & K. Hass		8. Report Date 15/05/2004
6. Performing Organisation (Name, Address) LimnoMar, Laboratory for freshwater/marine Research and comparative Pathology, Hamburg, Bei der Neuen Muenze 11, 22145 Hamburg		9. Publication Date
		10. UFOPLAN-Ref. No. 201 95311/03
		11. No. of Pages 52
		12. No. of Reference 23
7. Funding Agency (Name, Address) Umweltbundesamt (Federal Environmental Agency) Postfach 33 00 22, 14191 Berlin		13. No. of Tables, Diagrams 7
		14. No. of Figures 2
		15. Supplementary Notes
16. Abstract This feasibility study was aimed to examine whether appropriate and valuable certification criteria for biocide-free antifouling systems can be set out. The study focused on the review of suitable proofs of fouling resistance and the exclusion of dangerous compounds, thus, giving to the consumer (ship owners of pleasure boats, shipping companies, authorities, Navy) guidance for effective and environmental friendly products. Growing concern on adverse effects in humans and wildlife of antifouling biocides actually in use, and on the background of the EU Biocidal Products Directive, instigated multiple research and development activities for more environmental friendly- and biocide-free antifouling products. The actual research and development activities on biocide-free antifouling systems are shortly reviewed. A couple of biocide-free antifouling products are available on the market. The existing procedures, as outlined in the TNsG of the BPD are reviewed and screened for their applicability on biocide-free antifouling products. It is recommended to create an eco label for biocide-free antifouling systems. The creation of this eco label may facilitate the entry to the market of basically new technologies.		
17. Keywords maritime industry, underwater coatings, antifouling coatings, biocides, biocide-free antifouling Products, efficacy criteria, dangerous substances, EU-Biocidal Products Directive		
18. Price	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	4
Zusammenfassung.....	6
1 Einleitung.....	7
2 Auf dem Markt befindliche biozidhaltige und biozidfreie Antifouling-Systeme	8
2.1 Erodierende biozidhaltige Antifoulingfarben	10
2.1.1 Free association paints (konventionelle AF, ablativ AF, Polymere mit kontrollierter Freisetzungsrate (CDPs)).....	10
2.1.2 Selbstpolierende Antifoulingfarben (SPCs).....	11
2.2 Nicht-erodierende biozidhaltige Antifoulingfarben mit unlöslicher Matrix (Hartantifoulingfarben, Kontakt-Leaching Typ).....	12
2.3 Antifouling Biozide	13
2.3.1 Biozide in "konventionellen" Antifoulingfarben	13
2.3.2 Biozide selbstpolierender Beschichtungen	15
2.3.3 Antifoulingfarben mit biogenen Bioziden oder Enzymen.....	15
2.4 Biozidfreie Antifouling-Systeme	15
2.4.1 Nicht erodierende Beschichtungen	16
2.4.1.1 Antihaftbeschichtungen (Silikone, Teflon-Beschichtungen)	16
2.4.2 Erodierende Beschichtungen (selbstpolierend und ablativ).....	16
2.4.3 Bewuchskontrolle durch physikalische Vorrichtungen	17
2.4.4 Elektrische Systeme.....	18
2.5 Kurzer qualitativer Marktüberblick über biozidhaltige und biozidfreie Antifoulingprodukte/Technologien einschließlich ihrer Umweltrelevanz.....	18
3 Kurze Darstellung der international in der Entwicklung befindlichen biozidfreien Antifoulingtechnologien	19
3.1 Naturstoffe	19
3.2 Antihaftbeschichtungen	20
3.3 Elektrische Vorrichtungen.....	21
3.4 Bewuchskontrolle durch Reinigung	21
4 Darstellung bestehender nationaler Regelungen und Umweltzeichen hinsichtlich eines Wirksamkeitsnachweises und des Ausschlusses gefährlicher Inhaltsstoffe von Antifouling-Systemen	22
4.1 EU.....	23
4.1.1 Beurteilung der Wirksamkeit von biozidhaltigen Antifoulingprodukten.....	23
4.1.2 Standardauswertungsverfahren	24
4.1.3 Etikettierung und Auslobung von Antifoulingprodukten.....	25
4.2 Australien.....	25
4.2.1 Generelle Vorgehensweise	26
4.2.2 Standortangaben.....	26
4.2.3 Versuchsaufbau	26
4.3 Kanada	27
4.3.1 Zulassungsbedingungen	27
4.3.2 Wirksamkeitsnachweis.....	28
4.4 USA	28
4.5 Korea	28
4.6 Industriepraxis	29
4.7 Überblick über die gesetzlichen Anforderungen an Wirksamkeitsnachweise für biozidhaltige Antifoulingprodukte	30
4.8 Existierende Umweltzeichen für biozidfreie und biozidhaltige Antifoulingssysteme	31
4.8.1 Kanadisches Umweltzeichen für biozidfreie Antifoulingprodukte.....	31
4.8.2 Deutsches Umweltzeichen für umweltbewusstes Schiffsmanagement	32
5 Erörterung der Wirksamkeitskriterien für biozidfreie Antifouling-Systeme mit Farbfirmen und Experten	32

5.1 Umfrage unter Farbherstellern.....	33
5.2 Diskussion mit CEPE und Experten aus der Wissenschaft	35
6 Prüfkriterien für einen Wirksamkeitsnachweis und den Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe	36
6.1 Prüfkriterien für einen Wirksamkeitsnachweis	36
6.1.1 Geforderte Wirksamkeitsnachweise.....	38
6.1.2 Testsysteme zur Prüfung der Wirksamkeit	39
6.1.2.1 Simulierte Feldversuche	39
6.1.2.2 Feldversuche, Überprüfung unter realen Einsatzbedingungen	41
6.1.2.3 Überblick über die Wirksamkeitskriterien	42
6.2 Prüfkriterien zur gesundheitlichen Unbedenklichkeit und Umweltverträglichkeit.....	44
6.2.1 Anforderungen	45
6.2.2 Einstufungsgrundlagen	45
6.2.3 Screening der Abbaubarkeit und Bioakkumulation, wenn Inhaltsstoffe nicht eingestuft wurden, oder wenn keine Daten verfügbar sind	46
6.2.4 Ökotoxizitätstests für Produkte, deren Inhaltsstoffe noch nicht eingestuft wurden oder für die keine Daten existieren	47
6.2.5 Spezielle Anforderungen bezüglich Reinigungsanlagen und mechanischer Vorrichtungen (Hubanlagen).....	48
7 Votum.....	49

Zusammenfassung

In der vorliegenden Machbarkeitsstudie sollte geprüft werden, ob geeignete und umsetzbare Prüfkriterien für biozidfreie Antifoulingprodukte aufgestellt werden können. Hierbei standen vor allem mögliche Wirksamkeitsnachweise und der Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe im Vordergrund. So könnte für die Verbraucher eine Kauforientierung hinsichtlich eines umweltfreundlichen, aber auch wirksamen Produkts gegeben werden. Zu den Verbrauchern zählen im Antifoulingmarkt sowohl Einzelkunden als Sportbootbesitzer als auch Reeder, Behörden und die Marine.

Der internationale Markt für Antifoulingprodukte wird nach der faktischen Umsetzung der Antifouling Konvention der IMO von Produkten beherrscht, die Kupfer als Hauptbiozid neben einer Reihe von organischen Kobioziden enthalten. Die zunehmende Besorgnis über die humantoxischen und ökotoxischen Eigenschaften der in Gebrauch befindlichen Biozide hat vor dem Hintergrund der EU-Biozid Richtlinie zu intensiven Forschungsanstrengungen zur Entwicklung von umweltfreundlicheren und biozidfreien Alternativprodukten geführt. Die aktuellen Forschungs- und Entwicklungsrichtungen werden im Bericht zusammengefasst dargestellt. Aktuell ist schon eine Reihe von biozidfreien Produkten sowohl für den Berufsschiffahrts- als auch für den Sportbootbereich auf dem Markt. Auf dem Sektor der Berufsschiffahrt, der zugleich ein globaler Markt ist, sind vor allem Großunternehmen tätig, die neben biozidhaltigen einige biozidfreie Produkte anbieten. Auf dem Sportbootsektor sind neben Großunternehmen sowohl mittelständische wie Kleinunternehmen zu finden, die ebenfalls neben biozidhaltigen biozidfreie Produkte anbieten. Einige wenige Firmen bieten mittlerweile ausschließlich biozidfreie Systeme auf dem deutschen Markt und internationalen Markt an.

Im Rahmen der Umsetzung der EU Biozid-Richtlinie liegen Technical Notes for Guidance' für die Präzisierung der Produktbewertung vor. Die darin u. a. beschriebenen Wirksamkeitsnachweise für Antifouling-Produkte werden zusammengefasst dargestellt, und geprüft, welche auf biozidfreie Produkte anwendbar sind.

Im Hinblick auf den Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe dienen existierende Umweltzeichen für verwandte Produkte als Orientierung. Zudem wurde die chemische Zusammensetzung - soweit bekannt - der auf dem internationalen und deutschen Markt befindlichen Produkte herangezogen, um realitäts- und produktnahe Kriterien zu entwickeln.

Die Idee eines Umweltzeichens für biozidfreie Produkte stößt in der Farbindustrie nicht auf ungeteilte Zustimmung. Der europäische und der deutsche Lackverband halten dieses Umweltzeichen nicht für sinnvoll. Dagegen haben einzelne Firmen ein explizites Interesse bekundet.

Trotz erheblicher Schwierigkeiten in der exakten Festsetzung von Wirksamkeitsgrenzen und der noch offenen Frage, wie viele Produkte die aufgestellten Kriterien zum Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe erfüllen können, wird ein positives Votum für die Schaffung eines Umweltzeichens für biozidfreie Antifouling-Systeme abgegeben. Die intensiven Diskussionen mit der Industrie haben schon jetzt zu einem gestiegenen Interesse an den aufgestellten Kriterien hinsichtlich ihrer Berücksichtigung der Konzeptionierung neuer Produkte geführt. Zudem könnte durch die Schaffung dieses Umweltzeichens der Marktzugang für völlig neue, umweltfreundliche Technologien erleichtert werden.

1 Einleitung

Die Farbindustrie befindet sich im Bereich der Antifouling-Produkte zurzeit in einem Stadium des schnellen Wandels, und so wie zahlreiche Umbrüche der jüngsten Zeit, wurden viele Veränderungen durch die zunehmende Besorgnis über weltweite Umweltprobleme herbeigeführt. Das zunehmende Bewusstsein über die Konsequenzen der Freisetzung von Antifouling-Bioziden ist stetig gestiegen und hatte zur Folge, dass eine Menge neuer Gesetze und Regulierungen zum Schutz der marinen Umwelt in Kraft gesetzt wurden. Bis heute ist der bedeutendste Schritt die IMO-Konvention zum Verbot gefährlicher Antifouling-Systeme, welche das globale Verbot von Organozinnverbindungen beinhaltet. Die Konvention ermöglicht weitere Beschränkungen von für die Umwelt gefährlichen Antifouling-Systemen, sofern deren schädliche Effekte in der marinen Umwelt offensichtlich sind und wissenschaftlich fundiert nachgewiesen werden können. Der Antrieb zur Entwicklung von nichttoxischen Alternativen statt biozidhaltiger Antifoulingprodukte stellt ein komplexes Problem dar, in dem die notwendige Balance zwischen ökonomischen Interessen und dem Schutz der Umwelt gefunden werden muss.

Gegenwärtig wird sehr viel Energie in die Entwicklung neuer Technologien zur Bewuchskontrolle durch die Erforschung von Naturstoffen und neuer Materialien gesteckt.

Durch die Untersuchung mariner, bodenlebender Organismen konnte festgestellt werden, dass ihre Oberflächen durch biologische Vorgänge vor Bewuchs geschützt werden. Zurzeit werden zahlreiche Forschungsprojekte zur Identifizierung der körpereigenen Abwehrmechanismen durchgeführt, um zu prüfen, ob sie für eine kommerzielle Nutzung eingesetzt werden können. Besonders Stoffe, die von den Organismen freigesetzt werden und als Inhibitoren der Anheftung wirken, stehen im Mittelpunkt des Interesses. Eine weitere Alternative ist die Entwicklung von Reinigungsvorrichtungen, die nach einem hohen finanziellen Einstieg, im Einsatz eine preiswerte und effektive Methode darstellen könnten.

Antihaft-Beschichtungen auf Silikonbasis sind aktuell die gebräuchlichste Alternative auf dem Markt. Diese Beschichtungen wirken durch ihre außergewöhnliche Oberflächenbeschaffenheit, um Bewuchsorganismen von der Ansiedlung abzuhalten und ihre Anheftung zu verhindern. Sie besitzen einen Selbstreinigungsmechanismus, durch den angesiedelte Organismen bei höheren Geschwindigkeiten wieder entfernt werden. Daneben sind zunehmend biozidfreie erodierende Systeme auf dem Markt vertreten.

Durch die Einführung eines Ökolabels für biozidfreie Antifoulingprodukte, würde Deutschland einen großen Schritt in Richtung einer Entwicklung von Prüfkriterien unternehmen und Anreize für die Vermarktung und den Gebrauch umweltfreundlicher Antifoulingprodukte schaffen, statt ausschließlich den Einsatz von Bioziden zu überwachen.

Deutschland war das erste Land, welches 1977 den „Blauen Engel“ als nationales Ökolabel eingeführt hat. Der „Blaue Engel“ ist ein Gütesiegel mit dem ursprünglichen Ziel als marktorientiertes Instrument für die Umweltpolitik zu dienen, indem es Richtlinien für den Verbraucher liefert, umweltfreundliche Produkte identifizieren zu können, während die Hersteller dazu veranlasst werden, Produkte zu entwickeln, die diese Bedingungen erfüllen.

Ende 2002 wurde der „Blaue Engel“ für ein umweltbewusstes Management von Schiffen geschaffen. Es beinhaltet u.a. folgende Aspekte: Begrenzung der Luft-Emissionen durch Abgase, Abfallmanagement, und den Einsatz von Antifoulingfarben.

In dieser Machbarkeitsstudie sollen Basiskriterien eines Ökolabels für biozidfreie Antifoulingprodukte entwickelt werden. Das Ziel dieses Projektes ist es, klare und verständliche Kriterien für einen Wirksamkeitsnachweis sowie den Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe für Mensch und Umwelt zu formulieren.

Hierzu soll ein Überblick über folgende Aspekte gegeben werden:

- Kurzer qualitativer Marktüberblick über biozidhaltige und biozidfreie Antifoulingprodukte/Technologien einschließlich ihrer Umweltrelevanz
- Kurze Darstellung der internationalen in der Entwicklung befindlichen biozidfreien Antifoulingtechnologien
- Kurze Aufstellung wesentlicher in- und ausländischer Antifouling-Produktanbieter für biozidhaltige wie für biozidfreie Antifoulingprodukte
- Auflistung evtl. bereits bestehender Regelungen für den Nachweis der Wirksamkeit von Antifoulingprodukten/Technologien
- Entwicklung von Wirksamkeitskriterien und Kriterien für den Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe

In der Machbarkeitsstudie wurden die international existierenden Verfahren der Wirksamkeitsprüfung und der Regulierung von biozidhaltigen Antifoulingprodukten zusammengestellt und daraufhin überprüft, Kriterien herauszufinden, die bei einem Prüfverfahren für die Vergabe des Ökolabels „Blauer Engel für biozidfreie Antifoulingfarben“ geeignet sein könnten.

Es wird erwartet, dass das Ökolabel einen Anreiz für die Hersteller darstellt, verstärkt biozidfreie Produkte zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Zudem soll es dazu dienen, dem Verbraucher ein Qualitätssiegel an die Hand zu geben, ein effektives und umweltfreundliches Produkt gekauft zu haben.

2 Auf dem Markt befindliche biozidhaltige und biozidfreie Antifouling-Systeme

Der Markt für Antifoulingprodukte ist zunehmend ein globaler Markt, auf dem identische Produkte weltweit vermarktet werden, wobei die Handelsnamen in den jeweiligen nationalen Märkten unterschiedlich sein können. Es existieren ungefähr 10 weltweit agierende Hersteller für Berufsschifffahrt und Sportbootprodukte. Daneben gibt es in Deutschland wie in anderen europäischen Ländern kleine und mittelständische Firmen, die Sportbootprodukte für den nationalen Markt produzieren. Darüber hinaus sind zunehmend Anbieter im Internet zu finden, die vor allem für den Sportbootbereich Produkte im Versand anbieten. Diese komplexe Marktstruktur führt dazu, dass praktisch keine Daten über nationale oder internationale Marktanteile verfügbar sind.

Um eine Einführung in die verschiedenen Typen der im Gebrauch befindlichen biozidhaltigen Antifoulingprodukte zu geben, werden kurz die Unterschiede zwischen den Antifoulingfarben bezüglich ihrer Biozide sowie ihres Wirkungsprinzips aufgeführt (s.a. Abb. 1). Man unterscheidet Antifoulingfarben nach mehreren Kriterien. Zum einen wird hinsichtlich ihres chemischen Aufbaus und in Verbindung mit ihrer Wirkungsweise hinsichtlich der zugesetzten Biozide unterschieden. Für die

Bewertung ihrer Umweltbelastung sind sowohl der chemische Aufbau, als auch die Abgabe des Biozids in das Wasser entscheidend.

Das Schlüsselement für die Wirksamkeit einer biozidhaltigen Antifoulingfarbe ist der Freisetzungs-Prozess des Wirkstoffs. Das Biozid muss kontinuierlich an die Oberfläche des Schiffsrumpfes abgegeben werden, damit die mikroskopisch kleinen Larven und Sporen der Bewuchsorganismen abgeschreckt, geschwächt oder abgetötet werden, bevor sie sich auf dem Schiffsrumpf festsetzen und sich dort zu größeren Organismen entwickeln können.

Die Lebensdauer einer biozidhaltigen Antifoulingfarbe ist durch ihren Biozidgehalt und dessen Freisetzungsrate begrenzt. Alle biozidhaltigen Farben müssen daher unter dem Aspekt der enthaltenen Biozide und ihres Bindemittels betrachtet werden, durch das die Freilassungsrate bestimmt wird.

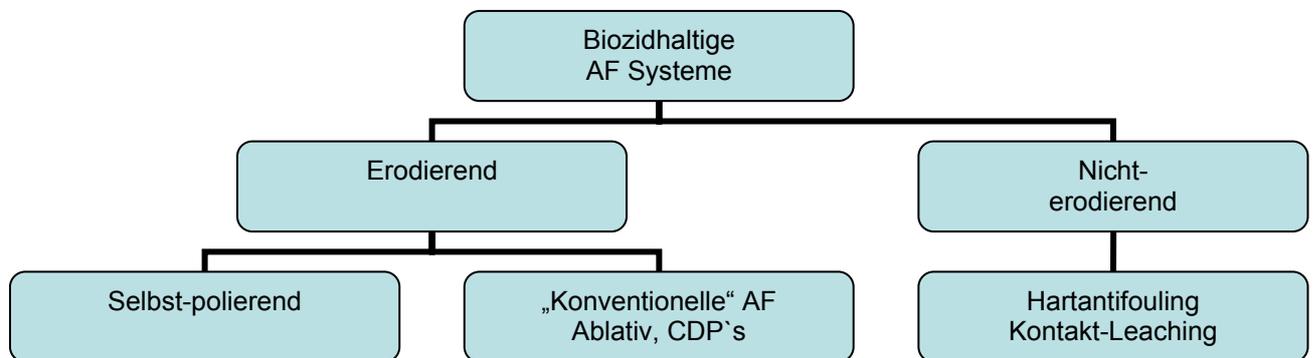


Abb. 1 Übersichtsdigramm biozidhaltige Antifouling-Systeme

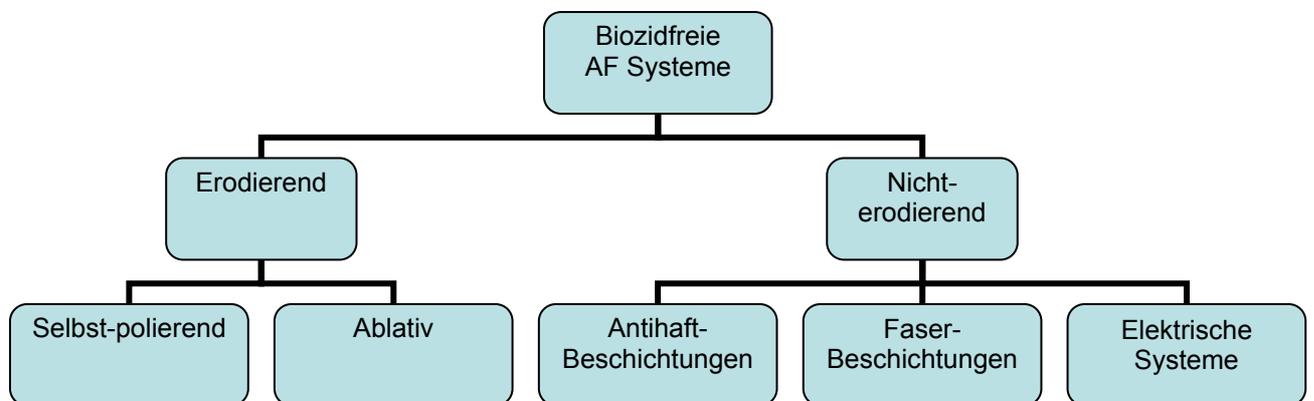


Abb. 2 Übersichtsdigramm biozidfreie Antifouling-Systeme

2.1 Erodierende biozidhaltige Antifoulingfarben

Diese Farben werden in zwei Hauptgruppen unterteilt:

- „Konventionelle“ oder „free association paints“, in denen keine chemische Verbindung zwischen der Farbmatrix und den zugesetzten Bioziden vorhanden ist.
- Selbst-polierende (SPCs) Farben, in denen zumindest ein Anteil des Hauptbiozids chemisch an die Farbmatrix gebunden ist.

2.1.1 Free association paints (konventionelle AF, ablativ AF, Polymere mit kontrollierter Freisetzungsrate (CDPs))

Das Biozid ist bei diesem Farbtyp in der Matrix homogen verteilt. Nachdem die Farbe mit dem Seewasser in Verbindung gekommen ist, beginnt sich die Farbmatrix aufzulösen, so dass das Wasser eindringen und das Biozid heraus diffundieren kann. Die Farbmatrix besteht hier aus einer Mischung aus Kolophonium, Weichmachern und/oder synthetischen Polymeren, denen die Farbpigmente und Biozide zugesetzt sind. Kolophonium ist leicht löslich in Salzwasser und aus diesem Grund ist es für den Gebrauch in Antifoulingfarben geeignet. Trotzdem ist es notwendig, filmbildende Stoffe zuzusetzen, um die mechanische Härte und eine Filmbildung zu erzielen. Eine sorgfältige Balance zwischen dem Kolophoniumgehalt und den filmbildenden Komponenten ist nötig, um eine haltbare Farbe mit einer geeigneten Freisetzungsrate zu bekommen. Das Kolophonium beginnt sich bei Kontakt mit dem Meerwasser aufzulösen, so dass das Biozid, welches in der Farbmatrix frei vorhanden ist, durch Diffusion an die Oberfläche gelangt und dort gegen den Bewuchs wirken kann. Das Problem bei diesem Farbtyp besteht darin, dass bei zu langsamer Auflösung der Matrix zu wenig oder evtl. kein Biozid an die Oberfläche treten kann. Bei zu schneller Auflösung wird eine zu große Menge Biozid an die Oberfläche gebracht, so dass das Biozid in zu kurzer Zeit freigesetzt wird. Der verbleibende Anstrich ist somit unwirksam. Um dieses zu verhindern, wurden in den neueren Farben zusätzlich zu dem Naturharz (Kolophonium) phenolhaltige Harze, Chlorkautschuk oder säurefreies Kolophonium zugesetzt. Mit diesen Komponenten erreicht man eine Lebensdauer der Farben von ca. 12 – 18 Monate.

In den so genannten erodierenden/ablativen, CDP (controlled depletion polymer) Farben, welche die gebräuchlichsten der konventionellen Farben sind, wird das Biozid in der seewasserlöslichen Farbmatrix in die polymeren Inhaltstoffen so inkorporiert, dass eine physikalisch kontrollierte Freisetzungsrate erzielt werden soll. Bei Kontakt mit Seewasser wird die Matrix und gleichzeitig das daran gekoppelte Biozid freigesetzt. Die Leachingrate ist dennoch nicht konstant, da das Biozid nicht gleichmäßig in der Matrix verteilt ist. Zweitens ist die Löslichkeit der Matrix nicht mit derjenigen der daran gekoppelten Biozide identisch. Die Lebensdauer dieser Farben beträgt ca. 36 Monate.

Der Marktanteil dieser Farben ist eng verknüpft mit der begrenzten Lebensdauer von 18 bzw. 36 Monaten. In der Handelsschifffahrt wird es für Schiffe mit

Dockungsintervallen von 18 oder 36 Monaten genutzt. Diese Farben werden auch auf Küstenschiffen, kleinen Containerschiffen und Tankern verwendet. Diese Farben sind preisgünstiger als Kupfer-SPCs und werden hauptsächlich von Reedereien genutzt, wenn eine 60 monatige Lebensdauer nicht nötig ist und der Bewuchsdruck nur schwach bis mittelstark ist.

2.1.2 Selbstpolierende Antifoulingfarben (SPCs)

Für Jahrzehnte war die SPC-Technologie (self polishing coating) mit kopolymergebundenem Organozinnverbindungen (zumeist TBTO) der führende Antifoulingtyp. Rund 70 - 80% der Welthandelsflotte waren mit TBT-SPCs beschichtet.

Vor gut 10 Jahren gelang es japanischen Farbherstellern, TBT durch Kupfer oder Zink zu ersetzen. Es entstand die erste TBT-freie selbstpolierende Antifoulingfarbe. Mittlerweile findet man in einer großen Zahl von selbstpolierenden Farben chemisch gebundenes Kupfer oder Zink als kopolymer gebundenes Biozid.

Sowohl TBT-haltige als auch TBT-freie SPCs basieren auf einem kopolymeren Bindemittel. Wenn der Farbanstrich mit Seewasser in Berührung kommt, werden die chemischen Bindungen an der Grenzfläche Anstrich/Seewasser gelöst, und das Biozid wird durch Hydrolyse in einer konstanten Rate mithilfe des Seewassers von den Polymeren gelöst. Bei hinreichender Hydrolyse des Polymers wird dieses selbst wasserlöslich.

Mit Bioziden verbundene Kopolymere haben einen einzigartigen Mechanismus, um vor Bewuchs zu schützen. Weil das Biozid chemisch an die polymere Matrix gebunden ist, findet eine kontrollierte und langsame chemische Reaktion mit dem Seewasser an der Farboberfläche statt. Dies garantiert eine konstante aber sehr geringe Leachingrate. Zudem sind die bei der Freisetzung des Biozids verbleibenden Oligomere gleichfalls wasserlöslich, so dass bei einem in Fahrt befindlichen Schiff vom Antifoulinganstrich eine molekulare Schicht nach der anderen abpoliert wird.

In den meisten Produkten ist das Kupfer kovalent an die Matrix gebunden. Es gibt auch Hersteller, die andere Biozide einsetzen. In der Regel sind diese aber nicht so toxisch (z.B. Zink) oder sogar nicht-toxisch (Siliziumkomponenten). Die Letzteren sind an das Acrylatkopolymer gebunden, um eine kontrollierte Freisetzung des Biozids zu erreichen. Die Kupferacrylat-Kopolymere, Zinkacrylat- und das Silylpolymerensystem können als selbstpolierende Kopolymersysteme bezeichnet werden. Dies gilt auch für die kürzlich entwickelte Zinkcarboxylatsalz-Bindertechnologie, genauso wie für Polymersysteme mit ausschließlich organischen Zusatzbioziden.

Man muss jedoch berücksichtigen, dass in jeder SPC zusätzliche Biozide frei dispergiert vorliegen, da nur 10-20% (z.B. bei Kupfer) chemisch an die Matrix gebunden werden können. Dieser Prozentsatz ist nicht hoch genug, um einen ausreichenden Bewuchsschutz zu gewährleisten. Genau genommen gab und gibt es keine reine SPC, sondern immer nur eine Mischung aus SPC und „free association paint“.

Die Hybrid-Technologie, die vor einigen Jahren entwickelt wurde, stellt ebenfalls eine Kombination verschiedener Beschichtungstypen dar. Es wird behauptet, dass in dieser Neuentwicklung die CDP-Charakteristika wie Oberflächenbeständigkeit und hohes Festkörpervolumen mit den SPC-Charakteristika wie kontrollierte Polierrate und Biozidfreisetzung, sowie geringer Schichtdicke verbunden werden konnten. Der Zusatz eines hydrolysierbaren Polymers, wie z.B. Kupferacrylat, zu Kolophonium

führte zu diesem neuen AF-Typ, dessen Wirkung durch die Beimengung von Pyrithionverbindungen noch gesteigert werden konnte. Die Beschichtung ist bis zu 36 Monate auf den Vertikalflächen des Rumpfes und 60 Monate auf dem Flachboden wirksam. Durch seinen hohen Festkörperanteil können die Emissionen von VOCs gering gehalten werden. Die Bindertechnologie basiert darauf, dass ein synthetisches Kolophoniumharz und verschiedene polymere Ko-Bindemittel verwandt werden. Das synthetische Kolophoniumharz wird durch einen Verflüssigungs- und Destillationsprozess gewonnen, durch den Verunreinigungen und Doppelbindungen eliminiert werden. Dieses neue synthetische Produkt besitzt alle Vorteile eines natürlichen Kolophoniums, aber keine seiner Nachteile. Es konnte mit einem Zinkcarboxylatbindemittel verbunden werden, welches durch den Kontakt mit Seewasser einem Ionenaustauschprozess unterliegt und zu einem leichter löslichen Natriumcarboxylatbindemittel umgewandelt wird. In manchen Produkten werden dieser Bindemittel-Technologie Mikrofasern zugesetzt, welche der Farbschicht eine größere Festigkeit verleihen. Hierdurch wird ein höherer Anteil von funktionellem Bindemittel ermöglicht, so dass die Polierrate je nach Bedarf variiert werden kann.

Die TBT-freien SPCs sowie die Hybridtechnologie haben eine Lebensdauer von 60 Monaten. Seit der Verabschiedung der IMO Antifouling Konvention kann ein stetiger Anstieg von applizierten TBT-freien Antifoulingfarben verzeichnet werden. Obwohl die Farben teurer sind als die konventionellen Antifoulingfarben, sind sie optimal für ein 60-monatiges Dockungsintervall auf Fahrtrouten mit einem hohen Bewuchsdruck bei einer 90%igen Zuverlässigkeit. Der letzte Aspekt wird durch die Tatsache gestützt, dass sogar Tanker von konventionellen Farben zu SPCs wechseln.

2.2 Nicht-erodierende biozidhaltige Antifoulingfarben mit unlöslicher Matrix (Hartantifoulingfarben, Kontakt-Leaching Typ)

Diese Farben sind auch bekannt unter dem Begriff Hartantifouling. Sie basieren auf unlöslichem Harz wie zum Beispiel Chlorkautschuk, Acrylkomponenten oder Vinyl. Da hier nur die Biozide aus der Matrix ausgelaugt und an das Wasser abgegeben werden, bleibt der Farbfilm als ein poröses Skelett zurück. Auf der obersten Farbschicht bildet sich mit der Zeit (bei Zusatz von Kupferverbindungen) Kupferkarbonat, welches wasserunlöslich ist. Die Tiefe der porösen, ausgelaugten Schicht erhöht sich mit der Zeit, wodurch die Freisetzung der Biozide abnimmt, da sie eine immer längere Diffusionsstrecke durch die Matrix zurücklegen müssen. Diese Farben sind ca. 24 Monate effektiv. Auf dem zurückbleibenden porösen Untergrund ist es schwer eine neue Farbe aufzutragen, so dass es normalerweise nötig ist, einen Sealer zu verwenden. Bei dieser Art des Anstriches werden sowohl Ressourcen als auch Geld verschwendet, da man nicht sicher sein kann, dass alle aktiven Substanzen auch wirklich freigesetzt wurden.

Der Marktanteil dieser Antifoulingfarben sinkt stetig aufgrund der oben erwähnten Nachteile. Sie werden nur noch für Küstenschiffe und Sportboote benutzt.

2.3 Antifouling Biozide

2.3.1 Biozide in “konventionellen” Antifoulingfarben

Das meist verwandte Biozid in herkömmlichen Antifoulingfarben ist Kupfer, sowohl als Metall-Pulver, als auch in verschiedenen Verbindungen. Um die Effektivität des Kupfers zu verstärken, werden den meisten Produkten weitere Biozide zugesetzt. Die gebräuchlichsten Biozide in konventionellen Antifoulingprodukten sind in der folgenden Tabelle 1 aufgelistet.

Es muss bedacht werden, dass einige Biozide (die anorganischen Metallverbindungen und die metallischen Anteile der organischen Metallverbindungen, z. B. Zink in Zinkpyrithion) prinzipiell nicht abbaubar sind. Die meisten organischen Biozide, die im Gebrauch sind, sind nur schwer abbaubar (z.B. Diuron). Für andere Biozide liegen keinerlei Daten vor. Generell sind alle Biozide, die in Tabelle 1 aufgeführt sind, als „umweltgefährdend“ eingestuft und müssen entsprechend der EU-Richtlinie 67/548 mit dem Symbol „N“ gekennzeichnet werden. Einschränkungen und Verbote bestehen für einige Biozide nicht nur im Sportbootbereich, sondern auch in der Handelsschifffahrt und zwar aufgrund ihrer Persistenz und ihrer Öko- und Humantoxizität.

Zusammenfassend kann man sagen, dass aus den „free association“ Farben die Biozide nicht konstant freigesetzt werden. Direkt nach dem Anstrich wird sehr viel mehr Biozid freigesetzt, als notwendig wäre um den Bewuchs zu verhindern. Am Ende der Lebensdauer der Farbe sinkt die Freisetzungsrates unter einen kritischen Wert, unter dem kein Bewuchsschutz mehr gegeben ist. Im Allgemeinen erfolgt durch diesen Farbtyp ein größerer Eintrag von Bioziden in das umgebende Wasser, als bei selbstpolierenden Farben.

Tabelle 1: Hauptbiozide und Kobiozide, die in Antifoulingfarben genutzt werden

Chemische Bezeichnung der Biozide (IUPAC)	Handelsname	Persistenzklasse aquatisch	Bioakkumulationsklasse
Kupfer (II)-Ionen	Kupfermetall und Kupferverbindungen	Nicht biologisch abbaubar aber chelatisierbar und/oder immobilisierbar	BCF/Meerwasser 75-27.000 Algen 10.000-20.000 Makrophyten 7.000-10.000 Krustazeen ¹
Zink-2-pyridinthiol-N-oxid	Zinkpyrithion	Schneller Primärabbau ¹	Unter Berücksichtigung des logP _{ow} von 0,97 kann angenommen werden, dass das Bioakkumulationspotential geringer ist als das der anderen Biozide
Tetramethylthiuram-disulfid	Thiram	II ²	LogP _{ow} = 1,73 ² Kein Anzeichen für ein Bioakkumulationspotential
Zinkethylen-bis-(dithiocarbamat)	Zineb	k.D.	II ²
Manganethylen-bis-(dithiocarbamat)	Maneb	II ² Nicht leicht biologisch abbaubar	LogP _{ow} = 1,75 ² Kein Anzeichen für ein Bioakkumulationspotential
Manganethylen-bis-(dithiocarbamat) (Polymer-Komplex mit Zinksalzen)	Mancozeb	III ³	LogP _{ow} = 1,34 ³ Kein Anzeichen für ein Bioakkumulationspotential
4,5-Dichlor-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-on	Sea-Nine 211	III ²	III ²
3-(3,4-Dichlorphenyl)-1,1-dimethylharnstoff	Diuron, Preventol A6	III-IV ³	III ²
N-Dichlorfluormethylthio-N',N'-dimethyl-N-phenylsulfamid	Dichlofluamid, Preventol A4	IV ³	I ³
N-Dichlorfluormethylthio-N',N'-dimethyl-N-p-tolylsulfamid	Tolylfluamid, Preventol A5	III ³	II ³
Tetrachlorisophthalonitril	Chlorthalonil	III ³	III ³
N ² -tert-butyl-N ⁴ -cyclopropyl-6-methylthio-1,3,5-triazin-2,4-diamin (2-Methylthio-4-tert-butylamino-6-cyclopropylamino-s-triazin)	Irgarol 1051	Nicht leicht biologisch abbaubar ²	III ²

Persistenzklassen, abgeleitet aus der Kombination der folgenden Parameter: (a) Primärabbau, (b) Mineralisation und (c) gebundene Rückstände

I gering persistent
II mäßig persistent
III hoch persistent
IV biologisch nicht abbaubar

Gesamtbewertung der Bioakkumulation abgeleitet aus der Kombination der folgenden Kriterien: (a) Biokonzentrationsfaktor BCF und (b) Elimination (oder Depuration ausgedrückt als Ausscheidungs- Halbwertszeit CT₅₀)

I kein Anlass zur Besorgnis
II Hinweis auf ein Risiko
III Anlass zur Besorgnis
IV hohes Risiko (Empfehlung für eine Risikominderung)
k.D.= keine Daten verfügbar

¹ MEPC 43/INF.19 (1999) Harmful effects of the use of anti – fouling paints for ships submitted by Germany. IMO, 4pp.

² Bruckmann, U. (1995) Bewertung des biologischen Abbaus, der mikrobiellen Hemmung und der Bioakkumulation von ausgewählten Antifoulingwirkstoffen, 18pp. (unveröffentlicht)

³ Mitt. UBA (unveröffentlicht) 2003

2.3.2 Biozide selbstpolierender Beschichtungen

Es gibt einen wichtigen Unterschied zwischen konventionellen Farben und TBT-freien SPC's. In den SPCs wird nur eine sehr beschränkte Anzahl von Bioziden und Kobioziden eingesetzt. In den meisten Formulierungen, die auf dem Markt sind, werden ausschließlich die folgenden Biozide verwandt:

- Kupfer und Kupferverbindungen
- Zinkpyrithion
- 4,5-Dichlor-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-on

Bezüglich der Umweltrelevanz dieser Biozide siehe bitte Tabelle 1.

2.3.3 Antifoulingfarben mit biogenen Bioziden oder Enzymen

Antifoulingprodukte, die biogene oder natürliche Biozide enthalten, gab und gibt es bisher nur im Sportbootbereich. Die meisten von ihnen verschwanden nach ein bis zwei Jahren aufgrund von Beschwerden hinsichtlich ihrer geringen Effektivität oder gesundheitlichen Gefahren während der Beschichtung. Bisher eingesetzte Biozide sind z.B.: Extrakte des Neem-Baums, Eukalyptusöl, Mentholderivate, Meerrettichextrakte, Piperin (Pfefferextrakt) und Capsain (Chiliextrakt) sowie eine Vielzahl von anderen Naturprodukten. Zurzeit gibt es auf dem deutschen Markt keine Produkte mit biogenen Bioziden, und der Marktanteil der früheren Produkte war unbedeutend.

Ein anderer Typ von Antifoulingfarben enthält Enzyme, um die Vernetzung und Aushärtung des Klebstoffs der Bewuchsorganismen zu verhindern. Bis jetzt gibt es nur ein dänisches Produkt, welches für Sportboote genutzt wird. Produkte für die Handelsschifffahrt sind noch in der Entwicklung.

2.4 Biozidfreie Antifouling-Systeme

Um den Eintrag von Bioziden in das Wasser vollständig zu vermeiden, haben verschiedene Farbfirmer Antifoulingfarben entwickelt, die keine bioziden Inhaltsstoffe enthalten. Zumeist wird durch ihre spezielle Oberflächenbeschaffenheit eine Anheftung der Bewuchsorganismen verhindert.

Farben, die keine bioziden Inhaltsstoffe enthalten, unterliegen dennoch verschiedenen nationalen Registrierungen oder Genehmigungsverfahren. In den meisten Ländern ist keine Registrierung notwendig, aber Hersteller müssen sich bewusst sein, dass in Bezug auf den Lösemittelgehalt (VOCs), eine Klassifizierung und Auszeichnung der gefährlichen Inhaltsstoffe erfolgen muss.

Generell können biozidfreie Antifoulingbeschichtungen bisher in zwei Typen unterteilt werden.

2.4.1 Nicht erodierende Beschichtungen

2.4.1.1 Antihafbeschichtungen (Silikone, Teflon-Beschichtungen)

Der chemische Grundbaustein bei Silikonen, die als Antihafbeschichtungen verwendet werden, ist häufig Polydimethylsiloxan (PDMS). Für die meisten Antifoulingorganismen hat Silikon eine unattraktive Oberflächenenergie. Es ist die freie Oberflächenenergie, in Kombination mit dem wasserabweisenden, flexiblen und mikro-rauen Material, welches bewirkt, dass sich die Organismen nicht festsetzen können. Man erreicht nur einen begrenzten Schutz gegen eine Bewuchsansiedlung, aber aufgrund der Oberflächenbeschaffenheit können die Organismen sich nicht sehr stark anheften bzw. sich nicht an der Oberfläche festkleben. Sie können sehr einfach durch Abwischen bzw. durch Fahrtgeschwindigkeiten von 5 - 10 Knoten entfernt werden. Dadurch besitzen Antihafbeschichtungen einen Selbstreinigungsmechanismus. Im Prinzip ist die Lebensdauer der Silikone unbegrenzt, mit Ausnahme derjenigen Silikonprodukte, die zusätzlich mit Silikonöl oder Paraffin getränkt sind, um durch das Ausschwitzen dieser Öle die Antifoulingwirksamkeit zu erhöhen. Das Ausschwitzen von Silikonölen ist ein sehr kritischer Aspekt, da diese Stoffgruppe praktisch nicht abgebaut wird.

Silikone dürfen daher nicht auf Schiffen eingesetzt werden, die im Eis fahren. Außerdem ist ihr Einsatz nicht sinnvoll auf den Vertikalfächern des Schiffsrumpfs, die starken mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind.

Über den Marktanteil von Antihafbeschichtungen können keine Angaben gemacht werden. In der Handelsschifffahrt werden die Silikonanstriche zunehmend auf Kreuzfahrtschiffen, Hochgeschwindigkeitsfähren, Patrouillenbooten und vereinzelt auf Autotransportern oder Containerschiffen eingesetzt. Aufgrund der Tatsache, dass diese Anstriche eine Lebensdauer von 60 Monaten aufweisen, werden sie auch vermehrt auf Schnellbooten, Fregatten und schnellen U-Booten der Marine eingesetzt. Im Sportbootbereich ist der Einsatz von Silikonanstrichen nur vereinzelt zu finden, während auf Teflon basierende Beschichtungen in Süßwassergebieten und in Gebieten, in denen biozidhaltige Anstriche verboten sind häufiger anzutreffen sind.

Faserbeschichtungen

Dieser Antifoulingtyp besteht aus kurzen (10 -12 mm) Fasern, die in sehr großer Dichte (200 - 500 Fasern/mm²) auf den Schiffsrumpf aufgebracht werden. Durch diese Fasern werden die Organismen von der Ansiedlung abgehalten.

Als Grundierung wird ein Epoxy aufgetragen, in den während der Aushärtung die elektrostatisch aufgeladenen Fasern hineingeschossen werden und zwar so, dass sie senkrecht orientiert werden sollen. Unter Wasser sollen die Fasern durch die Anströmung bei Fahrt in Bewegung geraten und sich gegenseitig abreinigen. Bisher sind nur einzelne Schiffe voll mit Fasern beschichtet worden.

2.4.2 Erodierende Beschichtungen (selbstpolierend und ablativ)

Diese Farben wirken nach dem gleichen Prinzip wie die TBT-haltigen und TBT-freien selbstpolierenden Anstriche, also durch eine kontrollierte Hydrolyse des Bindemittels. In einigen nicht-toxischen, selbstpolierenden Farben ist das kopolymergebundene Biozid durch eine nicht-toxische Komponente ersetzt.

Im Unterschied zu echten selbstpolierenden Systemen, die zumeist auf Methacrylat Kopolymeren basieren, wird in anderen Farben lösliches Epoxy oder Kolophonium verwendet. Diese Systeme sind als biozidfreie konventionelle Farben mit erodierender oder ablativer Matrix zu bezeichnen. Da der exakte chemische Erosionsprozess dieser Farben nicht öffentlich zugänglich ist und auf diesen Farben Patente liegen, sind Daten über die Abbaubarkeit und die Bioakkumulation nicht verfügbar. Aber auch für die Methylmethacrylate, die häufig in TBT und TBT-freien SPC's genutzt werden, sind keine Abbaubarkeitsdaten zugänglich. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Stoffe im Meerwasser abbaubar sind, da bis jetzt keine messbaren Konzentrationen im Sediment gefunden wurden.

Selbstpolierende und ablative Farben sind zu einem sehr geringen Marktanteil auf Küstenschiffen bzw. im Süßwasser operierenden Fähren zu finden. Im Sportbootbereich ist ein merklicher Anstieg ihres Einsatzes in den Regionen zu verzeichnen, in denen der Gebrauch von Bioziden verboten sind, wie in einigen skandinavischen Ländern und in einzelnen Süßwasserbereichen in Deutschland (Ratzeburger See). Eine spezielle Situation besteht in den Niederlanden, wo seit Ende 1999 Kupfer für den Gebrauch auf Sportbooten verboten ist. Trotz der Tatsache, dass das Verbot im ersten Jahr nicht umgesetzt wurde, ist der Marktanteil der biozidfreien, ablativen Beschichtungen nach Aussage der Farbhersteller angestiegen. Unglücklicherweise ist die aktuelle Gesetzessituation in den Niederlanden etwas verwirrend, was zu einer Abnahme im Gebrauch der biozidfreien Antifoulingfarben führen könnte. Generell kann gesagt werden, dass ein Anstieg des Verkaufs von biozidfreien Beschichtungen nur verzeichnet werden kann, wenn der Einsatz von Bioziden verboten ist.

2.4.3 Bewuchskontrolle durch physikalische Vorrichtungen

Bisher entwickelten einige Firmen Liftsysteme für den Sportbootbereich, um den Gebrauch von biozidhaltigen Antifoulingfarben entbehrlich zu machen. Die Firma „Boot Dock“ entwickelte ein System, bei dem zwei röhrenförmige Schwimmkörper (deren Ausmaße sich nach Länge, Breite und Gewicht des Bootes richten) durch eine Traverse miteinander verbunden sind. Die Schwimmkörper können durch Füllung mit Luft gehoben und durch Fluten abgesenkt werden. Das Boot fährt, zentriert durch eine Führung am Kiel, zwischen gepolsterten Stangen auf das abgetauchte Boot-Dock. Jedes Boot-Dock ist modular aufgebaut und kann den Abmessungen des Bootes angepasst werden. Falls das Boot gereinigt werden muss, kann ein speziell ausgerüsteter Liegeplatz mit Liftsystem angefahren werden. „Boot-Dock“ erlaubt einen leichten Zugang zum Rumpf des Schiffes und Bewuchs kann bei langen inaktiven Phasen im Wasser (Urlaubssituation) leicht abgereinigt werden, wobei der entfernte Bewuchs aufgefangen werden kann.

Nach Firmenaussagen sind ca. 100 Liegeplätze in Deutschland und Südeuropa mit diesem System ausgerüstet.

Ein ähnliches Produkt wird von der Firma „Hydro-Hoist“ angeboten.

2.4.4 Elektrische Systeme

Die Firma Jobeck hat Spezial-Elektroden in Verbindung mit galvanischem Schutzstrom entwickelt, die auf Freizeitbooten aus GFK oder Holz angebracht werden können. Es wird ein Stromfeld um den Schiffsrumpf im Unterwasserbereich aufgebaut. Nach Angaben des Herstellers soll das System Bewuchsschutz im Süß- und Salzwasser bieten.

2.5 Kurzer qualitativer Marktüberblick über biozidhaltige und biozidfreie Antifoulingprodukte/Technologien einschließlich ihrer Umweltrelevanz.

Die Situation auf dem deutschen Antifoulingmarkt ist gekennzeichnet durch die Präsenz von einer Vielzahl von Farbherstellern und Vertreibern. Die großen Firmen sind mit Produkten in der Berufsschifffahrt (avp) und im Sportbootbereich (ava) sowie für Bewuchsprobleme in Kühlkreisläufen von Kraftwerken oder Industrieanlagen (inu) oder Aquakulturanlagen (aqa) vertreten. Die kleinen Firmen sind nur im Sportbootbereich tätig. Einige ausländische Firmen sind auf dem deutschen Markt durch Händler vertreten. In der Berufsschifffahrt werden die Farben in der Regel direkt von den Herstellern ohne Einsatz eines Zwischenhändlers vertrieben, während im Sportbootbereich in der Regel immer ein Händler zwischengeschaltet ist. Wie in der Tabelle 1 im Annex ersichtlich wird, bieten die meisten Farbfirmen Biozidprodukte für den Einsatz im Sportbootbereich und in der Berufsschifffahrt an. Wie ebenso zu erkennen ist, sind kleine und mittelständische, sowie große Farbhersteller in der Produktion und dem Verkauf von biozidfreien Antifoulingprodukten tätig. Große Firmen bieten immer zahlreiche biozidhaltige und evtl. ein oder zwei biozidfreie Produkte an. Kleine und mittelständische Unternehmen produzieren oder vertreiben wenige biozidhaltige und /oder biozidfreie Produkte. Solche Firmen, die nur biozidfreie Produkte anbieten, sind besonders an einem Ökolabel interessiert. Es liegen keine publizierten Daten über Verkaufszahlen oder Marktanteile der einzelnen Firmen für den deutschen Markt vor.

Das wichtigste Kriterium zur Auswahl eines Antifoulingprodukts ist die beabsichtigte oder nachgewiesene Wirksamkeit. Für die Berufsschifffahrt werden die Antifoulinganstriche in Zyklen von 12, 24, 36 oder 60 Monaten erneuert. Verträge zwischen den Reedereien und den Farbherstellern beinhalten Klauseln auf Schadensersatz für den Fall, dass die Wirksamkeit des Antifoulingprodukts nicht gegeben ist. Im Sportbootbereich werden die Boote jährlich oder in Zyklen von 2 oder 3 Jahren neu gestrichen. Hier ist ein Regress im Falle der Unwirksamkeit der Farbe eine freiwillige Vereinbarung zwischen Bootseigner und Hersteller. Somit ist es ein wichtiges Anliegen von Bootseignern, Qualitätskriterien aufzustellen, anhand derer die Wirksamkeit von Antifoulingprodukte erkennbar wird. Dies bezieht sich hauptsächlich auf die biozidfreien Produkte, da erst mit der Umsetzung der EU-Biozid-Richtlinie Farbfirmen verpflichtet werden einen Wirksamkeitsnachweis beizubringen. Yachtzeitschriften haben Tests veröffentlicht, in denen

Antifoulingfarben getestet wurden, um wenigstens eine gewisse Orientierung zu liefern. Es gibt aber bisher keinen neutralen und standardisierten Test für biozidfreie Produkte.

Bis jetzt liegen keine validen Daten über Marktanteile von biozidfreien Antifoulingprodukten vor. Nach persönlichen Aussagen diverser Farbhersteller kann gefolgert werden, dass der Marktanteil der biozidfreien Produkte in Deutschland für die Handelsschifffahrt sowie für den Sportbootbereich unter 1% liegt. Diese Aussage impliziert, dass 99% der Antifoulingprodukte die im Gebrauch sind, biozidhaltig sind. Diese lassen Biozide in die marine Umwelt, die moderat bis hoch persistent (Thiram, Maneb, Mancozeb, Diuron, Tolyfluanid, Chlorthalonil) und/oder ein hohes Bioakkumulationspotential haben (Irgarol, Chlorthalonil, Diuron, Sea-Nine). Siehe auch Tabelle 1.

3 Kurze Darstellung der international in der Entwicklung befindlichen biozidfreien Antifoulingtechnologien

Die Besorgnis über die Langzeiteffekte der in die Umwelt abgegebenen Antifoulingbioziden hat das Interesse an der Entwicklung von umweltfreundlichen Alternativen stark ansteigen lassen. Die Forschungsaktivitäten konzentrieren sich zurzeit auf Naturstoffe mit bewuchsverhindernder Wirkung, nicht toxische Haftungsinhibitoren, elektro-chemische Systeme und Reinigungsanlagen.

3.1 Naturstoffe

Alle aquatischen Organismen, benthisch wie pelagisch lebende, müssen ihre Oberfläche von Bewuchs freihalten um zu überleben. Hierdurch verhindern sie sowohl Einschränkungen ihrer Lebensfunktionen wie Atmung, Photosynthese, Schwimmfähigkeit etc. als auch das Festsetzen und Eindringen von Krankheitserregern. Dieses bestätigte sich bei einem Großteil von bisher untersuchten marinen Organismen. Hauptsächlich wurden die Antifoulingstrategien von marinen, sessilen Organismen in einer Vielzahl von Studien untersucht^{4,5,6,7}.

Eine der üblichsten Untersuchungs-Methoden besteht in der Extraktion von Geweben, um in anschließenden Bioassays (Laborversuchen mit den Larven von Bewuchsorganismen), die gewonnenen Extrakte auf eine bewuchshemmende Wirkung zu untersuchen. Besonders Korallen, Schwämme, Manteltiere, Moostierchen und Algen wurden bisher intensiv untersucht. Die Rotalgen die halogenierte Furanone enthalten, zeigen eine vergleichbare oder sogar stärkere biozide Aktivität als synthetische Biozide. Aber auch Seesterne, Seeigel und die

⁴ Peters, N., H. Sönnichsen, H.-D. Berger, K. Langner & B. Watermann, 1994: Natürliche Biozide und biozidfreie Mittel zur Bewuchshemmung, ihre Effektivität und Anwendung auf Schiffen im marinen Bereich.. Texte UBA, Berlin, (55) 94, 229 pp.

⁵ Steinberg, P.D., R. de Nys & S. Kjelleberg (1998): Chemical inhibition of epibiota by Australian seaweeds. *Biofouling* 12(1-3), 227-244.

⁶ Clare, A.S. (1996): Marine natural product antifoulants: Status and potential. *Biofouling*, 9(3), 211-229.

⁷ Willemsen, P. R. & G. M. Ferrari (1996): Possibilities and impossibilities of alternative anti-fouling techniques. In: DGSM, The Hague & ORTEPA, The Hague (eds.), Proc. International one day symposium on antifouling paints for ocean going vessels, The Hague, 60-67.

Eikapseln von Hundshaien, die über Monate im Meer bewuchsfrei bleiben, wurden auf das Vorhandensein bewuchshemmender Substanzen geprüft. Diese Organismen scheiden keine toxischen Substanzen an die Oberfläche ab. Es wird angenommen, dass sie ein passives physiko-chemisches Bewuchsverhinderungssystem besitzen. Thomason et al. entwickelten die Hypothese, dass der Einbau von Tanninen in die Eikapsel des Hundshais den Bewuchs mit Makrofouling verhindert⁸. Andere Forschungsgruppen konzentrierten sich auf die Feinstruktur von Eikapseln, Seeigelstacheln und die Haut von marinen Säugetieren. Mittlerweile sind eine Fülle von Substanzen bekannt, die biogen produziert werden: Halogenierte Furanone, - Terpene und Phenole, Tannine, Actetylene, sowie Lipidverbindungen etc. Häufig ist noch unklar, ob diese Stoffe von den Organismen selbst oder von symbiotischen Bakterien auf ihre Oberfläche produziert werden.

In der Regel wurden die Extrakte aufgetrennt und die chemische Struktur der einzelnen Moleküle aufgeklärt. Anschließend folgte ein Vergleich aller bisher isolierten Substanzen, um die funktionellen Gruppen zu identifizieren. Diese wurden synthetisiert und an Trägermoleküle gebunden.

Man stellte zunehmend fest, dass die biogenen Effekte der Antifoulingverbindungen mehr auf dem Prinzip der Abschreckung basierten, als auf ihrer Toxizität. Die Erforschung von Naturstoffen wird vor allem dadurch angetrieben, dass offenbar viele natürliche Antifoulingwirkstoffe keine toxische, sondern eine abschreckende Wirkung ausüben. Daher verschiebt sich zurzeit der Schwerpunkt der Forschungsaktivitäten von der Suche nach toxischen Substanzen auf die Suche nach Verbindungen, die die Anheftung von Mikro- und Makroorganismen auf technischen Oberflächen verhindern. Die Suche nach Anheftungsinhibitoren beinhaltet sowohl die Isolierung aktiver Substanzen als auch die Erforschung von natürlichen Oberflächenstrukturen, die die Vernetzung und Aushärtung der Klebstoffe von Bewuchsorganismen verhindern⁹.

3.2 Antihafbeschichtungen

Im letzten Jahrzehnt haben sich diverse Untersuchungen mit Antihafbeschichtungen, die auf Silikonen und Fluorpolymeren basieren, befasst. Über 40 Patente sind bisher registriert. Mittlerweile sind einige Produkte auf dem Markt. Die Haftfähigkeit der sich festsetzenden Organismen ist auf diesen Farben deutlich vermindert. Diese Wirkung ist vor allem auf die Kombination von geringer Oberflächenspannung, Mikrorauigkeit, Elastizität, und Hydrophobie zurückzuführen.

In den meisten Silikonen wird als Grundbaustein Polydimethylsiloxan (PDMS) verwendet. Bei einigen werden Silikonöle, Paraffin, Wachs oder Fettsäuren zugesetzt.

Die effektivsten Antihafbeschichtungen verfügen über einen Selbstreinigungsmechanismus, wodurch die lose anheftenden Organismen werden bereits durch die Strömung die bei der Fahrt der Schiffe entsteht abgewaschen. Die Nachteile dieser Beschichtungen sind der hohe Preis, die schwierige Applikation, sowie die mechanische Empfindlichkeit der Beschichtung und andererseits ihre Persistenz. Der letzte Aspekt ist wichtig in Bezug nicht beabsichtigte Ablösungen von

⁸ Thomason, J.C., J. Davenport & A. Rogerson, 1994: Antifouling performance of the embryo and egg case of the dogfish *Scyliorhinus canicula*. *J.mar.biol.Ass. U.K.*, 74, 823-836.

⁹ Callow, M. 2003: Some new insights into marine biofouling. *World Super Yacht*, 1, 34-39.

Silikonbeschichtungen und den Eintrag von Silikonölen in die aquatische Umwelt¹⁰. Der kommerzielle Einsatz von Silikonem erstreckt sich mittlerweile von schnellen Schiffen der Marine, Patrouillenbooten und Fähren, Kreuzfahrtschiffen und Autotransportern zu Containerschiffe. Trotzdem ist die Wirkungsweise der auf Silikonem basierenden Polymeren bisher nicht vollständig entschlüsselt. Viele Forschungsprojekte befassen sich mit der Aufklärung der Antihafteigenschaften der Silikonpolymere. Diese Verbindungen dienen als Modellsbstanzten, um Antihafteoberflächen, die auf natürlichen oder abbaubaren Polymeren basieren, zu entwickeln.

3.3 Elektrische Vorrichtungen

Seit Jahren werden verschiedene Wege der Nutzung elektrischer Felder zum Zwecke des Bewuchsschutzes untersucht. Im folgenden kann nur eine kleine Auswahl dargestellt werden.

Das „Marine Growth Prevention System by Electrolysis Technologie“ (MAGPET) wurde von der Firma Mitsubishi entwickelt und setzt eine leitfähige Beschichtung ein. Ein elektrischer Strom wird durch den Rumpf geleitet, an der Oberfläche der Beschichtung werden durch Elektrolyse Chlorid-Ionen in Hypochlorid umgewandelt. Hypochlorid wirkt hochgiftig auf die Bewuchsorganismen. Der Vorteil dieses System gegenüber den anderen Antifouling-Verfahren ist, dass man es nur aktivieren muss, wenn es notwendig ist, z.B. im Hafen oder bei geringer Geschwindigkeit. Der gesamte Energiebedarf soll sehr gering sein und annähernd bei 0.2 W/m² liegen. Der Nachteil dieses System besteht darin, dass trotz der schnellen Zersetzung des Hypochlorids im Wasser, halogenierte Nebenprodukte durch die Elektrolyse erzeugt werden. Die Entstehung dieser Nebenprodukte ist sowohl für bei der Chlorung von Trinkwasser, als bei gechlorten Kühlsystemen im marinen Bereich dokumentiert worden.

Eine andere Entwicklung in der Nutzung elektrischer Felder basiert auf dem Prinzip einer diskontinuierlichen pH-Wert Veränderung. Angeregt durch eine diskontinuierliche elektrische Spannung, induziert die leitende äußere Farbschicht pH – Wert Erniedrigungen an der Oberfläche und verhindert dadurch die Ansiedlung der Bewuchsorganismen. In den letzten Jahren wurden erfolgreiche Laborexperimente und Feldstudien durchgeführt. Zurzeit werden Versuche mit Teststreifen an Schiffsrümpfen und an komplett beschichteten Schiffen durchgeführt. Spezielle Aufmerksamkeit wird dabei einer Applikation unter Dockbedingungen gewidmet. Zudem werden die Ausbesserungsfähigkeit und die Funktionsfähigkeit bei lokalen Schäden untersucht¹¹.

3.4 Bewuchskontrolle durch Reinigung

Die Unterwasserreinigung von Schiffsrümpfen wird seit vielen Jahren praktiziert, war aber bis vor kurzem nie mehr als eine Notlösung für den Fall, dass die Antifoulingfarbe vorzeitig versagt und die Zeitspanne bis zum nächsten

¹⁰ Watermann, B. , H.-D. Berger, H. Sönnichsen & P. Willemsen, 1997: Performance and effectiveness of non- stick coatings in seawater. Biofouling, 11,(2), 101-118.

¹¹ Persönliche Mitt. bioplan, Rostock

Dockungstermin überbrückt werden muss. Einige Firmen bieten einen weltweiten Reinigungsservice für Schiffsrümpfe für diesen Fall an. Die Reinigung wird meistens an ankernden Schiffen oder in Häfen während des Be- und Entladens durch Taucher durchgeführt. Dazu benutzen die Taucher ein Impellersystem mit rotierenden Bürsten. Diese Reinigungsaktionen werden immer mehr eingeschränkt, weil es bei ihnen zu einer massiven Freisetzung von Bioziden aus der Farbschicht kommt und dadurch das umgebende Wasser hochgradig belastet wird.

Nachdem sich die Reinigungsfirmen bewusst wurden, dass es sich um ein rückläufiges Geschäft im Bereich der biozidhaltigen Antifoulingfarben handelt, haben einige von ihnen seither ein Konzept für nichttoxische Rumpfbeschichtungen entwickelt. Die Idee war, den Rumpf mit einem sehr harten, glatten, Antikorrosionsschutz zu beschichten und den Bewuchs fernzuhalten, indem man den Rumpf regelmäßig unter Wasser reinigt. Untersuchungen über das Wachstum von Bewuchs, welcher zwischen den Reinigungsintervallen entsteht, zeigen dass spezielle Beschichtungen notwendig sind, um die Reinigungsintervalle über mehrere Monate zu strecken. Die Bewuchsentwicklung wird im Wesentlichen durch die Betriebsart des Schiffes beeinflusst. Schnelle Fahren mit kurzen Liegezeiten in den Häfen oder Kreuzfahrtschiffe haben weniger Probleme im Vergleich zu sehr großen Tankern (VLCC) oder Massengutfrachtern, die manchmal für mehrere Wochen auf Reede liegen. Automatisierte Methoden mit schiffsseitigen Robotern wären notwendig, um eine Reinigung nach Bedarf vornehmen zu können. Ein anderes Verfahren setzt auf ein Netzwerk von Reinigungsstationen für Schiffsrümpfe, die an allen wichtigen Handelsrouten installiert wären. Die Reinigung würde hier vollständig automatisch ablaufen, entweder durch ein ferngesteuertes Gerät oder entlang von Reinigungsvorrichtungen wie in Autowaschstrassen.

Schwierige Bereiche des Rumpfes wie das Ruder, der Schlingerkiel und der Heckbereich müssten durch Taucher gereinigt oder mit Antihafbeschichtungen wie Silikonen versehen werden. Initiativen zur Umwandlung von Schwimmdocks zu schwimmenden Reinigungsanlagen für große Schiffe wurden angekündigt, konnten aber aus Mangel an Finanzmitteln nicht realisiert werden.

4 Darstellung bestehender nationaler Regelungen und Umweltzeichen hinsichtlich eines Wirksamkeitsnachweises und des Ausschlusses gefährlicher Inhaltsstoffe von Antifouling-Systemen

Im Folgenden wird ein Überblick über einige Verfahren zur Wirksamkeitsprüfung und den Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe für Mensch und Umwelt gegeben, die momentan in ausgewählten Ländern (EU, Australien, USA, Kanada) für biozidhaltige Antifoulingprodukte zur Anwendung kommen. In Bezug auf biozidfreie Produkte existieren praktisch keine Vorschriften bis auf diejenigen, die in einem Umweltzeichen in Kanada festgelegt sind. Einige Wirksamkeitstests, die für biozidhaltige Antifoulingbeschichtungen entwickelt wurden, sind aber auf biozidfreie Antifoulingprodukte übertragbar. Aus diesem Grunde werden im folgenden Kapitel für diejenigen Länder, die einen Wirksamkeitsnachweis oder eine Umweltverträglichkeit verlangen, die entsprechenden Regelungen dargestellt. Zudem werden alle relevanten Testverfahren (für biozidhaltige wie für biozidfreie Produkte), dargestellt und diskutiert.

4.1 EU

Das europäische Parlament und der Rat der europäischen Union haben am 16. Februar 1998 die Richtlinie 98/8/EC über die Inverkehrbringung von Biozid-Produkten verabschiedet¹². Zurzeit wird die Biozid-Richtlinie (BRL) innerhalb der EU umgesetzt. Mit der Einführung der europäischen Biozid-Richtlinie wurde u.a. eine Wirksamkeitsprüfung vorgeschrieben.

4.1.1 Beurteilung der Wirksamkeit von biozidhaltigen Antifoulingprodukten

Abgesehen von den Effekten auf Menschen und die Umwelt hat der Antragsteller im Rahmen des Zulassungsverfahrens Daten vorzulegen, anhand derer die Wirksamkeit des Biozidprodukts nachgewiesen werden kann. Die vorgelegten Daten müssen die Wirksamkeit des Biozidprodukts gegen die Zielorganismen nachweisen. Eine Prüfung sollte entsprechend existierender Leitlinien der Gemeinschaft durchgeführt werden. Gegebenenfalls können auch andere Verfahren genutzt werden (ISO, CEN oder sonstige internationale Standardverfahren, einzelstaatliche Normen und Standard-Industrieverfahren)¹³. Im Rahmen der Umsetzung der Biozid-Richtlinie, wurden Technische Leitfäden (TNsG) zur Produktbewertung formuliert. Sie enthalten allgemeine Grundsätze und Empfehlungen für die praktische Vorgehensweise für die Zulassung und Registrierung von Biozidprodukten. Der Anhang zu Kapitel 7, Wirksamkeitsprüfung, enthält die Anforderungen an **biozidhaltige Antifoulingprodukte**¹⁴.

Die Parameter, die die Effektivität festlegen und damit die Standzeit des Antifoulingprodukts beeinflussen, beinhalten das Einsatzprofil, Bewuchsbedingungen (für tropische oder Meeresgebiete in gemäßigten Breiten, Salz- oder Süßwasser geeignet), hydrografische Daten, z.B. den pH-Wert, den Salzgehalt, die Temperatur. Zudem sind technische Angaben zur Applikation und die Schichtdicke des Antifoulingprodukts beizubringen.

Die technischen Anleitungen beschreiben Labor-, simulierte Feld- und Feldversuche sowie Standardverfahren für die Beurteilung der Wirksamkeit.

Laborversuche

Laborversuche im Antifoulingbereich dienen vor allem der Überprüfung der Wirksamkeit des eingesetzten Biozids gegen repräsentative Zielorganismen. Hierzu gehören Seepocken, bzw. deren Larven, Makroalgen bzw. deren Sporen und Mikroalgen z.B. Kieselalgen. Des Weiteren sollen die Labortests darüber Auskunft geben, ob die Leachingrate des Biozids hoch genug ist, um den gewünschten Bewuchsverhinderungseffekt zu erzielen. Es gibt bisher keine nach ISO, DIN, ASTM oder anderen Normungsgesellschaften standardisierte Labortests. Die in den Technischen Leitfäden genannten Tests sind Industrietests und werden von den

¹² OJ L 123, 24.4.98, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market, 63 pp

¹³ OJ L 123, 24.4.98, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market, Annex VI 51 and 52, p. 57.

¹⁴ Technical Notes for Guidance in support of Annex VI of Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market, Chapter 7.

Forschungsabteilungen der Farbfirmen sowie von Bewuchsforschungsinstituten verwendet.

Simulierte Feldversuche

Diese Tests beinhalten die stationäre Auslagerung von Platten, die mit einer Testbeschichtung versehen sind und die für mehrere Monate in einem repräsentativen Gewässer (Fluss, Ästuar oder Meeresgebiet) ausgehängt werden. Es können auch Teile oder komplette Netze und Käfige, die mit dem Testprodukt behandelt wurden an einer ausgewählten Stelle für ca. 1 Jahr ausgehängt werden. Wirksamkeitsdaten des zur Zulassung beantragten Antifoulingprodukts sollten Testergebnisse von Auslagerungen über eine oder mehrere Phasen hoher Bewuchsaktivität aus Gewässern zugrunde liegen, die typisch für den beabsichtigten Gebrauch sind (Auslobung/Produktetikett). Die Dauer der Saison kann von 6 Monaten bis zu einem Jahr, in Abhängigkeit von der Lage des Testgebietes variieren. Da Unterschiede in der Wirksamkeit vorkommen, die von den Bedingungen in den einzelnen Gewässern abhängen, wird empfohlen, dass zusätzlich eine Referenzbeschichtung von einem als wirksam bekannten Antifoulingprodukts (Positiv-Kontrolle), ebenso wie eine unbeschichtete Platte (Negativ-Kontrolle) ausgehängt wird.

Feldversuche/Überprüfung der Wirksamkeit unter realen Einsatzbedingungen

Da Feldversuche unter realen Einsatzbedingungen durchgeführt werden, werden sie als die aussagekräftigsten in situ Versuche eingestuft.

In diesen Feldtests werden Teststreifen mit der zu prüfenden Antifoulingfarbe für kurze Zeit (zwischen zwei Dockintervallen) auf den Schiffen am Rumpf angebracht oder beschichtete Testplatten am Rumpf montiert. Ebenso verfährt man mit Netzen oder Käfigen die in der Aquakultur im Einsatz sind. Da es bei diesen Versuchen häufig nicht möglich ist, Ergebnisse von Negativ-Kontrollen (unbeschichtete Rumpfbereiche) beizubringen, werden nur die Ergebnisse der Restumpfbeschichtung (handelsübliche biozidhaltige Antifouling) als Positiv-Kontrolle verlangt. Alternativ können auch die Bewuchsdaten von Schiffen, die komplett mit dem zur Zulassung beantragten Antifoulingprodukt gestrichen sind, entsprechend den TNsG der BRL eingereicht werden.

4.1.2 Standardauswertungsverfahren

Wie oben ausgeführt, existieren bisher keine standardisierten Labortests und somit auch keine standardisierten Auswertungsverfahren für Laborversuche.

Für simulierte Feldversuche werden in den TNsG zwei Standardverfahren zur Beibringung von Wirksamkeitsdaten für Antifoulingprodukte genannt:

1. CEPE Antifouling Arbeitsgruppe, 1993

Method of the generation of efficacy data

2. ASTM D 3623-78a, 1987

Standard Test Method for Testing Antifouling Panels in Shallow Submergence

Eine kurze Beschreibung dieser Methoden wird im Annex in den Kapiteln 3.1 und 3.3 gegeben.

Hinsichtlich von Feldversuchen wird in den Technischen Leitfäden festgestellt, dass zurzeit keine nationalen oder internationalen Auswertungsverfahren für Antifoulingprodukte existieren.

Für **biozidfreie Antifoulingprodukte** wurden in den TNsG keinerlei Anforderungen hinsichtlich eines Wirksamkeitsnachweises, wie sie für die biozidhaltigen Produkte vorgesehen sind, formuliert.

4.1.3 Etikettierung und Auslobung von Antifoulingprodukten

Die Situation im Produktbereich Antifouling wird durch mehrere Faktoren verkompliziert. Hierzu gehört, dass die Bewuchsorganismen aus unterschiedlichen Arten, Stämmen und Klassen zusammengesetzt sind. Zudem hängen die Wachstumsbedingungen der Organismen sehr von den lokalen Gegebenheiten ab. So bestehen große Unterschiede zwischen Meeresgebieten in tropischen und gemäßigten Breiten. Ebenso treten Unterschiede zwischen nahe bei einander liegenden Gebieten an gleichen Küstenabschnitten auf. Der Bewuchsdruck wird nicht nur durch die Wasserbeschaffenheit beeinflusst, sondern auch durch den Aktivitätsgrad, das Operationsprofil und die Geschwindigkeit des Schiffes.

Da es nicht möglich ist, eine Wirksamkeit gegen spezielle Zielorganismen anzugeben, schreiben die TNsG vor, dass die Hersteller ihr zur Zulassung beantragtes Produkt als Antifoulingprodukt zu kennzeichnen und mit einem Hinweis zu versehen haben, dass das Produkt gegen eine oder mehrere der folgenden Bewuchsguppen wirksam ist:

- Biofilm (Schleim)
- Pflanzlichen Bewuchs (Algen)
- Tierischen Bewuchs (Seepocken, Muscheln etc.)

Daher soll in der Auslobung das jeweilige Wirkungsspektrum angegeben werden. Zusätzlich wird auf dem Etikett ein Hinweis auf den möglichen und empfohlenen Einsatzbereich verlangt. Folgende Einsatzbereiche werden aufgeführt:

- Produkte für die Aquakultur in Süß- oder Salzwasser
- Professionelle Produkte der Berufsschifffahrt für Küsten- und Hochseeschiffe
- Amateurprodukte für den Sportbootbereich.

4.2 Australien

Die australische Gesetzgebung für die Zulassung von Antifoulingprodukten ist sehr streng und umfassend. Nur chemische und biologische Biozidprodukte benötigen eine Zulassung durch die Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (APVMA). Biozidfreie Produkte, die durch physikalische Einflüsse abschreckend wirken, brauchen keine Registrierung. Letzteres bezieht sich auch auf Faserbeschichtungen und Antihafbeschichtungen wie z. B. Silikone.

Um ein Produkt durch die APVMA zugelassen zu bekommen, müssen Wirksamkeitsdaten entsprechend den von der APVMA vorgegebenen Richtlinien beigebracht werden, um sicherzustellen, dass ausreichende, relevante Daten vorliegen. Diese Richtlinien sind sehr umfangreich und dienen als Wegweiser für das gesamte Verfahren zur Erstellung von wissenschaftlich belastbaren

Wirksamkeitsdaten. Sie enthalten einige Standardtestverfahren, die für einen Wirksamkeitsnachweis als brauchbar erachtet wurden. Die australischen Richtlinien für den Wirksamkeitsnachweis von Antifoulingprodukten werden im Folgenden zusammengefasst dargestellt¹⁵.

4.2.1 Generelle Vorgehensweise

Alle Wirksamkeitsstudien müssen wissenschaftlich dokumentiert werden. Die Bewuchsorganismen sollten bis auf die Art bestimmt werden (z. B. Makro-Algen, Seepocken, Röhrenwürmer etc.) und ihre Abundanz, prozentuale Oberflächenbedeckung oder Biomasse angegeben werden. Es sollten die lateinischen Bezeichnungen für die Organismen benutzt werden.

Dem Prüfer sollten detaillierte Angaben zur Verfügung gestellt werden, um exakt nachvollziehen zu können, wie die Versuche durchgeführt wurden. Zum Beispiel sollten die Zielorganismen, der Beschichtungsaufbau und die Untergrundvorbehandlung, die Anzahl der Schichten, die Applikationsart sowie die Nass- oder Trockenschichtdicke beschrieben werden.

Die Auslegung der Wirksamkeitsprüfung muss folgende Aspekte beinhalten:

- Leachingrate des Biozids und biologische Wirksamkeit, Erosionsrate und physikalische Beständigkeit.
- Es sollten repräsentative Standorte für Auslagerungen gewählt werden.
- Es sollten aktuell praktizierte Applikationstechniken eingesetzt werden.
- Die Versuche sollten mindestens über ein Jahr gehen. Längere Versuche sind entsprechend der ausgelobten Standzeit erforderlich, um die Wirksamkeit und Beständigkeit des Produkts über die gesamte Lebenszeit nachzuweisen.
- Die Auslegung muss so erfolgen, dass durch eine ausreichende Anzahl von Replikaten eine statistische Auswertung der Daten möglich ist.
- Die Versuche sollten Kontrollen beinhalten.

Wenn die erhobenen Daten widersprüchlich sind, müssen zusätzliche Versuche durchgeführt werden, bis eine ausreichende Datenlage hergestellt werden kann, die zufrieden stellende Schlussfolgerungen erlaubt.

4.2.2 Standortangaben

Örtliche Details, inklusive klimatologischer Daten sollen für heimische wie für fremde Gewässer beigebracht werden. Informationen über Temperatur, Gezeiten, Strömungen, Salzgehalt, pH-Wert, Lichtintensität, Lokalisation (tropische oder gemäßigte Breiten) sollten in einer Tabelle im Appendix in jeder Studie dargestellt werden.

4.2.3 Versuchsaufbau

Die Wirksamkeitstests müssen so gestaltet sein, dass eine valide und angemessene Auswertung der Daten vorgenommen werden kann. Bei der Beurteilung der Wirksamkeit eines Antifoulingssystems sollten die Biozidaktivität (Freisetzungsrate), die Erosions- bzw. Polierate, die physikalische Widerstandsfähigkeit und die biologische Wirkung des Produktes berücksichtigt werden. Bei der Zulassung sollte

¹⁵ Agricultural Requirement Series, „Antifouling Efficacy Data Guidelines“, NRA, 2001

jedes dieser Merkmale hinsichtlich aller Komponente des Produkts (das Biozid, das Endprodukt und der Produkttyp) berücksichtigt werden.

Die Freisetzungsrates des Biozids sowie der Abrieb der Beschichtung können in Labortests, Plattentests (simulierte Feldversuche) oder in Feldversuchen (Teststreifen auf Schiffen) ermittelt werden. Das Endprodukt kann in Plattentests, Rotortests oder in Feldversuchen (Teststreifen) auf Schiffen getestet werden.

Um für Laborversuche, simulierte Feldversuche und Feldversuche relevante und belastbare Ergebnisse zu erhalten, müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

- Die Versuchsbedingungen müssen die Auslobung widerspiegeln und die Applikationstechnik sollte dem aktuellen Stand der Technik entsprechen. Dies sollte sich in der Etikettierung widerspiegeln. Zum Beispiel sollte die Untergrundvorbehandlung, die Anzahl der notwendigen Schichten und Schichtdicken angegeben werden. Die Anwendungshinweise müssen auf Wirksamkeitstests basieren.
- Die Versuchsziele sollten klar definiert werden, und die Versuche sollten nur mit Antifoulingprodukten durchgeführt werden, die diesen Zielvorstellungen entsprechen. Neben dem Testprodukt sollte eine unbehandelte Kontrolle (Negativ-Kontrolle) und/oder ein anerkannt wirksames Antifoulingprodukt (Positiv-Kontrolle) eingesetzt werden.
- Die folgenden Applikationsdaten sollten aufgeführt werden: Applikationsmittel (z.B. Sprühen/Pinsel), Applikationsdetails (Sprühdruk, Tröpfchengröße an der Düse etc.), Datum der Applikation, Untergrund (Holz, Stahl, Aluminium, Kunststoff), Oberflächenbeschaffenheit/Untergrundvorbereitung und Beschichtungsaufbau.

Die folgenden Standardtestverfahren werden von der APVMA als akzeptiert, wenn sie entsprechend durchgeführt werden. (Anm.: Es sind nur Standardtestverfahren aufgelistet, die auch für biozidfreie Produkte geeignet sind. Es handelt sich um Verfahren für simulierte Feldversuche):

- **AS 1580.481.5 (1993)** Durability and resistance to fouling
- **ASTM D4939-89** Standard Test Method for Subjecting Marine Antifouling Coating to Biofouling and Fluid Shear Forces in Natural Seawater
- **ASTM D3623-78a (1998)** Standard Test Method for testing Antifouling Panels in Shallow Submergence

Eine zusammenfassende Beschreibung der Testverfahren wird im Annex in Kapitel 3.2 und 3.3 gegeben.

4.3 Kanada

4.3.1 Zulassungsbedingungen

Es gibt keine Anforderungen für einen Wirksamkeitsnachweis im Rahmen des kanadischen Zulassungsverfahrens von Antifoulingprodukten, sofern das eingesetzte Biozid bereits früher bewertet wurde. Die Zulassung biozidhaltiger Produkte hängt stärker von der jeweiligen Freisetzungsrates des Biozids ab, als von den

Wirksamkeitsnachweisen¹⁶. Es bestehen in Kanada keine Zulassungsbedingungen für biozidfreie Produkte, sondern nur ein spezielles Umweltzeichen s.a. Kapitel 4.8.1.

4.3.2 Wirksamkeitsnachweis

Nur wenn ein Biozid das erste Mal zugelassen werden soll, sind Wirksamkeitsdaten für das Produkt erforderlich. Die folgenden Standardtestverfahren zur Wirksamkeitsprüfung werden im Zulassungsverfahren akzeptiert. Es werden hier nur Verfahren aufgeführt, die auch für biozidfreie Produkte relevant sind.

- **ASTM D5479-94** Standard Practice for Testing Biofouling Resistance of Marine Coatings Partially Immersed
- **ASTM D4938-89** Standard Test Method for Erosion Testing of Antifouling Paints using High Velocity Water
- **ASTM D4939-89** Standard Test Method for Subjecting Marine Antifouling Coatings to Biofouling and Fluid Shear Forces in Natural Seawater
- **ASTM D3623-78a (1998)** Standard Test Method for testing Antifouling Panels in Shallow Submergence
- **US EPA Pesticide Assessment Guidelines**, Subdivision G Product Performance

Eine zusammenfassende Beschreibung der genannten Verfahren ist im Annex in den Kapiteln 3.3 und 4.2.1 zu finden.

4.4 USA

Die US-EPA (Environmental Protection Agency) liefert keine speziellen Richtlinien für einen Wirksamkeitsnachweis bezüglich jedes Typs von Biozidprodukten (siehe auch Kapitel 4.2 im Annex). Stattdessen hat die EPA einen generellen Leitfaden für Wirksamkeitstest von bestimmten Untergruppen von Biozidprodukten veröffentlicht. Diese Kriterien wurden überwiegend von agrarischen Bioziden abgeleitet. Die Richtlinien für den Wirksamkeitsnachweis, die sich auf Antifoulingprodukte beziehen, sind im Annex Kapitel 4.2.1 zu finden.

Wirksamkeitsdaten sollten von Tests geliefert werden, die unter Bedingungen durchgeführt wurden, die typisch für den aktuellen oder zu erwarteten Einsatz sind, oder gegebenenfalls unter kontrollierten Laborbedingungen, die den aktuellen Einsatz simulieren. Zusätzlich müssen Daten über die Akut-Toxizität des Endprodukts, sowie Daten über die chemische Zusammensetzung vorgelegt werden¹⁷.

4.5 Korea

Es gibt in Korea kein Gesetz, welches die Zulassung von Antifoulingprodukten vorschreibt und dementsprechend brauchen auch keine Wirksamkeitsdaten vorgelegt werden, um die Effektivität von Antifoulingprodukten nachzuweisen. Es gibt jedoch

¹⁶ Pest Control Products Act, "Registration of Antifouling Coatings", Regulatory Directive Dir94-03. PMRA

¹⁷ Product performance Test Guidelines, OPPTS 810.3000 "General Considerations for Efficacy of Invertebrate Control Agents", EPA, 1998

ein Umweltzeichen für Farben, mit dem Ziel den Gehalt an gefährlichen Inhaltsstoffen und Emissionen in die Atmosphäre zu verringern. Die KELA (Korean Environmental Labelling Association) ist die autorisierte Institution. Obwohl es für Antifoulingprodukte keine speziellen Kriterien gibt, werden Gehalte für Farben mit organischen Lösemitteln aufgeführt, die auch auf Antifoulingprodukte anwendbar sind¹⁸. Die Zertifizierungskriterien sind unter 4.8.2 und 4.8.3 aufgeführt.

4.6 Industriepraxis

Im Rahmen der Entwicklung von Antifoulingprodukten ist es üblich, geeignete Biozide in Labortests zu screenen und Endformulierungen in simulierten Feldversuchen und unter realen Einsatzbedingungen zu testen. In so genannten Ansiedlungstests im Labor werden repräsentative Bewuchsorganismen, wie Kieselalgen, Sporen von Makro-Algen und Larven von Seepocken eingesetzt. Diese Tests werden in der Regel in der Suche nach Erfolg versprechenden neuen Wirkstoffen eingesetzt. Hierbei können die reinen Wirkstoffe, Testformulierungen in Standardbindemitteln oder die Endproduktformulierungen verwandt werden. Die Tests sind für Antifoulingprodukte ausgelegt, die Biozide freisetzen. Sie sollen Informationen über die Akut-Toxizität liefern, die sich in einer Erniedrigung oder völligen Unterbindung der Ansiedlungsrate widerspiegelt. Für diese Tests gibt es bis zum heutigen Tage keine Standardisierung. Die Farbhersteller mit eigenen Forschungskapazitäten setzen diese Tests in ihren Laboratorien ein, kleine und mittelständische Unternehmen beauftragen Forschungseinrichtungen wie z.B. die TNO in den Niederlanden, Battelle oder Poseidon in den USA, um Labor- wie auch Feldtests durchzuführen.

Für die Durchführung simulierter Feldversuche werden Testformulierungen auf Platten aufgebracht und in stationären Auslagerungen über eine oder mehrere Bewuchsperioden getestet. Entsprechend dem geplanten Einsatz des Produkts, existieren bestimmte Stationen, an denen diese Versuche durchgeführt werden. Für Produkte, die in Gewässern gemäßigter Breiten eingesetzt werden sollen, existieren z.B. Stationen an der Ostsee (Rostock, Tjarnö, Kopenhagen etc.), an der Nordsee (Norderney, Helgoland, Den Helder, Newcastle etc.) und dem Mittelmeer (Genua, Malaga, Piräus etc.). Für den Einsatz in subtropischen und tropischen Gewässern gibt es Teststationen in Florida, Indien, Singapur und Australien. Große Firmen besitzen eigene Teststationen in den verschiedenen klimatischen Bereichen.

Praxistests werden üblicherweise mit Hilfe von Teststreifen auf Schiffen durchgeführt, deren Aktivitätsgrad, Betriebsgeschwindigkeit und Operationsprofil der beabsichtigten Auslobung entsprechen. Reedereien stellen den Farbfirmen diese Testflächen auf ihren Schiffen zur Verfügung. Die Kosten werden von der Farbfirma getragen, und der Reeder bekommt einen Einblick in die Wirksamkeit neuer Produkte auf seinen Schiffen.

Die Überprüfung der Wirksamkeit von Antifoulingprodukten auf vollständig beschichteten Schiffen wird von den Farbfirmen bei jeder Dockung vorgenommen. Die Schiffe, die mit einem bestimmten (Neu-)Produkt versehen sind, werden in so genannten „track records“ festgehalten, um den Kunden einen Anhaltspunkt für die Verankerung des Produkts auf dem Markt und auf vergleichbaren Schiffstypen zu liefern. „Track records“ listen nur die mit dem Produkt versehenen Schiffe auf, nicht

¹⁸ www.kela.or.kr/english, “Organic Solvent Based Paint”, Korean Environmental Labelling Association

aber seine Wirk- oder Unwirksamkeit. Erst in den letzten Jahren sind einige große Farbfirmer einen Schritt weitergegangen und bieten auf ihren Internetseiten auch Einblicke in die Effektivität ihres Produkts auf ausgewählten Schiffen an.

Es gibt keine international gültigen Kriterien, für die minimale Wirksamkeitsgrenze eines Antifoulingprodukts. Üblicherweise wird die Bildung eines Biofilms (Mikrobewuchs), aber theoretisch keinerlei Makrobewuchs in der Berufsschifffahrt toleriert. Faktisch sind die Ansprüche an die Bewuchsfreiheit sehr unterschiedlich, und ein Makrobewuchs wird von einigen Reedereien bis zu dem Grade toleriert, bis eine Erhöhung des Treibstoffverbrauchs oder eine Verminderung der Betriebgeschwindigkeit fest zu stellen ist.

In der Praxis werden spezielle Computermodellierungen von Farbfirmer eingesetzt, um die angestrebte Wirksamkeit eines Produkts auf einem Schiff der Handelsmarine oder der Marine in Beziehung zur Rumpfform, Betriebgeschwindigkeit, Aktivitätsgrad, Operationsprofil, Dockungsintervall, Schichtdicke und Kosten zu ermitteln. Da die meisten zurzeit eingesetzten Produkte erodierende Beschichtungen sind, ist ihre Effektivität positiv mit der Trockenschichtdicke des Farbfilms verknüpft. Eine höhere Schichtdicke bedeutet höhere Effektivität/Sicherheit bis zum nächsten Dockungstermin, aber auch höhere Kosten. Eine niedrigere Schichtdicke bedeutet geringere Kosten, aber auch das Risiko, gegen Ende der Standzeit Bewuchs auf dem Rumpf zu haben. Es liegt an den Reedern, welche Option sie wählen.

Auf Sportbooten werden ein Mikrofilm und sogar eine Verfärbung des Rumpfes häufig nicht toleriert. Sport-Magazine und Sportbootvereinigungen veröffentlichen in unregelmäßigen Abständen die Ergebnisse simulierter Feldversuche oder Praxistests von biozidhaltigen wie biozidfreien Produkten. Diese Veröffentlichungen dienen der Orientierung der Sportbooteigner und sollen helfen, ineffektive von effektiven Produkten zu unterscheiden^{19,20}. Die getesteten Produkte werden nicht kodiert, so dass eine direkte Zuordnung für den/die Bootsbesitzer(in) möglich ist.

4.7 Überblick über die gesetzlichen Anforderungen an Wirksamkeitsnachweise für biozidhaltige Antifoulingprodukte

Die bestehenden Regelungen in den oben aufgeführten Ländern zeigen vergleichbare Anforderungen für die Einreichung von Wirksamkeitsdaten. Es muss hierbei berücksichtigt werden, dass vor dem Inkrafttreten der EU-Biozid Richtlinie in einigen Ländern wie Großbritannien, Schweden und den Niederlanden Zulassungsbestimmungen für Antifoulingprodukte existierten und die jeweiligen Zulassungsbehörden umfangreiche Erfahrungen sammelten, die sich in der Biozid Richtlinie widerspiegeln.

Wie in der Tabelle 2 dargestellt ist, schreiben die meisten Länder in ihren Zulassungsverfahren für Antifoulingprodukte Labortests für das Biozid sowie für die Einarbeitung in ein Standardbindemittel oder in das Endprodukt vor. Wirksamkeitsdaten aus simulierten Feldversuchen und Praxistests müssen für das Endprodukt, für das Zulassung beantragt wird, beigebracht werden. Berichte über die Wirksamkeit des Antifoulingprodukts von komplett beschichteten Schiffen können ebenfalls beigebracht werden.

¹⁹ Bohmann, M. (2002) Öko-logisch?, segeln, 3, 31 – 33.

²⁰ Weise, R. (2003) Gift ist nicht alles. Palstek, 1, 31 – 35

In allen Ländern mit Zulassungsverfahren für Antifoulingprodukte gelten diese nur für Biozidprodukte. Biozidfreie Produkte sind keiner Zulassung oder Überprüfung der Wirksamkeit unterworfen.

Tabelle 2 Arten von Wirksamkeitsnachweisen und Standardverfahren in ausgewählten Ländern

Land	EU (BRL)	Australien	USA	Kanada
Wirksamkeitsnachweis	Techn. Leitfäden für biozidhaltige Antifoulingprodukte (TNsG)	Weltweit detaillierteste Vorschriften für den Wirksamkeitsnachweis für Antifoulingprodukte	Keine speziellen RL für AF, Wirksamkeitskriterien abgeleitet aus der Zulassung von agrarischen Biozidprodukten	Nur bei erstmaliger Zulassung des Biozids erforderlich
Zugelassene Standard-Tests	Glaubhafter Nachweis der Wirksamkeit über: ASTM, CEPE	Australian Standard ASTM	ASTM US-EPA	ASTM US-EPA
Labor-Tests	Biozid, Biozid+Standardbindemittel oder AF-Produkt	Freisetzungsrates des Biozids/ Erosionsrate	Biozid/ Biozid+Standard- oder Endprodukt	Biozid
Simulierte Feldversuche	<u>Endprodukt</u>	<u>Endprodukt</u>	<u>Endprodukt</u>	<u>Endprodukt</u>
Feldversuche	<u>Endprodukt</u>	<u>Endprodukt</u>	<u>Endprodukt</u>	<u>Endprodukt</u>

4.8 Existierende Umweltzeichen für biozidfreie und biozidhaltige Antifoulingssysteme

Bisher existiert nur in Kanada ein Umweltzeichen für biozidfreie Antifoulingprodukte. Das deutsche Umweltzeichen für umweltfreundlichen Schiffsbetrieb, schließt lediglich die TBT-haltigen AF aus und empfiehlt den Gebrauch biozidfreier AF.

4.8.1 Kanadisches Umweltzeichen für biozidfreie Antifoulingprodukte

Das ‚Environmental Choice Program‘ (ECP) ist ein freiwilliges Umweltzeichen-Programm der kanadischen Umweltbehörde (Environment Canada) und wird von der privaten Organisation ‚Terrachoice Environmental Services Inc.‘ gemanagt. Das ECP ist bisher weltweit das einzige Programm, das ein spezielles Umweltzeichen für Antifoulingprodukte verleiht²¹. Die Zertifizierungskriterien für ein umweltfreundliches

²¹ www.environmentalchoice.com, „Marine Foul Release Coatings“

Antifoulingprodukt verlangen die Abwesenheit von Bioziden, eine Begrenzung des Gehalts an VOC sowie spezielle Gebrauchs- und Entsorgungshinweise für das Produkt und seine Verpackung.

Die Zertifizierungskriterien von ‚Environmental Choice‘ sind im Detail folgende:

- Der Gehalt an VOCs darf nicht 120 g/l übersteigen. Der Nachweis muss entsprechend der ASTM D3960 Standard Practice for Determining Volatile Organic Compound Content of Paints and Related Coatings beigebracht werden.
- Es dürfen keine aromatischen Lösemittel mit einem höheren Gehalt als 2 Gewichtsprozenten enthalten sein, wie es nach den Unterlagen über die Zusammensetzung des Produkts hervorgeht.
- Es dürfen keine halogenierten organischen Lösemittel, Formaldehyd, Benzol sowie keine Quecksilber-, Blei-, Cadmium-, hexavalente Chrom-, Zinn-, Kupferverbindungen oder andere Biozide vorhanden sein.
- Dem Produkt müssen Hinweise für eine sichere und geeignete Applikation sowie eine Entschichtung neben Hinweisen für die Entsorgung von Restmengen und Gebinden beigegeben werden.

Zurzeit sind 10 biozidfreie Antifoulingprodukte der Firma Alex Milne Associates Ltd. zertifiziert. Die Zielorganismen dieser ausgezeichneten Antifoulingprodukte sind Algen und Zebrauscheln, welches darauf schließen lässt, dass diese Produkte für Sportboote im Süßwasserbereich bestimmt und nicht im Salzwasser einsetzbar sind.

4.8.2 Deutsches Umweltzeichen für umweltbewusstes Schiffsmanagement

Im Oktober 2002 wurde ein Umweltzeichen für umweltschonenden Schiffsbetrieb RAL-UZ 110 entwickelt²². Es beinhaltet eine umweltbewusste Reedereipolitik und ein Umweltmanagement. Ein Umweltschutzmanagement nach ISO 14001 zeigt, dass der Schiffsbetreiber sich innerbetrieblich um strukturierte Abläufe zur Verbesserung des Umweltschutzes bemüht. Hierdurch sollen Schadstoffeinträge in die Umwelt reduziert werden. Das RAL-UZ 110 enthält hinsichtlich der Bewuchsverhinderung am Schiffsrumpf zwei Optionen:

- 1. organozinnfreie selbstpolierende Antifoulingfarben ausschließlich der so genannten ablativen oder selbsterodierenden Farben (CDPs) deren Hauptbiozide nicht chemisch an die Matrix gebunden sind, oder
- 2. biozidfreie Antifoulingfarben/-systeme bzw. biozidfreie Beschichtungen

5 Erörterung der Wirksamkeitskriterien für biozidfreie Antifouling-Systeme mit Farbfirmen und Experten

Wie oben ausgeführt wurde, muss künftig im Rahmen der EU- BRL die Wirksamkeit der biozidhaltigen AF glaubhaft nachgewiesen werden, während in Australien

²² Criteria for the award of the Environmental label environment-conscious ship operation RAL-UZ 110, 2002 RAL, Sankt Augustin, 10pp.

Wirksamkeitsprüfungen für biozidhaltige Antifoulingprodukte schon seit einigen Jahren in Kraft sind. Es erscheint sinnvoll, von den für biozidhaltige AF gebräuchlichen Wirksamkeitskriterien solche abzuleiten, die auch für biozidfreie Produkte geeignet erscheinen. Zusätzlich werden Spezifikationen vorgeschlagen, um den speziellen Anforderungen für Handelsschiffahrts- und Sportbootprodukten Rechnung zu tragen.

Um einen genaueren Einblick in die Haltung der Industrie zu einem „Blauen Engel“ für biozidfreie Antifouling-Systeme zu erhalten, wurde eine Umfrage unter den Firmen durchgeführt, die auf dem deutschen Markt vertreten sind. Darüber hinaus wurden spezielle Diskussionstermine mit einzelnen Farbfirmen vereinbart sowie mit dem Europäischen Lackverband CEPE. Parallel wurden zahlreiche wissenschaftliche Experten per Email oder auf speziellen Treffen zu Anmerkungen und Empfehlungen befragt.

5.1 Umfrage unter Farbherstellern

Anfang Februar 2004 wurde eine Umfrage unter den Farbherstellern durchgeführt, die biozidfreie Produkte auf dem deutschen Markt vertreiben. Aktuell sind 12 Firmen am Markt präsent: Chugoku, DOS (SealCoat), v. d. Linden (Epifanes, Lotrèc), Hempel, Holmenkol, International; Akzo-Nobel, Relius, Sigma, v. Höveling, Wohler. Boot Dock und Hydro Hoist, Boatlift vertreiben Systeme, um Boote bis 35 Tonnen Gewicht am Liegeplatz anzuheben, wodurch der Einsatz von Antifouling entbehrlich wird.

Die Umfrage wurde per Telefon oder über persönliche Treffen durchgeführt. Die Resultate werden zusammengefasst dargestellt, da Firmenvertreter informell befragt und die Gespräche nicht persönlich autorisiert wurden (Tab. 3).

- Kleine und mittlere Unternehmen, die hauptsächlich auf dem deutschen Markt aktiv sind, zogen Auslagerungstest in verschiedenen Salz- und Süßwassergebieten komplett beschichteten Schiffen als Wirksamkeitsnachweis vor. Die Firmen waren sich hierbei der schwachen Aussagekraft von statischen Auslagerungen für biozidfreie Antifoulingprodukte bewusst und bevorzugten daher strömungs-exponierte Auslagerungen in Tidengewässern oder Flüssen. Farbfirmen, die Produkte für den deutschen Markt für Sportboote anbieten, testen regelmäßig in ca. vier verschiedenen Süß- und Salzwassergebieten, die für ihren hohen Bewuchsdruck bekannt sind. Diese Farbfirmen vertraten die Meinung, dass z. B. eine Anforderung von zehn voll beschichteten Booten, die sich in repräsentativen Gewässern aufhalten, eine sehr strikte Auflage für den Effektivitätsnachweis darstellen würde. Auf der anderen Seite betonten alle Firmen, dass ein Wirksamkeitsnachweis mit ein oder zwei voll beschichteten Booten nicht als repräsentativ angesehen werden könne.

Table 3 Übersicht über das Ergebnis der Umfrage unter Farbherstellern, die biozidfreie Antifoulingprodukte anbieten

Firma	Markt-Segment Sportboote (Ava) Berufs-Schifffahrt (Avp)	Firmen-größe Groß-unternehmen (GU) Klein- und mittel-ständische Unternehmen (KMU)	Einstellung zu einem Umwelt-zeichen	Simulierte Feld-versuche (Aus-lagerungen)	Feld-versuche (Streifen)	Feld-versuche (Gesamt-rumpf)	Auswertungs-schema des Bewuchses CEPE ASTM firmen-interner Standard
Chugoku	Avp, Ava	GU	Neutral		X	X	ASTM und firmen-interner Standard
Dauter Oberflächen Schutz/ SealCoat	Avp	KMU	Positiv		X		firmen-interner Standard
Hempel	Ava, Avp	GU	Negativ	X	X		CEPE
Holmenkol	Ava	KMU	Positiv			X in Verbindung mit Reinigung	firmen-interner Standard
International Akzo Nobel	Avp, Ava	GU	Positiv			X	CEPE
Relius	Avp	KMU	Neutral			X	firmen-interner Standard
Sigma-Kalon	Avp	GU	Neutral			X	CEPE
v. Höveling	Ava	KMU	Positiv	X	X	X	firmen-interner Standard
v.d. Linden Lotrèc Epifanes	Ava	KMU	Positiv	(X)	X	X	Firmen-interner Standard
Wohlert		KMU	Neutral	X		X	firmen-interner Standard
Boot-Dock	Ava	KMU	Interessiert			X in Verbindung mit Reinigung	Bisher kein Schema

- KMUs würden in einer ersten Phase bevorzugen, Daten aus simulierten Feldversuchen beibringen zu können. Sie hoffen, dass sie durch die Auszeichnung ihrer Produkte mit einem „Blauen Engel“ einen höheren Marktanteil erreichen würden. Nach einigen Jahren könnten sie dann auch Daten von komplett beschichteten Schiffen nachreichen, die nach Einschätzung der Firmen wesentlich aussagekräftiger als Auslagerungsversuche sind.

- Die meisten Groß-, Klein- und mittelständischen Unternehmen, die auf dem globalen Markt für die Berufsschifffahrt tätig sind, zogen einen Wirksamkeitsnachweis auf komplett beschichteten Schiffen vor. Diese Äußerungen sind auf dem Hintergrund zu sehen, dass es üblich ist, dass Reedereien gegen die Farbfirmen Regressansprüche geltend machen können, falls das Antifoulingprodukt nicht wirksam ist. Ein mittelständischer Betrieb würde es vorziehen, Daten von Streifenversuchen auf Schiffen, statt Daten von komplett beschichteten Schiffen beibringen zu können.
- Generell bevorzugten alle Farbfirmen einen Wirksamkeitsnachweis auf komplett beschichteten Schiffen als die aussagekräftigste Quelle für einen zuverlässigen und belastbaren Wirksamkeitsnachweis. Es gibt sowohl auf kleinen Sportbooten wie auf großen Schiffen kritische Rumpfbereiche, auf denen sich Bewuchs entwickeln kann. Daher wird die höchste Priorität Komplettbeschichtungen zugesprochen.
- Hinsichtlich der Bewertung der Wirksamkeit erbrachte die Umfrage das Ergebnis, dass die meisten Firmen eigene Standards und Schemata verwenden. Weltweit agierende Firmen, wie Chugoku erheben Wirksamkeitsnachweise nach ASTM Standards, da dieses von einigen Kunden verlangt wird. Die Erhebung von Daten nach der CEPE-Methode wurde nur von drei Firmen erwähnt, die CEPE-Mitglieder sind. Generell wurde es begrüßt, Wirksamkeitsnachweise nach standardisierten Protokollen für simulierte Feldversuche und Feldversuche beizubringen.
- Hinsichtlich des Ausschlusses gefährlicher Inhaltsstoffe schlugen einige Firmen vor, die Sicherheits-Datenblätter in Verbindung mit vertraulichen Produktinformationen einreichen zu können.
- Im Hinblick auf Daten zur Abbaubarkeit (z.B. von Bindemitteln) schlugen einige Firmen vor, dass Daten von Rohstoffherstellern akzeptiert werden sollten. Dieses würde die Farbfirmen davon entlasten, eigene Daten für jeden Inhaltsstoff in den Formulierungen zu generieren.

5.2 Diskussion mit CEPE und Experten aus der Wissenschaft

Am 1. September 2003 wurde ein Treffen mit Vertreter(inne)n des UBA, CEPE des Deutschen Lackverbands und dem Auftragnehmer durchgeführt. Als CEPE-Mitglieder waren Jotun und Hempel anwesend. Von CEPE und dem Lackverband wurden zahlreiche Kritikpunkte an den bis dahin entwickelten Wirksamkeitskriterien vorgebracht, welche dankenswerte Weise später in schriftlicher Form zugesandt wurden und im Annex, Kapitel 5.1 wiedergegeben werden.

- Grundsätzlich wurde von CEPE die Meinung vertreten, dass unter einer umfassenden Betrachtung biozidfreie Antifouling-Systeme nicht zwangsläufig umweltfreundlicher seien als biozidhaltige. Beide Produkttypen sollten dort eingesetzt werden, wo sie sich jeweils am besten eignen würden. Andernfalls könnten die negativen Auswirkungen auf die Umwelt (erhöhter Treibstoffverbrauch, Belastung der Gewässer mit organischem Material, welches an der Stelle der Abreinigung anfallt, etc.) zu groß werden. Eine Risikobewertung sollte die wesentliche Bewertungsbasis für das Umweltzeichen sein.
- Bezüglich der Einstufung von Inhaltsstoffen legte CEPE dar, dass die Farbhersteller nicht die vollständige Produktinformation über die eingesetzten Rohmaterialien hätten, die sie von Rohstofflieferanten bezögen. Die

Rohstofflieferanten wären verantwortlich für die korrekte Einstufung ihrer Produkte.

- Bezüglich der Überprüfung der PB-Kriterien hob CEPE hervor, dass es hierzu keine Standard-Methoden gäbe.
- Bezüglich eines Wirksamkeitsnachweises wurde eine starke Empfehlung für die CEPE-Methode ausgesprochen, die einen generellen Industriestandard darstelle und die firmeninternen Standards der CEPE-Firmen abdecke. Zudem wäre die CEPE-Methode als Wirksamkeitsnachweis im Rahmen der EU-Biozid-Richtlinie akzeptiert für die Beibringung von Unterlagen in UK, NL, BE, FI, S, USA. Die CEPE Methode sei ausreichend allgemein gefasst, um eine Versuchsdurchführung von verschiedenen Institutionen und Organisation zu ermöglichen.

Ein Treffen mit wissenschaftlichen Experten auf dem Gebiet der Antifoulingforschung, Repräsentanten des UBA, der BAM und der Bundes Marine wurde am 19. November, 2003 in Osnabrück abgehalten (Eine Liste der Teilnehmer(innen) und eine ausführliche Zusammenfassung findet sich im Annex, Kapitel, 5). Die meisten Teilnehmer favorisierten für einen Wirksamkeitsnachweis die Anwendung von ASTM-Methoden anstelle der CEPE-Methode oder der australischen Normungsbehörde. Da einige ASTM-Methoden überarbeitet werden, wurde die Hoffnung geäußert, dass diese hierdurch besser zur Bewertung von biozidfreien Antifoulingprodukten geeignet sein würden als es zurzeit der Fall ist. Hinsichtlich dynamischer Plattenversuche, bestand unter den Teilnehmern Einigkeit, dass die Anwendung dieser ASTM-Methoden, einen unvermeidbaren hohen technischen Aufwand und sehr hohe Kosten verursachen würden. Zurzeit werden einige kostengünstige Modifikationen dynamischer Plattentests untersucht, die voraussichtlich in einigen Jahren standardisiert werden können.

6 Prüfkriterien für einen Wirksamkeitsnachweis und den Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe

6.1 Prüfkriterien für einen Wirksamkeitsnachweis

Wie oben dargestellt, können die Bewertung der Bewuchsverhinderung und der Zustand des Antifouling-Systems in Anlehnung an verschiedene Protokolle erfolgen (ASTM, AS, CEPE, Firmenstandards). Bisher beinhaltete nur die ASTM-Methode D 3623-78a ein Bewertungssystem und eine Skalierung, um den Bewuchsgrad festzustellen. Dieses Bewertungssystem wurde bisher für alle anderen ASTM-Methoden herangezogen, die sich auf Bewuchsfragen beziehen, besaß aber den Nachteil, dass sie mit einer speziellen Vorschrift zur Auslagerung von Platten verbunden war.

Kürzlich hat ein Subcommittee der ASTM eine neue Standard Methode für die Bewertung der Bewuchsverhinderung und Beständigkeit von marinen Beschichtungen entwickelt:

ASTM D 6990-03 Standard Practice for Evaluating Biofouling Resistance and Physical Performance of Marine Coating Systems”

Seit Beginn 2004 gibt es eine neuentwickelte ASTM Methode zur Auswertung einer Bewuchsentwicklung. Zur ausführlichen Darstellung dieser Methode s.a. Annex Kap. 3.3.

Diese neue Anleitung wird für den Gebrauch in Verbindung mit schon veröffentlichten Methoden zur Auslagerung von Platten vorgeschlagen und ist nur auf die Auswertung der Plattenversuche ausgerichtet, nicht auf die jeweilige Art der Exposition. Sie sollte sowohl für statische wie für dynamische Tests benutzt werden, als auch für die Auswertung von Streifenversuchen auf Schiffen und Ganzrumpfbeschichtungen.

Beschichtungssysteme werden gemäß ASTM D 6990-03 ausgewertet anhand von:

- (a) Bewuchsgraden, die die prozentuale Bedeckung mit Bewuchsorganismen beschreiben und
- (b) negativen Veränderungen, die den prozentualen Anteil der Fläche beschreiben, deren physikalischer Zustand Schäden oder Mängel aufweist.

Diese Anleitung wurde entwickelt, um für die Auswertung von ausgelagerten Platten eine Basis zur quantitativen und zuverlässigen Auswertung von Antifoulingbeschichtungen zu liefern. Die Anleitung bewertet die Wirksamkeit von Beschichtungen hinsichtlich ihrer bewuchsverhindernden und physikalischen Eigenschaften.

Diese neue Methode wird die Bewertung des Bewuchsgrades präzisieren.

Bisher existieren keine standardisierten Bewertungssysteme für Bewuchsorganismen im Süßwasser. Manche Antifouling Produkte für Sportboote werden aber nur für den Einsatz im Süßwasser produziert und vermarktet. Daher ist es notwendig, Bewertungskriterien für diese Antifoulingbeschichtungen in Anlehnung an die existierenden Standard-Methoden zu entwickeln. Es wird daher vorgeschlagen, das Bewertungsschema der **ASTM-Methode D 6990-03** auch für Süßwasserorganismen anzuwenden. Dieses ist sehr einfach möglich unter Nichtberücksichtigung der Gruppen, die im Süßwasser nicht vorkommen, wie z.B. Seepocken.

Es wird dringend empfohlen, die Anwendung der ASTM-Methode D 6990-03 als einheitliches Schema zur Einreichung von Wirksamkeitsdaten vorzuschreiben. Die Anwendung der CEPE-Methode zur Wirksamkeitsprüfung ist abzulehnen, da sie kein Bewertungssystem und Gradierungsschema zur Bestimmung des Bedeckungsgrades mit Bewuchs enthält.

Grenzwertfestsetzung

Es gibt in der Schifffahrtsindustrie keine festgelegten Grenzwerte für einen Bedeckungsgrad mit Bewuchs oder einen Schaden im Zustand des Anstrichs, die nicht mehr toleriert werden. Im Berufsschifffahrtsbereich werden die Grenzen indirekt anhand der messbaren Zunahme des Treibstoffverbrauchs oder einer Verminderung der Geschwindigkeit festgelegt. Jedoch ist die Auswirkung auf den

Reibungswiderstand von Bewuchsgruppe zu Bewuchsgruppe sehr unterschiedlich. Daher ist sehr schwierig, über indirekte Parameter eine generelle Bewuchsobergrenze festzulegen. Zudem gibt es im Berufsschiffahrtsbereich, je nach Reederei, eine große Bandbreite an nicht tolerierten Bewuchsgraden, wenn sie ausschließlich in Bedeckungsgraden ausgedrückt werden. Mikrobewuchs wird dagegen in der Berufsschiffahrt generell toleriert. Die Festlegung eines Schadensfalls hängt sowohl von subjektiven wie objektiven Faktoren ab, die von Kunde zu Kunde variieren.

Bei Sportbooten sind die Grenzlegungen wesentlich strenger aufgrund eines höheren Anteils des Reibungswiderstandes am Gesamtwiderstand. Zusätzlich spielt das optische Erscheinungsbild des Bootes eine wichtige Rolle. Es gibt eine immer wiederkehrende Diskussion, ob Mikrobewuchs toleriert werden sollte oder nicht. Hierzu muss festgestellt werden, dass sogar biozidhaltige Antifoulingprodukte nicht immer die Bildung eines Biofilms verhindern können. Besonders auf hell pigmentierten Antifoulinganstrichen verursacht ein Biofilm eine Verfärbung, die häufig die Ursache für Reklamationen ist. Die meisten Farbfirmer weisen diese Reklamationen, bis auf die Bildung eines hartkrustigen Biofilms, wie er in einigen Voralpenseen beobachtet wird, zurück.

Unter Berücksichtigung der obig beschriebenen Situation wurde zum einen die Definition der ASTM-Methoden übernommen, in denen Mikrobewuchs generell mit 1% angenommen und in die allgemeine Bewertung nicht mit aufgenommen wird. Es wurden daher einheitlich Grenzen für den Sportbootbereich und den Berufsschiffahrtsbereich festgelegt. Zum anderen wurden Grenzen festgelegt, da ein Wirksamkeitsnachweis ohne Grenzwerte unsinnig wäre. Hierbei wurden die Werte zugunsten der Hersteller relativ niedrig angesetzt.

6.1.1 Geforderte Wirksamkeitsnachweise

Die bewuchsverhindernde Wirkung und der Zustand der Beschichtung von:

- Nicht erodierenden Beschichtungen
- Erodierenden Beschichtungen
- Elektrochemischen und akustischen Verfahren
- Mechanische Vorrichtungen (Lift- und Hubanlagen)

müssen entsprechend der

ASTM D 6990-03 Standard Practice for Evaluating Biofouling Resistance and Physical Performance of Marine Coating Systems

durchgeführt werden.

Ausschließlich für die Bewertung von Anti-Haftbeschichtungen ist eine zusätzliche Methode zugelassen. Die Wirksamkeitsprüfung von Anti-Haftbeschichtungen erfordert die Berücksichtigung ihrer Wirkungsweise. Die statische Auslagerung von Anti-Haftbeschichtungen ohne den Einfluss von Anströmungen kann zu einem scheinbaren Versagen mit einem Bewuchs-Bedeckungsgrad von 100% führen. Da Anti-Haftbeschichtungen als klassische Adhäsions-Inhibitoren wirken, wurden Standard Test-Methoden zur Messung der Adhäsionskraft von Seepocken unter Einsatz von Scherkräften entwickelt (ASTM D 5618-94), um falsch negative Bewertungen zu vermeiden. Daher können Ergebnisse aus statischen

Auslagerungen vorgelegt werden, wenn sie mit Adhäsionsmessungen kombiniert wurden, um ein Wirksamkeitsprofil zu erhalten, das ihrem Wirkungsmechanismus entspricht.

Im Gegensatz zu allen anderen Beschichtungen können Wirksamkeitsdaten von Anti-Haftbeschichtungen wie Silikonen, Fluoropolymeren von dem Antragsteller eingereicht werden, die auf folgenden Auswertungsverfahren basieren:

- **ASTM D 5618-94** *Standard Test Method for Measurement of Barnacle Adhesion Strength in Shear*

oder

- **ASTM D 6990-03** *Standard Practice for Evaluating Biofouling Resistance and Physical Performance of Marine Coating Systems*

6.1.2 Testsysteme zur Prüfung der Wirksamkeit

Die Einreichung von Wirksamkeitsnachweisen muss entsprechend der Auslobung (Amateurbereich, Berufsschifffahrt, Aquakultur) und entsprechend dem Produkttyp erfolgen. Die Wirksamkeitstests können als simulierte Feldversuche oder Feldversuche durchgeführt werden.

6.1.2.1 Simulierte Feldversuche

Diese Versuche umfassen statische Auslagerung von Platten, die mit einer Testbeschichtung versehen sind und für mehrere Monate an einer geeigneten Stelle in einem Fluss, See, Ästuar oder an der Küste exponiert werden. Oder es handelt sich um Netze sowie Käfige, die mit dem beantragten Produkt beschichtet und an einer geeigneten Stelle ausgehängt werden. Generell sind statische Plattentests von begrenzter Aussagekraft für Beschichtungen, die einer Aktivierung durch Anströmung bedürfen. Die meisten Typen von biozidfreien Beschichtungen, die über ihre physiko-chemischen Oberflächeneigenschaften eine Haftungsverminderung des Bewuchses bewirken, bedürfen minimaler Anströmungen, um sich selbst abzureinigen. Daher besitzen simulierte statische Feldtests unter Strömungsbedingungen oder dynamische simulierte Feldtests mit rotierenden Trommeln eine höhere Aussagekraft als statische simulierte Feldtests ohne Anströmung.

Anforderungen

- Um die Einreichung von Wirksamkeitsnachweisen zu erleichtern, können Daten aus simulierten Feldtests, die nach
 - internen Firmenstandards
 - der CEPE-Methode
 - geeigneten ASTM-Methoden
 - oder anderen Standard-Methoden wie z.B. Australian Standard

eingereicht werden, wenn alle Informationen über die Auslagerungsbedingungen geliefert werden.

- Auslagerungen haben in 4 Süßwasser- und/oder Salzwassergebieten – entsprechend der Produktauslobung – zu erfolgen, die für ihren hohen Bewuchsdruck bekannt sind. Diese Versuche werden in Deutschland von den Stationen akzeptiert, die in der Tabelle 4 aufgeführt sind. Für Stationen im Mittelmeerbereich, subtropischen und tropischen Gewässern werden Testergebnisse akzeptiert, wenn alle geforderten Informationen über die Auslagerungsbedingungen geliefert werden.

Table 4 Üblicherweise genutzte Stationen für Auslagerungsversuche in Deutschland

Süßwasser

Gebiet	Station
Bodensee	Lindau, Zech Konstanz Staad Radolfzell Fließhorn
Starnberger See	Starnberg
Ratzeburger See	Ratzeburg
Rhein	Wiesbaden Phillipsburg
Berliner Seen	Spandau

Brack-/Salzwasser

Gebiet	Station
Ostsee	Kiel Travemünde Wismar Rostock
Nordsee	Meldorf Büsum Cuxhaven Accumersiel Norderney Norddeich

- Es sind 5 Replikate der beschichteten Platten auszuhängen.
- Die durchschnittliche Bewuchsrate und physikalische Zustandsrate hat die Grenzwerte zu erfüllen, wie sie in Tabelle 7 aufgeführt sind..
- Die Auftragung muss den Produktempfehlungen entsprechen und die Applikationstechnik sollte die aktuelle Praxis im Amateur und

professionellen Bereich darstellen. Die folgenden Applikationsdetails müssen dargestellt werden: Applikationsart (Spray, Rolle, Pinsel), Applikationsdetails (Sprühdruk, Tropfengröße an der Düse etc.), Datum der Applikation, Untergrund (z.B. Holz, Stahl, Aluminium, GFK), Zustand und Vorbehandlung des Untergrunds, Spezifikation der Beschichtung (z.B. Beschichtungsaufbau, Haftvermittler).

- Die eingereichten Wirksamkeitsdaten des vorgeschlagenen Antifoulingprodukts müssen in Tests über eine oder mehrere Bewuchssaisons an Standorten, die für den vorgesehenen Einsatz – entsprechend der Auslobung - repräsentativ sind, generiert werden. Die Länge der Bewuchssaison kann von 6 Monaten bis zu einem Jahr variieren, je Lokalisation der Teststation. Beschreibungen des Standorts, einschließlich klimatologischer Daten sollten für jede Studie geliefert werden. Z.B. müssen in tabellarischer Form Daten über die Temperaturen, Tidenstrom, Salinität, pH, Lichteinstrahlung, tropische oder gemäßigte Breiten usw. geliefert werden.
- Da Unterschiede in der Wirksamkeit in Abhängigkeit von den örtlichen Bedingungen auftreten, wird vorgeschrieben, ein biozidhaltiges Antifoulingprodukt, welches für die örtlichen Bedingungen als geeignet ausgelobt wird, als Positiv-Kontrolle zusammen mit einer neutralen Oberfläche (z.B. Glas, Epoxy, etc.) als Negativ-Kontrolle auszuhängen
- Die Bewertung der Bewuchsverhinderung und des physikalischen Zustands hat nach folgenden Standard-Methoden zu erfolgen:

ASTM D 6990-03 *Standard Practice for Evaluating Biofouling Resistance and Physical Performance of Marine Coating Systems*

ASTM D 5618-94 *Standard Test Method for Measurement of Barnacle Adhesion Strength in Shear (ausschließlich Anti-Haftbeschichtungen)*

6.1.2.2 Feldversuche, Überprüfung unter realen Einsatzbedingungen

Feldversuche können als die am besten geeigneten Wirksamkeitsnachweise für biozidfreie Antifouling-Systeme angesehen werden. Da die Bewuchsorganismen nicht abgetötet, sondern mit der Anströmung entfernt werden, stellen strömungsarme Bereiche des Rumpfes oder von Aquakulturvorrichtungen besonders kritische Bereiche dar. Feldversuche geben daher ein reales Bild der Wirksamkeit unter Einschluss schwieriger Bedingungen.

Anforderungen

- Die Ausbringung (z.B. Salz- Süßwasser) muss den Produktempfehlungen entsprechen, und die Applikationstechnik sollte die aktuelle Praxis im Amateur und professionellen Bereich darstellen. Die folgenden Applikationsdetails sollten dargestellt werden: Applikationsart (Spray, Rolle, Pinsel), Applikationsdetails (Sprühdruk, Tropfengröße an der Düse

etc.), Datum der Applikation, Untergrund (z.B. Holz, Stahl, Aluminium, GFK), Zustand und Vorbehandlung des Untergrunds, Spezifikation der Beschichtung (z.B. Beschichtungsaufbau, Haftvermittler).

- Für jedes Schiff/Boot sind die folgenden Angaben beizubringen:
 - Länge, Breite, Tiefgang
 - Befahrene Gewässer
 - Anker-/Liegeplätze
 - Aktivitätsgrad (Tage in Fahrt/Tage im Hafen)
 - Dienstgeschwindigkeit
 - Datum der Inspektion
- Bei der Auswertung von Ganzrumpfbeschichtungen sollen die Vertikalbereiche des Rumpfes (Bug, mittschiffs, Heck) und der Flachboden als Einheit angesehen werden. Insgesamt sollen 7 Bereiche bewertet werden, die als Mittelwert des Bewuchsgrades angegeben werden müssen.
- Die Bewertung der Bewuchsverhinderung und des physikalischen Zustands der Beschichtung hat nach folgenden Standard-Verfahren zu erfolgen:

ASTM D 6990-03 *Standard Practice for Evaluating Biofouling Resistance and Physical Performance of Marine Coating Systems*

oder

ASTM D 5618-94 *Standard Test Method for Measurement of Barnacle Adhesion Strength in Shear (ausschließlich Anti-Haftbeschichtungen)*

6.1.2.3 Überblick über die Wirksamkeitskriterien

Eine Zusammenstellung der Methoden zur Ermittlung der Wirksamkeit von biozidfreien Antifouling-Systemen für die Berufsschifffahrt, den Sportbootbereich und die Aquakultur ist in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5 Auflistung der Anforderungen für die Wirksamkeitsnachweise nach Einsatzbereich und Antifouling-System

Antifouling-system	Bewertungs-Methode	Geforderte(r) Bewuchsgrad Physikal. Zustand Adhäsion	Geforderter Wirksamkeits-nachweis für die Berufsschifffahrt (Dockungsintervall)	Geforderter Wirksamkeits-nachweis für Sportboote (1 Bewuchs-saison))	Geforderter Wirksamkeits-nachweis für Aquakultur-anlagen (Netze, Käfige, Pontons) (1 Bewuchs-saison)
Nicht-erodierende Beschichtungen					
Silikone, Teflon	ASTM D 5618-94 oder ASTM D 6990-03	0.3 MPa oder 96	Streifen auf 5 Schiffen oder 3 Voll-beschichtungen	5 Platten an 4 Stationen oder 5 Voll-beschichtungen	5 Netze, Käfige, Pontons
Faser-Beschichtungen	ASTM D 6990-03	96	Streifen auf 5 Schiffen oder 3 Voll-beschichtungen		
Erodierende Beschichtungen	ASTM D 6990-03	96	Streifen auf 5 Schiffen oder 3 Voll-beschichtungen	5 Platten an 4 Stationen oder 5 Voll-beschichtungen	5 Netze, Käfige, Pontons
Elektro-chemische/akustische Systeme	ASTM D 6990-03	96	Streifen auf 5 Schiffen oder 3 Voll-beschichtungen	5 Platten an 4 Stationen oder 5 Voll-beschichtungen	
Reinigungs-Anlagen	ASTM D 6990-03	99	3 Voll-beschichtungen	5 Voll-beschichtungen	5 Netze, Käfige, Pontons
Mechanische Anlagen (Bootslifte)	ASTM D 6990-03	99		10 Boote	

6.2 Prüfkriterien zur gesundheitlichen Unbedenklichkeit und Umweltverträglichkeit

Biozidfreie Antifouling Beschichtungen sollen keine toxischen Komponenten enthalten, die als aktive Biozide zur Erzielung des Antifouling-Effekts zugesetzt wurden. Biozide dürfen nur als Gebinde- oder Topfkonservierung (siehe Kap. 6.3.1) eingesetzt werden. Soweit andere Gefahrstoffe mit toxischen Eigenschaften als Additive oder in anderer Funktion zugesetzt wurden, sollen AF-Produkte nicht ausgezeichnet werden.

Im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit von biozidfreien Beschichtungen müssen zwei grundsätzliche Beschichtungs-Typen und Funktionsweisen berücksichtigt werden:

- Nicht erodierende Beschichtungen

Der Anstrich soll während des Einsatzes haltbar und inert (chemisch nicht reaktiv) sein. Die Wirksamkeit ist positiv und direkt mit der Stabilität und dem unveränderten physikalischen Zustand der Beschichtung verbunden. Diese Charakterisierung trifft bisher für Silikone, Teflon- und Faser-Beschichtungen zu. Für Silikone wird z.B. empfohlen, diese nicht auf Vertikalflächen von Schiffen aufzubringen, die starken mechanischen Einflüssen ausgesetzt sind oder nicht auf Schiffen einzusetzen, die im Eis fahren. Da Silikone persistent sind, dürfen sie nur entsprechend den Herstellerempfehlungen eingesetzt werden.

Silikon-Produkte, die ausgezeichnet werden sollen, müssen auf den technischen Merkblättern und dem Etikett gekennzeichnet werden mit:

- Nicht für den Einsatz in Polargebieten geeignet
- Nicht für den Einsatz bei Eisgang geeignet

- Erodierende Beschichtungen

Der Anstrich soll sich während des Einsatzes in einer definierten Standzeit ab-, auflösen oder abpolieren und gelangt somit komplett in die aquatische Umwelt. Dieser Wirkmechanismus trifft auf ablativ wie auf selbstpolierende Beschichtungen zu. Erodierende Beschichtungen enthalten als Bindemittel instabile Polymere, die sich bei Wasserkontakt auflösen oder abpolieren. Zusätzlich enthalten erodierende Beschichtungen anorganische Verbindungen als Pigmente oder Füllstoffe sowie organische Verbindungen wie Additive, Weichmacher und Konservierungsstoffe. Da alle Komponenten einer erodierenden Beschichtung bestimmungsgemäß in die Wasserphase übergehen, müssen die organischen Bestandteile in Salz- und/oder Süßwasser unter Normalbedingungen (Temperatur, Dichte und Artenzusammensetzung der Mikroorganismen) abbaubar sein und dürfen nicht bioakkumulierbar sein. Dieses bezieht sich vor allem auf das Bindemittel (Binder wie z.B. Epoxy, Methylmethacrylate, Kolophonium etc.) und organische Additive, Pigmente und Füllstoffe.

Für erodierende Beschichtungen sollen vom Antragsteller Daten zur Abbaubarkeit der organischen Bestandteile eingereicht werden.

6.2.1 Anforderungen

Antifouling Produkte sollen ausgezeichnet werden, wenn sie so ausgelegt sind, dass eine gute Bewuchsverhinderung erreicht wird, ohne Mensch und Umwelt während

- der Applikation
- des Einsatzes
- der Entsorgung

Substanzen mit Eigenschaften auszusetzen, die in den Qualitätsanforderungen ausgeschlossen werden.

- Kein Einsatz von Bioziden, mit der Ausnahme von Topfkonservierung
- Produktgestaltung unter der Maßgabe möglichst geringer Emissionen in die Umwelt
- Vermeidung von Substanzen mit bedenklichen, inhärenten Eigenschaften: Substanzen, die persistent und bioakkumulierbar sind und/oder Substanzen, die ernsthafte und verzögerte Schäden bei Mensch und Umwelt in sehr niedrigen Dosen verursachen können (einschließlich solcher Substanzen, bei denen die Wirkungsschwelle unsicher ist)
- Berücksichtigung der Befähigung der Anwender: Jugendliche, ungeschulte Privatpersonen, ungeschultes Personal, geschultes Personal
- Beibringung der vollen Information über die Konservierungsstoffe, die in dem Antifoulingprodukt enthalten sind (Chemische Bezeichnung, Konzentration, akute aquatische Toxizität)

Produkte, die ausgezeichnet werden, dürfen keine Substanzen mit den folgenden Eigenschaften enthalten:

- CMR Kategorie 1 oder 2 [EU Definition] (R45, R46, R49, R60, R61, R64)
- CMR Kategorie 3 (R40, R62, R63 and R68)
- Hohe chronische Toxizität (R48)
- Sensibilisierend durch Einatmen und/oder Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich (R42 and R43)
- Persistente und/oder bioakkumulierbare Substanzen, die sehr giftig oder giftig für Wasserorganismen sind ; Substanzen, die sehr giftig für Wasserorganismen sind; persistente und bioakkumulierbare Substanzen (R50/53 oder R51/53, R50, R53).

6.2.2 Einstufungsgrundlagen

Die Einstufung der Inhaltsstoffe hat zu erfolgen nach:

- Harmonisierte Einstufung in Annex 1 der EU-Richtlinie 67/548 oder die deutsche Einstufung entsprechend der TRGS 905 "Verzeichnis krebserregender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe",
- Einstufung basierend auf dem verfügbaren wissenschaftlichen Kenntnisstand, basierend auf den Vorschriften des Annex 6 der EU-Richtlinie 67/548 (Verpflichtung des Herstellers die Einstufung vorzunehmen)

Das auszuzeichnende Produkt darf Verunreinigungen nur nach folgender Maßgabe enthalten:

- Produktionsbedingte Verunreinigungen (< 0,1%) und
- Trigger mit Bezug auf spezifische Substanzeigenschaften (z.B. Allergene 0,01%)

Konservierungsmittel

Biozide, die als Konservierungsmittel eingesetzt werden und als R50/53 oder R51/53 eingestuft werden, sind zulässig, aber nur wenn sie nicht bioakkumulierbar sind. In diesem Zusammenhang gilt ein Biozid als potentiell bioakkumulierbar, wenn der $\log P_{ow}$ (\log Oktanol/Wasser Verteilungskoeffizient) $\geq 3,0$ (außer wenn der experimentell bestimmte BCF ≤ 100).

Das Produkt darf Biozide nur zur Haltbarmachung enthalten und nur in der dafür notwendigen Dosierung. Die genaue Formulierung des Antifoulingprodukts ist bereitzustellen, zusammen mit Kopien der Sicherheitsdatenblätter jedes zugefügten Konservierungsmittels sowie mit Angaben über die zur Haltbarmachung des Produkts erforderliche Dosierung. Außerdem ist eine Erklärung des Konservierungsmittel-Lieferanten über die Erfüllung dieses Kriteriums vorzulegen.

Flüchtige organische Bestandteile

Der Gehalt an flüchtigen organischen Bestandteilen darf die folgenden Grenzwerte nicht überschreiten:

- 250 bis 300 g/l für Produkte mit organischen Lösemitteln (z.B. Silikone). Wasserbasierende Produkte werden bevorzugt.

6.2.3 Screening der Abbaubarkeit und Bioakkumulation, wenn Inhaltsstoffe nicht eingestuft wurden, oder wenn keine Daten verfügbar sind

Alle organischen Inhaltsstoffe mit einer Konzentration $>1\%$, die in das Wasser übergehen, müssen im Hinblick auf ihre Abbaubarkeit und ihr Bioakkumulationspotential entsprechend der EU-Richtlinie 67/548 (Verpflichtung der Hersteller eine Einstufung vorzunehmen) gescreent werden. Dieses ist notwendig, wenn die offizielle Einstufung fehlt oder die notwendigen Daten fehlen.

Das zugrunde liegende Prinzip ist folgendes: Substanzen, die sowohl bioakkumulierbar als auch persistent sind, sind grundsätzlich zu vermeiden, d.h. bioakkumulierende Substanzen sollten nicht persistent sein und umgekehrt. Da der Begriff „persistent“ nicht zweifelsfrei definiert ist, sollen die folgenden konkreten Anforderungen gelten:

- Eine Substanz mit einem $\log P_{ow} \geq 3$ (sofern nicht der experimentell bestimmte BCF ≤ 100 [OECD 305]) soll leicht abbaubar sein (eines der Testverfahren aus der Serie OECD 301A-F). Potentielle Abbaubarkeit (OECD 302 B oder C) ist nicht ausreichend, da dieses die unerwünschte Einstufung nach R 53 nach sich zöge.
- Eine Substanz, die nicht leicht abbaubar ist, aber einen $\log P_{ow} < 3$ (oder einen BCF ≤ 100) aufweist, sollte potentiell biologisch abbaubar sein.

Anorganische Substanzen wie z.B. Pigmente sind von dieser Maßgabe ausgenommen, ebenso wie der anorganische Anteil metall-organischer Verbindungen.

Produkttyp-spezifische Anforderungen

Nicht-erodierende Beschichtungen

Bei nicht-erodierenden Produkten kann es unabhängig von der Stabilität der Beschichtung zur Abgabe von Substanzen in das Wasser kommen:

- (a) Durch diffundierende Substanzen, die zugesetzt wurden, um bestimmte Materialeigenschaften (z.B. Additive zur Erhöhung der Flexibilität) zu erzielen
- (b) Durch ausschwitzende Substanzen, die zur Steigerung der Wirksamkeit (z.B. Öle in Silikonen) zugesetzt wurden

Der Hersteller hat für diffundierende oder ausschwitzende Substanzen Angaben zu machen über:

- (a) Diffusions-/Ausschwitzungs-Rate
- (b) Zur Bioabbaubarkeit und Bioakkumulierbarkeit sind die oben genannten Anforderungen zu erfüllen.

Nicht-erodierende Zubereitungen, die als umweltgefährlich eingestuftes Zinkoxid in einer Konzentration $\geq 2,5\%$ enthalten, können nicht ausgezeichnet werden.

Erodierende Beschichtungen

Erodierende Beschichtungen besitzen keine inhärente Stabilität. Sie sind dazu ausgelegt, vollständig in die Wasserphase überzugehen. Der Hersteller hat daher folgende Informationen einzureichen:

- Chemischer Erosionsmechanismus der Beschichtung
- Abbaubarkeit der erodierenden organischen Substanzen unter relevanten Bedingungen (relevant ist entsprechend der Auslobung und des empfohlenen Einsatzes die Wassertemperatur, bzw. der Temperaturbereich) unter Einsatz von Standard-Methoden

Erodierende Zubereitungen, die als umweltgefährlich eingestuftes Zinkoxid in einer Konzentration $\geq 2,5\%$ enthalten, können nicht ausgezeichnet werden.

6.2.4 Ökotoxizitätstests für Produkte, deren Inhaltsstoffe noch nicht eingestuft wurden oder für die keine Daten existieren

Für Produkte, deren Inhaltsstoffe noch nicht eingestuft wurden oder für die keine Daten existieren, sollen zwei Standard-Toxizitätstests entsprechend der EU-Richtlinie 67/548/EEC beigebracht werden. Es existieren etablierte Toxizitätstests für Salz- und Süßwasser unter Einsatz von einzelligen Algen und Krebsen zur Erfassung toxischer Wirkungen. Um die Schaffung neuer Testsysteme zu vermeiden, wird für biozidfreie Antifouling Beschichtungen die Anwendung dieser Standard-Tests empfohlen. Antifouling Produkte können nur ausgezeichnet werden, wenn keine signifikanten Effekte beobachtet werden.

Vorbereitung und Verfahren

- Beschichtungen sollen auf eine Seite einer Glasplatte von 10 x 10 cm aufgetragen werden (entspr. 100 cm²). Die Trocken-Schichtdicke soll entsprechend der Empfehlung des Herstellers aufgetragen werden. Für die meisten bisher bekannten Beschichtungen wird das Trockengewicht des Farbfilms größer als 1000 mg sein. Im Falle eines Mehr-Schichtensystems, müssen alle Schichten vorhanden sein.
- Es wird eine Trocknungszeit von 24 Stunden bei Raumtemperatur vorgeschrieben, um das Abgasen von Lösemitteln zu ermöglichen und falsch positive Ergebnisse zu vermeiden.
- Die beschichteten Glasplatten werden in 1 L standardisiertem Süßwasser (ISO 6341) eingetaucht und vorsichtig für 24 Stunden geschüttelt.
- Anschließend werden Wasserproben zum Einsatz in einem Standard-Limit-Test mit Mikro-Grünalgen und einer Krustazeeart als repräsentative Invertebraten eingesetzt, wie sie auch in der EU-Biozid-Richtlinie nach Annex IIA vorgeschrieben sind:

Algen

Der Algen-Inhibitionstest (OECD 201)

Krustazeen

Akut-Toxizitätstest mit *Daphnia magna* (OECD 202)

6.2.5 Spezielle Anforderungen bezüglich Reinigungsanlagen und mechanischer Vorrichtungen (Hubanlagen)

Im Gegensatz zu Beschichtungs-, elektrochemischen oder akustischen Systemen, die fest mit dem Boot, Schiff oder erbunden sind, handelt es sich bei Reinigungsanlagen oder mechanischen Vorrichtungen um separate Installationen. Bisher existierende Reinigungsanlagen und Hubvorrichtungen für den Sportbootbereich können in einem bestimmten Teil einer Marina eingerichtet werden oder am Liegeplatz selbst installiert sein. In Deutschland ist die Reinigung des Unterwasserschiffs von Booten nicht am Liegeplatz oder einer anderen Stelle des Hafens erlaubt, wo das Waschwasser einschließlich des entfernten Bewuchses und Farbpartikeln direkt in das Wasser gelangen.

Als Folge der Reinigungsaktion gelangt der entfernte Bewuchs zusammen mit Farbpartikeln in das Wasser und ruft einen erhöhten Biologischen Sauerstoffbedarf (BSB) und/oder einen erhöhten Chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) hervor. Hersteller von Reinigungsanlagen haben daher Unterlagen beizubringen, wie der entfernte Bewuchs aufgefangen werden soll. Die Reinigungsanlage muss ein detailliertes System zur Handhabung des Abfalls beinhalten, welches eingereicht werden muss. Sie muss so konstruiert sein, dass der entfernte Bewuchs aufgefangen und aus dem Wasser transportiert und anschließend eine Entsorgung vorgenommen werden kann.

7 Votum

Die vorgelegte Machbarkeitsstudie zur Entwicklung von Prüfkriterien für biozidfreie Antifouling-Systeme wurde durch die Initiative einer einzelnen Farbfirma angeregt. Wie sich während der Durchführung der Studie zeigte, spiegelt diese Anregung keineswegs die generelle Haltung der Hersteller und Vertrieber wider. In zahlreichen direkten Gesprächen, E-Mail-Korrespondenzen und Telefongesprächen wurde deutlich, dass die Einstellung von Herstellern und Vertriebern zum „Blauen Engel“ generell und insbesondere zu einem Umweltzeichen für biozidfreie Antifouling-Systeme sehr heterogen ist.

Einige Firmen zeigten eine sehr zurückhaltende bis neutrale Einstellung, bei anderen konnte während der Gespräche und Diskussionen ein Interesse an einem Umweltzeichen geweckt werden. Einzelne Firmen erklärten ihr klares positives Interesse an der Schaffung eines Umweltzeichens.

Der Deutsche Lackverband und der Europäische Lackverband (CEPE) zeigten eine sehr ablehnende Haltung und befürchteten durch die Schaffung eines Umweltzeichens für biozidfreie Produkte eine Diskriminierung von biozidhaltigen Antifoulingprodukten. Diese Situation bedeutet, dass nach Schaffung eines Umweltzeichens für biozidfreie Antifouling-Systeme nur von wenigen Herstellern Anträge zu erwarten sind. Hierbei sind Anträge gleichermaßen aus dem Sportboot- und Berufsschiffbereich möglich. Von einigen kann angenommen werden, dass die aufgestellten Prüfkriterien erfüllt werden können.

Marktsituation

Vor dem Hintergrund der Antifouling-Konvention der IMO, durch die im ersten Schritt Organozinnverbindungen verboten wurden, sowie wegen der Umsetzung der EU-Biozid-Richtlinie und der aktuellen EU-Chemikalienpolitik (REACH) sind einige Farbfirmen sehr über weitere Auflagen im Umweltbereich besorgt.

Die Farbindustrie ist auf der einen Seite mit Beschwerden von Kunden über „unwirksame grüne Antifoulingfarben“ konfrontiert²³, auf der anderen Seite werden Auflagen im Umweltbereich restriktiver, um langfristige Schäden an Umwelt und Gesundheit zu vermeiden.

In dieser Situation könnte ein Umweltzeichen für biozidfreie Antifouling-Systeme, welches sowohl Effektivitätsnachweise als auch den Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe verlangt, für einige Hersteller eine Unterstützung darstellen, weiterhin biozidfreie Produkte anzubieten und eventuell sogar größere Marktanteile zu erlangen. Zum anderen wäre den Verbrauchern eine Orientierung an die Hand gegeben, den Kauf von scheinbar biozidfreien oder von unwirksamen Produkten zu vermeiden. Hinsichtlich der geschilderten Marktsituation ist die Schaffung eines Umweltzeichens für biozidfreie Antifouling-Systeme für alle Marktteilnehmer wünschenswert.

Effektivitätsnachweis

Es gibt keine festgelegten Grenzen zur Effektivitätsfestlegung von Antifoulingprodukten, weder im Sportboot- noch im Berufsschiffbereich oder im Aquakulturbereich. Auf der Basis von zahlreichen Diskussionen mit Herstellern und Verbrauchern wurden dennoch Grenzwerte festgelegt, welche aus Sicht des Auftragnehmers einen Kompromiss zwischen berechtigten Anforderungen der Verbraucher und Möglichkeiten der Hersteller darstellen. Dennoch werden diese sicherlich nicht unstrittig sein. Besonders die Anforderungen von Sportbootbesitzern

²³ Global Nature Fund, Antifouling Symposium 2003, 45S.

sind manchmal extrem hoch (helle Farbtöne, keine oder minimale Aktivität bei gleichzeitigem Anspruch auf völlige Bewuchsfreiheit von Makro- und Mikrofouling). Diese Anforderungen können bei hohem Bewuchsdruck sogar von biozidhaltigen Produkten häufig nicht erreicht werden. Auf der anderen Seite müssen Bewuchsentwicklungen vermieden werden, die die Fortbewegung des Bootes/Schiffes spürbar beeinflussen können. Hinsichtlich des Effektivitätsnachweises würde die Schaffung eines Umweltzeichens dazu führen, dass die Auslobung der Produkte präziser würde. Wie oben dargestellt, können biozidfreie Produkte nicht unter allen Umständen wirksam sein (z.B. auf Booten, die kaum bewegt werden) und nicht überall eingesetzt werden (z.B. Silikone bei Betrieb im Eis). Es würde die Hersteller von dem Druck befreien, ein Allroundprodukt versprechen zu müssen. Vom Verbraucher würde gefordert, die Produkthanforderungen mit der eigenen Praxis in Beziehung zu setzen (z.B. Verlangen nach völliger Bewuchsfreiheit bei weißer Pigmentierung und gleichzeitiger Bewegungslosigkeit des Bootes). Hier würde die Schaffung eines Umweltzeichens weiteren Zündstoff für eine latent vorhandene Debatte liefern, die dringend offen geführt werden muss. Das perfekt wirkende Antifouling-Produkt ohne den massiven Einsatz potentiell gefährlicher Biozide wird es aller Voraussicht nach nicht geben. Unter dem Aspekt der erreichbaren Wirksamkeit bei gleichzeitig umweltfreundlichem Antifoulingeeinsatz wird ebenfalls die Schaffung eines Umweltzeichens als notwendig angesehen.

Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe

Der Ausschluss gefährlicher Inhaltsstoffe stößt bei den bisher auf dem Markt befindlichen Produkten auf zwei grundlegende Probleme:

- Die wichtigsten nicht erodierenden Beschichtungen auf dem Markt sind Silikone, die aus einem persistenten Polymer aufgebaut sind und zusätzlich ausschwitzende, persistente Silikonöle enthalten können. Unter Berücksichtigung des Ziels, den Eintrag von persistenten, bioakkumulierenden und toxischen Stoffen (PBT-Kriterien) in die aquatische Umwelt zu verhindern, können Produkte, die persistente Silikonöle abgeben, nicht ausgezeichnet werden. Zudem existieren häufig noch keine Daten über ihre Toxizität und Bioakkumulierbarkeit. Zugleich ist die Abgabe-Rate der Öle unter realen Einsatzbedingungen bisher unbekannt. Möglicherweise könnten Silikone u.a. durch eine Mikrostrukturierung ihrer Oberfläche deutlich effektiver gemacht werden, so dass der Einsatz von Ölen entfallen könnte.
- Einige erodierende Beschichtungen auf dem Markt enthalten toxische Substanzen, die als Additive ausgewiesen werden, aber in solchen Konzentrationen enthalten sind, dass damit eine biozide Wirkung erzielt werden kann. Zudem ist häufig unklar, ob das verwendete Bindemittel abbaubar ist. So ist es bisher unklar, ob es überhaupt Produkte dieses Beschichtungstyps auf dem Markt gibt, die alle vorgeschlagenen Kriterien erfüllen können.

Die geschilderten Probleme können bedeuten, dass nur sehr wenige Produkte die aufgestellten Anforderungen erfüllen werden. Es könnte aber auch einen Stimulus darstellen, durch Modifikationen der bisherigen biozidfreien Produkte, diese so weiterzuentwickeln, dass ein Umweltzeichen erworben werden kann. Zudem könnte

die Akzeptanz völlig neuer Systeme, die von der vorherrschenden Form der Beschichtungen abweichen, erhöht werden. Hierzu zählen vor allem mechanische Hubanlagen im Sportbootbereich, die die Boote am Liegeplatz aus dem Wasser heben, als auch elektrochemische Verfahren für die Großschifffahrt. Beide Systeme hätten angesichts der bisher aufgestellten Kriterien keine Probleme, mit einem Umweltzeichen ausgezeichnet zu werden.

Abschließend ist festzustellen, dass die Schaffung eines Umweltzeichens für biozidfreie Produkte nicht auf eine klare und einhellige Reaktion bei Herstellern und Verbrauchern treffen wird. Es wird auf einen im Umbruch befindlichen Markt und eine Orientierung suchende Käuferschaft treffen. Um eine Orientierung in Richtung umweltfreundlicherer Produkte zu geben, kann ein Umweltzeichen kein unumstrittener, aber ein wirksamer Kristallisationspunkt werden. Schon jetzt ist aber festzustellen, dass die Diskussion der Kriterien mit Farbfirmen dazu geführt hat, dass einige sie als sinnvolle und hilfreiche Orientierung zur Konzeptionierung neuer Produkte benutzen.

Annex

zur

Machbarkeitsstudie für neue Umweltzeichen nach DIN EN ISO
14024 zu ausgewählten Produktgruppen
Teilvorhaben 3: Biozidfreie Antifouling (AF)-Produkte

Inhalt

1 Liste der auf dem deutschen Markt vertretenen Hersteller und Vertreiber von biozidhaltigen und biozidfreien Antifoulingssystemen	3
2 Zugelassene Antifoulingprodukte in ausgewählten Ländern	10
2.1 Organozinn freie Antifoulingprodukte in Australien	10
2.2 Organozinn freie Antifoulingprodukte in New Zealand	12
2.3 Antifoulingprodukte in Kanada.....	15
2.4 Antifoulingprodukte in den USA	20
2.5 Antifoulingprodukte in Großbritannien	26
3 Zusammenfassende Darstellung der Standard- und Industrie Methoden zum Wirksamkeitsnachweis von Antifoulingprodukten	38
3.1 CEPE (Conseil Européen de l'industrie des Peintures, des Encres, d'Imprimerie et des Couleurs d'Art)	38
3.2 Standards Australia	38
3.3 American Society for Testing and Materials.....	39
<i>Bedeutung und Verwendung:</i>	40
4 Gesetzgebung und Zulassungsverfahren für Antifoulingprodukte in ausgewählten Ländern	43
4.1 EU.....	43
4.1.1 Germany	44
4.1.2 United Kingdom	45
4.1.3 Denmark	46
4.1.4 Sweden	47
4.1.5 Finland.....	47
4.1.6 The Netherlands	48
4.1.7 Malta.....	48
4.1.8 Switzerland.....	49
4.2 United States	49
4.2.1 US EPA Pesticide Assessment Guidelines related to antifouling products	50
4.2.2 Data required for registration of biocidal antifouling products include:.....	51
4.2.3 Labelling requirements.....	51
4.3 Canada.....	51
4.4 Australia	51
4.5 New Zealand	52
4.6 ANZECC	53
4.7 Hong Kong, China.....	53
4.8 China/India	54
4.9 Japan.....	54
4.10 South Korea.....	54
4.11 South Africa	54
5 Kritische Anmerkungen und Empfehlungen	56
5.1 CEPE Paint Manufacturers' Comments to Blue Angel Award Criteria Health and Environment	57
6 Empfohlene ASTM Standard Methoden.....	61

1 Liste der auf dem deutschen Markt vertretenen Hersteller und Vertreiber von biozidhaltigen und biozidfreien Antifoulingssystemen

KMU =	Kleine und mittelständische Unternehmung
GU =	Großunternehmen
Bfp =	Biozidfreie Produkte
Bp =	Biozidprodukte
ava =	Sportbootprodukt
avp =	Berufschifffahrtsprodukt
aq =	Aquakulturprodukt

Hersteller	Vertrieb/Deutschland	Produkte	Unternehmensgröße	Anwendungsbereich	Beteiligungen
Akzo Nobel/International Coatings Ltd. Stoneygate, Felling Gateshead, Tyne & Wear NE 10 OJY UK Fon:+44 191 469 61 11 www.international-marine.com	International Farbenwerke GmbH Lauenburger Landstr. 11 21039 Börnsen, Deutschland Fon: +49 40 720 030	Bp, Bfp	GU	ava, avp, inu	Nippon Paint Marine Coatings
Anwander + Co. AG Goldschlägistr. 16 8952 Schlieren, Schweiz Fon: + 41 1 730 40 50	Kösling Marinesport Olgastr. 39 88048 Friedrichshafen Deutschland Fon:+49 7541 23793	Bp	KMU	ava	
AWLGrip Yachtcoatings N.V Bouwelven 1 2280 Grobbendek Belgien Fon: +32 14 23 00 01	M. u. H. von der Linden GmbH Wertstr. 12-14 46483 Wesel Deutschland Fon: +49 281 338 300 www.vonderlinden.de	Bp	KMU	ava	
Ameron International PC & F Europe P.O. Box 6 4190 CA Geldermalsen, Niederlande Fon:+31 345 587 587 www.abc-3.com	keine Niederlassung in Deutschland	Bp	GU	ava, avp	siehe auch Devoe Coatings
A.C.C. Rüegg GmbH & Co Papenreya 19 22453 Hamburg, Deutschland Fon: + 49 40 585 387 www.ruegg.de	A.C.C. Rüegg GmbH & Co Papenreya 19 22453 Hamburg, Deutschland Fon: + 49 40 585 387	Bp	KMU	ava	

Hersteller	Vertrieb/Deutschland	Produkte	Unternehmensgröße	Anwendungsbereich	Beteiligungen
CMP Holdings PTE Ltd. Sakurada Bldg. 1-3 Nishishinbashu 1-chome Minato-ku Tokyo 1053-0003 Fon: + 81 (3) 3506 5858 www.cmp.co.jp	Chugoku Paints Germany GmbH Johannisbollwerk 19 20459 Hamburg, Deutschland Fon: +49 40 31 79 64 80	Bp, Bfp	GU	ava, avp, inu	Gehört zu Alesco
Epifanes Lak-en Verffabrik W. Heeren & ZN B.V. Postbus 166 NL-1430 AD Aalsmeer Niederlande www.epifanes.com	M. u. H. von der Linden GmbH Wertstr. 12-14 46483 Wesel, Deutschland Fon: + 49 281 338 300	Bp, Bfp	KMU	ava	
FRICO-Farben 5200 Brugg (AG) Fon: + 0041 56 441 1024	Esser Lacke Karl-Peter Esser Lackfabrik 79650 Schopfheim, Deutschland Fon: + 49 7622 8063	Bp	KMU	ava	
Hempels`Marine Paint A/S Lundtoftevej 150 2800 Kgs Lynby, Dänemark Fon: + 45 93 38 00 www.hempel.com	Hempel Farben Deutschland GmbH Siemensstr. 6 25421 Pinneberg, Deutschland Fon: + 49 4101 7070	Bp, Bfp		ava	Im Sportbootbereich wird Hempel von der Firma VOSSCHEMIE GmbH Esinger Steinweg 50, 25436 Uetersen Fon: +49 4122 7170 vertrieben
Holmenkol Sport Technologies GmbH & Co KG Leonberger Str. 56-62 71254 Ditzingen Fon: + 49 7156 357 271	Holmenkol Sport Technologies GmbH & Co KG Leonberger Str. 56-62 71254 Ditzingen Fon: + 49 7156 357 271	Bfp	KMU	ava	

Hersteller	Vertrieb/Deutschland	Produkte	Unternehmensgröße	Anwendungsbereich	Beteiligungen
Dr. KEDDO GmbH Innungsstr. 45 50354 Hürth, Deutschland Fon: +49 2233 932370 www.dr.keddo.de	Dr. KEDDO GmbH Innungsstr. 45 50354 Hürth, Deutschland Fon: +49 2233 932370 www.dr.keddo.de	Bp	KMU	ava	
Jobeck GmbH Industriestr. 8-9 83734 Hausham, Deutschland Fon: + 49 8026 39 45 13	Jobeck GmbH Industriestr. 8-9 83734 Hausham, Deutschland Fon: + 49 8026 39 45 13	Bp	KMU	ava	
Jotun A/S P.O. Box 2021 3248 Sandefjord, Norwegen Fon: + 47 33 5 70 00 www.jotun.com	Jotun (Deutschland) GmbH Winsbergring 25 22525 Hamburg, Deutschland Fon: * 49 40 85 19 60	Bp	GU	ava, avp	Hat sich mit den Firmen Nippon Oil & Fats und Kansai Marine Paints zu Sea Star Alliance zusammengeschlossen
KUMGANG KOREA CHEMICAL Co Ltd Dept. 1301-4, Seoche-Dong Seoche-Ku, Seoul, Korea Fon: +82 2 34 80 57 11 4 www.kccworld.co.kr./korea	Kumkang korea Chemical Co., Ltd. Osterbekstr. 90c 22083 Hamburg, Deutschland Fon: + 49 40 2780 9267	Bp	GU	ava, avp	
Lotréc AB Box 3023 18103 Lidingö, Schweden Fon:+ 46 8 544 809 00 www.lefant.com	M. u. H. von der Linden GmbH Werftstr. 12-14 46483 Wesel, Deutschland Fon: + 49 281 33 83 00	Bfp	KMU	ava	
META Chantier Naval Route de Lyon 69172 Tarare Cedex, Frankreich Fon:+ 04 74 63 13 58	Kapt. Johannes Streckebach Bernadottestr. 73 22605 Hamburg Fon:+ 49 40 880 43 77 www.streckebach.de	Bp	KMU	ava	

Hersteller	Vertrieb/Deutschland	Produkte	Unternehmensgröße	Anwendungsbereiche	Beteiligung
NAUTIX SA Z.I. des 5 chemins 56520 Guidel, Frankreich Fon:+ 33 297 65 32 69 www.nautix.com	Werder Systems Allmend Zentrum 4 CH-8427 Rorbas Schweiz Fon: + 41 8817354	Bp	KMU	ava	
Osnatol-Werk GmbH & Co KG Bahnhofstr. 14 49191 Belm-Vehrte Fon: + 49 5406 83 00 90	HSF Hansa Schiffsfarben Freegenweg 3 21037 Hamburg Fon: + 49 40 736 77 40 www.hansamarin.de	Bp	KMU	avp	
Plastimo 15, rue Ingenieur Verriere BP 435 56325 Loreint Cedex, Frankreich Fon: +33 297 873 659	Fon.+ 49 6105 92 10 10 Telefon für Deutschland	Bp	KMU	ava	
Industrial Property of Scandinavia AB Varvagen 7 16931 Solna, Schweden Fon: +46 8 735 4045	Procoat K. Foerster Technischer Vertrieb Ahornweg 2 24558 Henstedt-Ulzburg, Deutschland Fon: +49 4193 928 63	Bfp	KMU	ava	Gehört zu Ragn-Sells group
Relius Coatings GmbH & Co Donnerschweer Str. 372 26123 Oldenburg, Deutschland Fon: + 49 441 34 02 0 www.relius-coatings.de	Relius Coatings GmbH & Co Donnerschweer Str. 372 26123 Oldenburg, Deutschland Fon: + 49 441 34 02 0 www.relius-coatings.de	Bp, Bfp	KMU	ava, avp	Gehört zu Degussa

Hersteller	Vertrieb/Deutschland	Produkte	Unternehmens-Größe	Anwendungsbereich	Beteiligungen
Sealcoat/Scancoat Ltd. No. 258 ChuangXin Middle Road Jikou Village, Tang Town Pudong New Zone 201203 Shanghai, China Fon:+ 86 21 589 63 533 www.sealcoats.com	Dauter Oberflächenschutz GmbH Röndahler Weg 15 21376 Salzhausen	Bfp	KMU	ava, avp	
Sehestedter Naturfarben Dritte Haut Laden, Adolf Riedl Alter Fährberg 7 24814 Sehestedt Deutschland Fon: +49 4357 1049 www.chito.com	Sehestedter Naturfarben Dritte Haut Laden, Adolf Riedl Alter Fährberg 7 24814 Sehestedt Deutschland Fon: +49 4357 1049 www.chito.com	Bfp	KMU	ava	
Sigma Coatings Amsterdamweg 14 1422 AD Uithoorn, Niederlande Fon: + 31 297 54 17 00 www.sigmakalon.nl	Sigma Coatings Farben- und Lackwerke GmbH Moorfleeter Str. 42 22113 Hamburg Deutschland Fon: +49 40 73 60 210	Bp, Bfp	GU	avp	Gehört zu Elf-Aquitane Fina-Total
Sikkens Yachtpaints P.O. box 986 3160 AD Rhooen, Niederlande www.sikkensyachtpaints.com	Yachtpartner GmbH Loggerstr. 12 26386 Wilhelmshaven Deutschland Fon: +49 4421 96 70 10	Bp	KMU	ava	ist eine direkte Tochter von Akzo Nobel
Top Master Paints Vertriebs GmbH Kiepelbergstr. 14 27721 Ritterhude, Deutschland Fon: +49 4292 40 92 46	Top Master Paints Vertriebs GmbH Kiepelbergstr. 14 27721 Ritterhude, Deutschland Fon: +49 4292 40 92 46	Bp	KMU	ava	Gehört zur Bergolin Gruppe

Hersteller	Vertrieb/Deutschland	Produkte	Unternehmensgröße	Anwendungsbereich	Beteiligungen
v. Höveling Yachtfarben e.K. Dieselstr. 4c 21465 Reinbek, Deutschland Fon: +49 40 72 77 030	v. Höveling Yachtfarben e.K. Dieselstr. 4c 21465 Reinbek, Deutschland Fon: +49 40 72 77 030	Bp, Bfp	KMU	ava	
Veneziani Yacht paints Piazza Tommaseo 34121 Trieste, Italien Fon:+ 39 40 37 83 911 www.veneziani.it	Metzler Farbenhaus Saseler Chaussee 162 22393 Hamburg Fon: +49 40 600 11 00 www.farbenhaus-metzler.de	Bp	KMU	ava	
Wohlert Lackfabrik GmbH Max-Planck-Str. 17 27721 Ritterhude Deutschland Fon: + 49 421 63 20 03	Wohlert Lackfabrik GmbH Max-Planck-Str. 17 27721 Ritterhude Deutschland Fon: + 49 421 63 20 03	Bp, Bfp	KMU	ava	

Physikalische Vorrichtungen

BOOT-DOCK Öschgasse 18 D-88525 Dürmentingen Fon: + 49 7586 9181 180	BOOT-DOCK Öschgasse 18 D-88525 Dürmentingen Fon: + 49 7586 9181 180	Bfp	KMU	ava	
HydroHoist International, Inc. P.O. Box 1286 Claremore, OK 74018 Fon: + 001 918 341 6811	HydroHoist GmbH Europe Barry Irvin Ludwig Lange Str. 11 D-67547 Worms Fon: +49 6241 95480 Fax: +49 6241 954829	Bfp	KMU	ava, avp	

Elektrochemische Verfahren

Jobeck GmbH Industriestr. 8-9 83734 Hausham, Deutschland Fon: + 49 8026 39 45 13	Jobeck GmbH Industriestr. 8-9 83734 Hausham, Deutschland Fon: +49 8026 3945 13	Bfp	KMU	ava	
---	---	-----	-----	-----	--

2 Zugelassene Antifoulingprodukte in ausgewählten Ländern

2.1 Organozinn freie Antifoulingprodukte in Australien

State of 2003

Company	Product Name	Biocide	Code Number
Resene Paints Ltd.	ABC-3	Cuprous Oxide Thiram Zinc Oxide	42420
Hempel	Olympic 76600 (7154)	Cuprous Oxide Zinc Oxide	42603
	Nautic 7190	Cuprous Oxide Diuron	46920
	Mille Dynamic 71700	Cuprous oxide Diuron	46919
	Mille Dynamic ALU 71600	Cuprous Thiocyanate Diuron	46918
	Seatech	Cuprous oxide Diuron	49687
	Pacific 7609	Cuprous Oxide	46921
	Antifouling Globic	Cuprous Oxide	54514
International (Akzo Nobel)	Intersmooth 360	Cuprous oxide	51971
	Ecoloflex	Zinc Pyrithione	
	Interspeed Super Topcoat	Cuprous oxide Diuron	47588
	Interviron Super Basecoat	Cuprous oxide Diuron	47587
	VC Offshore Extra	Copper metal Diuron	49609
	Longlife high strength	Cuprous oxide Diuron	49606
	Interspeed 2000	Cuprous Thiocyanate Diuron	49607
	Cruiser superior	Cuprous Thiocyanate Diuron	49608
	Bottomkote	Cuprous Oxide	49610
	Micron CSC	Cuprous Oxide Diuron	49611
	Coppercoat	Cuprous Oxide Diuron	49612
	Coppercoat Extra Trade	Cuprous Oxide Diuron	49992
	Biolux Micron Extra	Cuprous Oxide Diuron	53398
	Biolux Micron Optima	Cuprous Oxide Zinc Pyrithione	49871

Jotun	Sea Guardian	Cuprous Oxide	40163
	Supertropic	Cuprous Oxide	40164
	Seasafe	Cuprous Thiocyanate	46487
		Zinc Oxide	
		Zineb	
	Sea Victor 50	Cuprous Oxide	46488
Sea Victor 40	Zinc Oxide		
	Cuprous Oxide	46489	
	Sea-Nine 211		
Kansai 1 Norglass Wattyl Marine Coatings	Rabamarine AF100	Cuprous Oxide	48675
	Topflight	Cuprous Oxide	54048
	Ecol IV Black	Cuprous Oxide	52864
	Ecol IV Red/Brown	Cuprous Oxide	52961
	Newport 77	Cuprous Oxide	52243
		Diuron	
	Newport 88 Hard Racing	Cuprous Oxide	52241
	Newport 99	Cuprous Thiocyanate	52240
	Seapro	Cuprous Thiocyanate	40185
	Sigmaplane Ecol	Cuprous Oxide	40186
		Diuron	
	Sigmaplane Ecol HA 120	Cuprous Oxide	52242
		Diuron	
Sigma Alphagen 20	Cuprous Oxide	56205	
	Seapro Plus	Cuprous Thiocyanate	56524
Trawler	Diuron		
	Cuprous Oxide	54009	
Tasmanian Paints	Coppertox Longlife	Cuprous Oxide	42439
		Zinc Oxide	
	Membrane CR95	Cuprous Oxide	42708
	Fishermans	Zinc Oxide	
		Cuprous Oxide	42709
CR97 CTC	Cuprous Thiocyanate	42710	
Atlantic Controlled Solubility	Thiram		
	Zinc Oxide		
	Cuprous Thiocyanate	48843	
Asian Paints (Qld)	Transocean Cleanship 2.95	Diuron	
		Chlorothalonil	48969
	Transocean Longlife 2.77	Diuron	48970
Rextel Pty Ltd (US paint Corporation) Ameron	AWLSTAR Gold Label	Cuprous Oxide	49377
	ABC #3 Antifouling	Cuprous Oxide	55875
		Thiram	
		Zinc Oxide	

2.2 Organozinn freie Antifoulingprodukte in New Zealand

State of 2003

Company Name	Product Name	Biocide	Code No.	
Akzo Nobel Coatings Limited	Longlife	Cuprous Oxide Diuron	3930	
	Interspeed BRA240 Red	Cuprous Oxide Zineb	4019	
	Interspeed 642 BQA 407 Red/BQA 412 Blue	Cuprous Oxide Diuron	4475	
	Intersmooth Ecoflex 360	Cuprous Oxide Zinc Pyrithione	5189	
	Interclene 165 BWA 900 Bright Red	Cuprous Oxide Diuron	5389	
	Coppercoat Extra	Cuprous Oxide Diuron	5430	
	Trilux	Copper (i) Thiocyanate Dichlofluamid	5435	
	Ultra	Cuprous Oxide Dichlofluamid	5690	
	Micron Extra	Cuprous Oxide Diuron	5691	
	Intersmooth Ecoloflex 460	Cuprous Oxide Zinc Pyrithione	5714	
	Interspeed 642 BQA 405 Dark Red	Copper (i) Oxide Diuron	5715	
	Ultra Dover White	Cuprous Oxide Dichlofluamid	5744	
	Micron Extra Dover White	Cuprous Oxide Diuron	5745	
	Longlife Extra Blue (blue, Red and Black)	Cuprous Oxide Diuron	6076	
	Altex Coatings Limited	AF1000	Cuprous Oxide Thiram Zinc Oxide	4525
		Awlcraft No. 5	Cuprous Oxide Thiram Zinc Oxide	3856
		Alloy antifouling	Copper (i) Thiocyanate Diuron Zinc Oxide	4880

	Coastal Copper Antifouling	Copper (i) Oxide Thiram Zinc Oxide	5857
	AF3000 Ablative Antifouling	Copper (i) Oxide Thiram Zinc Oxide	6094
Asian Paints (SP) Ltd	Transocean Longlife Tinfree Antifouling 2.71	Chlorothalonil Cuprous Oxide	4930
	Transocean Cleanship 200 Antifouling 2.74	Chlorothalonil Cuprous Oxide	
B M Pacific Ltd	Seahorse Formula 1000	Cyclopropyl- n'(1,1,dimethylethy l)-6-	4945 5170 6089
	Seahorse Propulsion	(methylthio)1,3,5- triazine,2,4,di=	6090
	Corroless Aluminium Safe Antifouling		
	Corroless Heavy Duty Copper Antifouling		
Courtaulds Coatings (NZ) Ltd	Cruiser Superior	Copper (i) Thiocyanate Diuron	4217
	V C Offshore Extra Pack A	Diuron	4706
	V C Offshore Extra Pack B	Cuprous Oxide	4707
	Optima Base (Part A)	Cuprous Oxide	4976
Fortec Paints Ltd	Seastar 100	2-(tert- butylamino)-4- cyclopropylamino- 6-methylthio-1,3,5- triazine	5180
		Cuprous Oxide	
Gavan Holdings Ltd	Mille Dynamic 7170	Cuprous Oxide Diuron Zinc Oxide	4352
	Hempels Antifouling Nautic	Cuprous Oxide Diuron Zinc Oxide	4971
	Hempels Antifouling 7177	Cuprous Oxide	5662
Gemco Ltd	Gemcoat AB	Cuprous Oxide Thiram Zinc Oxide	5574

Jotun Paints New Zealand Ltd	Antifouling Seaguardian	Cuprous Oxide	4202
	Antifouling Seavictor 40	Cuprous Oxide Zinc Oxide	5009
	Antifouling Seasafe	Copper (i) Thiocyanate Zinc Oxide Zineb	5010
Kaanga Farm Kaeo Paint Supplies	Norimp 2000	Cuprous Oxide	5648
	Flexgard VI	Cuprous Oxide	5712
	Rabamarine A/F 100	Cuprous Oxide	5056
	Captain A/F ASCA	4,5-dichloro-2-octyl-3(2h)-isothiazolone Zinc Pyrithione Ziram	5057
	Nu Crest	4,5-dichloro-2-octyl-3(2h)-isothiazolone Cuprous Oxide	5058
Protec Creative Coatings Ltd	TFA Antifouling	Cuprous Oxide	4550
Protective Paints Ltd	271 Longlife Antifouling	Chlorothalonil Cuprous Oxide	3851
	AF500 Cleanship Antifouling	Chlorothalonil Cuprous Oxide Mancozeb	4595
Warpaint Marine Systems Ltd	War Paint Marine Fouling Inhibitor	Cuprous Oxide	4257

2.3 Antifoulingprodukte in Kanada

State of 2003

Company Name	Product Name	Biocide	Code No.
American Chemet Corp.	High Performance Chemical copper	Cuprous Oxide	21241
	Lolo Tint 97	Cuprous Oxide	21242
	Cuprous Oxide (Technical)		
	Technical Purple Copper 97N	Cuprous Oxide	21243
Akzo Nobel Coatings BV	Red Copper 97N	Cuprous Oxide	21244
	Cuprous Oxide (Technical)		
	Sikkens Classic Antifouling (Red, Brown, Blue, Black)	Cuprous Oxide	21345
	Sikkens Vinyl Antifouling 2000 (White)	Cuprous Oxide	22400
	Sikkens Vinyl Antifouling 2000 (Red, Brown & Black)	Cuprous Oxide	22401
	International Paint Inc.	Interlux Micron CSC Black 483 (CU477483) & other Colours	Cuprous Oxide
Interlux Micron Shark White 484 (CU471484)		Cuprous Oxide	21352
Interlux Bottomkote XXX Blue 69 (CU474069) & Other Colours		Cuprous Oxide	21354
Interlux Fibreglass Bottomkote Blue 669 (CU474669) & Other Colours		Cuprous Oxide	21355
Interlux Fibreglass Bottomkote Racing Bronze 999 (Anti-fouling)		Cuprous Oxide	21372
Interlux Viny-lux (Blue 340-CU47430 & Black 360)		Cuprous Oxide	21356
Interlux Viny-lux		Cuprous Oxide	21358

Red 350 Vinyl Antifouling Paint (CU479350)		
Interspeed BLA110 Premium Red	Cuprous Oxide	21378
Union Jack BCA350 Copper Red (ZA469005)	Cuprous Oxide	21379
123 Paint Vinyl Antifouling (ZA469033)	Cuprous Oxide	21396
InterClene BRA542 Black (ZA467003) & BRA540 Red (ZA463007)	Cuprous Oxide	21397
Kosmopolitan-TF KL-990 AFP (Various Colours)	Cuprous Oxide	21652
Tarr & Wonson Copper Paint Red 503-C	Cuprous Oxide	21841
Sea Jacket ACS Antifouling Bottom Paint (Various Colours)	Cuprous Oxide	21840
VC 17M Teflon Antifouling Red V107 & Blue V106 & Graphite V105	Metallic Copper	22020
VC 18 Powerboat Antifouling Paint With Teflon (3 colours)	Metallic Copper	22021
VC-Offshore Teflon Antifouling Saltwater Formula (Three Colours)	Cuprous Oxide	22022
InterViron BRA643 A/F Series (Ocean Green, Red, Black, Blue)	Cuprous Oxide	22717
C-Shield Red Antifouling Paint (469040)	Cuprous Oxide	22718
C-Swift Antifouling Paint (3 Colours)	Cuprous Oxide	22727
C-Union Jack Antifouling Paint Red	Cuprous Oxide	22728

	C-Speed Antifouling Paint (Red) 469038	Cuprous Oxide	22820
	Aquarius Polishing Water Based A/F Series (Various Colours)	Cuprous Oxide	24389
	Interclene 140 BWA 360 Antifouling Red	Cuprous Oxide	24390
	Interclene BCA127 Premium Antifouling Red	Cuprous Oxide	24391
	Interlux Fibreglass Bottomkote Anti-fouling Paint (High Solids Series)	Cuprous Oxide	24392
	Micron CSC Extra Antifouling Paint Red	Cuprous Oxide	24393
	UltraKote A/F 2449H Red And 2669h Blue	Cuprous Oxide	24394
	UltraKote A/F Series(Blue, Green, Red, Brown, Black)	Cuprous Oxide	24395
	Tri-Lux II Antifouling Paint	Copper Thiocyanate	25544
	Tri-Lux II Antifouling Paint	Copper Thiocyanate	25545
	Fibreglass Bottomkote ACT Antifouling paint	Cuprous Oxide	26709
	Interclene BRA 570 Antifouling Series	Cuprous Oxide	27098
Kop-Coat Inc.	Petit Marine Paint (Anti-fouling) 1636 Yacht Red Copper	Cuprous Oxide	21370
	ACP-50 Ablative Copper Polymer Antifouling Bottom Paint 1370 Green	Cuprous Oxide	24097
Kop-Coat Inc. Woolsey Division	Woolsey Vinelast 733 Green Anti-fouling Finish	Cuprous Oxide	21646
	Petit Premium Line Premium Performance Antifouling Finish	Cuprous Oxide	21703

Consolidated Coating Corp.	(3 colours) Pacific Sailor Triple A Antifouling Paint Red	Cuprous Oxide	21401
	Pacific Sailor Copper Bottom Paint Red	Cuprous Oxide	21402
	Pacific Sailor Vinco Antifouling Red Paint (64-0866)	Cuprous Oxide	21985
Matchless Inc.	Matchless Super Marine 711 Red Antifouling Paint	Cuprous Oxide	21462
	Matchless Ocean Marine 1311 Red Copper Antifouling Paint	Cuprous Oxide	21463
	Matchless Boat and Yacht Coating 325 Red Bottom Antifouling	Cuprous Oxide	22571
	Matchless Boat and Yacht Coating 342 Premium Antifouling Black	Cuprous Oxide	22572
Hempel Coatings (Canada) Inc.	Matchless Boat and Yacht Coating (340 Red)	Cuprous Oxide	22573
	Hempels Antifouling Olympic 7660-5111 Red	Cuprous Oxide	21656
	7660-5030 Red		21657
	7660-1999 Black		21658
Flexabar Corp.	Hempels Antifouling Pacific U7609-5000 Red	Cuprous Oxide	21659
	Flexgard XI Waterbase Preservative	Cuprous Oxide	21986
	Flexgard VI Waterbase Preservative	Cuprous Oxide	23803
Nordox Industries AS	Nordox Cuprous Oxide Powder	Cuprous Oxide	22088
Canbro Inc.	Copper Flake Powder 566	Metallic Copper	22089
Griffin L.L.C	Kocide Copper Hydroxide	Copper Hydroxide	23105
Laurentide	Atlantic Antifouling	Cuprous Oxide	23511

Atlantique Ltee	Paint Copper Bottom Red Co-Op Marine Antifouling Copper Bottom Red 55- 1605	Cuprous Oxide	23512
Flexdel Corp.	Aquagard Waterbase Antifouling Bottom Boat Paint	Cuprous Oxide	24409
Bardyke Chemicals Ltd.	Cuprous Thiocyanate Technical	Copper Thiocyanate	25546
Jotun Paints Inc.	Jotun Hydro Clean Anti-Fouling 60A2000, 60A2001, 60A2002, 60A2003	Cuprous Oxide	25788
Ameron International	Amercoat ABC #4 Antifouling Paint	Cuprous Oxide	26589
	Amercoat ABC #3 Antifouling Paint Red	Cuprous Oxide	26991
Solignum Inc.	Solignum EX-84 Waterbase Preservative Net Coating	Cuprous Oxide	27153

2.4 Antifoulingprodukte in den USA

State of 2003

Company Name	Product Name	Biocide	Code No.	
Ameron Protective Coatings division	ABC #2 282-S-4754 Marine Antifouling Paint #2 Red	Cuprous Oxide Tributyltin Oxide	008120-00066	
	Amercoat 275E Red Antifouling	Cuprous Oxide	008120-00024	
	Amercoat 277E Antifouling Black	Cuprous Oxide	008120-00026	
	Amercoat 279 Chlorinated Polymeric Antifouling Red	Cuprous Oxide	008120-00050	
	Devran 216-S-3873 Marine Antifouling Paint 216 Red	Cuprous Oxide	008120-00064	
	Formula 129 Marine Antifouling Paint Vinyl Black	Cuprous Oxide	008120-00057	
	Navicoat 1000 Green antifouling Paint MD-3558	Cuprous Oxide	008120-00063	
	Anker Marine Paints	Anker Marine Paints Antifouling, Cold Plastic	Cuprous Oxide	009868-00002
	Atofina Chemicals Inc.	Biomet 300 Antifouling Agent	Tributyltin Methacrylate	005204-00063
		Biomet 302 Antifouling Agent	Tributyltin Methacrylate	005204-00065
Biomet 303/60 Antifouling Agent		Tributyltin Methacrylate	005204-00080	
Biomet 304 Antifouling Agent		Tributyltin Methacrylate	005204-00067	
Biomet 304/60 Antifouling Agent		Tributyltin Methacrylate	005204-00081	
Biomet 309 Antifouling Agent		Tributyltin Methacrylate	005204-00088	
Bayside Marine		Shipbottom Antifouling Bottom Paint Horizon Blue	Cuprous Oxide	0056970-00001
		Continental Industrial Coatings Inc	F-105 Cold Plastic Red Antifouling	Cuprous Oxide
Extensor AB	Mil-P-19451 B VC 17M Antifouling	Metallic Copper	045168-00001	

	VC 17M Teflon	Metallic Copper	045168-00005
	Antifouling Bottom		045168-00007
	Paint Original		045168-00006
	Color V105E		045168-00008
Goodrich Company Hempel Coatings (USA) Inc	Nofoul Rubber	Tributyltin Oxide	001225-00011
	Antifouling Rubber		
	Antifouling Combic 71990-19990	Cuprous Oxide Irgarol	010250-00052
	Antifouling Combic 7199E Red 51110	Cuprous Oxide Sea Nine-211	010250-00051
	Antifouling Globic SP-Eco 81952	Cuprous Oxide Sea Nine-211	010250-00055
	Light Red		
International Paint Inc.	Antifouling Olympic HI 76600- 51110 Red	Cuprous Oxide	010250-00054
	Multi-Micron	Cuprous Oxide	002693-00200
	Antifouling Blue	Zinc Pyrithione	
	Superyacht 800	Copper	002693-00203
	Antifouling White	Thiocyanate Zinc Pyrithione	
	Aquarius	Cuprous Oxide	002693-00172
	Antifouling Bottom Paint 568 Navy Blue		
	Bottomkote	Cuprous Oxide	002693-00012
	Antifouling 49 Red		
	Bottomkote	Cuprous Oxide	002693-00058
	Antifouling 49 Red		
	Bottomkote	Cuprous Oxide	002693-00059
	Antifouling 69 Blue		
	Fiberglass	Cuprous Oxide	002693-00107
	Bottomkote		
	Antifouling Paint Black 779		
	International NB Supertop	Cuprous Oxide	002693-0054
	Antifouling Paint NB1609		
	Intersmooth 360	Cuprous Oxide	002693-00187
	Ecoloflex SPC	Zinc Pyrithione	
	Antifouling BEA 368		
	Intersmooth 365	Cuprous Oxide	002693-00188
	Ecoloflex SPC	Zinc Pyrithione	
	Antifouling BEA 363		
	Interviron	Cuprous Oxide	002693-00180
	BRA740-Red	Sea Nine-211	
	Antifouling		
	Latenac	Cuprous Oxide	002693-00070

	Antifouling Red (Component A) 3020 Plus Component B 3021 Mil-P-16189B Formula 129/63 Antifouling Paint, Vinyl Black	Cuprous Oxide	002693-00056
	Mil-p-15931B Formula 121/63 Antifouling Paint Vinyl Red Offshore	Cuprous Oxide	002693-00046
	Antifouling Red 1605 Red Hand Antifouling 72 Blue Red Hand	Cuprous Oxide	002693-00033
	Antifouling Bottom Paint 50 Red Super Viny-lux Vinyl Antifouling Red 459	Cuprous Oxide	002693-00090
	Supertrop Antifouling Bottom Paint 46 Red Supertrop Antifouling Paint 45 Blue	Cuprous Oxide	002693-00064
	Tri-lux 11 Antifouling 490 Blue	Cuprous Oxide	02693-00121
	Viny-lux Vinyl Antifouling Paint 350 Red	Cuprous Oxide	002693-00011
Jotun Paints Inc.	Viny-lux Vinyl- base 340 Antifouling Blue	Cuprous Oxide	002693-00097
Kop-Coat Inc.	Jotun Marine Coatings 60A5000 Seavictor 50 Antifouling REd 2000 Soft Sloughing Type Antifouling Paint ACP-60 Ablative Copper Polymer Antifouling Bottom Paint	Cuprous Oxide Sea Nine-211	002693-00140
	Neptune II Water	Cuprous Oxide	002693-00019
(Pettit Marine			02693-00018
			002568-00099
			060061-00005
			060061-00081
			060061-00077

Paint)	Based Antifouling Finish 550 Blue		
(Pettit Marine Paint)	SR21 Fresh Water Antifouling	Irgarol	060061-00110
(Pettit Marine Paint)	Trinidad SR Antifouling	Cuprous Oxide Irgarol	060061-00095
(Pettit Marine Paint)	Trinidad 1274 Blue Antifouling	Cuprous Oxide	060061-00049
(Pettit Marine Paint)	Horizons Ablative Antifouling Bottom Paint	Cuprous Oxide	060061-00101
(Pettit Marine Paint)	Hydrocoat Ablative Antifouling Paint	Cuprous Oxide	060061-00087
(Pettit Marine Paint)	Sea Mate Antifouling Bottom Paint	Cuprous Oxide	060061-00031
(Pettit Marine Paint)	UnepoxyAntifoulin g 1522 Brown Atlantic Formula	Cuprous Oxide	060061-00058
(Pettit Marine Paint)	Unepoxy Antifouling 1820 Black Tropic Formula	Cuprous Oxide	060061-00057
(Pettit Marine Paint)	Unepoxy Standard Antifouling Bottom Paint	Cuprous Oxide	060061-00063
(Pettit Marine Paint)	Unepoxy Tin Free Antifouling 1619 Red For Tropic	Cuprous Oxide	060061-00065
(Pettit Unepoxy)	Unepoxy Tin Free Antifouling 1628 Red For Tempera	Cuprous Oxide	060061-00064
(Pettit Unepoxy)	Standard Antifouling Bottom Paint 1810 Black Tropic Antifouling Bottom Paint 1219 Blue	Cuprous Oxide	060061-00054
(Z-Spar „The Protector“)	Vinelastr Antifouling Finish 720 Permanent Red	Cuprous Oxide	060061-00033
(Z-Spar Supertox)	TF Hard Type Antifouling Paint B-90 Red 91 Blue	Cuprous Oxide	060061-00011 060061-00010
Kush Paint Co.	TF Hard Type Antifouling Paint B-70 Red 71 Blue 74 Black	Cuprous Oxide	060061-00012 060061-00015 060061-00014

Mobile Paint Manufacturing Company Inc.	303 Black 300 Copper Antifouling Paint	Cuprous Oxide	055236-00001
Muralo Co. Inc.	Jack Tar Vinyl Antifouling Blue 473-33	Cuprous Oxide	001719-00034
New Nautical Coatings Inc.	Muralo Marine Copper Antifouling Bottom Paint 1331 Blue	Cuprous Oxide	039702-00002
	Sea hawk Monterey Water Borne Antifouling Coating	Cuprous Oxide	044891-00009
Sealife Marine Products Inc.	Sea Hawk Sharkskin Antifouling Paint	Cuprous Oxide	044891-00011
The Sherwin Williams Co.	Sealife 1000 Antifouling Marine Paint	Cuprous Oxide	070214-00001
	8010-682-6437 Paint, Antifouling, Vinyl Red Mil-P-15931B, Formula 121/	Cuprous Oxide	000577-00553
	Black Vinyl Antifouling Paint Formula 129, Military Specification	Cuprous Oxide	000577-00551
	Paint, Antifouling, Cold Plastic Shipbottom, Formula 105 Mil-P-19451B	Cuprous Oxide	000577-00555
	Pro-line 1080-H Hard Vinyl Antifouling Paint	Cuprous Oxide	000577-00549
	Red Vinyl Antifouling paint Formula 121	Cuprous Oxide	000577-00550
Sigma Coatings USA B.V.	Vinyl Waterbase Antifouling paint 888	Cuprous Oxide	000577-00552
U.S. Paint Corporation	Sigmaplane Ecol HS Antifouling Redbrown 5297 HS-RD	Cuprous Oxide	011350-00033
Valspar Corporation	Awlgrip Awlstar Antifouling Gold Label	Cuprous Oxide	041750-00002 041750-00001

	BP401 Medium Green		
	BP501 Light Blue		
Walker Brothers	Valspar Marine Bottom Antifouling paint 3594	Metallic Copper Cuprous Oxide	008177-00011
	Escolux Bronze Pacific Sailor Copper Bottom Antifouling Red Paint	Cuprous Oxide	067471-00002
	Pacific Sailor Triple A Antifouling Red Paint	Cuprous Oxide	067471-00004
	Pacific Sailor Vinco 42 Antifouling Paint	Cuprous Oxide	067471-00003
	65 Antifouling paint		067471-00005

2.5 Antifoulingprodukte in Großbritannien

Da mehr als 150 Antifoulingprodukte in UK zugelassen sind, wird hier nur eine Auswahl gegeben

State of 2003

Company name	Product name	Biocide	Code number
International Coatings Ltd.	VC 17m	Copper	7061
	VC 17m-EP	Copper	6102
	VC 17m-HS	Copper Zinc Pyrithione 2-Methylthio-4-Tertiary-Butylamino-6-Cyclopropylamino-S-Triazine	5960
	VC 17m	Copper (metallic)	4780
	VC 17m	Copper (metallic)	4218
	Tropicana	2-Methylthio-4-Tertiary-Butylamino-6-Cyclopropylamino-S-Triazine	
	Antifouling Paint 161P (Red and Chocolate to TS10240)	Cuprous Oxide	3401
	Boatguard	Cuprous Oxide	3399
	Bottomkote	Cuprous Oxide	5903
	Interclene Premium BCA300 Series	Cuprous Oxide	3372
	Interclene Super BCA400 Series (BCA400 Red)	Cuprous Oxide	4084
	Interclene Underwater Premium BCA468 Red	Cuprous Oxide	5059
	International TBT Free Copolymer Antifouling BQA100 Series	Cuprous Oxide	3375
	Interspeed System 2 BRO 142/240 Series	Cuprous Oxide	5634
	Micron 400	Cuprous Oxide	5728

	Series		
	Micron CSC	Cuprous Oxide	5731
	100 Series		
	TS 10240	Cuprous Oxide	3386
	Antifouling		
	ADA160		
	Series		
	Interspeed	Cuprous Oxide	5636
	Antifouling	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino-	
	BWO900	6-Cyclopropylamino-S-Triazine	
	Series		
	InterViron	Cuprous Oxide	5637
	Super Tin-	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino-	
	Free	6-Cyclopropylamino-S-Triazine	
	Polishing		
	Antifouling		
	BQO400		
	Series		
	Micron CSC		
	200 Series		
	VC Offshore	Cuprous Oxide	4777
		2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino-	
		6-Cyclopropylamino-S-Triazine	
	Interviron	Cuprous Oxide	5642
	Super Tin	4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4-	
	Free	Isothiazolin-3-One	
	Polishing		
	Antifouling		
	BQO420		
	Series		
	Micron CSC	Cuprous Oxide	5724
	300 Series	4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4-	
		Isothiazolin-3-One	
	Cruise UNO	Cuprous oxide	7526
		Dichlofluanid	
	Interspeed	Cuprous oxide	6660
	Ultra	Dichlofluanid	
	Micron Extra	Cuprous oxide	6663
		Dichlofluanid	
	New	Cuprous oxide	7095
	Improved	Dichlofluanid	
	Cruiser		
	Premium		
	Professional	Cuprous oxide	7259
	Self Polishing	Dichlofluanid	
	Antifouling		
International	Blueline	Cuprous Oxide	5140
Paint Ltd.	Copper		
	SBA100		
	Copperpaint	Cuprous Oxide	4119
	Hard Racing	Cuprous Oxide	3393

	Interclene Extra BAA100 Series	Cuprous Oxide	3371
	Interspeed System 2 BRA143 Brown	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	4301
	Interviron BQA450 Series	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	4657
Camrex Chugoku Ltd.	TFA 10 LA	Chlorothalonil Cuprous Oxide	5361
	Seatender 15	Chlorothalonil Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	5348
	Seatender 12	Chlorothalonil Cuprous Oxide Diuron	5324
	TFA 10	Chlorothalonil Cuprous Oxide Diuron	5346
	Seajet 037	Cuprous Oxide	5319
	Seatender 10	Cuprous Oxide	5321
Camrex Holdings BV.	C-Clean 400	Chlorothalonil Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	5947
	C-Clean 300	Chlorothalonil Cuprous Oxide Diuron	5942
	C-Clean 100	Cuprous Oxide	5946
	C-Clean 200	Cuprous Oxide	5943
	Seatender 7	Cuprous Oxide	5320
	C-Clean 400	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One Chlorothalonil	5947
Chugoku Paints BV	Sea Grandprix 500 TCI	Chlorothalonil Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	7107
Akzo Nobel UK Ltd.	Vinyl Antifouling 2000	Cuprous Oxide	5633
Nautix SA	A3 Antifouling	Cuprous Oxide 2- (thiocyanomethylthio)Benzothiazole	4367
	A3 Teflon Antifouling	Cuprous Oxide 2-	4368

	Performer	(thiocyanomethylthio)Benzothiazole Cuprous oxide	7163
Flexbar Aquatech Corporation	Flexgard VI	Dichlofluanid Chlorothalonil Cuprous Oxide	6035
Sigma Coatings Ltd.	SigmaPlane Ecol HA 120 Antifouling	Chlorothalonil Cuprous Oxide Diuron 2-Methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	5788
	Sigma Pilot Ecol Antifouling	Copper Resinate Cuprous Oxide Zineb	4933
	Sigma Alphagen 20	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	7089
Avon Technical Products	Avonclad	Copper	6396
Copperbot Ltd.	Copperbot	Copper	6860
Wessex Resins and Adhesives	Copperbot 2000	Copper	6680
Aquarius Marine Coatings Ltd.	Coppercoat	Copper	7532
	Coppercoat	Copper Diuron	6428
	AMC Sport Antifouling	Cuprous Oxide	6395
Synthetic Solutions Ltd.	Copperguard	Copper	6670
Ecosea Ltd.	Cupro FF	Copper	7378
Mirocoat Ltd.	Miricoat A.F. Coating	Copper	5587
Ameron BV.	Amercoat 70ESP	Copper (metallic)	3203
	ABC#4 Antifouling	Cuprous Oxide	6535
	ABC#3E Antifouling	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	7051
Hippo Marine Products Ltd.	CU15	Copper (metallic)	5872
Blakes Marine Paints	Algicide Antifouling	Cuprous Oxide	6535
	Blakes Hard Racing	Cuprous Oxide	7385

Antifouling Blakes Seatech Antifouling 7820D	Cuprous Oxide	7381
Blakes Tiger Cruising	Cuprous Oxide	6945
Blakes Tiger Cruising	Cuprous Oxide	7384
Antifouling Blakes Titan	Cuprous Oxide	7388
Antifouling Broads	Cuprous Oxide	7345
Antifouling Broads Freshwater Cruising	Cuprous Oxide	3220
Performer Antifouling Pilot	Cuprous Oxide	7504
Antifouling Shearwater Racing	Cuprous Oxide	3226
Antifouling Super Tropical	Cuprous Oxide	3228
Antifouling Super Tropical Extra	Cuprous Oxide	3229
Antifouling Tiger Xtra	Cuprous Oxide	3230
Algicide	Cuprous Oxide	7514
	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	5738
Aquaspeed	Cuprous Oxide	4511
	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	
Broads Antifouling Red	Cuprous Oxide	6878
Broads Black Antifouling	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	5739
Broads Freshwater Red	Cuprous Oxide	5736
Challenger Antifouling	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	4099
Hard Racing Antifouling	Cuprous Oxide	5704
	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino-	

	Pilot	6-Cyclopropylamino-S-Triazine Cuprous Oxide	5959
	Seatech	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine Cuprous Oxide	7117
	Tigerline	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine Cuprous Oxide	6872
	Titan FGA Antifouling	6-Cyclopropylamino-S-Triazine Cuprous Oxide	5681
	Titan Ultra	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine Cuprous Oxide	7096
	Waterline	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine Cuprous Oxide	7099
Mark Dowland Marine Ltd.	Even Tin Free	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine Cuprous Oxide	5841
Witham Oil and Paint (Lowestoft) Ltd.	Antifouling Paint 161P (Red and Chocolate to TS10240)	Cuprous Oxide	3503
	Unitas Antifouling Paint Chocolate	Cuprous Oxide	3499
	Unitas Antifouling Paint Red	Cuprous Oxide	3498
Jotun Paints (Europe) Ltd.	Antifouling Mare Nostrum	Cuprous Oxide	5812
	Antifouling Sargasso	Cuprous Oxide	6073
	Antifouling Seaguardian	Cuprous Oxide	3856
	Antifouling Seaguardian (Black, Blue and MD)	Cuprous Oxide	4273
	Antifouling Seaquantum FB	Cuprous Oxide	7047
	Antifouling Super Tropic	Cuprous Oxide	3413
	Antifouling	Cuprous Oxide	6470

	Supertropic		
	SeaPrince	Cuprous Oxide	4957
	Antifouling	Cuprous Oxide	4958
	Seavictor 50	4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	
Steen Hansen Maling AS	Aqua-guard	Cuprous Oxide	7215
	Copper Net	Cuprous Oxide	6034
	Aqua-net	Cuprous Oxide	6897
	Net-Guard	Cuprous Oxide	5657
Mariner Paints	Aquacleen	Cuprous Oxide	5667
	C-Worthy	Cuprous Oxide	5476
	Speedclean	Cuprous Oxide	5077
	Antifouling		
	Superspeed	Cuprous Oxide	6210
Marineware Ltd.	Aquagard	Cuprous Oxide	6589
	(flexgard XI)		
GJOCO A/S	Aquasafe	Cuprous Oxide	5983
	Aquasafe W	Cuprous Oxide	6353
Johnstones Paints Plc.	Armachlor	Cuprous Oxide	5929
	AF275		
	Armacote	Cuprous Oxide	5928
	AF259		
	Armarine	Cuprous Oxide	5926
	AF259		
	Armarine	Cuprous Oxide	5927
	AF275		
NOF Europe NV	Awlgrip	Cuprous Oxide	5065
	Awlstar Gold Label		
	Antifouling		
Carmyco S.A. Paints- Varnishes- Adhesives	Carmypaint	Cuprous Oxide	7208
	SV-881		
Valiant Marine Compass Yachtzubehor Handel	Cobra V	Cuprous Oxide	5194
	Compass	Cuprous Oxide	7330
	Antifouling 1000		
	Compass	Cuprous Oxide	7331
	Antifouling 3000		
Coopers Marine Paints	Coopers	Cuprous Oxide	5609
	Copolymer Antifouling		
New Guard Coatings Ltd.	Cupron Plus	Cuprous Oxide	5661
	T.F.		
	Eurosprint	Cuprous oxide	7498
	N.F.	Dichlofluanid	
	Raffaello 3	Cuprous oxide	7500
	NF	Dichlofluanid	

Indestructible Paint Company W and J Leigh and Company	Double Sheild Antifouling	Cuprous Oxide	6040	
	Envoy TF100	Cuprous Oxide	3951	
	Envoy TFSP100 Tin Free Self Polishing Antifouling	Cuprous Oxide	7151	
	Envoy TFSP500 Tin Free Self Polishing Antifouling	Cuprous Oxide 2-Methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine+ 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	7150	
	Grassline Type M396 Antifouling	Cuprous Oxide 2-Methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine+ 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	7075	
	Envoy TF400 Antifouling	Cuprous Oxide Cuprous Thiocyanate 2-Methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	7072	
	Envoy TF 500 Antifouling	Cuprous Oxide Cuprous Thiocyanate 2-Methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	7073	
	C.W. Wastnage Ltd.	Flagship Antifouling	Cuprous Oxide	5825
	Aquatess Ltd.	Flexgard VI-II Waterbase Preservative	Cuprous Oxide	6543
Hempels Paints Ltd.	Hempels antifopuling Olympic 86951	Cuprous Oxide	7374	
	Hempels Copper Bottom	Cuprous Oxide	4274	
	Hempels Net Antifouling 715GB	Cuprous Oxide	6342	
	Hempels Tin- Free Antifouling 7660	Cuprous Oxide	3338	

Hempels Classic Tin- Free 7611	Cuprous Oxide	7344
Hempels Antifouling Classic 7611 Red (Tin Free) 5000	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	5064
Hempels Antifouling Nautic 8190C	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	6043
Hempels Antifouling Olympic HI- 7661	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	4898
Hempels Hard Racing 76480	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	5538
Hempels Mille Dynamic 71700	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	5574
Hempels Antifouling Bravo Tin Free 7610	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	4482
Hempels Antifouling Globic SP- ECO 81900	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	6531
Hempels Antifouling Globic SP- ECO 81990	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	6532
Hempels Antifouling Tin Free 743GB	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	3329
Hempels Antifouling Tin Free 751GB	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	3333
Hempels Antifouling Tin Free 751GB	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	3336
Hempels Tin Free Antifouling	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	3337
Hempels Antifouling Globic SP-	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	6877

	ECO 81920 Hempels Antifouling Globic SP- ECO 81950	Cuprous Oxide 4,5-Dichloro-2-N-Octyl-4- Isothiazolin-3-One	6879
	Hempels Antifouling Rennot 7150	Cuprous oxide Dichlofluanid	3364
Polymarine Ltd.	Inflatable Boat Antifouling	Cuprous Oxide	6647
Marclear España	Marclear Full Strength EU45 Antifouling	Cuprous Oxide	5987
	Marclear High Strength Antifouling	Cuprous Oxide	5264
Tulloch Enterprises	Netrex AF	Cuprous Oxide	5684
Morenot AS Ernesto Stoppani SPA	Metwax NI3 Noa-Noa Rame Black/Red Vinilstop 9926 Red	Cuprous Oxide Cuprous Oxide	7539 4795
	Vinilstop 9926 Red	Cuprous Oxide	4798
Norland Distributors Marine and Industrial Sealants	Nordrift Antifouling Penguin Racing	Cuprous Oxide Cuprous Oxide	5993 5673
	Penguin Non- Stop	Cuprous oxide Dichlofluanid	5671
MB Marine Coatings Ltd. Attiva Spa	Professional Professional UK	Cuprous Oxide Cuprous Oxide	5981 7506
A and M Paints Bradite Ltd.	Scotwest Antifouling Shiprite Racing Shiprite Sailing Shiprite Traditional Shiprite Speed	Cuprous Oxide Cuprous Oxide Cuprous Oxide Cuprous Oxide Cuprous Oxide Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	6120 6147 6302 6178 6603
HMG Paints Ltd.	Slippy Bottom SuperSpeed	Cuprous Oxide	7423

Skipper (UK) Ltd.	SP 53		
	Standard	Cuprous Oxide	6194
	Antifouling		
	Viniline	Cuprous Oxide	6193
D.R. Margetson Teal and Mackrill Ltd.	Longlife	Cuprous Oxide	6195
	Antifouling	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	
	Superspeed	Cuprous Oxide	5191
	Teamac	Cuprous Oxide	3496
Spencer Coatings Ltd.	Tropical Copper Antifouling (C/260/65)		
	Transocean	Cuprous Oxide	7135
X M Yachting	Cleanship Antifouling 2.90		
	XM Anti- Fouling C2000	Cuprous Oxide 2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	6176
Waterline	Cruising Self Eroding		
	XM Anti- fouling P4000	Cuprous Oxide	6175
	Hard	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	
	XM	Cuprous Oxide	6124
	Antifouling	2-methylthio-4-Tertiary-Butylamino- 6-Cyclopropylamino-S-Triazine	
	HS3000 High Performance Self Eroding		
	CX 2000 XM	Cuprous oxide	7354
	Antifouling	Dichlofluanid	
	Cruising Self Eroding		
	HX 3000 XM	Cuprous oxide	7353
Plastimo International	Antifouling	Dichlofluanid	
	Hard		
	Antifouling		
	Halcyon 5000 (base)	Cuprous oxide	5396
Plastimo International	New	Cuprous oxide	7288
	Antifouling 1.1	Dichlofluanid	
Plastimo International	New	Cuprous oxide	7290
	Antifouling	Dichlofluanid	

1.2		
New	Cuprous oxide	7292
Antifouling	Dichlofluanid	
1.3		

3 Zusammenfassende Darstellung der Standard- und Industrie Methoden zum Wirksamkeitsnachweis von Antifoulingprodukten

3.1 CEPE (Conseil Européen de l'industrie des Peintures, des Encres, d'Imprimerie et des Couleurs d'Art)

Antifouling Coatings - Method for the Generation of Efficacy Data

The method was published in 1993 and is currently under reconsideration.

Definition

Antifoulingbeschichtungen sind definiert als Formulierungen, die in der applizierten Form von Oberflächenbeschichtungen ein oder mehrere Biozide enthalten.

Ziel

Die Aufgabe dieser Methode ist es, durch stationäre Auslagerungen die bewuchsverhindernde Wirkung einer Antifoulingbeschichtung im Verhältnis zu einem einer unbeschichteten Kontrolle zu bestimmen... Die Ergebnisse, die bei der Auslagerung nach dieser Methode erhalten werden, sind ein Hinweis für die Fähigkeit des Produkts, eine Bewuchsansiedlung unter statischen Bedingungen zu verhindern...

Die Methode ist nicht dazu geeignet, komplette Beschichtungssysteme oder die relative Standzeit einer Beschichtung zu bewerten. Daher können die erhaltenen Ergebnisse nicht die Wirksamkeit des Produkts unter Praxisbedingungen aufzeigen.

Vorgehensweise

Das Antifoulingprodukt wird auf eine oder mehrere Platten aufgetragen und in einem Gestell neben unbehandelten Kontrollen ausgehängt...Die Applikation erfolgt mit Pinsel, Rolle oder spezieller Ausrüstung. In bestimmten Intervallen werden die Platten auf das Vorhandensein von Bewuchsorganismen geprüft. Die Prüfung erfolgt quantitativ und als minimale Anforderung semi-qualitativ (Mikrobewuchs, Algen, tierischer Bewuchs). Um die Wirksamkeit nachzuweisen beträgt die minimale Auslagerungszeit 6 Monate. Eine Bewuchsverhinderung an der Auslagerungsstelle ist erwiesen, wenn keine oder nur eine minimale Besiedlung der Oberfläche im Verhältnis zur unbeschichteten Kontrolle fest zu stellen ist.

3.2 Standards Australia

AS 1580.481.5 (1993)

Durability and resistance to fouling

Diese Standardmethode schreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Wirksamkeit von seewassertauglichen Unterwasserbeschichtungen unter statischen Bedingungen gegenüber einem definierten marinen Gewässer vor. Es dient der Bestimmung von:

(a) Schutz des Trägermaterials vor Schäden und Korrosion mit oder ohne Kathodenschutz.

(b) Beständigkeit und Bewuchsverhinderung des Beschichtungssystems, welches auf das oben erwähnte Trägermaterial aufgebracht wurde.

Prinzip

Die zu testenden Beschichtungssysteme werden auf definierte Platten aufgebracht, die anschließend auf Rahmengestellen fixiert und in einer bestimmten Tiefe exponiert werden. Die Beschichtungssysteme werden regelmäßig auf die Ansiedlung von Bewuchsorganismen und die Beständigkeit der Beschichtung untersucht. Das Trägermaterial wird auf Schäden und auf Korrosion geprüft.

3.3 American Society for Testing and Materials

ASTM D 6990-03

Standard Practice for the Evaluating Biofouling Resistance and Physical Performance of Marine Coating Systems

Es handelt sich hierbei um eine neue Methode, mit der nur der Bewuchsgrad und der Zustand der Beschichtung geprüft wird. Die ASTM D 6990-03 muss daher in Zukunft immer zusammen mit anderen ASTM-Methoden, die spezielle Auslagerungsverfahren für Platten vorschreiben, angewandt werden. Daher kann sie für statische wie für dynamische Plattentests, für die Bewertung von Teststreifen auf Schiffen oder komplett beschichtete Schiffe angewandt werden.

Wenn die neue Methode eingeführt ist, werden die existierenden Verfahren auf diese verweisen, und andere Verweise zur Inspektion von Platten werden aus den existierenden Methoden gestrichen werden. Dieses bezieht sich auf folgende Standard-Methoden:

- D 3623 - Method of Testing Antifouling Panels in Shallow Submergence
- D 4938 - Test Method for Erosion Testing of Antifouling Paints Using High Velocity Water
- D 4939 - Test Method for Subjecting Marine Antifouling Coatings to Biofouling and Fluid Shear Forces in Natural Seawater
- D 5479 - Practice for Testing Biofouling Resistance of Marine Coatings Partially Immersed
- D 5618 - Test Methods for Measurement of Barnacle Adhesion Strength in Shear.

Beschichtungssysteme werden entsprechend ASTM 6990-03 nach dem Grad ihres Bewuchses bewertet, welcher die Bewuchsbedeckung in Prozent ausdrückt und nach dem Grad ihrer physikalischen Schäden, welcher die Fläche der Beschichtung in Prozent angibt, die von physikalischen Schäden betroffen ist. Als physikalische Schäden werden in diesem Zusammenhang Mängel im Zustand (Abblätterung, Verkoidung, Blasenbildung etc. verstanden.

Diese Methode wurde entwickelt, um dem Betrachter eine Leitlinie für eine quantitative und einheitliche Bewertung der Wirksamkeit von Platten an die Hand zu geben, die mit seewassertauglichen Antifoulingbeschichtungen versehen sind. Die Methode erlaubt die Bewertung der Bewuchsverhinderung und der physikalischen Eigenschaften. Diese neue Standard- Methode wird die Bewertung des Bewuchsgrades präzisieren.

Bewuchsgrad

Die Bewertung der bewuchsverhindernden Eigenschaften eines seewassertauglichen Beschichtungssystems erfolgt durch die Erstellung eines Bewuchsberichts anhand eines Standardprotokolls.

- Der Bewuchsgrad eines Beschichtungssystems, auf dem sich keine Bewuchsorganismen angesiedelt haben, wird als 100 eingestuft.

- Der Bewuchsgrad eines Beschichtungssystems, das frei von Makrobewuchs ist, aber teilweise oder vollständig von Mikrobewuchs (Biofilm) bedeckt ist, soll als 99 eingestuft werden, unabhängig von dem tatsächlichen Bedeckungsgrad des Biofilms.
- Hinsichtlich der Ansiedlung von Makrobewuchs, soll die Summe der Fläche in Prozent, die von Makrobewuchs bedeckt ist, von 100 abgezogen werden. Somit stellt der Bewuchsgrad direkt die nicht bewachsene Fläche dar.

Physikalischer Zustand

Der physikalische Zustand wird durch die Erstellung eines Schadensberichts anhand eines Standard Protokolls erstellt.

- Dieser Bericht soll die jeweiligen physikalischen Schäden quantitativ und qualitativ für jede Beschichtung bewerten. Hierbei sollen Schäden wie Erosion, Verschleiß, Blasenbildung, Krakelierung, Scheckigkeit, Rissbildung, Abplatzung, Abblätterung, Abschälung und mechanische Schäden erfasst werden.
- Der Grad der physikalischen Beständigkeit des seewassertauglichen Beschichtungssystems wird durch die Erstellung eines Schadensberichts erfasst. Die Gradierung der Schäden variiert zwischen 0 und 100.
- Der physikalische Zustand einer Beschichtung, die frei von physischen Schäden ist, soll als 100 eingestuft werden.

ASTM D 4939-89

Standard Test Method for Subjecting Marine Antifouling Coatings to Biofouling and Fluid Shear Forces in Natural Seawater

Diese Methode dient der Ermittlung der bewuchsverhindernden Wirkung und der Verringerung der Schichtdicke von seewassertauglichen Antifoulingbeschichtungen durch Erosion oder unter spezifischen Bedingungen einer hydrodynamischen Scherfestigkeit im Wechsel mit statischen Bedingungen in Seewasser. Eine Antifoulingbeschichtung mit bekannter Wirksamkeit dient als Kontrolle.

Bedeutung und Verwendung:

Wirksame Antifoulingbeschichtungen tragen wesentlich zur Aufrechterhaltung einer bestimmten Geschwindigkeit und einer Verminderung der operativen Schiffskosten bei. Diese Testmethode ist als Screening-Test ausgelegt, um Antifoulingbeschichtungen unter hydrodynamischem Stress durch Anströmung im Wechsel mit statischen Phasen unter Bewuchsbedingungen zu bewerten. Ein dynamischer Test ist notwendig durch die zunehmende Anzahl von Antifoulingbeschichtungen, die unter Einsatzbedingungen erodieren und somit eine immer wieder neue bewuchsverhindernde Oberfläche zu schaffen. Da kein Schiff beständig in Fahrt ist, ist im Test eine statische Phase vorgesehen, um den Bewuchsorganismen, in dieser Phase die Möglichkeit zur Ansiedlung zu geben. Nach einer Anfangsexposition von 30 Tagen, wird ein Wechsel von 30 Tagen dynamischer und 30 Tagen statischer Exposition als Standard Zyklus empfohlen. Die statische Anfangsphase wurde gewählt, um ein Schiff zu simulieren, das aus dem Trockendock kommt und an der Pier liegt, bis die restlichen Arbeiten erledigt sind. Diese Phase erlaubt die Abgabe von verbliebenen Lösemitteln aus der Farbschicht, den Abschluss der Aushärtung, eine Absorption von Wasser und eine generelle Akkomodation an die Unterwasserbedingungen. Diese Testmethode ist dazu ausgelegt, einen Vergleich mit einer Kontroll-Antifouling anzustellen, die bekanntermaßen eine hohe Wirksamkeit zum Schutz von Schiffsrümpfen aufweist. Diese Testmethode gibt einen Hinweis auf die Wirksamkeit und auf die zu

erwartende Standzeit von Antifoulingbeschichtungen für See-Schiffe. Jedoch wurde die Korrelation zwischen dieser Methode und dem Einsatz unter Praxisbedingungen nicht bestimmt.

ASTM D 4938-89

Standard Test Method for Erosion Testing of Antifouling Paints using High Velocity Water

Dieses ist eine Testmethode zur Bestimmung der Erosionsrate für seewassertaugliche Antifoulingbeschichtungen, die in fließendem Seewasser exponiert werden.

Bedeutung und Einsatz:

Diese Methode ist dazu ausgelegt, die Erosionsrate von ablativen Antifoulingbeschichtungen zu bestimmen, die in fließendem Seewasser bei Geschwindigkeiten ausgehängt werden, die die Beschichtung solchen Scherkräften aussetzen, wie sie in der Praxis auftreten. Die Messung der Erosionsraten ist notwendig, um die Schichtdicke von ablativen Antifoulingbeschichtungen für die jeweiligen Dockintervalle festzulegen. Dieses geschieht im Hinblick auf die Auswahl des Materials, die Durchführung einer Qualitätssicherung, und um den Wirkungsmechanismus zu verstehen. Der Test soll als Leitfaden für die Vorhersage der Standzeit einer ablativen Antifoulingbeschichtung dienen, da durch ihn die notwendigen Schichtdicken für die jeweiligen Standzeiten ermittelt werden können.

Die Erosionsraten von Antifoulingbeschichtungen unter Einsatzbedingungen unterliegen Schwankungen beeinflusst durch Faktoren wie Liegeplatzbedingungen, Operationsgebiet, Salzgehalt, pH, und die Gewässertemperatur. Es muss zudem berücksichtigt werden, dass die unterschiedlichen Rumpfbereiche unterschiedlichen Erosionsraten unterliegen. Der Korrelationsgrad zwischen den Ergebnissen aus dieser Testmethode und dem realen Schiffsbetrieb sind nicht bestimmt worden.

ASTM D 3623-78a (1998)

Standard Test Method for testing Antifouling Panels in Shallow Submergence

Dieses Standardverfahren dient dem Test von Antifoulingformulierungen (vorwiegend von Produkten, die sich in der Entwicklung befinden, aber auch für spezielle Zulassungen) in Seewasser bei oberflächennaher Exposition in Verbindung mit der Auslagerung einer Platte, die mit einer Antifoulingbeschichtung bekannter Wirksamkeit versehen ist.

Bedeutung und Einsatz:

Diese Methode wurde als Screening-Test zur Bewertung von Antifoulingbeschichtungen entwickelt. Die Wirksamkeit einer Standardbeschichtung wird zur Bewertung der Ergebnisse herangezogen. Antifoulingssysteme, die eine vergleichbare Wirksamkeit wie das Standardsystem aufweisen, können als akzeptabel für den Bewuchsschutz von technischen Unterwasserflächen angesehen werden. Der Bewuchsgrad und die Bewuchszusammensetzung können je nach Meeresgebiet variieren. Daher können Unterschiede in der geografischen Lokalisation der Testanlage, eine Exposition zu verschiedenen Jahreszeiten und wechselnde klimatische Bedingungen die Ergebnisse beeinflussen. Daher wird eine Bewuchserhebung auf einer nichttoxischen Oberfläche als Negativ-Kontrolle durchgeführt. Im Falle einer aussagekräftigen Exposition sollte die nichttoxische Kontrolle stark bewachsen sein, die Standard Antifouling dagegen signifikant deutlich weniger Bewuchs aufweisen.

ASTM D 5479-94

Standard Practice for Testing Bio-fouling Resistance of Marine Coatings Partially Immersed

Diese Methode beinhaltet ein Verfahren zur Überprüfung der bewuchsverhindernden Wirkung von einem oder mehreren Antifoulingssystemen unter den Bedingungen einer partiellen Bedeckung mit Wasser. Die partielle Bedeckung fördert den Bewuchs mit bestimmten marinen Bewuchsorganismen und erhöht die Möglichkeit einer physischen nachteiligen Veränderung.

Bedeutung und Einsatz:

Dieses Verfahren ist als Screening-Test dazu ausgelegt, die bewuchsverhindernde Wirkung von Antifoulingbeschichtungen und anderen bewuchsverhindernden anderen Materialien zu bewerten. Der Bewuchsgrad und die Bewuchszusammensetzung können je nach Meeresgebiet variieren. Daher können Unterschiede in der geografischen Lokalisation der Testanlage, eine Exposition zu verschiedenen Jahreszeiten und wechselnde klimatische Bedingungen die Ergebnisse beeinflussen. Daher wird eine Bewuchserhebung auf einer nichttoxischen Oberfläche als Negativ-Kontrolle durchgeführt. Im Falle einer aussagekräftigen Exposition sollte die nichttoxische Kontrolle stark bewachsen sein, die Standard Antifouling dagegen signifikant deutlich weniger Bewuchs aufweisen.

ASTM D 5618-94

Standard Test Method for Measurement of Barnacle Adhesion Strength in Shear

Diese Testmethode beinhaltet die Messung der Adhäsion von Seepocken mithilfe von Scherkräften auf Trägermaterialien, die zuvor in Seewasser exponiert worden waren. Sie wird dazu eingesetzt, um die Antihafteigenschaften einer Oberfläche festzustellen. Oberflächen, mit bekannten Adhäsionswerten für Seepocken werden als Kontrollen eingesetzt.

Bedeutung und Einsatz:

Diese Testmethode ist als Screening-Test zur Bewertung der bewuchsverhindernden Wirkung von Beschichtungen und anderen Materialien ausgelegt. Die Stärke und die Art des Seepockenbewuchses kann je nach geografischer Lokalisation der Testanlage und der Jahreszeit variieren. Oberflächen, mit bekannten Adhäsionswerten für Seepocken sollten parallel exponiert werden, um Vergleichsdaten zu erhalten.

4 Gesetzgebung und Zulassungsverfahren für Antifoulingprodukte in ausgewählten Ländern

The following is a brief overview of the current regulation situation in the countries that harbour ports most important to the shipping industry. A lot of these countries require registration of antifouling products as a way of controlling their use and environmental impact. Where these registration procedures are in action there is often a lot of information available about the registered products on the internet, but it helps if you know where to look. The following is a brief guide to regulation and registration procedures, authorities and other information published online where it is available.

4.1 EU

In the past, several European countries like the Sweden, United Kingdom, The Netherlands and Switzerland established registration and authorisation procedures for biocidal products including antifouling paints. In other European countries including Germany antifouling products could be marketed without registration, apart of selected dangerous substances regulated by the EU. The marketing and the use of dangerous substances is regulated by the EU-Directive 76/769/ECC¹. As such differences constituted barriers not only to trade in biocidal products but also to trade in products treated with them, thereby affecting the functioning of the EU market, the Commission proposed the development of a framework of rules relating to the placing on the market for use of biocidal products, taking as a condition a high level of protection for humans, animals and the environment. It was necessary to provide common principles for the evaluation and authorisation of biocidal products to ensure a harmonised approach by Member States. The European Parliament and of the Council of the European Union have adopted the 16 February 1998 the Directive 98/8/EC concerning the placing of biocidal products on the market (BPD)²

The implementation of the Biocidal Product Directive is now coming into effect within EU-countries.

Within the framework of the BPD several processes are going on: Identification, notification and subsequent review regulation. The first review regulation regulated the first phase of the review program and established the identification and notification of existing biocidal substances by March 2002. The second review regulation came into force in November 2003 with the exhaustive list of the about 580 identified and about 360 notified existing biocidal substances which has been accepted and will regulate the dossier submission and review of notified biocidal substances between 2004 and 2008. Identified but not notified biocides shall be banned by 01/09/06. Biocides not listed shall be not used in biocidal products by now.

At present there is debate, mostly dominated by considerations of the discrimination criteria separating biocidal and non-biocidal products. This debate was instigated by the definition given in article 2, paragraph 1, the labelled and intended use of a product, defined by the manufacturer, determines if a product is a pharmaceutical,

¹ EU Directive 76/769/EEC relating to restrictions on the marketing and use of dangerous substances. RL 2002/62/EC

² OJ L 123, 24.4.98, Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market, 63 pp.

cosmetic or biocidal product. This definition is based mostly on the use of the biocide incorporated into the product. According to the 2nd Review Regulation 44 antifouling biocides have been notified³. The review process for antifouling biocides is expected to take place from 2005-2008. The dossier submission is planned for 11/2005-04/2006, the evaluation and decision process will not be finished before 2008, probably even later.

The definition of biocides and biocidal products is defined in the Directive 98/8/EC concerning the placing of biocidal products on the market⁴, article 2, 1 as given below:

a) Biocidal products

Active substances and preparations containing one or more active substances, put up in the form in which they are supplied to the user, intended to destroy, deter, render harmless, prevent the action of, or otherwise exert a controlling effect on any harmful organism by chemical or biological means.

b) Low-risk biocidal product

A biocidal product which contains as active substance(s) only one or more of those listed in Annex I A and which does not contain any substance(s) of concern. Under the conditions of use, the biocidal product shall pose only a low risk to humans, animals and the environment.

c) Basic substance

A substance which is listed in Annex I B, whose major use is non-pesticidal but which has some minor use as a biocide either directly or in a product consisting of the substance and a simple diluent which itself is not a substance of concern and which is not directly marketed for this biocidal use.

d) Active substance

A substance or micro-organism including a virus or a fungus having general or specific mode of action on or against harmful organisms

All biocidal products must be labelled according to the EC-Guideline 1999/45/EC concerning the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the classification, packaging and labelling of dangerous preparations, from July 2004. All notified existing biocides can be produced, sold and stored until 2010 resp. until the decision about the inclusion of biocidal substances in the Annex I of the BPD.

4.1.1 Germany

Up to now Germany had no registration procedure. Germany implemented the BPD into its national legislation on 20/06/02⁵. The BAuA is the competent authority for approval or withdraw of biocidal products. Just recently the BAuA published on its homepage a document as a guide for authorization of biocidal products www.baua.de/amst.

³ <http://ecb.ips.it>

⁴ Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market. OJL 123, 24/4/98, art.2.

⁵ Biozidgesetz vom 20. Juni 2002 (BGBl. Teil I, Nr. 40, S. 2076 vom 27. Juni 2002

4.1.2 United Kingdom

Registration of antifouling products (defined as non-agricultural pesticides) is undertaken by the Biocides and Pesticides Unit within the Health and Safety Executive.

Information about registration procedures is available free from the BPU in the form of 'The Registration Handbook', a printed guide. This guide can be ordered from the HSE website. (www.hse.gov.uk)

Previously all registered products within the UK were published annually in 'Your Guide to Approved Pesticides – the Bluebook – Pesticides 200X', however, to make this information more accessible by the public there is no longer a printed version of Pesticides 200X.

The on-line list of approved products 'Pesticides 200X' can be found at the following address: www.hse.gov.uk/hthdir/noframes/bluebook/bluebook.htm. This is a list of categorised registered pesticide products. Scroll down to 'Antifouling products' to open a PDF file of antifouling products, listed alphabetically by active ingredient. Information supplied is active ingredients, product name, marketing company details, and specified uses. Please note that some antifouling products may have repeated entries where there are two or more active ingredients.

Registration of Diuron in antifouling products was revoked in the UK in 2000, in view of its low degradability in seawater and low safety margin for adverse human haematological effects.

ZPT (zincpyrithione) is approved in a number of products for amateur and professional use.

Although RH 287 (4,5-Dichloro-2-n-octyl-4-isothiazolin-3-on active portion of Sea-Nine 211) is currently approved in the UK as a booster biocide in a number of antifouling products, it is a skin sensitising compound and is predicted to be a skin and eye irritant, therefore causing amateur use of products containing RH-287 to be revoked in the UK in 1999. In 2000, the Advisory Committee on Pesticides recommended that although professional use of RH-287 should be permitted to continue, additional personal protective equipment and further data have been required. Actually, professional products based upon RH-287 can be marketed/used in the UK as antifouling products but may only be applied to vessels over 25 metres in length.

Zineb is the only Dithiocarbamate still used as a co-biocide, being strongly synergistic with copper. After a review of booster biocides in 2000, the UK Advisory Committee on Pesticides recommended that the approval of Zineb in professional and amateur use should continue.

It was also recommended that all amateur uses of antifouling products containing Chlorothalonil should be revoked after studies on human toxicology indicated that the risk of skin sensitisation was unacceptably high. Amateur and professional use of TCMTB (Thiocyanomethylthiobenzothiazole) was revoked due to failure to supply outstanding data requirements.

The amateur use of Irgarol 1051 was revoked due to environmental concerns and professional use was revoked due to failure to supply data requirements

General information relating to the Control of Pesticides Regulations and the Biocidal Products Directive/Regulations can be found on our website at the following address: www.hse.gov.uk/hthdir/nofames/bpau.htm

The HSE is also responsible for implementing the Biocidal Products Directive within the UK

4.1.3 Denmark

Control and registration of biocidal products is done by the Danish Environmental Protection Agency in the Danish Ministry of Environment (www.mst.dk/) but at present this registration procedure does not extend to antifouling products.

In September 2003 the Ministry of the Environment published the Statutory Order no 792 of September 2, 2003 on restrictions on import, sale and use of biocidal antifouling paint. The order includes:

- Import, sale and use of antifouling paint containing the biocides Diuron (CAS no. 330-54-1) or Irgarol (CAS no. 28159-98-0) on vessels of a total length of less than 25 metres, as defined by ISO 8666, shall be prohibited.

- Import, sale and use of biocidal antifouling paint on pleasure craft which are used predominantly in freshwaters shall be prohibited.

- Import, sale and use of biocidal antifouling paint, for which the release of copper exceeds 200 $\mu\text{g Cu/cm}^2$ within the first 14 days and 350 $\mu\text{g Cu/cm}^2$ within the first 30 days counted from the day it was applied, shall be prohibited on pleasure craft of more than 200 kilograms used primarily in salt waters.

- Import, sale and use of biocidal antifouling paint on pleasure craft of less than 200 kilograms used primarily in salt waters shall be prohibited.

- Import, sale and use of biocidal antifouling paint on pleasure craft releasing substances that meet the requirements of classification for environmental impact with the risk phrase "May cause long-term adverse effects in the aquatic environment" (R53) alone or in combination with other risk phrases concerning harm to the aquatic environment, shall be prohibited after January 1, 2006.

A good source of information about antifouling product use in Denmark is the publication 'Inventory of Biocidal products used (in) Denmark', by the Danish EPA. This inventory surveys all of the biocidal products within the 23 product groups that are being evaluated in the EU Biocidal Products Directive. The information contained in this inventory was drawn from the Danish product register, Statistics Denmark and from private companies. For each of the product groups, including antifouling products, the report includes descriptions of application and function of biocidal products used in Denmark (and active ingredients), companies active in the market and rates of consumption. This inventory can be accessed at www.mst.dk/news/01010000.htm by scrolling down to the link 'Inventory of Biocides Used in Denmark'.

4.1.4 Sweden

Antifouling products may not be imported or manufactured within Sweden without first being approved by the National Chemicals Inspectorate, KEMI (www.kemi.se). There is a number of antifouling products for pleasure boats approved for use on the West coast.

In the Baltic Sea there is at present only one antifouling product approved and it contains capsaicin (capsaicin is a pepper derivate) as active substance. This product is approved for use also on the West coast. No antifouling products with copper or Irgarol are approved today for use on pleasure boats in the Baltic Sea since 2001.

No antifouling products have been approved for use on pleasure boats in freshwater since 1992.

Products with copper and Irgarol are approved also for professional use on ships longer than 12 m and with main trade in the Baltic Sea (except the Bothnian Sea), the North Sea or the oceans.

Products with Sea-Nine are approved only for professional use on ships longer than 12 m and with main trade in the North Sea or the oceans.

Products with zincpyrithione are approved only for professional use on ships longer than 12 m and with main trade in the Baltic Sea (except the Bothnian Sea), the North Sea or the oceans.

No antifouling products with Diuron have been approved since the first approval process of antifouling products in 1992.

KEMI has an online products register database, but it is only in Swedish.

The antifouling homepage is at www.kemi.se/Kemi/Kategorier/Bekampningsmedel/Batbottenfarger/batbotten.html.

From here select the link "Lista - godkaenda produkter" (List of approved products) where you will find a list of all the products approved (godkaenda) for use on pleasure boats (fritidsbåtar) and ships (fartyg).

To find information about the active ingredients in each registered product either select the product you are interested in or select "Mer information" (more information) and then "Visa verksamma aemnen" (Show active ingredients). Here you will obtain information about the active ingredients and their concentration within each product.

A short lesson in Swedish:

Preparatnamn = name of the product

Doelj verksamma aemnen = hide active ingredients

Sortera på aemnen = sort according to active ingredient

Visa användningsområden = show area of use

Also, Klass 3 means that the product can be used by everyone, klass 1 and 2 means that the product can be used only by professional users in some cases needing special education.

4.1.5 Finland

Antifouling products are chemicals used to control the growth and settlement of fouling organisms (microbes and higher forms of plant or animal species) on vessels, aquaculture equipment and other structures used in water.

According to the amendment of the Chemicals Act (1198/1999), approval for antifouling products with either chemical or biological mode of action had to be applied for in Finland by the end of 2001. Thereafter only products for which applications had been made to the Finnish Environment Institute during 2001 or which have been approved according 28 § of the Chemicals Act may be placed on the Finnish market.

An application for approval had to be submitted to the Finnish Environment Institute before 1 January 2002 for any antifouling product that has been on the market in Finland or in some other EU Member State on 13 May 2000 and which is intended to be placed on the market in Finland after 31 January 2001. After the application has been submitted, supplying the Finnish market may continue until any other decision has been made by the Finnish Environment Institute.

Since 1 January 2002 it has been prohibited to place on the Finnish market antifouling products for which an application for approval was not been submitted before 1 January 2002. Approval for these products may be applied for later, according to the procedures given in 28 § of the Chemicals Act.

These transitional provisions are applicable during the 10-year transitional period (until 13 May 2010 at the latest), and in the case of a single product until a decision on the inclusion of the active substance(s) into an annex of the BPD has been made according to the Directive.

A list of antifouling products permitted on the Finnish market can be found at: www.environment.fi/legislation, permits>permits>chemicals requiring>authorisation of antifouling products.

4.1.6 The Netherlands

The Authority concerned with the registration of antifouling paints is the College voor de Toelating van Bestrijdingsmiddelen (Board for the Authorization of Pesticides), www.ctb-wageningen.nl. On this website you can choose to view the registered products, listed either by product name, registration number or biocidal product types (http://vti28.vertis.nl/portal/page?_pageid=33,47205&_dad=portal&_schema=PORTAL).

On this website is also a list of authorized active substances (http://vti28.vertis.nl/portal/page?_pageid=33,47211&_dad=portal&_schema=PORTAL). All the lists of registered products and chemical names are in Dutch. Inter alia Irgarol 1051, Diuron, Dichlofluanid and Zineb are permitted as antifouling biocides.

4.1.7 Malta

The importation, manufacture, sale, and use of antifouling products in Malta are regulated by the Pesticides Control Act, Cap. 430, www.maf.gov.mt/docs/laws_chp430.pdf. Responsibility for registration of antifouling products lies with the Pesticide Control Board within the Ministry of Agriculture www.maf.gov.mt/mafboards.htm. There is no online list of registered products.

4.1.8 Switzerland

Antifoulings of any type (biocidal and biocide free) may only be marketed in Switzerland if the manufacturer is in possession of a marketing permit. The department responsible for the issuing of permits is the Swiss Agency for the Environment, Forests, and Landscape, SAEFL (<http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/eng/>). When requesting a permit for antifouling paints the name of the product, full composition, intended use and method of application must be supplied. The company submitting the application must be domiciled or have an agency in Switzerland.

(Ordinance relating to environmentally hazardous substances, 9 June 1986)

The list of registered substances can be found at http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/eng/fachgebiete/fg_stoffe/recht/antifoul/index.html

4.2 United States

All biocidal antifouling systems used within the USA, imported or transported across state lines must be registered federally as well as within the states they are to be used. Registration of pesticide products is done federally by the Environmental Protection Agency. Within the EPA the Office of Pesticides, Antimicrobial Division, is responsible to the registration of these pesticide products. State government can implement more stringent restrictions and choose not to register paints that are registered federally if they are inclined to, but cannot change labelling requirements.

The law governing the management of antifouling paints in America is the Federal, Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act (FIFRA). The pesticide registration and classification procedures can be found in the electronic Code of Federal Regulations (CFR 152) at www.access.gpo.gov/ecfr. Most of the registered antifouling paints in America contain some form of copper as the primary active ingredient with some using Sea-Nine, Irgarol or Zinc Pyrithione as a co-biocide. Only antifouling systems that contain a biocide need to be registered with the EPA.

ZPT was registered by the U.S. EPA for use as an antifouling biocide in 1997. Copper pyrithione is not yet registered for use by the U.S. EPA, but a registration application has been filed. The manufacturer obtained U.S. EPA registration for Sea-Nine 211 in 1994 and this was the first organic biocide registered for use in antifouling paints within the USA.

The U.S. EPA registered Irgarol as an antifouling biocide in 1994. After the submission of additional ecological effects data and environmental fate data, 7 antifouling paints containing Irgarol were registered for use in the US.

Information concerning pesticide products registered federally (registration details and active ingredients) can be found at the Department of Pesticide Regulation in the Californian branch of the EPA at www.cdpr.ca.gov/docs/epa/epamenu.htm. In the Pesticide Product Database you can only search by PC code, product name, company name, or registration number, therefore it helps to know what products you are looking for. Information included in the database is the marketing company's details, registration date and active ingredients (with all alternative chemical and common names included).

California have had a heightened interest in the use of antifouling paints since some parts of San Diego Bay have been found to contain higher levels of dissolved copper than the state and federal standards allow. The University of California's Sea Grant Extension project is now trying to promote the use of non toxic antifouling products

through investigation of new biocide free antifouling systems and subsequent education of the target boating groups (www.seagrants.ucdavis.edu). The Regional Water Quality Control Board is currently carrying out analysis of the total maximum daily load of copper in the Shelter Island yacht basin and depending on the results of this study California may implement stricter rules concerning the use of copper-containing antifouling products in California.

More detailed information about pesticides registered for use in the USA is available by subscription to the National Pesticide Information Retrieval System (NPIRS), under the administration of the Center for Environmental and Regulatory Information Systems, Purdue University, Indiana (www.ceris.purdue.edu/npirs). Here you can access registered pesticide product information, the pesticide document management system, data submitters list, tolerance indexes, and the federal register archive.

All reports used or compiled by the EPA in the process of product registration are available through the Freedom of Information Office, with the exclusion of information designated as confidential by the manufacturing company involved.

4.2.1 US EPA Pesticide Assessment Guidelines related to antifouling products

(1) Efficacy data should be derived from testing conducted under conditions typical of actual or proposed use, or, where applicable, under controlled laboratory conditions which simulate actual use.

(2) The test substance should be the formulated product evaluated at various dosage levels including those dosage rates associated with its proposed use. It should be tested under all techniques intended to be used in applying the product.

(3) Data on the compatibility of the test substance with other sub-stances will be developed in accordance with OPPTS 810.1000 if the test substance will be used in sequence or with another substance.

(4) Data should demonstrate the effect of the test substance on various life stages of pests and other significant factors. The data should clearly establish the method of action of the test substance in repelling, destroying, or mitigating pests.

(5) The efficacy of the test substance should be established with reference to the applicable suggested performance standard.

(i) The suggested performance standards contained in the following guidelines are generally stated in terms of percent control, based on a comparison of treated organisms and untreated control organisms. In certain situations, the test substance may be evaluated in comparison to a product of known efficacy. Under some other circumstances, the performance standards are expressed as acceptable levels of damage.

(ii) The conditions under which the suggested performance standards apply are listed in the following guidelines. These performance standards are not intended to be absolute or inflexible.

(iii) An analysis of variance and multiple range tests or other appropriate statistical analysis should be conducted to determine the reliability of data, when a question of relative effectiveness occurs.

(6) Dose response data should accompany applicable site/pest crop combinations. The benefits such as increased yield, unblemished fruit, reduction in nuisance pest levels to be derived from each dosage rate to be registered for control of a particular pest should be clearly defined and reported. Dose response data for crops other than the pesticide site/pest combination will be considered if submitted and referenced.

4.2.2 Data required for registration of biocidal antifouling products include:

- Acute toxicology data on the formulated product
- Product chemistry data
- Chronic toxicology data on the active ingredient.
- Environmental fate data on the active ingredient
- Phytotoxicity data if risks are suspected to non-target plant species
- Fish and wildlife data, if applicable

4.2.3 Labelling requirements

There are 4 toxicity categories and a pesticide is assigned to a category based on its highest hazard potential. The Hazard indicators include Oral LD50, Inhalation LC50, Dermal LD50, eye effects and skin effects, physical and chemical Hazards. The substance is labelled with a signal word (danger; warning, caution) and precautionary statement for each hazard according to its respective category.

4.3 Canada

Import, sale and use of biocidal antifouling coatings in Canada is regulated under the Pest Control Products Act, administered by the Pest Management Regulatory Agency of Health Canada, www.hc-sc.gc.ca/pmra-arla/english/index-e.html. All antifouling paints must be registered with the PMRA and also must meet the required daily leaching rates if they contain copper.

Copper based antifouling can be used if the maximum daily release rate does not exceed 40 micrograms per square centimeter per day.

There is no online list of registered products, but this list, as well as information about registered pesticides, is available by contacting the Pest Management Information Service, a part of the PMRA. Contact details are www.hc-sc.gc.ca/pmra-arla/english/pdf/info/2002-e.pdf, Email: pmra_info@hc-sc.gc.ca, Ph: 1-800-267-6315 or outside of Canada +1(613)-736-3799

A new addition to the Health Canada is the ELSE label database and search engine. You can search for specific label information at www.eddenet.ca/4.0/4.0.asp

4.4 Australia

Registration of pesticide products is done federally through the Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority (formally the National Registration Authority) (www.apvma.gov.au). State government is responsible for controlling the use of these registered products. Twice a year the APVMA meets with state government representatives to discuss areas of concern in a registration liaison committee.

Registered product information is available through the PUBCRIS database on the APVMA website www.apvma.gov.au/pubcris/subpage/pubcris.html. In the PUBCRIS database you can search for company name, product name, active constituents, or host and pest organisms. Information available for each registered paint, active constituents, states registered, approved labels and packaging information.

Paints that do not require registration include silicone coatings, fibre flock coatings, and foul release surfaces.

In Australia cuprous oxide, cuprous thiocyanate and Thiram are registered but not yet fully assessed. Diuron was grandfathered into the present system but is currently undergoing review, to be completed 2004. Sea-Nine 211 was only recently registered and assessed.

Zineb is registered for agricultural and antifouling use.

Irgarol has been considered but not approved by the APVMA for use as an antifouling biocide. Chlorothalonil is presently registered for use as active ingredient but not yet fully assessed and Dichlofluanid has never been considered by the National Registration Authority for the use as antifouling biocide. Zinc pyrithione was only recently registered and assessed (2002).

The Antifouling Program is assisting with development of alternative antifouling products, education of the public and industry, and is cooperating with the NRA on assessment and registration of new antifouling products. For more information see www.ea.gov.au/coasts/pollution/antifouling/index.html

4.5 New Zealand

The body responsible for registration of antifouling products is the Agricultural Compounds and Veterinary Medicines Group within the New Zealand Safety Authority (www.nzfsa.govt.nz/acvm) but this is now changing. Hazardous Substances that were previously regulated under such as the Dangerous Goods Act 1974, the Explosives Act 1957, the Pesticides Act 1979, or Toxic Substances Act 1979, and were physically present in New Zealand on 2nd July 2001 are now to be regulated by the Environmental Risk Management Authority. All existing toxic substances used in New Zealand are now being transferred to the new Hazardous Substances and New Organisms legislative regime.

The HSNO act allows for the management of all of the hazards associated with manufactured or imported products by one authority, the ERMA. Registered antifouling paints are allocated classifications with regards to flammability, toxicity, ecotoxicity, identification, packaging, disposal, emergency management, tracking and approved handlers. Information of this type which is not available under current pesticide management systems must be provided in the transfer to the new system as any pesticides that can not be transferred will become illegal. Antifouling paints are expected to be transferred by November 2003, but until then will still be regulated under the old system.

The ACVM database of currently registered pesticides is still current and can be found on the internet at www.nzfsa.govt.nz/acvm/registers-lists/db-reg-px.htm. One can do a search specifically for antifouling paints and the database provides information on product name, formulation type, product type, name of licensee, active ingredients, content units of actives (g/l) and date of registration. Please note that in this database some paints are listed more than once where there is more than one

active ingredient. The ACVM group participate twice a year in the Registration Liaison committee, a meeting between the federal NRA and state government representatives in Australia. In this way Australia and New Zealand are able to Cooperate and provide perspectives on similar areas of interest or concern about pesticides or product registration within the Ag-vet industry.

4.6 ANZECC

Ministerial representatives from Australia, New Zealand and New Guinea, constituted the Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) (www.ea.gov.au/cooperation/anzecc), and although no longer active, authored "The Code of Practice for Application, Use, Removal and Disposal of Antifouling Paints" along with many other practical environmental documents. This code was put together by the ANZECC Maritime Accidents and Pollution Prevention Group within which are representatives from Australian and New Zealand government and private associations concerned with the issue of antifouling procedures. Fouling problems in Australia and New Zealand as well as current and alternative antifouling systems were reviewed in the preparation of the Code and implementation of its practices are required of all Australian shipping authorities and commercial vessels.

The ANZECC Code of Practice for Antifouling and In-water Hull Cleaning (in PDF format) can be found on the Environment Australia website www.ea.gov.au/coasts/pollution/antifouling/pubs/antifoulingcode.pdf

4.7 Hong Kong, China

Antifouling paints must be registered in Hong Kong and are controlled by the Department of Agriculture Fisheries and Conservation. Only pesticides that have been registered with the AFCD may be distributed or used within Hong Kong. Individual products need not be registered as long as they contain the registered active ingredients at the concentrations permitted. The permitted active ingredients, concentration limits and formulations are listed on the AFCD website. The 8 antifouling formulations registered for use in Hong Kong are as follows:

Copper (I) oxide [65%]
 Copper (I) oxide/4,5-dichloro-2-n-octyl-3(2H)-isothiazolone [40%/2%]
 Copper (I) oxide/Diuron [50%/5%],
 Copper (I) oxide/Zineb [65%/15%],
 Copper (I) oxide/Irgarol 1051 [50%/5%],
 Copper (I) thiocyanate/Diuron [30%/5%],
 Copper (I) thiocyanate/Irgarol 1051 [25%/5%],
 Copper (I) oxide/Zinc pyrithione [48.20%/4.29%]

TBT containing paints are strictly regulated and no person may import, supply, be in possession of, or use any TBT-based antifouling paint unless they have a valid permit issued by the Agriculture, Fisheries and Conservation Department.

Information regarding legislation and registration of antifouling paints (including list of registered antifouling formulations) can be found at www.afcd.gov.hk [Follow the links as follows: Public information > Plants and pesticides > Pesticides > Notes on antifouling paint].

4.8 China/India

There are no restrictions on the use of antifouling products.

4.9 Japan

There have been no registration procedures for non-TBT containing antifouling paints in Japan since 1986. Control of chemical products in Japan is done through the control of the active ingredients. The Law Concerning Examination and Regulation of Manufacture of Chemical Substances (LCERMCS) specifies certain antifouling actives for control and restricts tin compounds. There are 6 antifouling actives specified under LCERMCS. The 'specification' of a substance under this law allows the Ministry of Economy, Trade and Industry (METI) to monitor its usage and control its use if necessary. These and another 8 antifouling actives are also specified under the Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) which is correlative with the Toxic Release Inventory of the USA EPA (www.epa.gov/tri/), and allows for the tracking of the life of these chemicals in Japan.

Information about biocidal actives that are controlled under this system is available through the various websites of the METI, Ministry of Land, Infrastructure and Transport and the Ministry of Environment, but as yet this information is only accessible in Japanese. At the time of writing there is no way to access this information in English but in the future it is possible that this information may be available through the Japanese Paint Manufacturers Association, www.toryo.or.jp (pers. comm., Mr. Eiichi Yoshikawa of Chugoku Marine paints and the Marine Environmental Protection Committee, IMO)

4.10 South Korea

There is no authority registering antifouling paints in South Korea. Antifouling paint companies must provide certification of non-TBT containing product, through companies such as the Korea Register Office of Shipping or Germanischer Lloyd (classification companies).

TBT containing antifouling were banned for domestic vessels <25m in March 2000 and all TBT antifouling paints will be banned on all vessels in 2003. (pers.com. Kumkang Korea Chemical Company, Hamburg)

4.11 South Africa

Antifouling products must be registered with the National Department of Agriculture under the Fertilizers, Farm Feeds, Agricultural Remedies and Stock Remedies Act, 1947. Lists of registered pesticides can be found at www.nda.agric.za/ by selecting the link [Regulatory and Other Services> Agricultural Production Inputs] but at time of writing there were no antifouling products with current registration status. The NDA can be contacted at +27 12 319 6000.

(pers.com. NDA registrar)

5 Kritische Anmerkungen und Empfehlungen

Verschiedene Wissenschaftler(innen) von Forschungsinstitutionen und Universitäten wurden in Bezug auf kritische Anmerkungen und Empfehlungen zu den Wirksamkeitskriterien angesprochen. Im Folgenden sind die kontaktierten Behörden/Institutionen und Wissenschaftler(innen) aufgeführt:

Competent Authorities

Denmark
Danish Environmental Protection Agency
Helle Petersen

UK
Health and Safety Executive
Chris Walton
Mike Potts

Austria
Umweltinstitut des Landes Vorarlberg
Martin.Rinderer

The Netherlands
College voor de toelating van bestrijdingsmiddelen - CTB
Verkleij C.M.A.
Goewie C.E.

Finland
Finnish Environment Institute
Hannu Braunschweiler

Sweden
National Chemicals Inspectorate
Kurt Haglund <Kurt.Haglund@kemi.se>

Switzerland
Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Edward Back
Anna Waelty

U.S.A.
US Environmental Protection Agency
Jill Bloom

Australia
 Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority
 Ken Hoy

Experienced scientists

Australia
 Defense Science & Technology
 John Lewis

U.S.A.
 Naval Surface Warfare Center
 Haslbeck Elizabeth

Florida Institute of Technology
 Geoff Swain

The Netherlands
 TNO
 Dr. Job W. Klijnstra

Im Rahmen eines Treffen nach dem Internationalen Symposium zu biozidfreien Antifoulingbeschichtungen, welches im November 2003 in Osnabrück stattfand, wurden die vorgeschlagenen Wirksamkeitskriterien mit folgenden Wissenschaftler(inne)n diskutiert: G. Swain, FIT; E. Haslbeck, NSWC; J. Lewis, DST;;Doose, J., Arendt, H., Bundesmarine; Poremski, J., Schablowski, D. UBA; Urban, M. BAM; Daehne, B., Wiegemann, M., Watermann, B., LimnoMar.

Auf dem Treffen herrschte Übereinstimmung, dass die im Bericht unter Punkt 6.1.2 vorgeschlagenen ASTM-Methoden den CEPE- oder der Standards Australia-Methoden vorzuziehen sind. Im Hinblick auf dynamische Testverfahren wurde einstimmig eingeschätzt, dass diese auf Grund ihrer hohen technischen Aufwandes und ihrer hohen Kosten wie sie zur Durchführung der jeweiligen ASTM-Methoden notwendig sind, nicht empfohlen werden sollten. Einige Modifizierungen dynamischer Tests werden zurzeit dahingehend untersucht, ob sie möglicherweise in einigen Jahren standardisiert werden können.

5.1 CEPE Paint Manufacturers' Comments to Blue Angel Award Criteria Health and Environment

In addition a special meeting was held with the antifouling working group of CEPE on September 1, 2003 at the UBA in Berlin.

After the meeting CEPE submitted its basic objection, remarks and recommendations which are given below.

- Risk assessment should form the main basis for the award. The award should not only rely upon hazard criteria.

- Industry is uncertain if the Blue Angel Award will have an effect for commercial vessels. However niche market vessels might be a possibility such as smaller local ferries and perhaps the cruise ships market. The award is seen mainly for pleasure craft market.
- Products need to be as effective as non-awarded products. Otherwise the higher price will not be justified and pleasure craft owners will most probably not buy the products.
- Industry is uncertain if the award for A/F will be successful. A/F paints are not considered suitable for awarding compared to products for the decorative market.
- Experiences from Scandinavian countries show that product efficacy is extremely important for yacht owners otherwise “homemade paints” might be used. The following Swedish web page includes a discussion forum for the boat owners. www.marinan.com/klotterplanket/segel - search “bottenfärg”. The page is in Swedish. One of the recipes includes cayenne pepper mixed with penicillin! Another letter suggests using only toxic paints if you can get hold of them outside Sweden! Another suggests mixing copper powder and epoxy.
- Information on content of the substances that are classified in a product is found on the product MSDS. The information-trigger is according to EU legislation. The exact concentration is not revealed but ranges are given. This fulfils the requirement for notification procedure in certain countries for biocidal as well as non-biocidal paints.
- Information on concentration of preservatives is not necessarily found on product MSDS. The information-trigger is according to EU legislation. The exact concentration of preservatives or any other constituents can only be submitted under confidentiality agreements.
- Paint manufacturers have access to a certain level of information from the raw material suppliers. Information/ test results needed to classify the raw materials are not necessarily revealed to paint manufacturers. The raw material suppliers are responsible for the classification of their own products. The paint manufacturers usually relate to the classification before accepting the raw material for use in their products.
- If a substance is not on Annex 1 in Directive 67/548/EEC the supplier is required to self-classify their substance. Paint manufacturers do not have the detailed information, which forms the basis for the self-classification.
- Classification of substances is an ongoing process. Some substances are classified by EU and are to be found on the Annex 1. Other substances are at present self-classified but will appear on Annex 1 after EU evaluation either with the same or a different classification. Already EU classified substances might change classification after a re-evaluation process.

- Paint manufacturers are constantly evaluating raw materials. Substitution due to undesired properties is considered case by case. Many issues need to be discussed when substituting raw materials such as compatibility with other paint constituents, evaluation of change of performance etc. It may not always be possible to substitute right away. As it requires changes in paint formulation additional test packages need to be performed. In some cases substitution may show not to be possible.
- Paint manufacturers do not necessarily have detailed information on binders. Information to UBA can only be obtained through direct contact between UBA and raw material suppliers. This is often also the procedure when applying for registration in countries with regulatory schemes. The contact between the authority and the supplier is established by the paint manufacturer.
- The award criteria state that PB screening of erodable binders should be performed under relevant conditions. But what is “relevant conditions”? For commercial ships, it might be tropical water conditions as commercial vessels applied in Germany might never sail in cold German waters again.
- It is uncertain if all components of paint are degradable in seawater. Paint consists of up to 30 different components. Only limited results on degradability of these components are expected to be found. It is expected to be a considerable amount of work to test each component of the paint. REACH will uncover this problem.
- The criteria on substance risk phrases R50/53, R51/53, R50 or R53 will with the present products be difficult to fulfil.
- Authorities do not normally require TOC/DOC for A/F paint. A harmonised method on generation of a leachate has not yet developed.
- To our knowledge there are not yet any water-based silicones on the market.
- Non-biocidal coatings are not necessarily more environmentally friendly than biocidal coatings when seen in a full perspective. Both types of paint should be used for the applications where they are best suited otherwise the environmental draw back will be too large (increased fuel consumption, organic material from on site scraping, etc.).
- We are uncertain that the Blue Angel project on A/F paints will be a big success as it is very closely related to acceptable efficacy by the user.
- The paint industry is very much occupied with the Biocidal Products Directive at present and in the years to come. Performing tests and developing the documents for compliance verification for the award will be a time consuming task.
- Furthermore the new EU chemical legislation (REACH) will increase the information level and eliminate the most problematic substances based upon a risk assessment approach. This is a resource demanding process also for the

paint industry as downstream users. It should be seriously considered to await the entry into force of EU New Chemical Policy.

- The paint industry as such cannot commit to participate in the Blue Angel project. It will be up to each company to decide if they want to apply for the Blue Angel award. The decision will be based upon their own judgement of the market advantage.
- The aim in The Biocidal Products Directive (and other EU Directives) is to introduce uniform measures all over the European market region also for antifouling products. The paint industry finds that local initiatives like national eco labelling disturb the intentions of establishing uniform initiatives.

Comments to suggested biotests on leachate.

- The main comment to the paint leachate tests is that the leachate in the petri dish does not reflect what actually leaches from the paint.
- Of the 2 possibilities described in the set up proposed by Dr Watermann the best of the options will be to discard water every 24 hours and eventually measure after 216 hours as chances of chemical interference upon the leaching will be smaller. The formation of a biofilm seem to be more realistic but it is still far away from what actually happens on the paint film surface
- The overall comment is that the test method is not an accepted harmonised test method.

Comments to award criteria on efficacy

- The CEPE method is a generalised industry method and covers CEPE companies own internal standardised methods.
- The method is accepted under BPD.
- The method is accepted for data submissions to ex. UK, NL, BE, FI, S, US.
- The method is accepted for both pleasure crafts and commercial vessels. For commercial vessels the market regulates the efficacy.
- The CEPE method is sufficiently general to allow tests to be carried out by various institutions and organizations. It is, therefore, independent of one singular commercial organization. The test equipment can be purchased from more than one source

CEPE Paint Manufacturers are:

Akzo Nobel International Coatings, Jotun Paints, Sigma Kalon, Ameron, Chugoku and Hempel A/S

6 Empfohlene ASTM Standard Methoden

- D 6990-03 Standard Practice for Evaluating Biofouling Resistance and physical performance of marine coatings systems
- D 5618-94 Standard test method for measurement of barnacle adhesion strength in shear