

Auswirkungen Perspektiven Alternativen

22. September 2003

INTERBOOT, Messegelände Friedrichshafen

Antifouling Symposium 2003 >>>



Impressum

Herausgeber

Global Nature Fund
Fritz-Reichle-Ring 4
78315 Radolfzell

Kontakte

Global Nature Fund
Udo Gattenlöhner
info@globalnature.org
Tel.: +49 (0)7732-99 95 0
Fax: +49 (0)7732-99 95 88
www.globalnature.org

Bodensee - Stiftung
Wolfgang Pfrommer
Paradiesstraße 13
78462 Konstanz
wolfgang.pfrommer@bodensee-stiftung.org
Tel.: +49 (0)7531-90 98 30
Fax: +49 (0)7531-90 98 77
www.bodensee-stiftung.org

Redaktion und Gestaltung

Ekkehard Fuchs
Didem Sentürk

Druck

Bodensee Druckcenter

Titelfoto

Bodensee-Stiftung (Mitte)
Alfred Kärcher GmbH & Co. KG (links, rechts)

Bildnachweis

Global Nature Fund, Seite 7, 8
Bodensee-Stiftung, Seite 12, 14, 16, 17
Marine Tec, Seite 22
Alfred Kärcher GmbH & Co. KG, Seite 15, 23

Inhalt

1 Grußworte

1.1 Josef Büchelmeier, Oberbürgermeister der Stadt Friedrichshafen.....	05
1.2 Marion Hammerl, Präsidentin des Global Nature Fund (GNF), Radolfzell.....	05
1.3 Harald Jacoby, Geschäftsführer Bodensee-Stiftung, Konstanz.....	06
1.4 Hartmut Jenner, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG.....	06

2 Einführung

2.1 Udo Gattenlöhner, Geschäftsführer Global Nature Fund (GNF).....	07
2.2 Frank Schad, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG.....	08

3 Fachvorträge

3.1 Antifoulings am Bodensee - Überblick, Probleme und Alternativen. Wolfgang Pfrommer, Bodensee-Stiftung, Konstanz.....	10
3.2 Biozidfreie Antifoulings - Erfahrungen aus Praxistests und Perspektiven am Bodensee Dr. Hans-Luzius Studer, Internationale Wassersportgemeinschaft Bodensee (IWGB).....	13

3.3	Antifouling-Einsatz im Vergleich - Bodensee als Vorreiter oder Schlusslicht? Dr. Burkhard Watermann, LimnoMar, Hamburg.....	19
3.4	Reinigungstechniken für Unterwasserbeschichtungen. Dr. Matthias Hornemann, Forschung und Entwicklung, Alfed Kärcher GmbH & Co. KG.....	21

4 Zusammenfassung der Diskussion

5 Anhang

5.1	Teilnehmerliste	27
5.2	Anlagen	30

*J Büchelmeier***Josef Büchelmeier****Oberbürgermeister der Stadt Friedrichshafen**

Schon in 19. Jahrhundert spielte die Schifffahrt auf dem Bodensee eine Schlüsselrolle. Es gelangten immer leistungsfähigere Schiffe mit großer Kapazität an den See. Schon zu diesem Zeitpunkt wurden Methoden entwickelt, die von Muscheln und Algen bewachsenen Schiffsrümpfe freizuhalten, um die Wartungsintervalle der Farbanstriche zu verringern und den Widerstand bei der Fahrt abzusenken.

Heute sind sauberes Trinkwasser, ein gesundes und attraktives Badegewässer und eine intakte Seeuferzone Standortkapital der Region und der Stadt Friedrichshafen. Dies ist eine Verpflichtung für ganzheitlichen Gewässerschutz. Umfassender Gewässerschutz ist im Umweltleitbild der Stadt eine wichtige Zielsetzung. Friedrichshafen arbeitet bei diesen Bemühungen eng mit den Nachbargemeinden, Fachbehörden und Gremien auf kommunaler, regionaler und internationaler Ebene zusammen. Als größte Stadt am nördlichen Bodenseeufer ist sich Friedrichshafen in besonderem Maße ihrer Verantwortung für eine nachhaltige Entwicklung der Bodenseeregion bewusst.

Wir unterstützen deshalb seit vielen Jahren Projekte und Kampagnen der Bodensee-Stiftung und des Global Nature Fund im internationalen Living Lakes-Netzwerk. Ein Ergebnis dieser Zusammenarbeit ist das heutige Symposium, zu dessen Zustandekommen auch die Firma Kärcher, die Internationale Wassersportgemeinschaft Bodensee und die Neue Messe Friedrichshafen beigetragen haben. Ihnen allen danke ich für die fruchtbare Zusammenarbeit, die wir seitens der Stadt auch unter den derzeit schwierigen Rahmenbedingungen fortsetzen wollen.

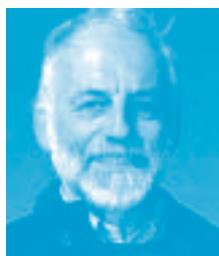
*Marion Hammer***Marion Hammer****Präsidentin des Global Nature Fund (GNF), Radolfzell**

Durch aktive Projektarbeit zum Schutz des Bodensees konnte der See in den 1970er Jahren vor dem Kollaps bewahrt werden. Es wurden enorme Anstrengungen unternommen, auch künftig die Qualität des Wassers zu erhalten und schädlichen Entwicklungen entgegenzuwirken.

Der Global Nature Fund, als international tätige Umweltstiftung, leistet seit seiner Gründung 1998 einen erheblichen Beitrag zum nachhaltigen Schutz des Sees. Als Gründungsmitglied des internationalen Netzwerks „Living Lakes“ konnte die Bodensee-Stiftung bereits eine Reihe von Aktionen zum nachhaltigen Schutz des Bodensees durchführen. Dabei ist die enge Kooperation mit den Nutzern der Gewässer, mit Wirtschaftspartnern und mit Forschungsinstituten eine Säule der Arbeit im Seennetzwerk. Neue Ideen zu diskutieren und Methoden zu erproben dient auch den Partnern in anderen Teilen der Welt.

Der GNF hat dabei eine wichtige Vernetzungsfunktion. Erkenntnisse und Erfahrungen beim Schutz einzelner Seen können oft auch für die weiteren Partnerorganisationen im Netzwerk methodisch und inhaltlich genutzt werden. Durch die enge Zusammenarbeit mit unseren Wirtschaftspartnern gelingen auch immer wieder neue Unternehmenskooperationen zum Schutz der Seen und zum Nutzen der Unternehmen. Dank der engagierten Arbeit unserer Partner aus der Wirtschaft ist uns ein großer Schritt in die richtige Richtung gelungen.

Grußworte



Harald Jacoby

Geschäftsführer Bodensee-Stiftung, Konstanz

Biozidhaltige Antifoulings wirken sich negativ auf die Wasserqualität aus. Hier müssen wir neue Wege gehen. Seit einigen Jahren werden biozidfreie Beschichtungen am Bodensee getestet. Die bereits erzielten Ergebnisse sind ermutigend, auch wenn noch viel Arbeit in die Entwicklung investiert werden muss.

Die am Bodensee tätigen Organisationen und Verbände nehmen bei der Entwicklung giftfreier Unterwasserbeschichtungen auf nationaler Ebene eine Vorreiterrolle ein. Die Bodensee-Stiftung, der Bodensee-Seglerverband und die Internationale Wassersportgemeinschaft Bodensee gehen dabei neue Wege.

Die im Jahre 1997 eingeführte Kampagne „Antifoulings für den Bodensee“ dient dazu, dass umweltgefährdende Unterwasserfarben durch ungiftige Beschichtungssysteme ersetzt werden. Das Antifouling-Symposium 2003 ist die Plattform, auf der die neuesten Erkenntnisse giftfreier Beschichtungssysteme vorgestellt werden. Dieses Symposium soll aufzeigen, wo die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen biozidfreier Anstriche liegen. Dabei stützen wir uns auf Ergebnisse von Plattentests und den Erfahrungen der Farben- und Reinigungsindustrie. Die Resultate des Antifouling-Symposiums 2003 auf der Messe in Friedrichshafen sollen nicht nur auf den Bodenseeraum beschränkt bleiben. Vielmehr ist die Übertragbarkeit auf andere Trinkwasserspeicher Ziel der Veranstaltung. Ich wünsche den beteiligten Experten einen regen Gedankenaustausch und viele zielorientierte Diskussionen.



Hartmut Jenner

Sprecher der Geschäftsleitung der Alfred Kärcher GmbH & Co. KG

Als ein weltweit führendes Unternehmen in der Reinigungstechnik fühlt sich Kärcher dem Thema Reinhaltung in jeder Hinsicht verpflichtet. Verantwortung für den Umweltschutz zu übernehmen ist deshalb eine Selbstverständlichkeit für uns.

Seit rund zwei Jahren unterstützt Kärcher das internationale Projekt Living Lakes des Global Nature Fund. Das Antifouling-Symposium am Bodensee bietet eine exzellente Möglichkeit, Erfahrungen zwischen Naturschutzorganisationen, Wassersportverbänden, Behörden, Wissenschaftlern und Unternehmen auszutauschen.

Unsere Experten nutzen gerne die Möglichkeit, ihr Know-how in Sachen Reinigungstechnik im Allgemeinen und Bootsreinigung im Besonderen einzubringen. Aus konkreten Problemstellungen lassen sich dann anwendungsnah Produkte und Verfahren entwickeln, welche dem jeweils neuesten Stand der Technik entsprechen.

Der Schutz der Ressource Wasser ist eine Aufgabe, der wir an Ende des Symposiums wieder ein Stück näher gekommen waren. Dazu möchte ich mich im Namen unseres Unternehmens bei allen Beteiligten herzlich bedanken!

2 Einführung

2.1 Udo Gattenlöher

Geschäftsführer Global Nature Fund (GNF)

Im Rahmen dieses vom Global Nature Fund und der Bodensee-Stiftung in Kooperation mit der Firma Kärcher und der Stadt Friedrichshafen veranstalteten Antifouling-Symposiums auf der INTERBOOT 2003 wollen die Veranstalter Experten und Interessierten die Möglichkeit geben, die Einsatzmöglichkeiten und Grenzen giftfreier Bootsanstriche auf dem Bodensee zu diskutieren. Außerdem möchten wir mit dieser Veranstaltung einen Schwerpunkt auf den Themenbereich „Angepasste Reinigungstechniken“ legen. Mit der Firma Kärcher aus dem schwäbischen Winnenden haben wir die erforderlichen Experten „ins Boot“ geholt.

Über 50.000 Boote und Schiffe sind auf dem Bodensee zugelassen, die meisten davon im Freizeitbereich. Im Laufe der Saison stellt sich auf dem so genannten Unterwasserschiff ein unerwünschter Bewuchs von Algen und Muscheln ein. Neben ästhetischen Nachteilen erhöht der Bewuchs am Rumpf der Boote auch den Wasserwiderstand. Dadurch wird die Geschwindigkeit reduziert bzw. der Kraftstoffverbrauch bei Motoreinsatz erhöht. Mit einer auf die Bootshülle aufgebrachten Beschichtung wollen Bootsbesitzer den Bewuchs reduzieren beziehungsweise ganz verhindern.

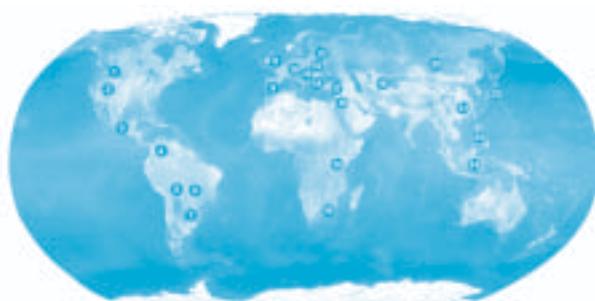


Bei einem großen Teil der auf dem Bodensee zugelassenen Boote werden noch giftige Unterwasseranstriche verwendet.

Ein großer Teil dieser im Handel unter der Bezeichnung „Antifoulings“ erhältlichen Beschichtungen enthält giftige Stoffe wie Herbizide, Fungizide oder

Kupferpulver, die unter der Bezeichnung Biozide zusammengefasst werden. Diese giftigen Zusatzstoffe sind problematisch für den Bodensee, der nicht nur eine beliebte Ferienregion ist, sondern auch mehr als 4,5 Millionen Menschen sauberes Trinkwasser liefert. Aus diesem Grund befürworten Naturschutzverbände schon seit vielen Jahren die Entwicklung und den Einsatz biozidfreier Bootsbeschichtungen. Und auch im Artikel 13 der Bodensee-Schifffahrtsordnung wird gefordert, dass „die Außenanstriche von Fahrzeugen und schwimmenden Anlagen so beschaffen sein müssen, dass sie das Gewässer nicht nachteilig verändern können“.

Das langfristige Ziel der Bemühungen ist der Beleg, dass mit einer geeigneten Kombination aus angepasster Reinigungstechnik und umweltfreundlichen Beschichtungen Freizeitboote ebenso gut sauber gehalten werden können wie mit gifthaligen Beschichtungen. Berücksichtigt man die kontinuierlich sinkende Nährstoffsituation im Bodensee muss den ungiftigen Bootsanstrichen langfristig der Vorzug gegeben werden - zum Schutz des Bodensees und unseres Trinkwassers.



Das ständig wachsende Living Lakes Netzwerk besteht derzeit aus 24 Partnerseen.

Der Bodensee ist Mitglied im Netzwerk Living Lakes, einer weltweiten Umweltinitiative zum Schutz der Seen und Trinkwasserreserven unserer Erde. Derzeit gehören 24 Partnerseen dem Living Lakes Netzwerk an, unter ihnen der bekannte Baikalsee in Sibirien, der afrikanische Victoriasee, das Tote Meer und der Biwasee in Japan.

Ziel der vom Global Nature Fund koordinierten globalen Umweltinitiative ist es, Wege zum wirkungsvollen Schutz der größten und wichtigsten Seen unserer Welt aufzuzeigen. Im Mittelpunkt steht die Übertragung funktionierender Umweltprojekte und prakti-

Einführung

scher Erfahrungen. Unter diesen Aspekten sind wir überzeugt, dass der Bodensee eine Vorreiterrolle bei diesen umweltfreundlichen Entwicklungen einnehmen kann und positive Erfahrungen vom Bodensee in die ganze Welt übertragen werden können.

English summary: Over 50,000 boats and ships are registered at Lake Constance, most of them recreational boats. During the boating season, unwanted marine growth of algae and mussels often occur on underwater ship hulls. To prevent or reduce the growth, many boaters use special coatings, the so-called antifoulings. Most antifouling paints contain toxic compounds, copper, herbicides, fungicides, also called biocide. Within the scope of the Antifouling Symposium which is organised by the Global Nature Fund and Bodensee-Stiftung (Lake Constance Foundation), in cooperation with the Kärcher company and the Town of Friedrichshafen, experts and interested people have the opportunity to discuss the application and limits of non-toxic biocide-free underwater paintings at Lake Constance.

Lake Constance is member of the network Living Lakes, a world-wide initiative for the protection of lakes and drinking water of the Earth. Currently 24 lakes are member in the Living Lakes partnership.

2.2 Frank Schad

Alfred Kärcher GmbH & Co. KG

Unterwasserbewuchs an Boots- und Schiffsrümpfen kann als eine Form von Verschmutzung betrachtet werden, wenn man einer einleuchtenden Definition von Schmutz als „Materie am falschen Ort“ folgt. Daraus ergibt sich schon fast von selbst die Bedeutung von Reinigungstechnik in diesem Zusammenhang und ein Motiv unseres Unternehmens, uns als Mitveranstalter an diesem Symposium zu beteiligen.

Das Unternehmen Kärcher widmet sich fast ausschließlich dem Thema Reinigung. Im Zuge dieser Spezialisierung Mitte der 70er Jahre hat es sich in den letzten drei Jahrzehnten von einem mittelständisch geprägten Maschinenhersteller zu einem weltweit tätigen

Konzern entwickelt. Dabei war und ist die Innovation einer unserer wichtigsten Wachstumsfaktoren. Wir sind geprägt vom Geist unseres Unternehmensgründers Alfred Kärcher, der ein typisch schwäbischer Erfinder und Unternehmer war. 1950 hat er den ersten europäischen Heißwasser-Hochdruckreiniger entwickelt und patentieren lassen. Der weltweit erste tragbare Hochdruckreiniger für Privathaushalte kam 1984 auf den Markt. Seit diesem Jahr ist der Reinigungsroboter RoboCleaner RC 3000 erhältlich, der selbstständig Teppichböden und Hartflächen reinigt. Fast zeitgleich wurde die berührungslose Autowaschanlage CHH 8000 vorgestellt, die allein mit Hochdruck, ohne Bürsten, und somit besonders lackschonend arbeitet.

Heute arbeiten bei Kärcher über 300 Ingenieure, Konstrukteure und Techniker an der Entwicklung neuer Produkte. Die Innovationskraft von Kärcher verdeutlicht eine Zahl: 70 Prozent unserer Produkte sind nicht älter als vier Jahre. Die Angebotspalette umfasst Hochdruckreiniger, Sauger und Dampfreiniger, Kehr- und Scheuersaugmaschinen, Kfz-Waschanlagen, Reinigungsmittel sowie stationäre und mobile Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung.

Als Reinigungsgerätehersteller hat Kärcher zu Wasser eine besondere Affinität. Wasser ist unser wichtiges Reinigungsmedium. Zahlreiche Anwendungen unserer Geräte sind mit diesem Element verbunden. Großen Wert legen wir dabei auf den schonenden Umgang mit dieser Ressource. So verbraucht ein Hochdruckreiniger im Vergleich zu einem Gartenschlauch bis zu 80 Prozent weniger Wasser. Durch Hochdruck können außerdem die meisten Verschmutzungen rein mechanisch und ohne den Ein-



Der Japanische Biwa-See wird jährlich von über 24 Millionen Menschen besucht. Übertragbare Modelle zum Gewässerschutz finden auch hier Anwendung.

satz von Reinigungsmitteln entfernt werden. Kärcher bietet darüber hinaus komplett Anlagen für die Behandlung von ölverschmutztem Abwasser und Trinkwasseraufbereitungsanlagen an. Sie machen aus schadstoffhaltigem Wasser aus Seen, Flüssen, Quellen und Brackgewässern einwandfreies Trinkwasser.

Ganz unabhängig von dem Geschäftsfeld, auf dem wir tätig sind, halten wir Umweltschutz für eine wichtige gesellschaftliche Aufgabe, zu der wir gerne unseren Beitrag leisten. 1996 wurde Kärcher als erstes Unternehmen seiner Branche nach der Umweltnorm DIN ISO 14001 zertifiziert. 2002 erhielten wir den Umweltpreis des Landes Baden-Württemberg im Bereich Industrie.

Seit rund zwei Jahren unterstützt Kärcher das Projekt Living Lakes des Global Nature Fund. Das ist eine Kooperation, von der wir in vieler Hinsicht profitieren, weil wir von Anfang an den Dialog und den Erfahrungsaustausch gesucht haben. Letztlich hat sie auch zu unserem Engagement in Sachen biozidfreie Antifoulingbeschichtungen geführt. Dafür, aber auch für die vielen Informationen sowie den aufschlussreichen und konstruktiven Gesprächen auf dem Symposium möchte ich mich bei allen Beteiligten herzlich bedanken.

English summary: Marine growth on underwater hulls can be considered as a kind of dirt. The company Kärcher mainly produces cleaning technology using water, and therefore has a special affinity to water. The company aims at developing water-saving equipment, because water will become scarce in the future. The Kärcher high pressure cleaners consume up to 80 % less water compared to hosepipe use. Additionally, high pressure removes mechanically almost all kinds of dirt from the surfaces - without using any cleaning agent. Kärcher also offers technology for cleaning oil-polluted waste and drinking water. Kärcher supports the Living Lakes project of the Global Nature Fund since two years.



3 Fachvorträge

3.1 Antifoulings am Bodensee - Überblick, Probleme und Alternativen

Wolfgang Pfrommer
Bodensee-Stiftung, Konstanz

Das Thema „Antifoulings für den Bodensee“ beschäftigt uns bereits seit vielen Jahren. Schon im Jahr 1994 diskutierten wir die Probleme und Alternativen bei einem Symposium im Rahmen einer Sonderschau „Wassersport und Umwelt“ während der INTERBOOT. Seither sind jetzt annähernd 10 Jahre vergangen. Stolz können wir sein, dass wir den Dialog zwischen Wassersportorganisationen, der Farbenindustrie und dem Gewässerschutz seither fast ununterbrochen gepflegt haben. Ernüchterung stellt sich aber ein, wenn man dagegen die sehr langsame Entwicklung zu mehr Gewässerschutz betrachtet.

Es ist also auch eine aus Umweltgründen logische Konsequenz, das Schiff vor Bewuchs zu schützen.

Was ist Bewuchs?

Doch was sind das eigentlich für „böse“ Lebewesen, die wir mit den Antifoulings verhindern wollen. Hier eine kurze, etwas plakative Darstellung der Lebensgemeinschaft auf dem Schiffsrumph und ihre Entwicklung.

Wenn das saubere Schiff im Frühjahr in den See gelegt wird, nutzen Bakterien und Pilze die neue Oberfläche, um sich daran locker anzuhafsten. Auf diesem „Biofilm“ wiederum siedeln sich zuerst einzellige, dann fadenförmige Grünalgen an. Einige dieser Grünalgen scheiden Kalk aus, der am Schiffsrumph eine dünne Kalkkruste bildet. Auf dieser meist gut haftenden Kruste können sich wieder weitere Algen und Muscheln ansiedeln. Erst die Fadenalgen und die Muscheln stellen jedoch die Bedrohung für den Schiffsrumph dar und verursachen die unerwünschten Bremseigenschaften.

Um die Fahreigenschaften des Schiffs über die komplette Saison zu erhalten, muss also nicht ein kompletter Bewuchsschutz gewährleistet werden, sondern



Grünalgen



Gekieltes
Moostierchen



Schalenamöbe

Zuerst möchte ich eine kurze Einführung in die Grundlagen der Thematik geben.

Schiffe, die während der Wassersportsaison oder auch darüber hinaus im Wasser liegen, werden von den Organismen im See als willkommenes Habitat besiedelt. Dieser Bewuchs entwickelt sich während der Liegezeit und beeinträchtigt das Schiff. Die Schiffseigner versuchen durch geeignete Maßnahmen diesen Bewuchs zu verhindern oder einzuschränken, um den Schiffsrumph von Schäden an der Oberfläche zu schützen. Der Bewuchs stellt auch eine erhebliche Beeinträchtigung der Ästhetik dar. Meist ist der Bewuchs dunkel und vermittelt den Eindruck eines ungereinigten, „dreckigen“ Schiffs. Letztendlich verringert der Bewuchs die Fahrgeschwindigkeit - bei Segelregatten ein nicht akzeptables Handicap - was bei Motorbooten oft durch höhere Leistungsabgabe der Motoren bei gleichzeitigem höherem Treibstoffverbrauch und größeren Umweltschäden kompensiert wird.

es genügt die Verkrustung der Oberfläche mit Kalkausscheidungen der Grünalgen zu verhindern, um weitgehend die Folgebesiedelung durch Fadenalgen und Muscheln einzuschränken bzw. zu erschweren. Allerdings ist der Biofilm als ästhetische Beeinträchtigung dann immer noch ein „Problem“.

Klassische Antifoulings

Den Farben zur Schiffsrumphbeschichtung werden normalerweise Giftstoffe - sogenannte Biozide - zugesetzt. Nachdem früher auch sehr giftige Stoffe wie TBT üblich waren, werden am Bodensee seit vielen Jahren nur noch Kupferpulver, Kupfersalze und organische Biozide eingesetzt. Bei allen Farben werden die Wirkstoffe im Laufe der Saison in das Gewässer ausgewaschen. Meist muss dann im Winterlager ein neuer Belag aufgetragen werden.

Wenn man diese klassische Methode des Bewuchsschutzes genauer betrachtet stellt man fest, dass der

Einsatz von biozidhaltigen Antifoulings einen vorsätzlichen Eintrag von Giften in den Trinkwasserspeicher Bodensee darstellt. Die klassischen Antifoulings geben ihre Wirksubstanzen mehr oder weniger langsam an ihrer Oberfläche an das Wasser ab. An dieser Grenzschicht zwischen Schiffsrumph und anhaftenden Organismen sollen sie ja gerade wirken und den Bewuchs abtöten.

Untersuchungen der Bodensee-Stiftung im Rahmen der Kampagne „Zukunftsfähiger Bodensee - Antifoulings für den Bodensee“ ergaben hohe Kupfer- und IRGAROL-Konzentrationen in den untersuchten Hafen-sedimenten. Die Rückstände übersteigen die Grenzwerte des vorsorgenden Gewässerschutzes. Bei notwenigen Baggerarbeiten in den belasteten Häfen ist daher eine teure Entsorgung des Baggersgutes notwendig. Uns sind bisher nur zwei Häfen am Bodensee bekannt, in denen die Kupferkonzentration durch geeignete Vorsorgemaßnahmen oder durch glückliche Umstände so gering waren, dass eine Verklappung des Baggersgutes im Bodensee erlaubt wurde. Die Hafenbetreiber und die Wassersportvereine konnten sehr viel Geld sparen und so die Segelsportler vor unnötigen Ausgaben verschonen.

Rechtliche Situation am Bodensee

Wer mit Giftstoffen hantiert und dies auch noch in einem Trinkwasserspeicher, der sollte auch die rechtliche Seite seines Tuns beleuchten. Am Bodensee regeln dies die Bodensee-Schifffahrtsordnung und die Richtlinien zur Reinhaltung des Bodensees. In den Richtlinien ist unter Art. 9.8 geregelt:

„Soweit nach dem Stand der Technik möglich, sind biozide Zusätze in Unterwasseranstrichen für Schiffe zu vermeiden.“

Es besteht also ein Vermeidungsgebot. Nur: Wer definiert den Stand der Technik in diesem Bereich? Ich glaube, die Untersuchungen des Bodensee-Seglerverbandes und der Bodensee-Stiftung stellen eine gute Grundlage zu dieser Definition dar.

Interessanterweise ist der Artikel in den Richtlinien erst kürzlich neu gefasst worden. Die ehemalige Fassung hat ein klares Verbot von Bioziden formuliert.

Die Novelle der Richtlinien stellt somit einen Rück-schritt im Gewässerschutz am Bodensee dar.

Die Biozid-Richtlinie der Europäischen Union definiert zukünftig den Einsatz von giftigen Zusätzen auch in Antifouling-Farben. Bisher wurden annähernd 60 Wirkstoffe als Antifouling-Zusätze notifiziert (Quelle: Europäisches Chemikalienbüro, freundlicherweise zusammengestellt von Dr. Rinderer, Umweltinstitut des Landes Vorarlberg, siehe Anlage 5). Damit nähert sich die EU dem schweizerischen Vorgehen des BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landwirtschaft) an, das bereits seit vielen Jahren eine Positiv-Liste der zugelassenen Antifouling-Farben herausgibt (siehe Anlage 7). In beiden Listen sind jedoch noch die gebräuchlichen Giftstoffe aufgeführt. Von vorsorgendem Gewässerschutz kann also keine Rede sein. Nach meinen Informationen können innerhalb der EU auch schärfere Regelungen und Biozid-Verbote erlassen werden, wenn wie am Bodensee die Gewässer der Trinkwassergewinnung dienen.

Moderne Methoden des Bewuchsschutzes

Wie bereits erwähnt, ist eine Bewuchskontrolle auch dadurch möglich, dass die Entwicklung einer normalen Lebensgemeinschaft am Schiffsrumph kontrolliert, gebremst und verhindert wird.

Eine Schlüsselrolle haben dabei die kalkaus-scheidenden Grünalgen. Verhindert eine Beschichtung die Ausscheidung des Kalks oder dessen Anhaftung am Schiffsrumph, kann der Bewuchs sich nicht fest anhaften. Dieser lockere Bewuchs reißt dann bei Fahrt durch das vorbeiströmende Wasser ab oder kann durch

einfache Reinigung während der Saison immer wieder abgerieben werden.

Entwicklungsziel der Farbenindustrie ist also eine Farbe, deren Konsistenz oder Oberfläche eine feste Anhaftung des Biofilms und der darauf folgenden Lebewesen verhindert. Die ersten Entwicklungen setzen dabei auf oberflächenaktive Substanzen. Bewährt haben sich bisher PTFE-Zusätze und Silikonfarben.

Fachvorträge

Eine weitere Möglichkeit sind sehr harte und robuste Beschichtungen, die auch mit „schwerem Gerät“ gereinigt werden können.

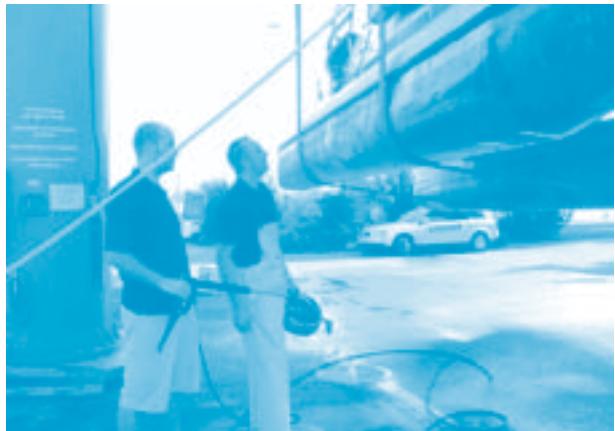
Eine Besonderheit stellen die selbsterodierenden/selbstpolierenden und die hydroviskosen Farben dar. Hier verändert sich die Konsistenz der Farbmatrix, sie wird weich, schleimig und reißt mit dem Bewuchs bei Fahrt ab. Allerdings löst sich die Farbe im Laufe der Saison auf, die Farbpartikel gehen ins Wasser. Ein weiteres Problem entsteht dadurch, dass diese Farben nicht mechanisch zu reinigen sind, da sowohl Bürste, als auch Hochdruckwasserstrahl oder Schwamm die Farbe abtragen.

Experimente gibt es auch mit elektrisch leitenden Beschichtungen, Mikrofasern, dem „Lotuseffekt“ und anderen physikalischen Wirkmechanismen.

Bei allen diesen Neuentwicklungen wird der Bewuchs nicht direkt abgetötet, sondern ihm wird das Leben am Rumpf erschwert.

Entwicklungen am Bodensee

Trotz vermeintlich unterschiedlicher Positionen waren sich Umweltschützer und Wassersportler recht schnell einig, alles Notwendige zu unternehmen, um möglichst von Bioziden im Wassersport abzukommen. Bewährt hat sich bisher die Methode, neue Farben erst auf Platten zu testen. Dabei werden die Farben auf Kunststoffplatten aufgetragen und an verschiedenen Häfen am Bodensee dem Bewuchs ausgesetzt. Während der Saison werden die Platten begutachtet. Mitte Oktober analysieren Limnologen den Bewuchs und stellen die Abstoßungswirkung und die Reinigungsfähigkeit der Beschichtung fest. Sind Farben bei



Bewertung und Bewuchskontrolle an Schiffen zeigen die Praxistauglichkeit von Antifoulings.

diesem Plattentest erfolgversprechend, werden die Versuche im darauffolgenden Jahr wiederholt. Parallel werden Schiffe mit den Farben beschichtet. Hier soll sich die Praxistauglichkeit im normalen Sportbetrieb zeigen. Nach Ende der Saison werden die Schiffe konventionell, meist mit Hochdruckreinigern gereinigt und so die Bewuchskontrolle bewertet. Selbstverständlich werden die Farbenhersteller kontinuierlich von den Zwischen- und Endergebnissen unterrichtet. In dieser engen Zusammenarbeit können die Farben auch nach den Anforderungen der Wassersportler und der Gewässerschützer weiterentwickelt und verbessert werden.

Herr Dr. Studer von der Internationalen Wassersportgemeinschaft Bodensee wird im Anschluss an mein Referat über die Ergebnisse dieser Tests aus den vergangenen Jahren berichten. Vorwegnehmend will ich ihnen verraten, dass immer wieder Probleme bei der Reinigung der sonst vielversprechenden Beschichtungen auftreten. Gerade die hydroviskosen und selbsterodierenden/selbstpolierenden Farben lassen sich nicht oder nur unzureichend während der Sommermonate reinigen. Früher konnten die Sportler das Bad im See nutzen, um einmal kurz den Wasserpass - die Grenzschicht an der Wasseroberfläche - abzubürsten. Bei den weichen Farben schwimmt die Person dann in einer farbigen Wolke aus abgelöster Farbe. Dies ist nicht nur unangenehm, sondern auch aus Sicht des Gewässerschutzes unerwünscht. Aus diesem Grund haben wir uns auch sehr stark um härtere und damit reinigungsfähige Alternativen bemüht. Inzwischen gibt es Farben, die auch eine einfache Reinigung im Sommer ohne Wirkungsverlust zulassen. Bei diesen Farben



Untersuchung von unterschiedlichen Antifoulings durch Plattentests im Hafen.

scheint es auch möglich zu sein, durch kurzes Auskralen mit Hochdruckreinigung den Bewuchs vollständig abzuspülen und so eine dauerhafte Besiedelung durch Algen und Muscheln zu verhindern. Aus diesem Grund wurde mit den Profis von Kärcher eine engere Kooperation gesucht. Dr. Horne mann ist einer der wenigen Experten für mechanische Schiffsreinigung. Erste Pilotversuche zeigen, dass eine Kombination von oberflächenaktiven Substanzen in der Beschichtung oder Hartbeschichtungen mit einer angepassten Reinigungstechnik die erfolgversprechende Strategie bei der Suche nach giftfreien Alternativen für den Wassersport auf dem Bodensee, aber auch auf vielen anderen Gewässern, möglich ist. Wir wollen diesen Weg gemeinsam weiter beschreiten - zum Schutz der Gewässer und zur Weiterentwicklung eines umweltorientierten Wassersports.

English summary: *Foulings develop in several steps: bacteria and fungi settle on the surface of the boat, green algae colonise this „biofilm“ and segregate lime, allowing different algae and shells to settle on top of it. This natural cover causes a severe speed loss and increasing fuel consumption.*

Common antifoulings contain biocides, which emit toxins into the water, e.g. copper and IRGAROL. The legal situation at present still allows to use these coatings, despite the existence of the „law of avoidance“. More rigorous laws are needed to preserve the quality of Lake Constance as drinking water reservoir.

Modern methods of controlling foulings include non-biocide coatings preventing the development of biofilm. PTFE-additives and silicone-paints have proved to be of value. New coatings are being tested in Lake Constance and analysed by scientists.

3.2 Biozidfreie Antifoulings - Erfahrungen aus Praxistests und Perspektiven am Bodensee

Dr. Hans-Luzius Studer

Internationale Wassersportgemeinschaft Bodensee (IWGB)

Frühzeitig haben die Wassersportler am Bodensee begonnen, sich mit der Frage der Unterwasserfarben zu befassen. Bereits 1985 zeigten erste Untersuchungsberichte die negativen Folgen von erhöhten Konzentrationen von organischen Zinnverbindungen auf. Jahre vor dem Inkrafttreten entsprechender Verkaufsverbote haben wir durch aktive Aufklärungsarbeit bewirkt, dass Werften und Bootsläden auf neue, unbedenklichere Produkte umgestellt haben. Das nachfolgende Referat geht auf die Haltung der Wassersportler, ihre Erfahrungen, Wertungen und speziell auf ihre praktische Arbeit im Bereich der Unterwasserfarben ein, selbst auf die Gefahr hin, Spezialisten streckenweise zu langweilen.

Die Notwendigkeit eines Unterwasseranstrichs

Jahrhundertealte Erfahrung binnens und buten zeigt, dass der Unterwasserbereich von Schiffen gegen Bewuchs bzw. Besiedelung durch Flora und Fauna geschützt werden muss. Ein Unterwasserschiff ohne wirk samen Schutz setzt Bewuchs an und nimmt auf die Dauer Schaden; diese Erfahrung gilt besonders für Holzrumpfe. Doch selbst Kunststoff- und Metallrumpfe werden auf die Dauer angegriffen, wenn sie nicht ausreichend geschützt sind und/oder über längere Zeit nicht gereinigt werden. Es entspricht ebenso dem Stand der Erkenntnis, dass Art und Aggressivität des Bewuchses durch die spezifischen Voraussetzungen im entsprechenden Gewässer bestimmt werden. Ein sehr nährstoffarmer See mit relativ tiefen Wassertemperaturen, wie dies z.B. der schweizerische Walensee darstellt, bedingt einen merklich moderateren Schutz als ein tropisches Gewässer, in welchem

- * hohe Wassertemperaturen,
- * hoher Mineralgehalt, insbesondere Salz,
- * resistente und teils sehr aggressive Fauna und Flora

Fachvorträge

ein ungeschütztes Unterwasserschiff in kürzerer Zeit angreifen können. Die wohl schadenträchtigsten Lebewesen in dieser Art von Habitat sind Bohrmuscheln, welche die Bordwand in absehbarer Zeit durchdringen können. Kein Wunder, dass die Unterwasserschiffe früherer Generationen von Fahrzeugen mit Kupferblechen oder speziell giftigen Stoffen wie z.B. Bleimenningen geschützt wurden.

Erfreulicherweise ist heute der Bewuchs im Süßwasserambiente des Bodensees geringer und bedeutend weniger aggressiv, insbesondere deshalb, weil in den letzten Jahrzehnten der Nährstoffgehalt des Wassers aufgrund der umfassenden baulichen Maßnahmen (hoher Grad der Abwasserfassung) und der Substitution eutrophierender Stoffe erheblich reduziert worden ist. So ist z.B. gegenüber der Mitte der Siebzigerjahre der Phosphatgehalt auf ein Sechstel abgebaut worden. Diese Entwicklung bringt es mit sich, dass der Einsatz weniger wirksamer Anstriche in Betracht gezogen werden kann. Unsere Beobachtungen zeigen im Weiteren, dass innerhalb des gleichen Gewässers unterschiedliche Bewuchsverhältnisse herrschen können. Primäre Ursache scheinen die Erneuerungsrate des Wassers und die Strömungsverhältnisse zu sein. So finden wir in den durch lange Kanäle mit dem See verbundenen Häfen (z.B. Hard, Fussach und der Lauf des Alten Rheins) stärkeren Bewuchs als z.B. im Konstanzer Trichter.

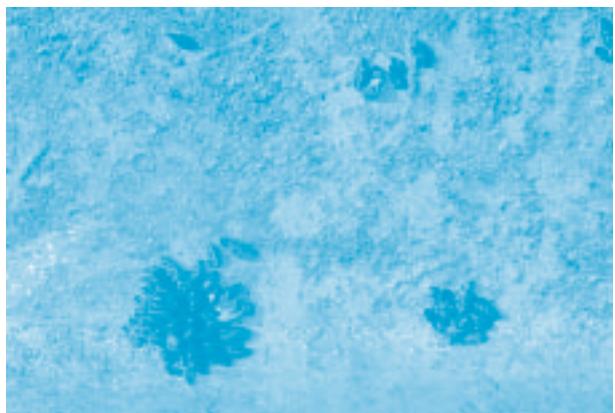
Allerdings treten zuweilen neue, ernst zunehmende Faktoren auf. Seit Jahren bereiten uns die Dreikantmuscheln Sorgen; diese setzen sich an weniger wirksamen Anstrichen fest. Neben der Reduktion der Fahrgeschwindigkeit ist die kritischste Wirkung das Verstopfen von Ansaugöffnungen für Kühlwasser, was in Einzelfällen zu kostspieligen Schäden an der Motoranlage führen kann.

Welche Anforderungen stellen die Wassersportler an den Unterwasseranstrich?

Der Bootseigner ist in erster Linie daran interessiert, dass der Unterwasseranstrich einen Schutz des Bootes vor Beschädigungen des Rumpfes durch Bewuchs gewährleistet. Diese Gefahr ist am Bodensee jedoch weniger relevant, sofern das Schiff einmal im Jahr ausgewassert und dabei ausreichend gereinigt wird. Schiffe, die jahrelang im Wasser belassen werden und dabei salopp gesagt „vergammeln“, können für unse-

re Betrachtung und für die Wahl geeigneter Farben kein Maßstab sein.

Der Unterwasseranstrich soll im Laufe der Saison den Bewuchs in tolerablen Grenzen halten, d.h. die Fahrgeschwindigkeit des Bootes soll durch den Bewuchs nicht allzu stark reduziert werden. Bei einem Fahrzeugschiff mit dem heute weit verbreiteten Anstrich auf Kupfer- und Teflonbasis kann der Unterschied bei ca. 3 Windstärken durchaus einen Knoten Fahrt betragen. Dies mag für einen Fahrzeugschiff noch tolerabel sein. Ein stärkerer Bewuchs würde jedoch mindestens als lästig empfunden.



Bewuchsprobleme am Bootsrumpf mit Mikroorganismen, Algen, Kalk und Muscheln.

Andere Maßstäbe stellen ambitionierte Regattasegler, für welche eine Fahrzeugeinbuße dieser Größenordnung keinesfalls diskutabel ist. Transportable Regattashiffe werden per Anhänger zum Startplatz gefahren und nach den Wettfahrten wieder ausgewassert, so dass sich kaum Bewuchs bilden kann. Bei permanent eingewasserten Regattashiffen hilft vor wichtigen Regatten lediglich das Auswassern am Kran und die Reinigung mit einem Hochdruckgerät. Die Unterwasserfarbe soll dabei so beschaffen sein, dass sie auch nach mehrmaligem Auswassern und Hochdruckreinigen im Laufe einer Saison noch eine ausreichende Schichtdicke behält und dadurch der bremsende Effekt von Bewuchs in engen Grenzen gehalten wird. Diese Anforderungen werden wohl am ehesten durch Hartantifoulings erfüllt. Übrigens: Manfred Curry hat vor mehr als fünfzig Jahren empfohlen, diese Reinigung jeweils ca. 3 Tage vor der Regatta durchzuführen, da sich innerhalb dieser Zeit eine gallertartige, widerstandssame Schicht bilde.

Bei Motorbooten äußert sich der Bewuchs in einer reduzierten Fahrgeschwindigkeit bei einer gegebenen Drehzahl. Falls der Bewuchs zu stark wird, besteht in einzelnen Fällen wohl die Tendenz die Maschinenleistung zu erhöhen, um die gewohnte Fahrgeschwindigkeit zu erreichen. Auch bei dieser Bootskategorie sollte deshalb der Anstrich den Bewuchs in sinnvollen Grenzen halten.

Schlussendlich sollten alle Schiffstypen beim Auswassern mit sinnvollem Zeitaufwand und angemessenen Kosten am Kran gereinigt werden können; Zeitbelegung von Kran- und Hochdruckanlage kostet Geld. Im Weiteren ist es keinesfalls erwünscht, dass im Winterlager das Unterwasserschiff komplett nachgeschliffen werden muss, weil sich der Bewuchs aufgrund eines ungeeigneten Anstrichs durch Hochdruckreinigung unzureichend entfernen lässt. Dies betrifft in erster Linie die stark kalkhaltigen Rückstände der Grünalgen, die auf den heute üblichen Anstrichen durch Hochdruckreinigung leicht entfernt werden können.

Mechanische Alternativen zu wirksamen Antifoulings

In den vergangenen Jahren sind diverse Alternativen genannt worden, die anstelle von Antifoulings eingesetzt werden könnten. So wurde über Projekte mechanischer Waschstellen im Hafenbecken mit Bürstensystemen berichtet, mittels welchen das Unterwasserschiff ohne Auswasserung periodisch gereinigt werden könnte. Ob man bei Einsatz dieses Systems ohne Anstrich auskommen würde, ist weniger wahrscheinlich. Diese Lösung ist auch in einer weiteren Hinsicht noch nicht ganz ausgegoren. Bei der heute üblichen Reinigung am Kran anlässlich des Auswasserns fließen die Rückstände von Anstrichen in die Kanalisation und von da in die Abwasserreinigungsanlagen; bei einer mechanischen Reinigung im Wasser würden diese Rückstände ins Hafenbecken fließen, was wohl kaum erwünscht wäre. Als Kosten pro Reinigung wird in Literaturstellen eine untere Grenze von 50 GBP, d.h. ca. 100 EURO angegeben.

Als weitere Alternative wurde ein- oder mehrmaliges Auswassern und landgestütztes Reinigen während der Saison vorgeschlagen. Aufgrund der hohen Kosten für die Benützung von Kran und Hochdruckanlage ist auch diese Lösung kaum realistisch; ein- oder mehrmals pro Saison 75 bis 150 EURO für diese Dienstleistun-

gen zu bezahlen, ist unzumutbar. Zudem müsste am Wochenende wohl mit langen Wartezeiten am Kran gerechnet werden. Es gibt genügend andere, neue Belastungen und Auflagen, welche das Bootfahren für die Durchschnittsfamilie laufend und schmerzlich verteuern und komplizieren.



Reinigung des Unterwasserschiffs an Land mit Hilfe von Hochdruckreiniger.

Eine neuere Lösung sind Hebeanlagen, mittels welcher die Schiffe am Liegeplatz nach der Benützung aus dem Wasser gehoben werden können, so dass sich nur während der Zeit ihrer Nutzung, nicht aber während der Liegezeit, Bewuchs bilden kann. Beispiel: Hafen Meichle & Mohr in Kressbronn. Nachteile dieser Lösung sind einerseits die Kosten der Anlage und andererseits die Tatsache, dass diese Liegeplätze durch Gastboote im Regelfall nicht belegt werden können. Es ist bekannt, dass Inhaber solcher Slipplätze selbstverständlich in anderen Häfen Gastplätze beanspruchen. Aus der Sicht des Fahrtenskippers ist diese künstliche Reduktion der verfügbaren Gastliegeplätze alles andere als wünschenswert.

Fachvorträge

Sind biozidfreie Antifoulings eine gangbare Alternative?

Die Bodensee-Stiftung und der Bodensee-Segler-Verband (bsvb) haben seit einigen Jahren Empfehlungslisten der auf dem Markt als biozidfrei angebotenen Produkte erstellt und publiziert. Nüchtern gesagt haben diese Aktionen jedoch wenig Erfolg gezeigt. Der Grund ist wohl darin zu suchen, dass wir bisher noch keine gesicherten Aussagen über das Praxisverhalten der empfohlenen Produkte abgeben konnten. Erst wenn es uns gelingt, durch ausreichende Versuche nachvollziehbare Erfahrungen zu publizieren und für die empfohlenen Produkte einen konkreten Eignungsnachweis zu erbringen, ist mit einer positiven Reaktion zu rechnen. Im Frühling 2003 haben wir einer Pressemitteilung in der „Yacht“ entnommen, dass das Institut LimnoMar in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Segler-Verband (DSV) zur Erreichung dieses Ziels ein Gütesiegel für geeignete biozidfreie Antifoulings vorbereitet. Dr. Waterman wird uns in seinem Referat zweifellos Neuigkeiten bringen können. Mit Ausnahme der 1998 durch den DSV angeregten Plattenaktion bestanden damals noch keine weitergehenden Ansätze zur Eignungsüberprüfung der neuen, als biozidfrei angebotenen Unterwasseranstriche. Die Wassersportverbände am Bodensee mussten deshalb einen eigenen Weg suchen, um die Voraussetzungen für eine zukünftige Substitution zu schaffen. Wir wollten einen Weg finden, um geeignete Produkte identifizieren und sie auf der Basis handfester Eignungsnachweise zur Verwendung empfehlen zu können. In der Folge sind unsere Überlegungen und Aktivitäten kurz nachgezeichnet.

Im damaligen Zeitpunkt stellten silikonbasierte Produkte auf den ersten Blick eine interessante Alternative dar. Sie nutzen den stark abweisenden Effekt des Silikons, und ihre Promotoren stellten in Aussicht, dass der Anstrich nur alle fünf Jahre erneuert werden müsste. Neben den hohen Kosten des Produkts selbst ergibt sich für den Bootseigner jedoch auf den zweiten Blick eine Hemmschwelle, die wohl in den bekannten Nebeneffekten dieses Stoffs begründet ist:

- * Zum einen sind Silikonprodukte nicht mit den heute verwendeten Farbsystemen kompatibel. Dies bedingt, dass das Unterwasserschiff vollständig abzuschleifen und mit einer Vielzahl von Schichten neu aufzubauen ist, bevor Silikon aufgetragen wer-

den kann - ein großer Aufwand an Freizeit und Geld.

- * Zum anderen schreckt der Freizeitskipper aufgrund des aktuellen Kenntnisstandes davor zurück, auf seinem Boot Silikonprodukte zu verwenden. Diese implizieren den großen Nachteil, dass sich Silikonreste kaum mehr entfernen lassen. Eine Neu-lackierung ist deshalb nur mit großem Aufwand an Zeit und Geld zu realisieren.
- * Nicht zuletzt wird eine Silikonbeschichtung bei der Fahrt vom Winterlager zum Hafen durch die Auflageflächen des Trailers und danach durch die Kran-gurte beschädigt.

Ein erster Versuch mit einem Silikonprodukt auf einem behördlich eingesetzten Maschinenfahrzeug wurde wegen fehlender Eignung abgebrochen. Auf Vermittlung unserer Wassersportverbände hat es der Eigner eines als schwimmendes Klassenzimmer eingesetzten Motorschiffs übernommen, einen mehrjährigen Praxisversuch durchzuführen. Wir werden dieses Experiment aufmerksam verfolgen und eigene Versuche durchführen, sobald dies aufgrund der Erkenntnisse sinnvoll erscheint. (Nachtrag: Im Herbst 2003 hat sich gezeigt, dass sich auf diesem Schiff im Bereich der Wasserlinie Blasen ergeben haben. Sofern es nicht gelingt, diesen Bereich zu sanieren, ist mit einer ganzflächigen Ablösung zu rechnen.)

Das Marktangebot umfasst aber auch eine Reihe von Produkten, die ohne neuen Farbaufbau auf einen bestehenden Epoxy-Aufbau aufgebracht werden können und deshalb die bei Silikonprodukten bestehende Hemmschwelle nicht produzieren. Aus der Sicht der Überlegung, dass solche Produkte schneller zu einer Substitution führen können, haben sich die Wasser-



Plattentests eignen sich hervorragend zur Bewuchsermittlung auf verschiedenen Anstrichen.

sportverbände in ihren Versuchen auf diese Gruppe konzentriert. Diverse Vereine (Fliesshorn, Konstanz-Staad und Konstanz) haben 1998 eine erste Initiative ergriffen und im Zusammenhang mit einer Aktion des DSV einen Plattentest durchgeführt, der durch LimnoMar in Hamburg ausgewertet wurde. Dieser Versuch wurde durch die Wassersportverbände aufgegriffen und im Jahre 1999 an 11 verschiedenen Stellen des Bodensees wiederholt. Die Auswertungen durch LimnoMar, die professionell dokumentiert sind, haben gezeigt, dass einige wenige der damals geprüften Produkte diskutable Eignungsansätze zeigten.

Auf der Grundlage der Testergebnisse haben in den Jahren 2000 bis 2003 Funktionäre von bsvb und IBMV praktische Eignungstests auf ihren Booten durchgeführt und bei dieser Gelegenheit rund 10 damals verfügbare bzw. zwischenzeitlich neu angebotene Produkte geprüft, teilweise in Form von Probeflächen und teilweise als vollständiger Unterwasseranstrich. Die Resultate reichten von völlig ungeeignet bis gut (siehe Anlage 4, Praxiserfahrungen mit biozidfreien Unterwasseranstrichen).

Zu den gezeigten Resultaten sind korrekterweise einige Vorbehalte anzubringen. Bei der Wahl der Produkte haben wir uns auf die Rezepturangaben der Hersteller verlassen, d.h. wir haben keine eigenen chemischen Analysen veranlasst und sind somit nicht der Frage nachgegangen, ob die verwendeten Produkte tatsächlich biozidfrei sind. Zum anderen haben wir wohl versucht, den unterschiedlichen limnologischen Verhältnissen im Bereich des Bodensees durch die Wahl der Stationierungs- und Einsatzreviere, aber auch bezüglich der Nutzungshäufigkeit der Versuchsträger Rechnung zu tragen; die Anforderungen eines wissenschaftlich korrekten Samplings haben wir jedoch kaum erfüllt. Trotzdem konnten wir feststellen, dass in Bezug auf die Praxiseignung der geprüften Produkte markante Unterschiede bestehen.

Wie geht es weiter?

Im Sinne einer Vertiefung der gewonnenen Erkenntnisse haben wir anfangs dieses Jahres das Institut für Seenforschung Langenargen angesprochen. Das Institut hat sich freundlicherweise bereit erklärt, uns im Rahmen einer neuen Aktion durch eine Analyse von rund 40 an unterschiedlichen Stellen des Sees ausgebrachten Platten zu begleiten. Die Spanne der für die-



Ratgeber für Bootsbesitzer „Antifoulings für den Bodensee“ (2000), Bezug über Bodensee-Stiftung.

sen Versuch gewählten Farben umfasst bisher geprüfte Produkte mit sinnvollen Eignungsansätzen, aber auch neu angebotene Farbtypen. Die Platten werden Mitte Oktober ausgewassert und nach Langenargen zur Untersuchung gebracht. Für das nächste Jahr studieren wir gemeinsam technische Lösungsmöglichkeiten, um Platten zerstörungsfrei an Schiffen anzubringen und damit den Nutzungseffekt mit einzubeziehen. Ziel aller dieser Anstrengungen in Form von Freizeiteinsatz und Geldmitteln ist es, biozidfreie Produkte identifizieren zu können, die dem Standard der heute üblichen Farben praktisch entsprechen.

Ich erlaube mir an dieser Stelle, den bisher mit uns kooperierenden Stellen für ihre Unterstützung zu danken:

- * der Bodensee-Stiftung für die gemeinsame Zusammenstellung und Publikation der verschiedenen Jahrgänge von Broschüren „Antifoulings für den Bodensee“ und Empfehlungslisten,
- * den Farbherstellern für die bisherige Zusammenarbeit in der Praxisüberprüfung ihrer Produkte, in Verbindung mit der Bitte, uns zukünftig direkt über verbesserte oder neue Farbtypen zu informieren,

Fachvorträge

- * dem Institut für Seenforschung in Langenargen für seine Bereitschaft, unser Programm zukünftig durch Analysen und Beurteilungen zu unterstützen.
- * das Vorliegen konkreter Nachweise im Sinne von Art. 13.10 Zif. 6 der Bodensee-Schifffahrts-Ordnung, dass das Gewässer „nachteilig verändert“ wird.

Art. 13.10 Zif. 6 Gewässerschutz der Bodensee-Schifffahrtsordnung

Die Außenanstriche von Fahrzeugen (...) müssen so beschaffen sein, dass sie das Gewässer nicht nachteilig verändern können.

Nicht zuletzt sind wir dem BUWAL dankbar, dass es für den Yachthandel und die Bootseigner im Rahmen der bekannten „BUWAL-Liste“ Transparenz über die jeweils zulässigen Produkte schafft (Anlage 7).

Wie geht es weiter? Besteht ein ökologischer Druck zur Änderung der gesetzlichen Grundlagen betreffend Unterwasseranstriche? Bekanntlich bestehen in einigen europäischen Ländern bereits Verbote für die Verwendung kupferhaltiger Antifoulings für Sportboote. Diese sind nach unseren Informationen dadurch zu stande gekommen, dass in einzelnen Häfen hohe Konzentrationen von Kupfer im Sediment gefunden wurden. Der Grund dafür soll darin liegen, dass über lange Jahre die bei der Druckreinigung von Booten anfallenden Abwässer mit Kupferrückständen statt in die örtliche Kanalisationsleitung direkt in das Hafenbecken geleitet wurden - eine Situation, die am Bodensee aufgrund des Standes der Abwasserfassung und der behördlichen Aufsicht erfreulicherweise nicht möglich wäre.

Um ein Verbot kupferhaltiger Antifoulings am Bodensee zu begründen, müssten nach unserer Auffassung folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- * das Vorliegen konkreter Nachweise, dass erhöhte Konzentrationen von Kupfer zu Schädigungen von Flora und Fauna des Bodensees führen können bzw. dass solche mit ausreichender Sicherheit erwartet werden müssen,
- * das Vorliegen konkreter Messergebnisse, welche unter Berücksichtigung der Akkumulation in der Nahrungskette solche kritische Konzentrationen im Bodensee nachweisen,

Im Freiwasser des Bodensees stellt Kupfer nach den Messungen der Bodensee-Wasserversorgung offensichtlich kein Problem dar. Bei einem Trinkwasser-Richtwert von 3 mg/l werden bei den laufenden Messungen Werte von weniger als 0,02 mg/l festgestellt. Dadurch ist in diesem Bereich wohl kaum Handlungsbedarf zu orten. Eine rein politisch motivierte Änderung der Vorschriften wäre aus unserer Sicht mit demokratischen Grundprinzipien nicht vereinbar und würde entschlossenen Widerstand in den Reihen der Wassersportler hervorrufen. Angesichts der Tatsache, dass wir unsere Tätigkeit ehrenamtlich erbringen, wäre es aus bedauerlich, wenn wir unsere Freizeit anstelle für aktive Umweltschutzarbeit wieder für die Abwehr unberechtigter Einschränkungen einsetzen müssten, wie dies in den „schwarzen“ Achtzigerjahren der Fall war.

Es macht aus der Sicht der vorliegenden Fakten viel mehr Sinn, den eingeschlagenen, konstruktiven Weg gemeinsam mit unseren bisherigen Partnern weiterzugehen und in absehbarer Zeit gemeinsam konkrete und verhältnismäßige Resultate zu produzieren.

Die Einstellung der Wassersportler

Die Internationale Wassersportgemeinschaft Bodensee (IWGB) wurde anfangs 1985 durch 22 Trägerverbände mit rund 200.000 Einzelm Mitgliedern mit zwei vorrangigen Zielen gegründet: Einerseits die Vertretung der Rechte der Sportschifffahrt und andererseits aktives Engagement im Umweltschutz. Die Liste unserer bisherigen Projekte dürfte ausreichend belegen, dass wir unsere Ziele tatkräftig verfolgen.

Die Motivation für unsere ehrenamtliche Tätigkeit entstammt der Erkenntnis, dass der Wassersportler bei der Ausübung seines Sports das Privileg nutzt, sich in der freien Natur auf dem Wasser zu bewegen und mit der Natur zu leben. Wir erleben dabei einmalige Stimmungen und Situationen, die den Mitmenschen auf dem Land verborgen bleiben. Diese Nähe zur Natur macht den verantwortungsvollen Wassersportler zum Insider, d.h. der Schutz der Umwelt und des Ökosystems muss ihm zu einem wichtigen Anliegen werden. Daraus leiten wir die Verpflichtung des Wassersportlers ab, alle zumutbaren Maßnahmen zum Schutz der Umwelt und der Natur zu ergreifen. In diesem Sinne werden wir unsere Arbeit weiterführen und hoffen dabei weiterhin auf konstruktive Zusammenarbeit. Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

English summary: *For as long as man has built and operated ships, he has applied various treatments to boat hulls to keep them free from marine life. Especially nutrient rich warm waters, high salinity, aggressive marine fauna and flora affect the action of the antifouling paint against marine growth. American piddock and Zebra mussels are extremely harmful species as they stick to the boat hull or motor.*

Today, at Lake Constance, due to the reduction of nutrient input especially phosphate in the 1970s, less plant growth occurs. Boat owners expect from antifouling coatings reliable protection against marine plants for at least one season, easy cleaning of the hull to remove the attached dirt or fouling from the antifouling coating. It is important to minimise the loss of speed caused by marine growth, especially regatta sailors are very sensitive to this problem. They prefer hard coatings which resist frequent high pressure cleaning.

Mechanical alternatives to antifoulings such as regular boat washing stations, repeated cleaning on land or craning of boats when not used, are all expensive alternatives not yet mature.

Biocide-free antifoulings, recommended by Lake Constance Foundation and Lake Constance Sailor's Association, have not yet been very successful - due to lacking experience with these coatings. There have been tests with silicone-based products, which proved to be almost non-removable and too expensive. 10 biocide-free antifoulings were tested and the results

reach from completely inappropriate to well appropriate. In another test, 40 differently coated plaques were placed at different locations in Lake Constance and will be analysed in Langenargen with the aim to identify biocide-free reliable quality coatings.



3.3 Antifouling-Einsatz im Vergleich - Bodensee als Vorreiter oder Schlusslicht?

Dr. Burkhard Watermann
LimnoMar, Hamburg

Der Bodensee ist eine der Regionen in Europa, in der seit 1988 im Auftrag des Umweltbundesamtes biozidfreie Antifoulings (AF) getestet werden. Danach wurden im Jahre 1995 vom BUND Versuche zur Reinigung von biozifreien Antifoulings durchgeführt. Seit 1997 werden durch den Deutschen Seglerverband und den Bodensee-Segler-Verband Plattenversuche zur Wirksamkeit umweltverträglicher Antifoulings organisiert.

Folgende Ergebnisse wurden bisher erzielt:

- * Gummiartige Beschichtungen wie Silikone und Antihaftbeschichtungen zeigen ausreichende Haltbarkeit mit sehr wenig anhaftendem Bewuchs, die Haltbarkeit von beständigem Teflon ist vermindert bei einer etwas höheren Adhäsion des Bewuchses.
- * Erodierende Beschichtungen, die einer Strömung ausgesetzt sind, liefern gute Ergebnisse.

Für die Anwendung dieser Anstriche ergeben sich folgende Probleme:

Fachvorträge

- * Antihaltbeschichtungen führen zu einer Verfärbung durch verbleibende Bewuchsreste (Biofilm).
- * Erodierende Anstriche verlieren ihre Eigenschaften, wenn der Bootskörper wenig bewegt wird und bei hohen Fahrleistungen ergeben sich hohe Erosionsraten bei nicht ausreichender Schichtdicke.

Die Anwendung biozidfreier Antifoulings zeigt, dass ein Bewuchs nicht verhindert wird. Die Haltekraft der Organismen ist aber wesentlich geringer und kann bei hohem Aktivitätsgrad des Schiffskörpers zum Abfallen des Bewuchses führen.

Giftfreie Beschichtungen müssen regelmäßig ersetzt werden, entweder durch einwirkende Wasserströmung oder durch mechanische Entfernung. Das Problem zeigt sich in der Freizeitschifffahrt, in der die Boote im Gegensatz zur Berufsschifffahrt sehr wenig bewegt werden. Daher hat sich die wirtschaftliche Anwendung dieser Produkte bisher nur auf Linienschiffen an Chiemsee, Vierwaldstättersee und Bodensee mehr und mehr durchgesetzt.

In skandinavischen Ländern wie Schweden wurden biozidhaltige Antifoulings bereits 1997 verboten. Seitdem wurden biozidfreie Beschichtungen bereits für über 10.000 Boote verkauft. Diese Produkte lieferten auch im Salzwasser gute Ergebnisse. Eine in Deutschland beheimatete Firma rüstet seit 1999 mehr als 600

biozide Antifoulings verboten (Wakenitz-Verordnung). Seither werden, nach anfänglichen Bedenken, giftfreie Produkte erfolgreich verwendet. In anderen Regionen werden umweltfreundliche Anstriche durch eine Selbsterklärung etwa von Bootclubs eingesetzt. Die Erfahrungen zeigen, dass eine mechanische Reinigung ausreicht, um ausreichenden Schutz vor Bewuchs zu erreichen.

Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BauA) wurde beauftragt, die Einhaltung der von der EU formulierten Biozid-Produkte-Richtlinie vom Jahre 1998 zu überwachen. Seit 16.2.2002 regelt das Deutsche Biozid-Gesetz die Prüfung und Zulassung von Beschichtungen. Weiterer Arbeitsschwerpunkt der BauA ist die Information über umweltfreundliche Alternativen. Zusätzlich werden Richtlinien durch das Bundesumweltamt in einer Untersuchung festgesetzt, die die Wirksamkeit umweltfreundlicher Produkte festschreibt. Das Umweltbundesamt erarbeitet derzeit Kriterien, nach denen für das Deutsche Ökolabel „Blauer Engel“ giftfreie Antifoulings geprüft werden können. Ein weiterer Schritt ist die Entwicklung eines RAL UZ im Jahre 2004. Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass in Europa biozidfreie Antifoulings erfolgreich verkauft und genutzt werden, auch wenn mechanisch nachgereinigt werden muss. Die volle Wirkung erreichen

- Quintessenz**
- Ein ruhendes Boot mit einer biozidfreien AF ist fast immer zu einem bestimmten Grad bewachsen
 - Bei erodierbaren AF ist eine Anpassung der Schichtdicke an den zu erwartenden Aktivitätsgrad erforderlich
 - Auf Antihalt-AF ist eine zusätzliche Reinigung erforderlich

Bootsbesitzer pro Jahr mit einem auf Teflon basierenden Antifouling aus.

An den amerikanischen Great Lakes, die mit eingewanderten Zebra-Muscheln zu kämpfen haben, hat ein Hersteller eine Beschichtung auf Wachsbasis an mittlerweile über 250.000 Booten verkauft. Dieses Produkt wurde mit dem kanadischen Ökolabel für biozidfreie AF ausgezeichnet.

Auch in Deutschland gibt es Erfolge, so an der Wakenitz bei Lübeck. Hier wurden bereits 1999

die umweltfreundlichen Produkte, wenn die Boote häufig bewegt werden. Die Einstellung der Bootsbesitzer zu den beschriebenen Produkten wird die zukünftige Entwicklung zeigen.

English Summary: Lake Constance is one of the freshwater regions in Europe where trials with biocide-free antifouling paints have been conducted since 1988. The results, backed by comparable trials in other German freshwater regions can be summarized as follows: Non-stick coatings based on rubber-like silicones displayed sufficient performance with low adhesion values of fouling organisms, the performance of durable Teflon coatings is weaker. Erodable coatings activated by currents performed well. Nevertheless, ship owners are facing several problems: Even non-stick coatings are covered by a discoloration due to remnants of Microfouling, erodable coatings perform poor given the case of low activity or at high activity with an insufficient dry-film thickness. Using biocide-free coatings available on the market the mode of action has to be taken into account. They do not prevent the settlement of fouling organisms, and are essentially lowering the adhesion force of settled organism or erode by lowering the cohesion force of the paint layers. Fouling must be removed by currents or by external mechanical forces. The problem in pleasure boats is their low activity in relation to commercial vessels. According to an appropriate operational profile for biocide-free antifouling paints, the use of these coatings is getting popular on ferries in lakes around the Alps.

3.4 Reinigungstechniken für Unterwasserbeschichtungen

Dr. Matthias Hornemann
Forschung und Entwicklung, Alfred Kärcher
GmbH & Co. KG

Der Bewuchs an Schiffsrümpfen verursacht primär einen Geschwindigkeitsverlust und sekundär Kosten in Form von Treibstoffmehrverbrauch, Dockungs- und Reinigungsaufwand sowie Bewuchsschutzmaßnahmen. Anhaltender Bewuchs kann den Rumpf zerstören und verschlechtert den optischen Eindruck. Zum Schutz vor Bewuchs werden vom Wasser benetzte Flächen mit Antifoulingfarben versehen, welche langsam ökotoxische Wirkstoffe abgeben. Aufgrund der nachweisbaren Gefährdung des marinen Ökosystems

und der menschlichen Nahrungskette durch diese Stoffe kommen immer mehr biozidfreie Antifoulingfarben auf den Markt. Allerdings erfordern diese Farben einen höheren Reinigungsaufwand, was ihren Einsatz bislang hemmt. Ziel des Vortrages ist zum einen, den aktuellen Stand der Reinigungsverfahren und -techniken für Sportboote aufzuzeigen und zum anderen, grundlegende Erkenntnisse zur Reinigbarkeit biozidfreier Beschichtungen darzustellen.

Reinigungsverfahren für Sportboote

Die Sportbootreinigung erfolgt heute hauptsächlich manuell und unter körperlich belastenden Bedingungen. Als Reinigungsverfahren für Sportboote haben sich bei der manuellen Reinigung als auch bei den Reinigungsanlagen die Bürstentechnik und das Druckwasserstrahlenverfahren in der Praxis durchgesetzt. Weitere prinzipiell geeignete Verfahren haben entscheidende Nachteile: Schwammwerkzeuge sind nur zur Zwischenreinigung geeignet, da die übertragbaren Reinigungskräfte zu gering sind und der Verschleiß bei Reinigung scharfkantiger Kalkschalen von Makroorganismen zu hoch ist. Dampfstrahler sind aufgrund ihrer geringen Flächenleistung und Reinigungskräfte nicht wirtschaftlich bei der Sportbootreinigung einsetzbar. Die Verwendung von Ultraschall ist wegen der hohen Kosten für die Sonotroden pro m² Rumpffläche ebenfalls nicht wirtschaftlich. Der Einsatz des bei der industriellen Reinigung vielfach verwendeten CO₂-Pellets-Strahlens (Trockeneispelletstrahlen) ist allein wegen seiner hohen Lärmentwicklung bis zu 120 dB(A) für eine Anwendung im Freizeit- und Erholungsbereich nicht akzeptabel. Schaberwerkzeuge sind nur in hartnäckigen Fällen einzusetzen, da sie oft auch die Beschichtung beschädigen.

Die Mehrheit der Patente zur Sportbootreinigung beinhalten Bürstenlösungen. Aus einer Vielzahl von Lösungen sind hier einige besonders interessante aufgeführt (siehe Anlage 1 und 2). Erste konkretere Konzepte einer Sportbootreinigungsanlage bis hin zu einem automatisierten Funktionsmuster sind am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung entstanden. Eine im Jahr 2003 erarbeitete Studie an der ETH Zürich wird derzeit als Funktionsmuster aufgebaut.

Auf dem Markt sind auch diverse Geräte zur Unterstützung der manuellen Reinigung während der Sai-

Fachvorträge



Komplettanlage „marina-tec boat washing system“, Reinigungszeit für 10 m Boot: 10 Minuten, Verkaufspreis € 238.000.

son. Weitere Informationen zu den Geräten gibt es auf folgenden Internetseiten:

- * Powerbrush : www.fingado-tully.de
- * Subscrub : www.subscrub.com
- * Hullbrush : www.hullbrush.com
- * Big Easy Cleaner : www.bigeasycleaner.com

Die ersten in den 90er Jahren realisierten Anlagen konnten sich aufgrund der schlechten Reinigungsqualität, der fehlenden Flexibilität für biozidfreie Antifoulingfarben und Verschmutzungen sowie der

Entsorgungsproblematik für das Waschwasser nicht durchsetzen. Die einzige heute laufende Anlage ist von der Firma Marinatec und steht in Kalifornien.

Eignung biozidfreier Beschichtungen zur Reinigung

Biozidfreie Antifoulingfarben sind seit 1992 auf dem Markt und ihre verfügbare Anzahl steigt jährlich. Seit dieser Zeit werden Untersuchungen zu ihrer Wirksamkeit als Bewuchsschutz und somit als Alternative zu den toxischen beziehungsweise biozidhaltigen Beschichtungen durchgeführt. Die bisherigen Untersuchungen zusammenfassend, stellen sich die Antihaltbeschichtungen auf Silikonbasis als sehr wirksam zur Verhinderung von Bewuchs auf einem Bootsrumpf dar. Weiterhin ist bekannt, dass bei Silikonbeschichtungen ein Selbstreinigungseffekt bei Bootsgeschwindigkeiten über 10 Knoten eintritt. Nachteilig erweist sich der deutlich höhere Preis gegenüber den Hartbeschichtungen, die geringere mechanische Festigkeit und die aufwendige Verarbeitung. In der Regel müssen vor Aufbringung einer Silikonbeschichtung alle vorherigen Farbschichten entfernt werden. Nach- und Ausbesserungen durch Überstreichen sind nicht möglich. Der Einsatz von Hartbeschichtungen erfordert eine regelmäßige Reinigung, da die Effektivität des Bewuchsschutzes im Vergleich zu den Antihaltbeschichtungen geringer ist.

Antifoulingtyp	Produkte am Markt	Prinzipielle Eignung für die mechanische Reinigung			
		Schwamm	Bürste	HD	Schaber
Antihaltbeschichtung auf Silikonbasis	3	Ja	Bedingt	< 10 bar	Nein
Antihaltbeschichtung auf Teflonbasis	4	Ja	Ja	Ja	Bedingt
Antihaltbeschichtung hydroviskose Besch.	3	Nein	Nein	Nein	Nein
Hartbeschichtung	8	Ja	Ja	Ja	Ja
Selbsterodierende Beschichtung (SPC)	2	Nein	Nein	Nein	Nein
Mikrofaserbeschichtung	1	Bedingt	Bedingt	< 10 bar	Nein
Naturstoffbeschichtung	2	Ja	Bedingt	Bedingt	Nein

Tab. 1: Eignung biozidfreier Beschichtungen zur Reinigung (Quelle: nach Dr. Matthias Hornemann, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG).

Die Erfahrungen der bisherigen Untersuchungen sowie Aussagen von Farbherstellern und Experten der Branche lassen eine Einschätzung über die prinzipielle Eignung eines Antifoulingtyps für eine mechanische Reinigung zu (siehe Tab. 1). Allerdings sind eindeutige Angaben über die Reinigbarkeit der meisten aktuellen und in der Entwicklung befindlichen biozidenfreien Antifoulingfarben nicht vorhanden. Weiterhin sind bisher keine Untersuchungen durchgeführt worden, die fundierte Aussagen über die notwendigen Reinigungsintervalle im Salz- und Süßwasser in Abhängigkeit des Antifoulingtyps ermöglichen. Ebenso fehlen Untersuchungen zu den Parametern geeigneter Reinigungsverfahren für den Einsatz auf unterschiedlichen Antifoulingtypen.

Untersuchung von Reinigungsverfahren

Zur Ermittlung des Einflusses der Prozessparameter auf das Reinigungsergebnis beim Einsatz von möglichen Reinigungswerkzeugen wurde eine Reihe von Versuchen durchgeführt. Bei den durchgeführten Versuchen wurden über mehrere Versuchsreihen zuerst die Parametereinstellungen der Werkzeuge verändert und im weiteren Verlauf die Werkzeugwahl variiert bis entweder:

- * die Testplatte oder der Rumpf vollständig gereinigt war,
- * die Beschichtung Beschädigungen aufwies oder
- * die maximalen Parameterwerte der Werkzeuge erreicht waren.

Hierfür wurden die auf den Abbildungen 11, 12 und 13 aufgeführten Reinigungswerkzeuge mit den entsprechenden Parametern eingesetzt. Die Durchführung der Versuchsreihen erfolgte manuell ohne Messung

der Parameter Vorschubgeschwindigkeit, Abstand der Strahldüse zur Oberfläche bzw. Eindringtiefe der Bürste und Anstellwinkel der Düse zur Oberfläche. Vor jeder Reinigung wurde der Bewuchsgrad des Makrofoulings ausgemessen. Er ist definiert als Anteil der bewachsenen Fläche zur Gesamtfläche der Testplatte. Die Ergebnisermittlung bezüglich Beschädigungs- und Abriebverhalten der untersuchten Beschichtungen erfolgte durch visuelles und sensitives Prüfen der Oberflächenbeschaffenheit sowie durch Messung der Schichtdicke an definierten Punkten vor Exposition und nach Reinigung der einzelnen Beschichtung.

Bei den Hartbeschichtungen kam es im Salzwasserbereich zu einer sehr starken Entwicklung von Makrofouling, welches nach 14 Tagen Schichtdicken bzw. bei Algen Längen von mehreren Zentimetern erreichen konnte. Nur zwei der getesteten Hartbeschichtungen waren nach drei Wochen Expositionszeit im Salzwasser noch zu 100 % reinigbar. Bei allen anderen Beschichtungen blieb nach dem dreiwöchigen Reinigungsintervall ein Anteil von bis zu 50 % der Seepocken in Form ihrer Basalplatten (Grundplatten) haften. Darüber hinaus blieben bei fast allen Hartbeschichtungen nach 4 und mehr Wochen einzelne Seepocken komplett erhalten. Der Reinigungsereignis sank bis unter 50 %. Die Reinigung mit Bürsten erwies sich ab einem Reinigungsintervall von 4 Wochen im Salzwasserbereich als zu ineffektiv für die Entfernung des Makrofouling. Alle weiteren Reinigungen wurden daher mit den Druckwasserstrahl-Reinigungsgeräten vorgenommen. In den Süßwasserversuchen konnten zwei Hartbeschichtungen auf Epoxydbasis nach zwei Monaten vollständig gereinigt werden. Alle anderen waren bis zu fünf und sechs



Untersuchung von Reinigungsverfahren mit unterschiedlichen Reinigungswerkzeugen. Versuchsparameter: Borstenmaterial Rosshaar, PA6, PBT, PP, Borstenlänge 45-125 mm, Borstdurchmesser 0,3-2,0 mm, Druck 150-230 bar, Wassermenge 8-16 l/min.

Fachvorträge

Wochen sowohl mit den Bürst- als auch den Druckwasserstrahl-Werkzeugen zu 100 % reinigbar.

Auf den reinen Silikonbeschichtungen konnten im Salzwasser keine festanhaltenden Makrofouling-Organismen angetroffen werden. Der Mikro- und Makrobewuchs unterlag hier einem periodischen Aufbau- und selbständigen Abschälprozess. Dies bedeutet, dass sich die Organismen, vor allem einzelne Seepocken und Algen, nur bis zu einer bestimmten Größe auf der Oberfläche halten konnten, bis sie abgespült wurden. Hierdurch ergab sich keine Anhäufung von Bewuchs über den Expositionszeitraum, sondern ein periodisches Ansteigen und Abnehmen des Bewuchsgrades. Als Reinigungsverfahren diente auf diesen Silikonen eine Bürste mit Rosshaar oder ein Druckwasserstrahl von maximal 10 bar. Die Verwendung von Kunststoffborsten und die Erhöhung des Wasserdruckes auf über 50 bar führte zu einem Ablösen der Silikonbeschichtungen. Unvermeidbare mechanische Beanspruchungen durch die Handhabung der Platten am Expositionsort verursachten bei den Silikonen partielle Abtragungen oder Risse. Diese entstanden unabhängig vom Reinigungsvorgang, verdeutlichen aber die extreme Empfindlichkeit dieses Beschichtungstyps. Die Silikonbeschichtungen konnten im Salzwasser nach 3 Monaten und im Süßwasser nach Ablauf der Expositionszeit von sechs Monaten nahezu durchgängig zu 100 % gereinigt werden.

Die Reinigungsergebnisse einer Antihafbeschichtung auf Teflonbasis nach 16 Wochen im Bodensee zeigen, dass für eine vollständige Reinigung, unabhängig von der Wahl des Werkzeugs, die Beschichtung in Mitleidenschaft gezogen wird.

Alle untersuchten Beschichtungen haben ein sehr unterschiedliches, bewuchshemmendes und reinigungs-

förderndes Verhalten gezeigt. Die Ergebnisse der Versuchsreihen verdeutlichen, dass ein erheblicher bewuchshemmender und die Haftfestigkeit der Bewuchsorganismen vermindernder Effekt vonnöten ist, um eine Reinigung in größeren Intervallen als drei Wochen im Salzwasser zu ermöglichen. Tabelle 2 stellt die Reinigungsintervalle der biozidfreien Beschichtungstypen nochmals in der Übersicht dar. Zusammengefasst zeigen die ermittelten Reinigungsintervalle, dass unabhängig von der späteren Beschichtungswahl eines Sportbooteigners im Vergleich zum heutigen Stand die Anzahl der durchzuführenden Reinigungen stark ansteigen wird.

Das Fazit der Versuche lautet wie folgt:

- * Optimales Reinigungsergebnis bei Kombination Bürste mit Hochdruckreiniger
- * Bei manueller Reinigung: größte Flächenleistung mit Flächenreiniger
- * Geringster Bewuchs auf Silikonbeschichtungen, aber empfindlich, teurer und höherer Aufwand bei Verarbeitung
- * Wird im Süßwasser bei allen anderen Beschichtungen auf Zwischenreinigungen verzichtet, ist für die Reinigung eine harte Beschichtung vorteilhafter
- * Um erhöhten Reinigungsaufwand im Salzwasserbereich zu vermeiden, sollte einmal pro Woche, spätestens alle 2 Wochen eine Reinigung durchgeführt werden.

Zusammenfassung

Einflüsse auf Mensch und Umwelt sowie erste daraus resultierende Verbote für den Einsatz biozidhaltiger Antifoulingfarben auf Sportbooten machen deutlich,

Antifoulingtyp	Wirkprinzip	Reinigungsintervall		Mechanische Reinigbarkeit
		Süßwasser	Salzwasser	
Antihafbeschichtungen	Silikonbeschichtung Teflonbeschichtung	24 Wochen 6 Wochen	12 Wochen 3 Wochen	bedingt Ja
Hartbeschichtungen	Mit/ohne Antihafteigenschaft	5-8 Wochen	2-3 Wochen	optimal
Naturstoffbeschichtungen	-	-	-	nein

Tab. 2: Untersuchung von Reinigungsverfahren, Reinigungsintervalle biozidfreier Antifoulingbeschichtungen (Quelle: nach Dr. Matthias Hornemann, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG).

dass der Druck auf der Suche nach Alternativen zur bisherigen Praxis des Bewuchsschutzes von Schiffen und Booten steigt. Die bisher auf dem Markt befindlichen biozidfreien Antifoulingfarben und erste Reinigungsanlagen für Sportboote konnten sich noch nicht entscheidend durchsetzen. Bei Betreibern und Herstellern von Reinigungsanlagen besteht deshalb großes Interesse an einfachen, flexiblen Reinigungs-lösungen, um auf die Vielfalt der angebotenen Be-schichtungen reagieren zu können und für eine hohe Kundenzufriedenheit innerhalb einer akzeptablen Reinigungszeit ein optimales Reinigungsergebnis zu erzielen. Aus der Sicht von Sportbootbesitzern ist es zwingend erforderlich, klare Aussagen und Ergeb-nisse über die Wirksamkeit, das mechanische Verhalten und die Reinigungsintervalle der biozidfreien Anti-foulingfarben zu erhalten, um diese vermehrt einzusetzen.

English Summary: *Foulings of bodies primarily cause a loss of speed and secondary costs in terms of increasing fuel consumption, docking and cleaning efforts. Persistent foulings possibly destroy the body and degrade the visual impression. The best results for cleaning sports boats were achieved using brushes (scrubbers) or high-pressure cleaner. The majority of patents for boat cleanings contain brushing methods.*

Biocide-free antifouling paints are available since 1992. Previous tests have shown that antifouling coatings based on silicon are most efficient, showing a self-cleaning effect at a speed of over 10 knots. But they are more expensive, mechanically less durable and have a time-consuming processing. Conclusions of tests and examinations were: optimal cleaning results are achieved by combining brushes and high-pressure cleaner. Silicon-based coatings have the advantage of low fouling rates, although being lightly damageable. In fresh water it is advisable to use hard coatings and in saltwater it is advisable to clean every 1-2 weeks.

4 Zusammenfassung der Diskussion

Es wurde von Herrn Herzog berichtet, dass der Klärschlamm, der bei der mechanischen Reinigung anfällt, teilweise Kupferkonzentrationen von bis zu 10 % enthält. Diese erhöhten Werte lassen sich vor allem in der Nähe von Werften und Häfen feststellen. Der Klärschlamm wird mit Säuren behandelt und neutralisiert. Dies führt aber auch dazu, dass das Material eingesammelt und ordnungsgemäß entsorgt werden muss.

Es kam die Frage nach der Verwendung von Folien und deren Eignung auf. Allgemein lässt sich sagen, dass sich Folien zur Verhinderung von Bewuchs nicht durchgesetzt haben, da die Haltbarkeit, eine einfache Verarbeitung und damit die Wirtschaftlichkeit nicht gegeben sind. Es wurde ein Produkt in der Vergangenheit angeboten, welches aber keine nennenswerte Rolle bei der Verwendung biozidfreier Antifoulings spielen konnte.

Welche Folgen hat die Verwendung von Antifoulings auf den Mikrobereich von Bootsrümpfen? Diese Frage konnte während des Symposiums nicht beantwortet werden, da es noch keine derartige Untersuchung gibt. Allerdings lässt sich sicher sagen, dass ungeschützte Bootskörper Angriffsfläche für alle Arten von Bewuchs bieten. Daher ist eine Schutzschicht immer ratsam.

Wie sieht es mit der Ökobilanz aus, wenn selbst-erodierende Farben in das Gewässer gelangen? Auch hier besteht weiterhin Klärungsbedarf, da bisher keine derartigen Untersuchungen existieren. Diese Frage beschäftigt viele Bootseigner vor allem am Bodensee. In diesem Punkt müssen, nach Meinung aller Beteiligten, dringend Forschungsergebnisse erarbeitet werden.

Es wurde während der Diskussion immer wieder darauf hingewiesen, dass ein Bewuchsfilm am Bootsrumpf von Schiffseignern nur bedingt akzeptiert wird, auch wenn sich dieser Film nicht oder nur sehr gering auf die Gleiteigenschaften des Bootes auswirkt. Genaue Untersuchungen liegen aber nur für die Berufsschiffahrt vor und können nicht unbedingt auf

den Freizeitbereich übertragen werden, da diese Boote viel weniger bewegt werden. Es handelt sich hierbei somit eher um ein ästhetisches Problem und muss zunächst auch als solches behandelt werden.

Gesetzgeberische Empfehlungen und Richtlinien zum Gebrauch von Antifoulings existieren in den drei unterschiedlichen Anrainerstaaten des Bodensees bereits. Auch Regelungen auf EU-Ebene sind festgelegt, führen aber besonders in der Schweiz zu Unsicherheiten und Verwirrung. Was also in Deutschland und in Österreich erlaubt ist, kann in der Schweiz verboten sein und umgekehrt. Dies macht eine länderübergreifende Regelung zwar schwierig, aber auch notwendig.

Eindeutige gesetzliche Regelungen z.B. aus Schweren können auch bei uns eine gewisse Planungssicherheit geben und sollten überdacht werden.

5 Anhang

5.1 Teilnehmerliste

Referenten:

Firma	Vorname	Name	Straße	PLZ	Ort	E-Mail	Telefon	Fax
Alfred Kärcher GmbH & Co.	Matthias	Hornemann, Dr.	Alfred-Kärcher-Str. 28-40	71364	Winnenden	matthias.hornemann@kaercher.com	07195-14-0	07195-9011076
Alfred Kärcher GmbH & Co.	Frank	Schad	Alfred-Kärcher-Str. 28-40	71364	Winnenden	frank.schad@kaercher.com	07195-14-2684	07195-9011076
Bodensee-Stiftung	Wolfgang	Pfrommer	Paradiesstr. 13	78462	Konstanz	schiffahrt@bodensee-stiftung.org	07531-9098-30	07531-9098-77
Global Nature Fund	Udo	Gattenlöhner	Fritz-Reichle-Ring 4	78315	Radolfzell	gattenloehner@globalnature.org	07732-999580	07732-999580
Internationale Wassersportgemeinschaft Bodensee	Hans Luizius	Studer, Dr.	Neue Messe	88046	Friedrichshafen	luzius.studer@gallus.ch	0041-71-8913212	0 75 41-70 81 10
LimnoMar	Burkard	Watermann, Dr.	Bei der Neuen Münze 11	22145	Hamburg	mail@limnomar.de	040-678 99 11	040-679 92 04
Stadt Friedrichshafen	Josef	Büchelmeier	Eckenerstr. 11	88046	Friedrichshafen	umweltamt@friedrichshafen.de	07541-203-1501	07541-203-8-1501

Teilnehmer:

Amt für Umwelt Kanton Thurgau	Bruno	Hertzog	Bahnhofstr. 55	CH-8510	Frauenfeld	bruno.hertzog@kttg.ch	0041-52-7242532	0041-52-7242848
Anwandler & Co.	Juerg	Iselin	Goldschlägistr. 16	CH-8952	Schlieren-ZH		0049-1-7304050	
ARGE FUN, BSvB, YC Fließhorn	Hans	Plaettner-Hochwarth	Allmendstr. 17	77971	Kippenheim	Karls-Apotheke@t-online.de	07825-844666	07825-844666
Anwandler & Co.	Juerg	Iselin	Goldschlägistr. 16	CH-8952	Schlieren-ZH		0049-1-7304050	
Bodensee-Seglerverband	Alois	Kern	Glärmischstr. 8	78464	Konstanz	kern-alois-architekt@t-online.de	0 75 31-5 42 53	0 75 31-5 03 22

Anhang

Firma	Vorname	Name	Straße	PLZ	Ort	E-Mail	Telefon	Fax
Bodensee-Seglerverband	Jens	Krose	Malerecke 14	88085	Langenargen	info.ycl@t-online.de	0172-8906491	
Bundesamt f. Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL)	Anna	Wälty		CH-3003	Bern	anna.waelty@buwal.admin.ch	00 41-31-322 93 11	00 41-31-324 79 78
Deutscher Motorachtverband	Johannes	Schmidt, Dr.	Pariser Str. 23	67069	Ludwigshafen	je.schmidt@epost.de	0621-662072	
Deutscher Segler-Verband	Wolfgang	Hertel, Prof.	Gründgensstr. 18	22309	Hamburg	hertpahj@mailbox.tu-berlin.de	0 40-63 20 09-32	0 40-63 20 09-28
Fingado Inh. Hans Tully	Linda	Tully	Neckarauer Str. 143a	68199	Mannheim	fingado.tully@t-online.de	06 21-81 82 82	06 21-82 59 39
Fingado Inh. Hans Tully	Hans	Tully	Neckarauer Str. 143a	68199	Mannheim	fingado.tully@t-online.de	06 21-81 82 82	06 21-82 59 39
Gewässerdirektion Donau/Bodensee	Walter	Sieger	Herrenstr. 40	88212	Ravensburg	walter.sieger@GWDRV.GWD.BWL.de	0751-806-2903	0751-8062999
Holmenkol Sport Technologies GmbH&Co.KG	Peter	Schwarz, Dr.	Leonberger Str. 56-62	71254	Ditzingen	peter.schwarz@holmenkol.com	07156-357-271	07156-307-261
Institut für Seeforschung	Reiner	Kümmerlin, Dr.	Argenweg 50/1	88085	Langenargen	reiner.kuemmerlin@iflu.ifu.bwl.de	0 75 43-304-0	0 75 43-304-40
Internationales Bodensee Wassersport Magazin	Hans-Dieter Möhlenrich	Malvine-Schiesser-Weg 1	78315	Radolfzell		ibn@ibn-online.de	07433/266100	07433/266242
Kösling Marinessport	Klaus	Kösling	Olgastr. 39	88045	Friedrichshafen	info@koesling.de	07541-23793	07541-22646
Landratsamt Konstanz	Andreas	Ellegast	Reichenaustr. 37	78467	Konstanz	andreas.ellegast@l-online.de	07531-593611	07531-593699
M. u. H. von der Linden GmbH	Jos	Vaes	Werftstraße 12-14	46483	Wesel	service@vonderlinden.de	02 81-338 30-0	02 81-2 65 55
M. u. H. von der Linden GmbH	Axel	Weissenberger	Werftstraße 12-14	46483	Wesel	service@vonderlinden.de	0281-3 38 30-0	0281-2 65 55

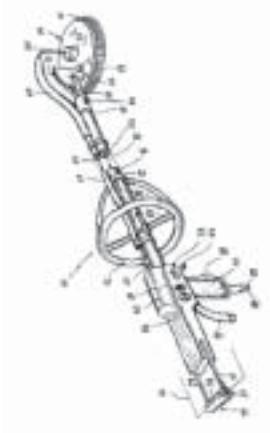
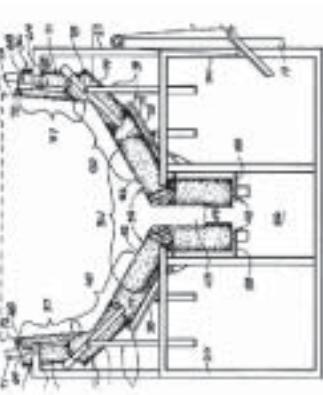
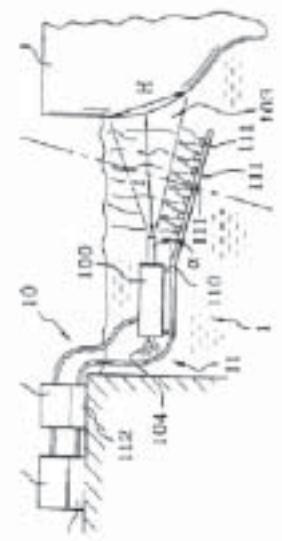
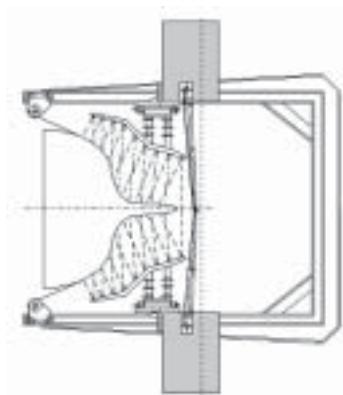
Firma	Vorname	Name	Straße	PLZ	Ort	E-Mail	Telefon	Fax
Maierblatt	Susanne	Sachsenmaier	Ernst-Mey-Str. 8	70771	Leinfelden-Echterdingen	susanne.sachsenmaier@konradmedien.com	0711-7594-498	0711-7594-397
Schwäbische Zeitung	Hildegard	Nagler	Schanzstraße 11	88045	Friedrichshafen	h.nagler@schwaebische-zeitung.de	07541/7005-333	07541/7005-310
Stadt Friedrichshafen	Tillmann	Stotttele, Dr.	Eckenerstr. 11	88046	Friedrichshafen	umweltamt@friedrichshafen.de	07541-203-1501	07541-203-8-1501
Umweltbundesamt	Doris	Schablowski	Seecktstr. 6-10	13581	Berlin	doris.schablowski@uba.de	030-89 03-3142	030-89 03-3232+J14
Umweltinstitut des Landes Vorarlberg	Martin	Rinderer, Dr.	Montfortstr. 4	A-6901	Bregenz	martin.rinderer@vlr.gv.at	0043-5574-511-0	0043-5574-511-42095
VOSSCHEMIE GmbH	Klaus	Führer	Sandstraße 61	40878	Ratingen	k.fuehre@vosschemie.de	0 21 02-94 207-0	0 21 02-94 207-50
VOSSCHEMIE GmbH	E.	Schäfer	Sandstraße 61	40878	Ratingen	e.schaefer@vosschemie.de	0 21 02-94 207-0	0 21 02-94 207-50
YACHT Redaktion	Andreas	Fritsch	Raboisen 8	20095	Hamburg	fritsch@yacht.de	040-339666-34	040-339666-99
Yachaticon	Oliver	Nagel	Hans-Böckler-Ring 33	22851	Norderstedt	yachaticon@yachaticon.de	040-511 37 80	040-51 74 37
Yachaticon	Josef	Wigant	Lindenweg 4	86925	Leeder	yachaticon@yachaticon.de	08243/2084	08243/2737
	Gerhard	Weber	Hepbacherstr. 30	88677	Markdorf		07544-3339	
	Rosa	Weber	Hepbacherstr. 30	88677	Markdorf		07544-3339	
	Hermann	Lohwasser, Dr.	Am Hauptgericht 6	78333	Stockach		07771-921289	07771-921698

5.2 Anlagen

Anlage 1:

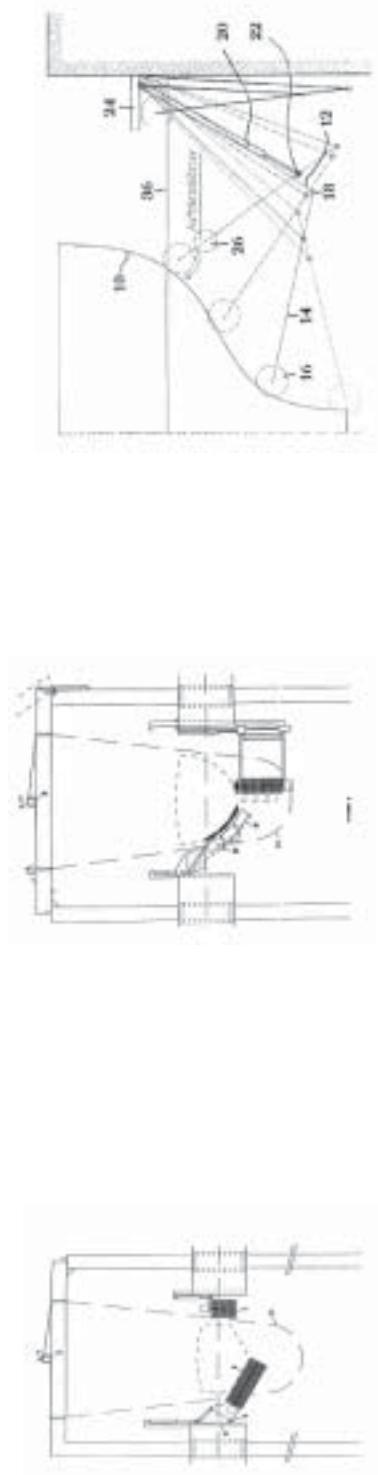
Reinigungsverfahren für Sportboote - Patente

Quelle: PPT Dr. Hornemann / Forschung und Vorentwicklung, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG



Reinigungsverfahren für Sportboote - Patente (Fortsetzung)

Quelle: PPT Dr. Hornemann / Forschung und Vorentwicklung, Alfred Kärcher GmbH & Co. KG



Anlage 3:

Übergangsbestimmungen für Biozid-Produkte in Österreich

Das Verfahren zur Identifizierung und Notifizierung alter Wirkstoffe wurde mit der Verordnung (EG) Nr 1896/2000 vom 07.09.2000 geregelt. Die identifizierten und notifizierten Stoffe werden in einer weiteren Verordnung im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft veröffentlicht. Die Veröffentlichung wird noch in diesem Jahr erwartet. Mit dem Datum der Veröffentlichung sind verschiedene Veränderungen verbunden.

Im Biozid-Produkte-Gesetz (BGBl I 105/2000) gibt es eine Übergangsbestimmung für Biozidprodukte mit alten Wirkstoffen. Gemäß § 46 Abs 2 dürfen Biozidprodukte, die nur alte Wirkstoffe enthalten noch bis längstens 18 Monate nach Veröffentlichung der alten Wirkstoffe ohne die gemäß § 24 dieses Bundesgesetzes erforderliche Einstufung und Kennzeichnung in Verkehr gebracht werden, wenn sie soweit sinngemäß anwendbar, dem Chemikaliengesetz 1996 und dem Lebensmittelgesetz 1975, sowie den auf diesen Bundesgesetzen beruhenden Verwaltungsakten entsprechen.

§ 46 Abs 3 Biozid-Produkte-Gesetz legt fest, dass die gemäß § 46 Abs 2 in Verkehr gebrachten Biozidprodukte noch bis längstens ein Jahr nach dem im Abs 2 festgelegten Zeitpunkt abgegeben werden dürfen.

Für die identifizierten Wirkstoffe ist vorgesehen, dass diese nach einer nicht mehr als drei Jahre überschreitenden Übergangsfrist weder allein, noch in Biozidprodukten zu bioziden Zwecken in Verkehr gebracht werden dürfen. Die notifizierten Wirkstoffe dürfen bis zum Abschluss der Bewertungen weiterhin zu bioziden Zwecken in Verkehr gebracht werden (im Detail siehe dazu Artikel 6 Abs 1 und Abs 3 der Verordnung (EG) 1896/2000).

Anlage 4:

Erfahrungen mit biozidfreien Unterwasseranstrichen

Hersteller / Farbtyp	Aufbringung	Revier	Reinigungsaufwand	Eignungsbeurteilung
VC17m (stellvertretend für diverse Produkte auf Basis Teflon und Kupfer) LeFant TF	Ganzes Unterwasserschiff mit Ausnahme Probeflächen	Ganzer See	VC17m wird für die nachfolgenden Produkte als Massstab benutzt	Sehr gute Eignung für Fahrten- und Regattaschiffe
	Probeflächen (Wasserlinie bis Kielsohle)	Hard Rorschach	Erhöhter Reinigungsaufwand	Wenige Rückstände, Oberfläche etwas rau
	Ganzes Unterwasserschiff	Fliesshorn (Ueberlinger See)	Erhöhter Reinigungsaufwand	Wenige Rückstände, Oberfläche etwas rau
	Ganzes Unterwasserschiff	Konstanz Konstanz	Erhöhter Reinigungsaufwand	Wenige Rückstände, Oberfläche etwas rau
	Ganzes Unterwasserschiff	Radolfzell	Merklich erhöhter Reinigungsaufwand (trotz Zwischenreinigungen)	Starker Muschelbewuchs
Van Hoeveling Slipway D 92	Probeflächen	Hard Rorschach	Merklich erhöhter Reinigungsaufwand	Rückstände von Kalk, Notwendigkeit Nachschleifen, Oberfläche etwas rau
Van Hoeveling Slipway D 92 (schwarz)	Probeflächen	Hard Rorschach	Merklich erhöhter Reinigungsaufwand	Besser als Farbton schwarz, Oberfläche etwas rau
Hempel Mille Star	Probeflächen	Hard Rorschach	Reinigungsaufwand wie VC17m	Gute Resultate, dürfte sich vermutlich auch für Regattaschiffe eignen

Stand 10/2003, Internationale Wassersportgemeinschaft Bodensee – IWGB

Erfahrungen mit biozidfreien Unterwasseranstrichen (Fortsetzung)

Hersteller / Farbtyp	Aufbringung	Revier	Reinigungsaufwand	Eignungsbeurteilung
Jobeck Special Tonic	Ganzes Unterwasserschiff	Fliesshorn (Ueberlinger See)	Stark erhöhter Reinigungsaufwand	Starker Muschelbewuchs, Eignung nicht gegeben
Melkfett (von Hand aufgebracht)	Probeflächen	Hard Rorschach	Geringer Reinigungs-aufwand, fettiger Rückstand	Allerdings für Schiffe mit Wasserungssstopp geeignet
VC17m biozidfrei	Probeflächen	Hard Rorschach	Etwas erhöhter Reinigungsaufwand	In Hard starker Muschelbewuchs. Farbe nach Druckreinigung stellenweise weggewaschen. Oberfläche recht fein.
Hempel mille light	Probeflächen	Rorschach	Reinigungsaufwand etwa wie VC17m	Gute Resultate, Oberfläche etwas rauer als VC17m
Penatencréme (von Hand aufgebracht)	Probeflächen	Hard Rorschach	Geringer Reinigungs-aufwand, fettiger Rückstand	Allerdings für Schiffe mit Wasserungssstopp geeignet
Sikkens selfpolishing 3000	Probefläche (Rudder)	Hard	Reinigungsaufwand etwa wie VC17m	Gute Resultate, trotz heisser Saison 2003
Sikkens selfpolishing 3000	Ganzes Schiff Probeflächen	Fliesshorn (Ueberlingersee) Rorschach	Reinigungsaufwand etwa wie VC17m, beide Schiffe	Gute Resultate. 15 cm unterhalb Wasserplass mehrmals streichen. Etwas rauer als VC17m.

Anmerkungen

* Versuche durch Mitglieder bsvb und IBMV

* In allen Fällen konnten die biozidfreien Farben nach Anschließen auf einen Untergrund auf Epoxybasis aufgebracht werden (gute Haftung).

Notifizierte Wirkstoffe für Antifouling-Produkte (Produktgruppe 21)

CAS	Not	Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
312600-89-8	[N005]A	Copper, bis[1-cyclohexyl-1,2-di(hydroxy-kO)diaziniumato(2-)]-cis-4-[3-(p-tert-butylphenyl)-2-methylpropyl]-2,6-dimethylmorpholine	2	6	7	8	9	10	11	12															21
67564-91-4	[N006]A	dodecylguanidine monohydrochloride	2	6	7	8	9	10	11	12	13														21
13590-97-1	[N016]A	4,5-dichloro-2-octyl-2H-isothiazol-3-one	6	7	9	10	11	12																	21
64359-81-5	[N034]A	chlorfenapyr	6	7	8	9	10	11	12	13		18													21
122453-73-0	[N038]A	thiabendazole	2	6	7	8	9	10	11	12	13													20	
148-79-8	[N056]A	chlorothalonil	6	7	8	9	10																	21	
1897-45-6	[N068]A																							21	
68424-85-1	[N069]J1A	Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-16alkyl(dimethyl chlorides bis(1-hydroxy-1H-pyridine-2-thionato-O,S)copper	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13		18	19									21
14915-37-8	[N072]A	pyrithione zinc																							21
13463-41-7	[N075]A	dodecylguanidine monohydrochloride	1	2	6	7	6	7	9	10															21
13590-97-1	[N077]A	olyl-(2-(2-ethoxy)ethoxyethyl guanidinium chloride)	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13											20
374572-91-5	[N078]A	Poly-(hexamethylene diamine guanidinium chloride)	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13											20
57028-96-3	[N079]A	bis(1-hydroxy-1H-pyridine-2-thionato-O,S)copper																							20
14915-37-8	[N085]A	sodium sulphite	1	2	4	5	6		9	11	12	13													20
7757-83-7	[N091]A	sulphur dioxide	1	2	4	5	6		9	11	12	13													21
05.09.7446	[N092]A	sodium hydrogen sulphite	1	2	4	5	6		9	11	12	13													22
7631-90-5	[N093]A	diopotassium disulphite	1	2	4	5	6		9	11	12	13		20	21	22									20
16731-55-8	[N094]A	disodium disulphite	1	2	4	5	6		9	11	12	13													20
7681-57-4	[N102]A	potassium sulphite	1	2	4	5	6		9	11	12	13													22
10117-38-1	[N104]A	N-(dichlorofluoromethylthio)-N,N-dimethyl-N-phenyl-sulphamide	1	2	4	5	6		9	11	12	13												20	
1085-98-9	[N114]A	dichloro-N-((dimethylamino)sulphonyl)fluoro-N-(p-tolyl)methanesulphenamide							7	8	10													21	
731-27-1	[N115]A	zineb																						21	
12122-67-7	[N137]A	zineb																						21	
12122-67-7	[N178]A	zineb																						21	
12122-67-7	[N194]A	zineb																						21	
28159-98-0	[N225]A	N'-tert-butyl-N-cyclopropyl-6-(methylthio)-1,3,5-triazine-2,4-diamine	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13		19	21								21
9005-53-2	[N228]A	Lignin	2																						21
137-30-4	[N239]A	ziram	2																						19
13463-41-7	[N252]A	pyrithione zinc	2																						21
163269-30-5	[N324]A	3-benzo(b)thien-2-yl-5,6-dihydro-1,4,2-oxathiazine-4-oxide	4																						21
180128-56-7	[N332]A	Chloromethyl n-octyl disulfide																							21
	[N372]A																								21

Quelle: Europäisches Chemikalienbüro, <http://ecb.jrc.it/biocides>

Notifizierte Wirkstoffe für Antifouling-Produkte (Produktgruppe 21), Fortsetzung

26716-20-1	[N391]A	2-Propenoic acid, 2-methyl-, 2-[(1,1-dimethylethyl)amino]ethyl ester, homopolymer	2	4	5	7	8	9	10	11	12	13			21									
330-54-1	[N398]A	diuron				6	7		10						21									
15545-48-9	[N399]A	chlorotuluron				6	7	9	10	11	12	13			21									
2164-17-2	[N400]A	fluometuron				6	7	9	10	11	12	13			21									
67129-08-2	[N401]NC	2-chloro-N-(2,6-dimethylphenyl)-N-(1H-pyrazol-1-ylmethyl)acetamide				6	7	8	9	10	11	12	13		21									
7287-19-6	[N402]A	prometryn				6	7	9	10	11	12	13			21									
34123-59-6	[N403]A	3-(4-isopropylphenyl)-1,1-dimethylurea				6	7	9	10	11	12	13			18									
7440-50-8	[N441]A	copper			2										21									
1111-67-7	[N442]A	copper thiocyanate													21									
1317-39-1	[N443]A	dicopper oxide				8									21									
21564-17-0	[N444]J4A	(benzothiazol-2-ylthio)methyl thiocyanate			2	4	6	7	9	10	11	12	13		21									
56-35-9	[N451]A	bis(tributyltin) oxide					8								21									
133-06-2	[N465]A	captan					6	7	9	10					21									
133-07-3	[N466]A	N-(trichloromethylthio)phthalimide				6	7	9	10						21									
85409-23-0	[N492]A	Quaternary ammonium compounds, C12-14-alkyl ((ethylphenyl)methyl)dimethyl chlorides	1	2	3	4	5	6	8	9	11	12	13		16	17	18	19	21	22				
2634-33-5	[N494]NC	1,2-benzisothiazol-3(2H)-one	1			6	7	8	9		11	12	13							21				
2634-33-5	[N495]NC	1,2-benzisothiazol-3(2H)-one	1			6	7	8	9		11	12	13							21				
26530-20-1	[N497]NC	2-octyl-2H-isothiazol-3-one				6	7	8	9	10	11	12	13							20	21			
2682-20-4	[N498]J1NC	2-methyl-2H-isothiazol-3-one	1	2		4	6	7	8	9	10	11	12	13						20	21			
2682-20-4	[N498]J2NC	2-methyl-2H-isothiazol-3-one	1	2		4	6	7	8	9	10	11	12	13						20	21			
68391-01-5	[N503]A	Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-18-alkylidinemethyl chlorides	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		16	17	18	19	21	22		
85409-22-9	[N504]A	Quaternary ammonium compounds, benzyl-C12-14-alkylidinemethyl chlorides	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		16	17	18	19	21	22		
50-00-0	[N505]A	formaldehyde	1	2	3	4	5	6	9		11	12	13							18	20	21	22	23
27668-52-6	[N605]NC	dimethyloctadecyl[3-(trimethoxysilyl)propyl]ammonium chloride	2			7	9	10													21			
123-03-5	[N615]NC	cetylpyridinium chloride	1	2	3	4	5	6	7	8	9										20	21		
1314-98-3	[N630]A	zinc sulphide									7	9	10							18	21			
7553-56-2	[N641]NC	iodine	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11								21			

Quelle: Europäisches Chemikalienbüro, <http://ecb.jrc.it/biocides>

Anlage 6:

Antifouling-Wirkstoffe

Liste der empfohlenen Antifouling für den Bodensee 17.04.2000 Produktliste LimnoMar für die Saison 2000 BUWAL Verzeichnis der bewilligten Antifouling, Ausgabe 1998

Biozid	CAS-Nr	notifiziert
Irgarol	28159-98-0	+
Kupfer	7440-50-8	+
Kupfer(I)oxid	1317-39-1	+
Kupfer(I)thiocyanat	1111-67-7	+
Zinkpyrithion	?	?
Kupferbronze	?	?
Dichlofluanid	1085-98-9	+
Diuron	330-54-1	+
Chlorthalonil	1897-45-6	+
Fluorfolpet	719-96-0	-
Isothiazolon	?	?

Anlage 7:

The cover features a grayscale photograph of a person painting the hull of a large ship. The person is wearing a dark cap and a light-colored shirt, and is holding a long paintbrush. The ship's hull is white, and the background shows the ship's structure and some foliage.

**Verzeichnis
der bewilligten Antifoulings**

**REPERTOIRE
des antifoulings autorisés
par licence**

**ELENCO
degli antifouling autorizzati**

BUWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
OFEFP Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
UFAFP Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio
SAEFL Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
BUWAL

Editeur

Office fédéral de l'environnement, des forêts
et du paysage OFEFP

Editore

Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste
e del paesaggio UFAFP

Bezug/Commande/Ottenibile presso

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft
Dokumentation, 3003 Bern
Office fédéral de l'environnement, des forêts
et du paysage, Documentation, 3003 Berne
Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste
e del paesaggio, Documentazione, 3003 Berna
Fax + 41 (0)31 324 02 16
E-Mail: docu@buwal.admin.ch
Internet: www.buwalshop.ch

Bestellnummer/Commande/Numero di ordinazione

VU-4008-D

© BUWAL/OFEFP/UFAFP 2003

Anhang

Damit wir Ihnen ein vollständiges und möglichst aktualisiertes Verzeichniss zur Verfügung stellen können, bitten wir Sie, uns auf Fehler im vorliegenden Verzeichnis aufmerksam zu machen und uns Produkte, die nicht mehr im Handel sind, zu melden.

BUWAL, Sektion Produkte, 3003 Bern, Tel. ++41 (0)31 / 322 64 93, Fax ++41 (0)31 / 324 79 78.

Nous vous prions de nous communiquer toutes erreurs dans le répertoire afin que celui-ci soit toujours complet et à jour et de nous annoncer les produits qui ne sont plus sur le marché.

OFEFP, Section Produits, 3003 Berne, tél. ++41 (0)31 / 322 64 93, fax ++41 (0)31 / 324 79 78.

Al fine di mettere a vostra disposizione un elenco completo e il più aggiornato possibile, vi preghiamo di segnalaci gli errori contenuti nel presente elenco e di comunicarci i prodotti non più in commercio.

UFAFP, Sezione Prodotti, 3003 Berna, tel. ++41 (0)31 / 322 64 93, fax ++41 (0)31 / 324 79 78.

Firma / Entreprise / Società	BUWAL-Nr. OFEFP-No. UFAFP-n.	Produktename / Nom du produit / Nome del prodotto Wirkstoff / Substance active / Principio attivo	%
Anwander & Co AG Schiffsfarben- und Lackfabrik Goldschlägistrasse 16 8952 Schlieren	186078	HEMPEL'S ANTIFOULING NAUTIC 7190-20-50300/51110 Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	41 % 2,5 %
Anwander, Schlieren	272037	HEMPEL'S HARD RACING 76380-10000, weiss Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	15 % 2,4 %
Anwander, Schlieren	272035	HEMPEL'S HARD RACING 76480-R7001, grau Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	30 % 1,9 %
Anwander, Schlieren	272036	HEMPEL'S HARD RACING 76480-19990 schwarz, 76480-30390 blau, 76480-31750 blau, 76480-41820 grün, 76480-51170 rot Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	32 % 2 %
Anwander, Schlieren	272715	HEMPEL'S MILLE DYNAMIC 71600-10000, weiss Kupfer(I)-thiocyanat 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	17 % 3,5 %
Anwander, Schlieren	272714	HEMPEL'S MILLE DYNAMIC 71700-10160, hellgrau Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	40 % 2 %
Anwander, Schlieren	272716	HEMPEL'S MILLE DYNAMIC 71700-19990 schwarz, 71700-30390 blau, 71700-31750 blau, 71700-51170 rot Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	42 % 2,5 %

Firma / Entreprise / Società	BUWAL-Nr. OFEFP-No. UFAFP-n.	Produktename / Nom du produit / Nome del prodotto Wirkstoff / Substance active / Principio attivo	%
Anwander, Schlieren	272015	HEMPEL'S MILLE LIGHT 71400-10000 weiss, 71400-19990 schwarz, 71400-30390 blau, 71400-51170 rot	
Anwander, Schlieren	272016	HEMPEL'S STANDARD ANTIFOULING 76110-19990 schwarz, 76110-30390 blau, 76110-50000 rot Kupfer(I)-oxid	11 %
Anwander, Schlieren	150717	HEMPEL'S WATER GLIDE 740 D Kupferpulver	30 %
Anwander, Schlieren	124908	NAUTICO AALGLATT Kupferpulver	30 %
Anwander, Schlieren	177408	NAUTICO AALGLATT COLOR Kupfer(I)-thiocyanat 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	11 % 3,2 %
Anwander, Schlieren	55843	NAUTICO-UNTERWASSERKUPFERBRONZE Kupferpulver	38 %
Anwander, Schlieren	88531	PLASTOREX-2 KOMP.- UNTERWASSERKUPFERBRONZE Kupferpulver	42 %
Arter Umwelttechnik GmbH Bootswerft Ziegelbrückstrasse 20 8872 Weesen SG	222415	CERAM-KOTE 54 (Part A, Epoxiharz)	
Arter, Weesen	222416	CERAM-KOTE 54 (Part B, Härter)	
Bolleter& Co AG Farben u. Lacke Chemikalien Brühlstrasse 29 9320 Arbon TG	59778	SYCOLOR anwuchsverhindernde Unterwasserfarbe rotbraun Kupfer(I)-oxid	26 %
Bolleter, Arbon	90-501	SYCOLOR UNTERWASSERKUPFER Kupferpulver	36 %
CEWI + MAT SA Côte-de Fenil 1809 Fenil-sur-Corsier VD	258995	LEFANT H ₂ 000 Oxyde de zinc	44 %
CEWI + MAT, Fenil-sur-Corsier	258997	LEFANT SPF Oxyde de zinc	39 %
CEWI + MAT, Fenil-sur-Corsier	258996	LEFANT TF Oxyde de zinc	26 %
CEWI + MAT, Fenil-sur-Corsier	185315	LEFANT POWER PLUS Poudre de cuivre 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazine	17 % 2,5 %

Anhang

Firma / Entreprise / Società	BUWAL-Nr. OFEFP-No. UFAFP-n.	Produktename / Nom du produit / Nome del prodotto Wirkstoff / Substance active / Principio attivo	%
EIO Lack- u. Farbenfabrik AG Seestrasse 321–323 8804 Au ZH	109318	KUPFER-UNTERWASSERFARBE Kupferpulver	40 %
Enveco SA ch. des Fayards 2 1032 Romanel-sur-Lausanne	90-508	ACIMARIN Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	28 % 2,4 %
Karl-Peter Esser Aarauerstrasse 73 5200 Brugg	53570	FRICO-KUPFERBRONCE-ANTIFOULING Kupferpulver	30 %
Knuchel Farben AG Steinackerweg 11 4537 Wiedlisbach	194254	DUROMAR Bootsunterwasserfarbe Kupferpulver	10 %
JC Marine SA rue du Roveray 12 1207 Genève	198888	COFFY'S BRONZE AU CUIVRE POUR CARENES Poudre de cuivre	38 %
JC Marine, Genève	156591	PENGUIN NON STOP Oxyde de cuivre(I)	14 %
JC Marine, Genève	156592	SARGASSO Oxyde de cuivre (I)	21 %
Migros-Genossenschafts-Bund Limmatstrasse 152 Postfach 8031 8005 Zürich	130115	KUPFER-UNTERWASSERFARBE Kupferpulver	40 %
Négocitas SA rte du Nant-d'Avril 14 1214 Vernier GE	94-008	ALTURA CODE 619 Oxyde de cuivre(I) 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazine	50 % 2 %
Négocitas, Vernier	89-516	ANTIFOULING SARGASSO VF 33 Kupfer(I)-oxid	21 %
Négocitas, Vernier	34170	BRONZE BOTTOM VF 22 Kupferpulver	38 %
Négocitas, Vernier	94-006	CORSAIRE CODE 611 Thiocyanate de cuivre(I) 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazine	15 % 3,25 %
Négocitas, Vernier	177885	MISTRAL 621 Thiocyanate de cuivre(I) 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazine	30 % 2,3 %
Négocitas, Vernier	94-005	MISTRAL RAME CODE 633 Oxyde de cuivre(I) 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazine	41 % 2,25 %

Firma / Entreprise / Società	BUWAL-Nr. OFEFP-No. UFAFP-n.	Produktename / Nom du produit / Nome del prodotto Wirkstoff / Substance active / Principio attivo	%
Négocitas, Vernier	89-518	PENGUIN NON STOP Kupfer(I)-oxid	14 %
Négocitas, Vernier	94-007	SCIROCCO CODE 622 171 Oxyde de cuivre(I) 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazine	52 % 2 %
A.W. Niemeyer Werkstrasse 39 3250 Lyss	230382	ANTIFOULING SELBSTPOLIEREND Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	45 % 2 %
A.W. Niemeyer, Lyss	99-501	HART ANTIFOULING, blau Kupfer(I)-thiocyanat Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	35 % 12 % 1,5 %
A.W. Niemeyer, Lyss	230379	HART ANTIFOULING, rot, schwarz Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	45 % 1,5 %
A.W. Niemeyer, Lyss	230383	TEFLON-(PREMIUM)HART-ANTIFOULING Kupferpulver 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	35 % 1 %
PKO-TRADING Wannenstrasse 12 8608 Bubikon ZH	185315	LEFANT ANTIFOULING POWER PLUS Kupferpulver 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	17 % 2,5 %
Recalac SA Maréchets 1541 Bussy FR	89-503	RECASSO NO 1, rouge brun Oxyde de cuivre(I) 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazine	46 % 2,3 %
Recalac, Bussy	89-504	RECASSO NO 1, blanc, bleu, rouge vif, noir Oxyde de cuivre(I) 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazine	23 % 2,3 %
Roth & Co. AG Lack- und Farbenfabrik Täschmatte Postfach 744 6015 Reussbühl LU	119937	UNTERWASSER-KUPFER 1514 Kupferpulver Kupfer(I)-oxid	25 % 25 %
Ruco-Farben Eichstrasse 42 8152 Glattpurugg	127296	RUCO KUPFERLACK Kupferpulver 2-tert.-Butylamino-4-cyclopro-pylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	32 % 0,75 %

Anhang

Firma / Entreprise / Società	BUWAL-Nr. OFEFP-No. UFAFP-n.	Produktename / Nom du produit / Nome del prodotto Wirkstoff / Substance active / Principio attivo	%
Rüfenacht & Baumann AG Farbenfabrik Parkstrasse 1 2575 Täuffelen BE	22501	RB-ANTI-FOULING Kupferpulver Kupfer(I)-oxid	25 % 25 %
Siebenseen AG via al Molino 6916 Grancia 6926 Montagnola TI	93-001	SEAVICTOR, dark, light red Kupfer(I)-oxid	42 %
Siebenseen, Montagnola	93-002	SUPER TROPIC Kupfer(I)-oxid	26 %
Società Navigazione Lago di Lugano, viale Castagnola 12 6900 Lugano	208205	EVEN T.F. 6637.3755 Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	42 % 2,4 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft Postfach 64 8306 Brüttisellen	241630	ANTIFOULING TRILUX, white Dichlofluanid Kupfer(I)-thiocyanat	2,6 % 15 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	170809	CRUISER SUPERIOR, weiss, schwarz, rot, blau Kupfer(I)-thiocyanat 2-tert.-Butylamino-4-cyclopro-pylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	21 % 3,65 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	241629	INTERSPEED ULTRA, white, red, blue, black Dichlofluanid Kupfer(I)-oxid	2,6 % 32 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	138756	INTERSPEED 2000, weiss Kupfer(I)-thiocyanat 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	15 % 1,9 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	138840	MICRON CSC ANTIFOULING, dover-weiss Lang Kupfer(I)-thiocyanat 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	30 % 1,9 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	241631	MICRON EXTRA, white, navy, red, black Dichlofluanid Kupfer(I)-oxid	0,8 % 44 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	118760	PROP-O-DREV ANTIFOULING-SPRAY ZINNFREI Kupfer(I)-thiocyanat 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	10 % 1,3 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	153645	VC OFFSHORE Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	30 % 1,9 %

Firma / Entreprise / Società	BUWAL-Nr. OFEFP-No. UFAFP-n.	Produktename / Nom du produit / Nome del prodotto Wirkstoff / Substance active / Principio attivo	%
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	263643	VC OFFSHORE WITH TEFLON shell white, blue, red, black Dichlofluanid Kupfer(I)-oxid	2,4 % 27 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	136077	VC 17M ANTIFOULING SPRAY Kupferpulver	10 %
VC 17m-Vertriebsgesellschaft, Brüttisellen	127268	VC 17M EP ANTIFOULING Kupferpulver	17 %
Werder Systems Langackerstrasse 5 8424 Embrach ZH	90-505	ANTIFOULING Y 88 Kupferpulver 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	35 % 1,0 %
Werder Systems, Embrach	175096	AWLSTAR GOLDLABEL, hellblau Kupfer(I)-oxid	43 %
Werder Systems, Embrach	175095	AWLSTAR GOLDLABEL, div. Farben Kupfer(I)-oxid	47 %
Werder Systems, Embrach	175094	AWLSTAR GOLDLABEL, weiss Kupfer(I)-oxid	18 %
Werder Systems, Embrach	90-506	BINNENSEE-RHUMBELINE ANTIFOULING, div. Farben Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	45 % 2,0 %
Werder Systems, Embrach	99-505	BIOTOX HARTANTIFOULING D91, altweiss, blau Kupfer(I)-thiocyanat Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	35 % 12 % 1,5 %
Werder Systems, Embrach	193234	BIOTOX HARTANTIFOULING D91, rot, schwarz. Graphit Kupfer(I)-oxid 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin	45 % 1,5 %

Wir bedanken uns bei:

- Messe GmbH Friedrichshafen und Stadtverwaltung Friedrichshafen
- Fa. Alfred Kärcher GmbH & Co. KG für die Bereitstellung eines Hochdruckreinigers und für Bürsten für den Praxistest
- Bodensee-Solarboot GmbH für die Bereitstellung des Solarboots „Ra“ für die Praxisvorführung



2003
ING S
OULI
2003
YMPG
ING S
2003

