



RATGEBER FÜR BOOTSBSITZER



# Antifoulings für den Bodensee

Wasserschutz durch Umwelttechnik

**Die Bodensee-Stiftung dankt  
ihren Förderern:**

1. Auflage 2000  
Herausgeber:  
Bodensee-Stiftung  
Internationale Stiftung für Natur und Kultur  
Paradiesstr. 13  
78462 Konstanz

Bodensee-Segler-Verband  
Geschäftsstelle  
Rossgasse 14  
A-6971 Hard  
Telefon: (+43) 05574/89449  
E-Mail: bsvb@vol.at

Text:  
Ulrich Jacoby, Wolfgang Pfrommer

Beratung:  
Dr. Burkhard Watermann

Gestaltung:  
Gravis, Konstanz

Kontakt:  
Bodensee-Stiftung  
Paradiesstraße 13, D-78462 Konstanz  
Telefon: +49 (0)7531/9098-0  
Telefax: +49 (0)7531/9098-77  
E-Mail: schiffahrt@bodensee-stiftung.org

Weitere Exemplare des Ratgebers  
sind zum Stückpreis von DM/CHF 10,--  
(inkl. Porto u. Versand) bei der  
Bodensee-Stiftung zu beziehen.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur nach  
Genehmigung der Herausgeber.

Fotos: U. Jacoby, W. Pfrommer, SAIL & FUN Yachtcharter, H. Jacoby, H. C. Neidlein, I. Orłowsky



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

**LEVER FABERGÉ**  
DEUTSCHLAND



Europäische Kommission  
Generaldirektion Umwelt



Die Bodensee-Stiftung hat Ende 1997 gemeinsam mit dem Bodensee-Segler-Verband und mit Unterstützung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt und die Europäische Kommission die Kampagne „Antifoulings für den Bodensee“ gestartet. Ziel ist dabei giftige Unterwasserfarben sukzessive durch giftfreie Beschichtungssysteme zu ersetzen, um den Bodensees als Trinkwasserspeicher und Lebensraum zahlreicher Tier- und Pflanzenarten zu bewahren. Die ständig erweiterte und aktualisierte Marktübersicht „Antifoulings für den Bodensee“, die wir gemeinsam mit dem Bodensee-Segler-Verband herausgeben, zeigt die innovativen Entwicklungen zu mehr Umwelt- und Gewässerschutz. Die Zusammenarbeit trägt Früchte, der Bodensee ist zur internationalen Modellregion für umweltfreundlichen Segelsport geworden.

Wolfgang Pfrommer, Projektleiter  
Schifffahrt der Bodensee-Stiftung



Der Bodensee-Segelsport bekennt sich zu seiner Verantwortung für das Ökosystem Bodensee. Seit vielen Jahren werden Informationskampagnen für Umweltschutz im Segelsport von den engagierten Mitgliedern der Segelclubs durchgeführt. Mit der Kampagne „Antifoulings für den Bodensee“ wollen wir ein weiteres Zeichen setzen für die Naturverträglichkeit des Segelns.

Die neuesten biozidfreien Beschichtungen wurden in einer vom BSVb koordinierten Versuchsreihe auf Testplatten untersucht. In 11 Häfen rund um den Bodensee wurden die Bewuchsverhältnisse und die Wirksamkeit der neuen Beschichtungen getestet. Die Ergebnisse sind ermutigend. In der Segelsaison 2000 werden die im Plattentest wirksamen Beschichtungen auf Schiffsrümpfen weiter untersucht. Gemeinsam mit den Farbenherstellern werden wir uns auch weiterhin für Produkte und Techniken einsetzen, die den See schonen und damit einen Beitrag für die Zukunft des Segelsports leisten.

Alois Kern, Umweltbeauftragter  
des Bodensee-Segler-Verbandes BSVb

<b>I.</b>	<b>ANTIFOULING UND UMWELTSCHUTZ AM SEE</b>	<b>5</b>
1.1	Warum Antifouling?	6
1.2	Welche Beschichtung passt zu meinem Schiff?	7
1.3	Geht es auch ohne Gift?	7
<b>II.</b>	<b>WAS IST FOULING?</b>	<b>8</b>
<b>III.</b>	<b>TIPPS BEI DER ANWENDUNG VON UNTERWASSERANSTRICHEN</b>	<b>10</b>
2.1	Wie schütze ich die Umwelt?	10
2.2	Anwenderschutz	13
<b>IV.</b>	<b>MECHANISCHE REINIGUNGSVERFAHREN</b>	<b>15</b>
<b>V.</b>	<b>KONVENTIONELLE FARBTYPEN UND IHRE WIRKSTOFFE</b>	<b>17</b>
5.1	Free Association Paints	17
5.2	Biozidhaltige SPC-Antifoulings	18
5.3	Biozide Wirkstoffe	18
5.3.1	Tributylzinn-Verbindungen	18
5.3.2	Triazin	19
5.3.3	Kupfer	20
5.4	Beschichtungen mit biogenen Bioziden	20
<b>VI.</b>	<b>BIOZIDFREIE UNTERWASSERANSTRICHE</b>	<b>21</b>
6.1	Silikon-Antihaftbeschichtungen	21
6.2	Teflon®-Antihaftbeschichtungen	21
6.3	Hydroviskose Beschichtungen	22
6.4	Biozidfreie Hartbeschichtungen	22
6.5	Biozidfreie selbsterodierende Beschichtungen	22
<b>VII.</b>	<b>DIE RECHTLICHE SITUATION</b>	<b>23</b>
7.1	Gesetzliche Regelungen für den Bodensee	23
7.2	Regelungen in der EU	24
7.2.1	Deutschland	24
7.2.2	Österreich	25
7.3	Regelungen in der Schweiz	26
<b>VIII.</b>	<b>DIE BODENSEE-STIFTUNG</b>	

**Der Bodensee zählt zu den beliebtesten Freizeitregionen Mitteleuropas. Hauptattraktionen sind die vielen Formen des Wassersports und die Angebote der Fahrgastschifffahrt.**

Insgesamt sind über 50.000 Schiffe auf dem Bodensee zugelassen, der größte Anteil davon im Freizeitbereich. Eine nach-



haltige Nutzung der Natur- und Kulturlandschaft sowie die Sicherung der Trinkwasserqualität betrifft auch die Schifffahrt. Die Zukunftsfähigkeit der Bodenseenutzung hängt also auch von den Umweltschutzbemühungen des Wassersports und der Berufsschifffahrt ab. Hervorzuheben ist, dass der Wassersport am Bodensee wiederholt als Pionier im Umweltschutz aktiv geworden ist und maßgeblich an der Entwicklung einer ökologischen Modellregion beteiligt ist.

Während der Wassersportsaison liegen über 30.000 Schiffe in einem Hafenbecken, an einer Steganlage oder an einer Boje. Die Schiffsrümpfe werden gewöhnlich im

Unterwasserbereich mit einem „Antifouling“ beschichtet. Diese Beschichtungen verhindern, dass sich Mikroorganismen, Algen oder Muscheln am Schiffsrumpf festsetzen und diesen schädigen.

**Die Farben für einen Antifouling-Anstrich enthalten neben der Trägermatrix Lösungsmittel und Farbpigmente, häufig auch biozide Wirkstoffe.**

Als Biozide werden Kupferpulver, Kupfer(I)-Salze sowie organische Herbizide (Algizide) und Fungizide eingesetzt. Die früher häufig genutzten Organo-Zinnverbindungen (z. B. TBT) sind bereits seit vielen Jahren verboten.

Die Löslichkeit der Biozide im Wasser ist je nach Wirkungsprinzip der Beschichtung unterschiedlich. Die organischen Biozid-Zusätze sind meist teilhalogeniert und in nährstoffarmen Süßwasserrevieren nicht biologisch abbaubar. Nach Meinung von Experten ist die Belastung und Gefährdung des Trinkwasserspeichers durch Antifouling-Wirkstoffe partiell stark und generell besorgniserregend.

Aufgrund des für den Bodensee typischen Bewuchsdruckes sind für die Erhaltung und Pflege der Unterwasserbereiche von Schiffsrümpfen weniger toxische Farben ausreichend und empfehlenswert. Der freiwillige Verzicht der Schiffseigner auf gewässergefährdende Farben ist demzufolge kurz- und mittelfristig der beste Weg zur Entwicklung von wasserschonenden Freizeitaktivitäten und Schiffsverkehren.

### 1.1 Warum Antifouling?

Ein auf das Unterwasserschiff aufgetragenes Antifouling soll das Anwachsen von mikrobiellen, pflanzlichen und/oder tierischen Organismen („Fouling“) verhindern. Wie verschieden die Formen des Bewuchses auch sind, in ihren Auswirkungen sind sie sich recht ähnlich. So ist der Bewuchs aus ästhetischen Gesichtspunkten, vor allem aber aus ökonomischen und sicherheitstechnischen Gründen unerwünscht. Beispielsweise erhöht sich der Reibungswiderstand mit zunehmendem Bewuchs, wodurch die Geschwindigkeit reduziert wird. Neben Geschwindigkeitseinbußen und Einschränkungen bei der Manövrierbarkeit des Schiffes, müsste bei Fahrten unter Motor ein erhöhter Kraftstoffverbrauch und eine damit ver-

bundene Umweltbelastung in Kauf genommen werden. Zuweilen verstopfen die anhaftenden Wasserorganismen Rohre (z. B. Kühlwasserleitungen) oder blockieren bewegliche Teile. In Ausnahmefällen kann bei anhaltendem Bewuchsdruck sogar die Außenhaut des Rumpfes durch verstärkte Korrosion oder Osmose angegriffen werden.



## 1.2 Welche Beschichtung passt zu meinem Schiff?

Die Wahl des richtigen Antifouling bzw. der geeigneten Rumpfbeschichtung hängt von vielen Faktoren ab. Ausgehend von der Beschaffenheit des Wassers (z. B. Süß-, Brack- oder Salzwasser, Nährstoffgehalt) und des revierspezifischen Bewuchses in allen Revieren, die das Schiff anläuft, spielen u. a. der Schiffstyp, die typischen Geschwindigkeiten sowie die Art und Lage des Liegeplatzes eine Rolle. Allen diesen Kriterien übergeordnet ist allerdings die Nutzung des Schiffs von entscheidender Bedeutung. So liegt einem Regattasegler neben der maximal erreichbaren Geschwindigkeit vor allem ein gutes Handling beim Kranen am Herzen. Ein Fahrtenskipper wird sein Augenmerk vor allem auf einen guten Bewuchsschutz am Liegeplatz richten – vor allem, wenn sein Schiff auch längere Zeit nicht

gesegelt wird. Falls das Schiff nur jeweils einige Tage im Wasser liegt (Regattaschiffe, Wanderboote, Urlaubsfahrten), kann auf einen Bewuchsschutz generell verzichtet werden, da sich ein Fouling nicht entwickeln kann.

## 1.3 Geht es auch ohne Gift?

Der Bodensee-Segler-Verband hat im Sommer 1999 rund um den Bodensee in 11 Häfen Testplatten installiert. Ziel waren die genaue Analyse der Bewuchsverhältnisse im jeweiligen Hafen und Praxistests von biozidfreien Beschichtungen. Die Ergebnisse lassen hoffen: einige Farben eignen sich für die Bodensee-Segelschiffe. Sie verhindern einen festen Bewuchs und ermöglichen ein einfaches Reinigen der Oberfläche.

*Plattentests mit innovativen Farben*



## II. WAS IST FOULING?

Um zu wissen, gegen welche Organismen eine Beschichtung wirken soll, müssen wir die reviertypischen Algen und Muscheln kennen. So sind beispielsweise im Bodensee Grünalgen, die Kalk ausscheiden, und Dreikantmuscheln ungeliebte Gäste auf dem Schiffsrumpf.

Eine Besiedelung von festen Unterwasser-Oberflächen durch Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere ist sowohl im marinen Bereich wie im Süßwasser anzutreffen. Gewöhnlich verläuft der aquatische Besiedelungsprozess dreistufig: Zuerst bildet sich ein makro-molekularer Belag aus im Wasser gelösten Stoffen. Dieser Belag dient als idealer Nährboden für Bakterien. Diesen folgen einzellige Algen (z. B. Diatomeen), Pilze und mikroskopisch kleine

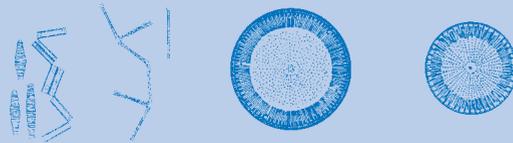
Tierchen, die wiederum den Schleim zu einer Haut vernetzen. Diese schleimige Haut, die meist noch einfach mechanisch entfernt werden kann, nennt man Mikro-fouling oder Biofilm. Seinerseits begünstigt das Mikro-fouling die Ansiedelung und Vermehrung von Algen und Muscheln (z. B. durch Sporen und Larven). Diese letzte Stufe der Besiedelung nennt man Makro-fouling.

Diese Organismengruppe umfasst den pflanzlichen Bewuchs wie die Braun-, Grün- und Rotalgen sowie im Süßwasser auch Jochalgen. Den tierischen Makrobewuchs bilden Muscheln wie die Dreikantmuschel und die nur im Salzwasser vorkommenden Seepocken.

### Übersicht über den für den Bodensee typischen Bewuchs

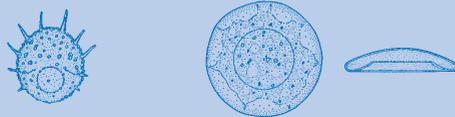
#### Kieselalgen

*Diatoma elongatum*  
*Diatoma vulgare*  
*Synedra vaucheria*  
*Cocconeis sp.*  
*Cyclotella sp.*  
*Navicula sp.*



#### Schalenamöben

*Centropyxis aculeata*  
*Arcella sp.*



#### Blualgen

*Schizothrix vaginata*  
*Plectonema tomasinianum*  
*Tolypothrix lanata*

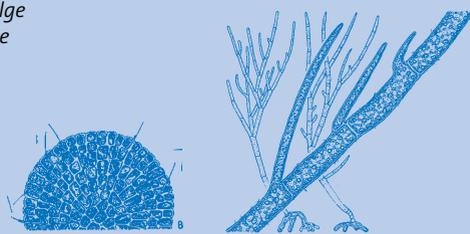


## Grünalgen

*Gongrosira debaryana*  
*Chlorothyllum cataractrum*  
*Chaetophora elegans*  
*Cladophora sp.*  
*Cladophora crisp.*  
*Cladophora glomerata*  
*Ulothrix sp.*  
*Coleochaete scutata*  
*Chaetopeltis orbicul.*

Polster-Grünalge  
Borstenscheibe  
Schopfalge  
Astalge

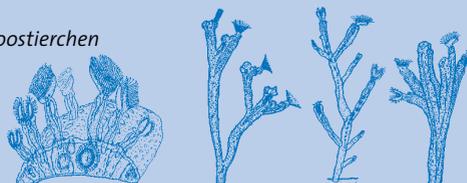
Kraushaar



## Moostierchen

*Fredericella sultana*  
*Plumatella sp.*  
*Cristatella mucedo*

Gekieltes Moostierchen



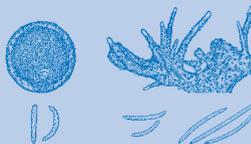
## Pilze

*Leptomitus lacteus*  
*Fusarium aqua*



## Schwämme

*Spongilla lacustris*



## Insekten

Chironomidenlarven

Zuckmücke



## Muscheln

*Dreissena polymorpha*  
*Sphaerium sp.*

Zebrauschel od.  
Dreikantmuschel  
Kugelmuschel



## Sonstige

Ringelwürmer

**Um das Gesundheits- und Umweltrisiko zu minimieren, sind einige grundsätzliche Anwendungsempfehlungen zu beachten.**

#### **2.1 Wie schütze ich die Umwelt?**

Beim Beschichten des Unterwasserschiffs soll erreicht werden, dass sich Fouling-Organismen nicht anheften oder ein bestehender Bewuchs abgetötet wird. Dies gelingt, indem den Farben giftige Stoffe zugesetzt werden, die langsam ins Wasser übergehen. Dadurch entsteht ein lebensfeindliches Umfeld auf der Oberfläche des Schiffsrumpfes. Neben dieser möglichen Gewässerschädigung sind auch die Lösungsmittel umweltbelastend. Beim Auftragen verflüchtigen sie und belasten die Atmosphäre.

Zum Beschichten der Schiffsrumpfe sollte möglichst wenig, giftfreie und lang wirksame Farbe benutzt werden.

Einige Schiffseigner verzichten bereits ganz auf Antifouling und reinigen das Unterwasserschiff mechanisch.

Prüfen Sie, ob Sie weniger gewässerschädliche Antifouling-Farben benutzen können oder ob Sie eventuell Ihr Schiff nur mechanisch vom Bewuchs befreien.

**Um das Revier möglichst wenig mit Fremdstoffen zu belasten, sollten bei der Anwendung von Unterwasserbeschichtungen einige Tipps beachtet werden.**



- Prüfen Sie, ob Sie nicht ganz auf Antifouling verzichten können.
- Benutzen Sie **keine** Farben, die Triazine oder andere organische Biozide enthalten, sie gefährden die Wasserqualität des Bodensees.
- Lassen Sie sich beim Kauf der Produkte die **Sicherheitsdatenblätter** aushändigen und lesen Sie diese nicht zuletzt zu Ihrem eigenen Schutz aufmerksam durch.
- **Kupfer** (als Kupferpulver) ist derzeit der am wenigsten schädliche biozide Wirkstoff in Antifoulings. Allerdings darf die Farben nicht abblättern. Prüfen Sie, ob und wie Sie Farben mit möglichst wenig Kupferanteil benutzen können.
- **Kupfersalze** (Kupferoxid, Kupferrodanid etc.) werden schneller in das Wasser abgegeben. Farben mit gebundenem Kupferpulver (Kupferbronze) sind kupfersalzhaltigen Antifoulings vorzuziehen.
- Als eine biozidfreie Variante können Farben auf **Silikon-Basis** oder **TEFLON®**-Farben verwandt werden, welche über ihre Oberflächeneigenschaften wirken. Sie gehören zu den Antihaftbeschichtungen und verhindern, dass sich Bewuchs-Organismen fest anheften können. Sie werden in dünnen Schichten aufgetragen. Sie sind nicht giftig und daher empfehlenswert. **Silikone** und **Teflon®** sind nicht biologisch abbaubar, d. h. Farbe, die in das Wasser gelangt, wird sich im Sediment festsetzen.
- **Haltbarkeit:** Prüfen Sie, ob Ihr Anstrich über mehrere Jahre ohne Erneuerung auf dem Schiff bleiben kann. Oft sind Anstriche über viele Jahre ausreichend wirksam. Nach der Saison müssen sie nur ausgebessert und nicht komplett erneuert werden.
- **Lösungsmittel** bewirken, dass die Anstrichfarbe gut verarbeitbar ist, schnell trocknet und ein gleichmäßiger Belag entsteht. Sie verursachen aber oft allergische Reaktionen, schädigen die Haut und das Lungengewebe. Lösungsmittel, die prinzipiell immer in die Atmosphäre abdampfen, sind Vorläufersubstanzen zur bodennahen Ozonbildung und Mitverursacher

des Treibhauseffektes. Sie sollten daher möglichst lösungsmittelarme Farben benutzen. Auf Farben mit halogenierten (chlorierten, fluorierten) Lösungsmitteln sollten Sie möglichst ganz verzichten.

- » Um zähflüssigen Lack bei niedrigen Temperaturen leichter verarbeiten zu können, müssen Sie nicht unbedingt mehr Verdünnung verwenden. Eine Erwärmung des Lacks z. B. im Wasserbad ist ungleich wirksamer. So vermindert sich durch Verdünnen die pro Arbeitsgang auftragbare Schichtdicke. Allgemein ist es ratsam bei Temperaturen zwischen 15 und 20°C zu arbeiten, da die Trockenzeit bei 12°C um 50-100 % länger ist als bei 20°C. Um das vorzeitige Härten von Zweikomponenten-Produkten zu verhindern, empfiehlt sich bei höheren Temperaturen nur so viel Lack zu mischen, wie direkt (also innerhalb der „Topfzeit“) verarbeitet werden kann. Geben Sie falls überhaupt eine Verdünnung erst nach gutem Vermischen der Komponenten hinzu.
- » **Vorreinigung:** Das Schiff darf nach dem Auswassern nur auf einem speziell dafür eingerichteten Waschplatz gereinigt werden. Das Waschwasser muss aufgefangen und einer geregelten Kläranlage zugeführt werden.
- » **Schleifstäube und Farbreste** müssen Sie beim Erneuern oder Ausbessern der Unterwasserbeschichtung auffangen und bei biozidhaltigen Farben als Sonderabfall ordnungsgemäß entsorgen. Legen Sie dazu eine Folie unter das Schiff. Antifoulings sollten wegen der dabei entstehenden giftigen Stäube niemals durch Trockenschleifen entfernt werden. Für den Fall, dass Sie die Grundierung trocken schleifen, sollten Sie unbedingt eine Maschine mit Staubabsaugung benutzen.
- » **Farbreste:** Achten Sie darauf, dass keine Farben, Farbreste, Reinigungsmittel oder Waschwasser in die Kanalisation gelangen. Benutzen Sie möglichst lösungsmittelarme Pinselreiniger. Entsorgen Sie die belasteten Reinigungslösungen, gebrauchte Pinsel, Rollen und Farbreste ordnungsgemäß bei der Problemstoffsammlung.

#### 2.2 Anwenderschutz

- **Applikationstechnik:** Die meisten Unterwasseranstriche lassen sich mit Pinsel oder Farbrolle auftragen. Bei Spritzverfahren müssen „air-less“-Techniken (ohne Druckluft) genutzt werden. Die Verarbeitung von Antifouling-Farben in Airspray-Verfahren ist gesundheitsgefährdend und nach §5.1 (1) TRGS 516 unzulässig.
- **Belüftung:** Beim und nach dem Auftragen sollten Sie für gute Belüftung sorgen bzw. eine spezielle Absaugeinrichtung einsetzen.
- **Essen und trinken:** Bei der Arbeit sollten Sie nicht essen oder trinken. Alkoholgenuss verstärkt die negative Wirkung vieler Lösungsmitteldämpfe. Auch Nahrungsmittel sollten nicht in der Nähe von Farben gelagert werden, da sich Lösungsmitteldämpfe in Speisefett anreichern.
- **Gummihandschuhe:** Tragen Sie beim Schleifen und Auftragen immer lösungsmitteldichte Handschuhe. Empfehlenswert sind spezielle Gummihandschuhe, die im Farbenhandel erhältlich sind. Bei gefährlichen oder unbekanntem Lösungsmitteln und Farbinhaltsstoffen können auch zwei Paar Handschuhe unterschiedlichen Materials übereinander getragen werden.
- **Hautschutzcremes:** Zum Schutz vor Verschmutzung durch Farbreste und Lösungsmittel empfiehlt sich die Anwendung von nicht fettigen Hautschutzcremes (keine Vaseline!). Sie verhindern ein schnelles Eindringen der Lösungsmittel oder Farben in die Haut. Farbreste können auf eingecremten Hautstellen einfacher entfernt werden.
- **Lagerung:** Lagern Sie Farben nur in gut gelüfteten Räumen und entfernt von Hitzequellen und direkter Sonneneinstrahlung. Halten Sie die Gebinde gut verschlossen und vermeiden Sie Funkenflug von Metallen oder durch elektrische Anlagen. Vermeiden Sie auch offene Flammen.

- » **Overall oder ähnliche Schutzkleidung:** Tragen Sie bei Schleif- und Farbarbeiten immer eine ausreichende Schutzkleidung. Die Haut sollte möglichst vollständig bedeckt sein. Beim Schleifen empfiehlt sich staubdichte Kleidung.
- » **Rauchen:** In Arbeitsräumen, in denen mit Lösungsmitteln oder Farben gearbeitet wird, ist das Rauchen generell verboten. Lösungsmitteldämpfe können sich schon bei geringen Konzentrationen entzünden.
- » **Reinigung:** Farbreste auf der Haut sollten unter warmem Wasser nur mit Seife und Bürste gereinigt werden. Keinesfalls sollten Sie Ihre Haut mit Lösungsmitteln behandeln, da in diesem Fall Giftstoffe mit Lösungsmittel verstärkt aufgenommen werden. Die meisten Lösungsmittel sind darüber hinaus stark nieren- und leberschädigend.
- » **Schutzbrille:** Beim Spritzen, aber auch beim Rollen oder Pinseln ist eine Schutzbrille (Euronorm 169) unverzichtbar. Farbspritzer in den Augen können die Bindehaut reizen und entzünden. Über die Augenschleimhaut werden Giftstoffe schnell aufgenommen. Die Schutzbrille sollte möglichst auch einen seitlichen Schutz haben.

Gelangt trotzdem einmal Farbe in die Augen, müssen diese für mindestens 15 Minuten mit Frischwasser gespült werden.

Anschließend sollten Sie unbedingt einen Arzt aufsuchen.

- » **Schutzmaske:** Tragen Sie beim An- oder Abschleifen von alten Anstrichen immer eine Staubschutzmaske. Bei lösungsmittelhaltigen Farben müssen Sie eine Atem-Schutzmaske (Filter mit braunem Ring), beim Spritzen eine umluftunabhängige Atemmaske oder -haube tragen. Darüber hinaus ist auf eine gute Belüftung des Arbeitsraumes zu achten.

Viele Segler pflegen den verständlichen Wunsch, möglichst einfach zu einem sauberen Unterwasserschiff zu kommen. Antifouling mit giftigen Substanzen stehen dabei für ein pflegeleichtes Unterwasserschiff, umweltfreundliche Beschichtungen haben den Ruf, weniger wirksam und arbeitsintensiver zu sein. Damit der Verzicht auf die „chemische Keule“ nicht teuer erkauft werden muss, sind einige Erfahrungen über die mechanische Reinigung vonnöten.

Nicht jedes Reinigungsverfahren ist gleichermaßen für alle Beschichtungen geeignet. Beispielsweise eignen sich harte Nylonbürsten oder Hochdruckreiniger nicht für Silikonfarben. Auch kann durch die Wahl des richtigen Reinigungswerk-

zeugs und eine gute Abstimmung der Reinigungsintervalle auf die revierspezifischen Bewuchsverhältnisse so mancher Tropfen Schweiß gespart werden. Außerdem sind bei der Reinigung des Schiffsrumpfs an Land wie im Wasser abfall- und abwasserrechtliche Vorgaben einzuhalten.

**Reinigung im Wasser**

Bei der Unterwasser-Schiffsreinigung im Hafenbecken oder auf dem See wird der Schiffsrumpf entweder mit einem Schwamm, einer gestielten Bürste oder in einer Sportbootreinigungsanlage mechanisch von Bewuchs befreit.<sup>1</sup> Eigner von kurzkieligen Booten nutzen teilweise auch einen an beiden Enden mit Bändern verlängerten (Velour-)

**Eignung mechanischer Reinigungsverfahren für die Zwischen- und Endreinigung verschiedener Unterwasserbeschichtungstypen**

Reinigungswerkzeug	Beschichtungstyp <sup>1</sup>				
	SPC-Beschichtung	Silikon-Beschichtung	Teflon-Beschichtung	Hart-Beschichtung	Hydroviskose Beschichtung
<b>Schwamm</b>	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Bürste</b>	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein
<b>Hochdruckreiniger</b>	Nein	< 50 bar	Ja	Ja	Nein
<b>Kunststoff-Spachtel</b>	Nein	Nein	(Ja)	Ja	Nein
<b>Unterwasserschiffsreinigungsanlage</b>	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Reinigungszyklus</b>	-	nach Bedarf, oft nur Endreinigung	alle 2-3 Monate	alle 4-6 Wochen	-

<sup>1</sup> Siehe dazu den Endbericht des Fraunhofer Instituts Produktionstechnik und Automatisierung (Fraunhofer IPA): „Untersuchung von Verfahren zur Außenreinigung von Sportbooten als Alternative zu biozidhaltigen Unterwasseranstrichen“, Stuttgart 1996.



*Schiffsrümpfe mit biozidfreien Beschichtungen lassen sich einfach reinigen.*

achten. Wird durch den Verbleib des mit Antifouling-Wirkstoff verunreinigten organischen Materials im Wasser die Beschaffenheit des Gewässers beeinträchtigt, muss beispielsweise gemäß dem deutschen Wasserhaushaltsgesetz (WHG)<sup>2</sup> eine Erlaubnis bei der zuständigen Landesbehörde oder der Wasserschutzpolizei eingeholt werden. Besteht u. a. auf Grund der großen Materialmenge die Gefahr einer Schädigung des Gewässers, ist nach deutschem Recht (TA Siedlungsabfall) das Material landseitig zu entsorgen, d. h. eine Reinigung im Wasser ist zu umweltschädlich. Es empfiehlt sich daher, den Schiffsrumpf regelmäßig auf Bewuchs zu untersuchen und gegebenenfalls frühzeitig mit schonenden Maßnahmen zu reinigen.

### **Reinigung am Waschplatz**

Wird der Bootsrumpf an Land von Bewuchs befreit, muss das Augenmerk insbesondere auf die Abwasserproblematik und die fachgerechte Entsorgung des Bewuchses gerichtet werden. Der Waschplatz muss mit einer Abwasserentsorgung ausgestattet sein. Eine direkte Einleitung des unbehandelten Waschwassers ins Gewässer oder das Versickern ins Grundwasser ohne behördliche Genehmigung sind nicht gestattet. Die in den Entsorgungseinrichtungen am Waschplatz (Filter, Absetzbecken, Abscheider etc.) zurückbleibenden Feststoffe sind entsprechend den Vorgaben durch die Umweltbehörden zu entsorgen.

Teppichstreifen, der unter dem Schiff durchgezogen wird. Allen Verfahren gemeinsam ist, dass der dabei abgewaschene Bewuchs in das Gewässer freigesetzt wird.

Bisweilen ist der Bewuchs mit Antifouling-Abrieb versetzt. In diesem Fall gilt es besondere nationale Regelungen zu be-

<sup>2</sup> § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG

Antifouling-Farben sind Beschichtungen, die zur Verhinderung von Bewuchs (Fouling) durch Mikroorganismen, Pflanzen oder Tiere auf Schiffsrümpfe und Wasserbauwerke aufgetragen werden. Anwendung fanden seit der Antike so unterschiedliche Stoffe wie Arsen, Bitumen, Blei, DDT, Kupfer(-platten), Pech und Quecksilber. Werden in jüngerer Zeit viele dieser Stoffe auf Grund ihrer ökotoxischen Giftwirkung nicht mehr eingesetzt, so sind doch nicht minder giftige Substanzen, insbesondere Organozinn-Verbindungen (z. B. TBT), teilweise weiterhin im Einsatz.

Herkömmliche Antifouling-Farben wirken chemisch-toxisch und beruhen fast alle auf dem gleichen Prinzip. Sie bestehen aus einer Kunststoff-Farbmatrix und darin eingebetteten Bioziden, d. h. giftigen Wirkstoffen wie Triazin- oder Kupferverbindungen. Die Giftstoffe waschen stetig an der Farboberfläche aus und schaffen so am Rumpf lebensfeindliche Bedingungen. Die Menge der ausgewaschenen Wirkstoffe wird durch die Freisetzungsrate, auch „Leaching-Rate“ genannt, bestimmt. Viele Farben sind auch mechanisch wenig stabil. So werden beim Kranen oft große Biozidmengen freigesetzt. Im Wasser gelöst, werden die giftigen Antifouling-Bestandteile von Schwebstoffen aufgenommen, sinken zu Boden und reichern sich dort an. Einer besonders starken Belastung sind deshalb Orte mit langer Verweildauer wie Häfen und stark befahrene Gewässer ausgesetzt.



*Vielfalt im Farbenregal*

### 5.1 Free Association Paints

Die Biozidfreigabe bei einer so genannten „Free Association Paint“ erfolgt durch einen Auslaugungsprozess, bei dem das Biozid aus der Farbmatrix ausgewaschen wird. In der Regel wird das Biozid dabei in einer viel höheren Dosis freigesetzt, als es zur Verhinderung von Bewuchs notwendig wäre. Zudem verbleibt die bereits ausgelagte Deckschicht dauerhaft am

Rumpf, wo sie durch ihre erhöhte Rauigkeit bremsend wirkt und bei nachlassenden Biozidfreisetzungsraten die Ansiedlung weiteren Bewuchses erleichtert. Damit die Farbschicht nicht unnötig anwächst, muss die „ausgelaugte“ Farbmatrix vor einer Neubeschichtung meist vollständig abgeschliffen werden. Dieser zu der Gruppe der Hartantifouling gehörende Antifoulingtyp findet trotz seiner unbestrittenen Abriebsfestigkeit nur noch selten Verwendung. Mittlerweile stehen moderne giftfreie Anstrichsysteme mit der gleichen Eignung für Traileryachten und trockenfallende Boote zur Verfügung.

### 5.2 Biozidhaltige SPC-Antifoulings

Bei den so genannten „selbstpolierenden Antifoulings“ (engl.: SPC = self polishing Copolymer) wird das Biozid chemisch an ein Bindemittel (z.B. Acryl-, Methacryl- oder Vinylpolymere) gebunden. Aufgebaut sind diese so, dass das Biozid an der Grenzfläche Anstrich/Wasser durch Hydrolyse kontrolliert ausgewaschen werden kann. Da die zurückbleibenden Polymerketten ebenfalls wasserlöslich sind, kann die Oberfläche durch den Reibungswiderstand des Wassers zu einer glatten Fläche poliert werden. Die Farbenhersteller benutzen den Begriff „selbstpolierend“ sinnlich mit selbsterodernd oder selbstglättend.

Bei TBT-freien SPCs kommt an Stelle des TBT Kupfer als biozider Wirkstoff zum Einsatz. Ein entscheidender Vorteil der

SPC-Antifoulings ist die Möglichkeit, die Abgaberate eines Biozids exakt auf die Bewuchsverhältnisse in unterschiedlichen Revieren abstimmen zu können. Auch muss im Falle eines Neuanstrichs der Altanstrich nicht komplett entfernt werden, sondern kann entsprechend gereinigt und überstrichen werden. Für schnelle Motorboote oder Propellerblätter sind selbstpolierende Antifoulings allerdings nicht geeignet. Durchschnittlich alle zwei Jahre müssen SPC-Antifoulings ersetzt und die Schleifstäube als Sondermüll entsorgt werden.

### 5.3 Biozide Wirkstoffe

Wie bereits erwähnt sind normalerweise giftige Zusätze in den Farben erhalten. Um die Zielorganismen abzutöten, werden oft ganze Cocktails von Bioziden eingesetzt. Unkrautvernichtungsmittel (z.B. Triazine), Pilzgifte (Fungizide wie Kupfer, Zineb oder Dichlofluanid) oder Allestöter (TBT) sind ausnahmslos unverträglich für den Bodensee. Drei dieser gefährlichen Biozide wollen wir hier ausführlicher vorstellen.

#### 5.3.1 Tributylzinn-Verbindungen

Organische Zinnverbindungen sind sehr giftig. Sie werden vorwiegend als biozide Wirkstoffe eingesetzt. Die gebräuchlichsten Vertreter sind TBTO (Tributylzinnoxid), TBTB (Tributylzinnbenzoat) und TBT-Naphtanat. Neben der Verwendung als Antifouling-Anstrich im Schiffsbereich und der Desinfektion industrieller Kühlwasseranlagen, kommen sie als Pflanzenschutzmittel, als Materialschutz (z. B. in

Holzschutzmitteln, Feuchtraumfarben, Fugenfüller, in Teppichen, Textilien, Dachbedeckungen) bzw. auch als Weichmacher in PVC zum Einsatz. Erneut in die Schlagzeilen gelangte TBT Anfang 2000, als bedenkliche Konzentrationen in Sporttrikots gefunden wurden. Besonders geschätzt wird u.a. die Schimmelfestigkeit sowie die Verhinderung einer Besiedlung behandelter Oberflächen mit Algen und anderen Mikroorganismen im feucht-wässrigen Milieu.

TBT ist nicht fest an die Matrix der Farbe gebunden, sondern wäscht beständig ins Umgebungswasser aus. Besonders stark betroffen von den schädlichen Auswirkungen sind Wasserschnecken und Muscheln. So ist TBT ein hochwirksames Stoffwechselgift, das selbst bei sehr niedrigen Konzentrationen durch seine hormonelle Wirksamkeit zu Immun- und Fruchtbarkeitsstörungen führen kann. Es blockiert die Ausschüttung von Sexual-

hormonen in weiblichen Schnecken und regt die Produktion männlicher Hormone an. Weibliche Schnecken bilden männliche Geschlechtsmerkmale aus und werden langfristig unfruchtbar. Auch viele Speisefische sind betroffen und können die Gesundheit und Fortpflanzungsfähigkeit von Menschen gefährden.

Wegen seiner Gefährlichkeit darf TBT seit 1989 EU-weit nicht mehr auf Booten unter 25 Meter Länge als Antifoulingmittel verwendet werden. Obwohl die hormonelle Wirkung von TBT auf Wasserorganismen bereits Anfang der 80er Jahre bekannt wurde, kommt es bis heute bei Großschiffen (> 25 m) zum Einsatz. Mit einem von der Internationalen Maritimen Organisation (IMO) angestrebten weltweiten Verbot von organozinnhaltigen Antifouling-Anstrichen ist nicht vor 2003 zu rechnen. Ein generelles TBT-Verbot in Deutschland ist in Vorbereitung.

### 5.3.2 Triazine

Neben dem Einsatz in Unkrautvernichtungsmitteln (z. B. Atrazin) kommen Triazine in Antifouling zum Einsatz. Beispielsweise wird 2-tert.-Butylamino-4-cyclopropylamino-6-methylthio-1,3,5-triazin unter der Bezeichnung IRGAROL 1051 gehandelt. Oft ist IRGAROL einer kupferhaltigen Farbe beigemischt; das Kupfer verhindert die Besiedelung durch Mikrofouling, IRGAROL unterbindet den Aufwuchs von

*Unvollständige Angaben über Inhaltsstoffe sind nach wie vor die Regel.*

Mindergeinig/Schadelijk

**d Kennzeichnung**  
 Farbmateriale enthält Kupferferrocyanid, S - triazin.  
 Entzündlich. Gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Von Nahrungsmitteln, Getränken und Futtermitteln fernhalten. Von Zündquellen fernhalten - Nicht rauchen. Gas/Rauch/Dampf/Aerosol nicht einatmen. Abfälle und Behälter müssen in gesicherter Weise beseitigt werden. Bei unzureichender Belüftung Atemschutzgerät anlegen. Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen.

**H**

Verpackungsgröße : UN1263  
 Toxizitätsnummer : 10364N  
 Wirkstoff(en) : Kupferthiozyanaat en  
 2-Methylthio - 4 - t-butylamino -  
 6 - cyclopropylamino - 5 - triazine  
 Gehalte(n) : resp. 15,6% en 2%  
 Besondere gevaren : Ontvlambaar.  
 Schadelijk bij inademing, opname door de

Algen bereits im Ansatz. Untersuchungen haben gezeigt, dass sich Kupfer und IRGAROL in ihrer toxischen Wirkung gegenseitig verstärken.

Gegenwärtig wird untersucht, welche Auswirkungen eine Anreicherung des nachweislich hochtoxischen IRGAROL im Wasser und den Seesedimenten hat. Beispielsweise wird das Wachstum von jungen Grünalgen (Zoosporen) ab einer Konzentration von 100 Nanogramm/Liter Seewasser bedeutend gehemmt. Da die Vermutung nahe liegt, dass bereits bei deutlich niedrigeren Konzentrationen langfristig Schädigungen des Planktons und in der Folge des ganzen Ökosystems möglich sind, schlägt die dänische Umweltbehörde einen Wasserqualitätsstandard von 1 ng/l IRGAROL 1051 vor. In Bodenseehäfen zu Saisonbeginn 1999 gezogene Proben brachten erhöhte Konzentrationen in Hafengewässer und -sediment ans Tageslicht. Werden diese Funde zugrunde gelegt, wird der dänische Standard zumindest in manchen Häfen des Bodensees nicht erreicht.

### 5.3.3 Kupfer

Kupfer (als Kupferpulver) ist nach Meinung von Gewässerschützern am Bodensee der derzeit am wenigsten schädliche biozide Wirkstoff in Antifouling. Viele Organismen benötigen das in geringen Mengen natürlich vorkommende Kupfer als Spurenelement. Nicht übersehen werden darf hierbei, dass sich zusätzlich in die Umwelt freigesetztes Kupfer im Wasser und in Sedimenten anreichert. In den

Niederlanden stiegen die Konzentrationen so an, dass der Einsatz von Kupfer als Antifouling-Wirkstoff dort inzwischen verboten worden ist.

Kupfersalze (Kupferoxid, Kupferrodanid etc.) werden meist schneller in das Wasser abgegeben. Farben mit fest gebundenem Kupferpulver (Kupferbronze) sind kupfersalzhaltigen Antifouling vorzuziehen. Bei den kupferpulverhaltigen Farben entwickelt sich die biozide Wirkung durch Oxidation des Kupfermetalls an der Oberfläche. Voraussetzung für die geringere Umweltschädlichkeit von Kupferpulver ist allerdings eine intakte Oberfläche, von der sich keine Farbschichten/-partikel ablösen können.

Am Bodensee werden in Hafensedimenten bereits erhöhte Kupferkonzentrationen gemessen. Das Baggergut muss deshalb gesondert entsorgt werden.

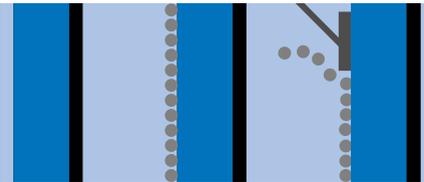
### 5.4 Beschichtungen mit biogenen Bioziden

Bei diesem Beschichtungstyp werden zusätzlich zu der kontinuierlichen Auflösung der Oberfläche („selbstpolierend“) ein oder mehrere biogene Wirkstoffe (z. B. Thymianöl, Nelkenöl) in das Wasser abgegeben. Gemäß der EU-Biozid-Richtlinie werden diese Wirkstoffe als „mit niedrigem Risikopotential“ eingestuft werden. Als Biozide unterliegen sie damit der Registrierungspflicht.

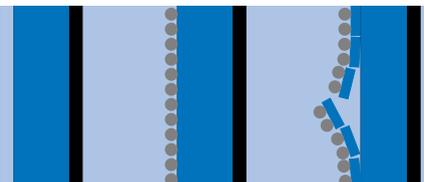
Giftfreie Antifouling-Farben basieren häufig auf der physikalischen Wirkung von Antihaftoberflächen. Durch eine verringerte Oberflächenspannung wird den Organismen kein Halt geboten. Hier spielt insbesondere die Haftfestigkeit der Erstbesiedler (Bakterien und Kieselalgen) eine Rolle für den weiteren Gang der Besiedelung. Haftet der Biofilm nur schlecht, gelingt es auch den nachfolgenden Makroorganismen kaum sich dauerhaft festzusetzen.

Als biozidfreie Unterwasseranstriche haben sich speziell silikonhaltige Beschichtungen als äußerst effektiv erwiesen. Gute bewuchsverhindernde Eigenschaften weisen auch besonders glatte und harte Oberflächen auf der Basis von Teflon® auf.

*Oberflächenaktive Beschichtung  
(z. B. Teflon®, Silikone)*



*Selbsterodierende biozidfreie Beschichtungen*



### 6.1 Silikon-Antihafbeschichtungen

Die auf Silikon basierenden Antihafbeschichtungen weisen keinerlei Giftstoffe auf. Bei den Silikonfarben verhindert eine stark wasserabweisende, gummiartige Schicht auf dem Unterwasserschiff, dass sich Algen, Zebrauscheln und andere kleinere Wasserorganismen festheften können. Durch den Reibungswiderstand und die Strömung wird der Bewuchs abgespült. Nach einigen Monaten bildet sich lediglich ein einfacher (Konditionierungs-) Film, bestehend aus Bakterien und Kleinalgen. Da dieser Belag keine große Haftfestigkeit besitzt, kann er am Saisonende mit einem Wasserstrahler oder einem Schwamm leicht entfernt werden. Die gegenüber herkömmlichen Antifouling-Farben höheren Kosten für eine silikonhaltige Unterwasserbeschichtung amortisieren sich schnell, da laut Hersteller ein Schutzanstrich mit Silikonfarbe mindestens 3-5 Jahre hält.

Allerdings haben Silikonfarben den Nachteil, dass sie sich nicht mit einer anderen Farbe überstreichen lassen, sondern einen kompletten Neuaufbau der Beschichtung erfordern.

### 6.2 Teflon®-Antihafbeschichtungen

Teflon®-Farben sind von ihrer Wirkung den Silikonfarben vergleichbar; auch sie enthalten keinerlei Giftstoffe und verhindern die Anhaftung von Bewuchs. Im Unterschied zu Silikon sorgt hier das dem dünnen, harten Farbfilm beigemischte Polytetrafluorethylen für extreme Glätte und geringe Oberflächenspannung.

### 6.3 Hydroviskose Beschichtungen

Die mit hydroviskoser Oberfläche ausgestatteten Beschichtungen quellen im Wasser auf und bilden eine weiche bewuchshindernde Schicht. Eine solche Bedeckung des Rumpfes ist dem natürlichen Abwehrmechanismus von manchen Algen oder Fischen ähnlich, die sich durch Absonderung von Schleim vor Fremdbewuchs schützen. Anders als bei Silikonfarben lassen sich hydroviskose Beschichtungen ohne weiteres auf intakte Altanstriche auftragen; auch sind sie nicht teurer als konventionelle Antifouling-Produkte.

### 6.4 Biozidfreie Hartbeschichtungen

Hartbeschichtungen basieren in der Regel auf einem Primer aus Epoxidharz. Daneben sind auch Polyurethanbeschichtungen gebräuchlich. Über eine eigene bewuchshemmende Wirkung verfügen sie nicht. In

Verbindung mit mechanischen Reinigungsverfahren (Schwamm, Bürste) können sie aber bei regelmäßiger Bewuchskontrolle einen durchaus effektiven Schutz des Rumpfes bieten.

### 6.5 Biozidfreie selbsterodierende Beschichtungen

Wie bei den biozidhaltigen SPC-Antifouling-Farben löst sich bei biozidfreien selbsterodierenden Unterwasserbeschichtungen die oberste Farbschicht samt dem angehefteten Bewuchs ab. Auch hier ist es unabdingbar, dass der Schiffsrumpf regelmäßig in Fahrt gebracht wird. Bei längeren Liegezeiten von einigen Wochen verliert der Anstrich seine Wirksamkeit und Makrobewuchs kann sich dauerhaft ansiedeln.



Welche Wirkstoffe die am Bodensee eingesetzten Antifoulings enthalten dürfen, wird zum einen durch die nationalen Regelungen der Anrainerstaaten vorgeschrieben. Zum anderen greift die 1987

gemeinsam von Deutschland, Liechtenstein, Österreich und der Schweiz verabschiedete „Richtlinie für die Reinhaltung des Bodensees“.

### Übersicht über länder-eigene Zulassungsbestimmungen für ausgewählte Antifouling-Wirkstoffe in den Bodensee-Anrainerstaaten

Wirkstoff	Deutschland	Österreich	Schweiz
Tributylzinn	Nein	Nein	Nein
Triazin	Nein	Nein	Ja*)
Kupfer	Ja	Ja	Ja
Silikon	Ja	Ja	Ja

\*) siehe Text

#### 7.1 Gesetzliche Regelungen für den Bodensee

Abweichend von den nationalen Regelungen hat die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee ein generelles Verbot<sup>3</sup> biozidhaltiger Antifouling-Farben erlassen: „Schiffsfarben, deren biozide Zusätze in das Wasser übergehen können, sind unzulässig“. Dieses Verbot wurde jedoch faktisch nicht umgesetzt.

In Baden-Württemberg wird der Einsatz des bioziden Wirkstoffes Kupfer in Antifouling-Farben „in Ermangelung echter Alternativen“ bis auf weiteres geduldet. Triazine sind de jure verboten<sup>4</sup>, ein Vollzug seitens der Behörden steht aber noch aus. Die Schweizer BUWAL-Liste führt dagegen zahlreiche Triazin-haltige Antifouling-Farben auf, deren Verwendung am schweizerischen Bodenseeufer nicht eingeschränkt wird. Besondere Beachtung erfordert ein

absolutes Einfuhrverbot von Antifouling-Farben in die Schweiz durch Privatpersonen. Seit Erlass der Lösungsmittelverordnung in Österreich 1996 ist der Einsatz von Antifouling-Farben, die chlorierte Kohlenwasserstoffe und Benzole enthalten, ausgeschlossen.



<sup>3</sup> Gemäß der Richtlinie der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) für die Reinhaltung des Bodensees vom 27. Mai 1987

<sup>4</sup> Landtag von Baden-Württemberg, Drucksache 11 / 7017, S. 25

### 7.2 Regelungen in der EU

Ende 1989 wurde in der Europäischen Gemeinschaft durch Inkrafttreten der Richtlinie 89/677/EWG<sup>5</sup> das Inverkehrbringen und der Einsatz von zinnorganischen Verbindungen in Antifouling-Produkten von Schiffsrümpfen unter 25 m Gesamtlänge verboten.

In der fünften Anpassung vom Mai 1999 wurde dann auf Grund der Gefahr für die Gewässer und die menschliche Gesundheit ein Verwendungsverbot von Organozinn-Verbindungen in Binnengewässern beschlossen. Neu ist, dass zinnorganische Verbindungen ab dem Frühjahr 2000 nicht mehr auf Schiffen jeder Länge, „die vorwiegend auf Binnenwasserstraßen und Seen eingesetzt werden“, Verwendung finden dürfen.

Gemäß der am 14. Mai 1998 in Kraft getretenen „Biozid-Richtlinie“<sup>6</sup> werden über die bestehenden Beschränkungen von zinnorganischen Verbindungen hinaus in Zukunft alle biozidhaltigen Antifouling-Produkte einer Zulassung unterliegen. Hier engt der Gesetzgeber weiter ein: „TBT und andere gängige Antifouling-Farben können aufgrund ihrer bioziden Wirkungsweise die Zulassungsvoraussetzung Umweltverträglichkeit nicht erfüllen und sind daher gemäß den Vorschriften der Biozid-Richtlinie nicht zulassungsfähig.“<sup>7</sup>

Alle Biozid-Produkte mit niedrigem Risiko-

potenzial unterliegen einer Registrierung. Um die Produktzulassung zu bekommen, müssen die Hersteller umfangreiche Daten über die humantoxischen und ökotoxischen Wirkungen ihres Produkts vorlegen. Die Umsetzungsfrist der Biozid-Richtlinie in nationales Recht beträgt zwei Jahre. Dann ist eine EU-einheitliche Zulassung vorgesehen. Geplant ist die Erstellung einer Gemeinschaftsliste der Wirkstoffe, die in Biozid-Produkten enthalten sein dürfen. Die von einem Mitgliedstaat erteilte Zulassung soll von den anderen Mitgliedstaaten anerkannt werden. Umgekehrt dürfen dann in der EU nur solche Produkte in einem Mitgliedstaat in den Verkehr gebracht werden, die gemäß der Richtlinie zugelassen sind. Sofern der Hersteller sein Interesse dafür bekundet hat, kann ein Altstoff bis zu seiner Neubewertung durch die EU auf dem Markt bleiben.

#### 7.2.1 Deutschland

Neben der seit 1993 gültigen Chemikalienverbotsverordnung<sup>8</sup> erstreckt sich die im Juli 1996 in Kraft getretene überarbeitete Version der Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 516) auf die Verwendung von sehr giftigen, giftigen oder gesundheitsschädlichen Antifouling-Farben. Unter Verwendung wird hier nicht nur der Gebrauch, das Be- und Verarbeiten, sondern auch das Abfüllen, Umfüllen, Mischen und

<sup>5</sup> Richtlinie 89/677/EWG des Rates vom 21. Dezember 1989 zur achten Änderung der Richtlinie 76/769/EWG über „Beschränkungen des Inverkehrbringens und der Anwendung gewisser gefährlicher Stoffe und Zubereitungen“

<sup>6</sup> „Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten“

<sup>7</sup> Drucksache 13/11224, S. 80 1998

<sup>8</sup> Die Chemikalienverbotsverordnung basiert auf der 1990 in nationales Recht umgesetzten 8. Änderung der EU Richtlinie 76/769/EWG 1.

Entfernen sowie das Aufnehmen und Befördern der Reststoffe verstanden. Nach diesem Regelwerk sind folgende Stoffe oder Zubereitungen verboten: Quecksilber-, Arsen- und zinnorganische Verbindungen sowie Hexachlorcyclohexan. Zudem ist die Verwendung von Antifouling-Farben mit folgenden Zusätzen verboten: Zubereitungen mit mehr als 50 mg/kg (ppm) PCB (Trichlorierte oder höher chlorierte Biphenyle) oder PCT (Polychlorierte Terphenyle), DDT und seine Isomeren<sup>9</sup>.

Als regionale Besonderheit gibt es in Deutschland (und ebenso in Österreich und in der Schweiz) ein generelles Verbot<sup>10</sup> biozidhaltiger Antifouling-Farben auf dem Bodensee: „Schiffsfarben, deren biozide Zusätze in das Wasser übergehen können, sind unzulässig“. Dieses Verbot wurde jedoch faktisch nicht umgesetzt. So duldet das Land Baden-Württemberg „in Ermangelung echter Alternativen“ bislang den Einsatz der bioziden Wirkstoffe Irgarol und Kupfer in Antifouling-Farben. Ist die Gefährlichkeit von Kupfer unter Experten umstritten, wirkt das S-Triazin Irgarol nachweislich im höchsten Maße toxisch.

### 7.2.2 Österreich

Mit dem EU-Beitritt erlangten in Österreich die entsprechenden EU-Regelungen Gültigkeit, die 1990 über eine Verbotverordnung<sup>11</sup> nach dem Chemikaliengesetz umgesetzt wurden. Danach sind Quecksilber-, Arsen- und zinnorganische Verbindungen sowie Hexachlorcyclohexan (HCH), polychlorierte Biphenyle (PCB) und polychlorierte Terphenyle (PCT) in Antifouling-Farben verboten. Die Verordnung gilt nicht nur für Schiffe, sondern auch für Wasserbauwerke und sonstige unter der Oberfläche von Gewässern verwendete Gegenstände.

Zusätzlich ist seit 1996 die Lösungsmittelverordnung<sup>12</sup> von Bedeutung, wo in §1 ausdrücklich unter Punkt 6 Bootslacke, Antifouling sowie Unterwasseranstrichmittel genannt werden. Die Anwendung von chlorierten Kohlenwasserstoffen und Benzolen ist weitgehend verboten, es gibt keine Ausnahmen für Antifouling-Anstriche (§3). Für aromatische Kohlenwasserstoffe werden in §4 höchstzulässige Masseanteile in Höhe von 20 % festgelegt<sup>13</sup>. Der Masseanteil von organischen Lösungsmitteln in Zubereitungen gemäß §1 wird bei Antifouling-Farben auf 10 % begrenzt<sup>14</sup>.

<sup>9</sup> Die TRGS 516 bezieht sich hierbei auf die RL 76/766/EWG und RL 89/677/EWG.

<sup>10</sup> Gemäß der Richtlinie der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) für die Reinhaltung des Bodensees vom 27. Mai 1987

<sup>11</sup> Verordnung vom 16. August 1990 über das Verbot bestimmter gefährlicher Stoffe in Unterwasser-Anstrichmitteln/Antifouling (BGBl 1990/577)

<sup>12</sup> BGBl, 1995

<sup>13</sup> Für den gewerblichen Bereich sind, sofern eine Abluftreinigung vorhanden ist, Ausnahmeregelungen vorgesehen (§6).

<sup>14</sup> Hierbei ist in den Masseanteil an organischen Lösungsmitteln der gemäß §4, Z 4 zulässige Aromatengehalt einzurechnen. Werden im gewerblichen Bereich (Werften) Anstriche, entsprechend bestimmter Ausnahmeregelungen, mit höheren Lösungsmittelgehalten eingesetzt, besteht eine Auskunftspflicht und die Pflicht zur Erstellung einer Lösungsmittelbilanz mit einer Genauigkeit von plus/minus 20%.

Als regionale Besonderheit gilt in Österreich (und ebenso in der Schweiz und in Deutschland) ein generelles Verbot biozidhaltiger Antifouling-Farben auf dem Bodensee<sup>15</sup>.



### 7.3 Regelungen in der Schweiz

In der Schweiz sind Abgabe und Einfuhr von Antifoulings seit Mitte der achtziger Jahre so geregelt<sup>16</sup>, dass außer zu Forschungszwecken Antifoulings kein TBT enthalten dürfen<sup>17</sup>.

Auch dürfen Antifouling-Produkte zum privaten Gebrauch gar nicht, zum gewerblichen Gebrauch nur mit Zulassungs-

bewilligung eingeführt und abgegeben werden. Im Bewilligungsantrag müssen Angaben zum Feststoffgehalt sowie zu Wirkungsweise und Abgaberate der enthaltenen Biozide gemacht werden. Zudem ist die vollständige Zusammensetzung aufzuführen, welche vertraulich behandelt wird. Die Zulassungsbewilligung wird nur auf Zeit erteilt und kann widerrufen werden.

Das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) in Bern gibt jedes Jahr ein „Verzeichnis der bewilligten Antifoulings“ (BUWAL-Liste) heraus. In diesem sind neben dem Firmennamen und dem Handelsnamen des Produkts die BUWAL-Nummer sowie die bioziden Zusätze inklusive ihrer Anteile im trockenen Anstrich in % angegeben. Ein biozidfreies Produkt wurde das erste Mal in der Saison 1999 zugelassen. Eine Zulassung von silikonhaltigen Farben wurde bislang nicht beantragt. Da das BUWAL nur auf Antrag tätig wird, wurde entsprechend noch keine Silikonfarbe in die BUWAL-Liste aufgenommen.

Als regionale Besonderheit gilt in der Schweiz (und ebenso in Deutschland und in Österreich) ein generelles Verbot biozidhaltiger Antifouling-Farben auf dem Bodensee<sup>18</sup>.

<sup>15</sup> Gemäß der Richtlinie der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) für die Reinhaltung des Bodensees vom 27. Mai 1987

<sup>16</sup> Verordnung über umweltgefährdende Stoffe vom 09.06.1986. Diese wurde inzwischen mehrfach aktualisiert. Zitiert wird die Ausgabe vom 4.3.1997.

<sup>17</sup> Wenn der aus Trialkyl- und Triarylzinnverbindungen stammende Zinngehalt im trockenen Anstrich 1,5 Massenprozent nicht übersteigt, kann die Bewilligungsbehörde in begründeten Fällen Ausnahmen vom Verbot nach Absatz 1 gestatten.

<sup>18</sup> Gemäß der Richtlinie der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) für die Reinhaltung des Bodensees vom 27. Mai 1987

**Die Bodensee-Stiftung, Internationale Stiftung für Natur und Kultur** wurde 1994 gegründet. Zweck der Stiftung ist die Förderung von Aktivitäten zur Erhaltung und Entwicklung von Natur, Landschaft und natürlichen Ressourcen – insbesondere durch die Förderung nachhaltiger Wirtschaftsformen – in der internationalen Bodenseeregion. Stifter sind die sechs Umweltorganisationen Pro Natura Schweiz, World Wide Fund for Nature Schweiz (WWF), Österreichischer Naturschutzbund (ÖNB), Naturschutzbund Deutschland (NABU), Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) und Deutsche Umwelthilfe (DUH) mit ihren regionalen Untergliederungen.

Dem Stiftungsbeirat der Bodensee-Stiftung gehören 18 private Umweltorganisationen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz an. Sie bilden den „Umweltrat Bodensee“ als internationale Vereinigung der Natur- und Umweltschutzverbände. Die Vertreter der Partnerorganisationen treffen sich zu regelmäßigen Sitzungen, tauschen Informationen aus, formulieren Positionen, koordinieren die einzelnen Vorhaben und vereinbaren weitere Arbeitsschritte.

Das Projekt „Antifouling für den Bodensee – Wasserschutz durch Umwelttechnik“ ist eingebettet in die Gesamtkonzeption „Zukunftsfähiger Bodensee“ der Bodensee-Stiftung. Gemeinsam mit Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Interessensverbänden soll die Bodenseeregion zur ökologischen Modellregion für Europa entwickelt

werden. Übergeordnetes Ziel ist die dauerhaft umweltgerechte Entwicklung der Bodenseeregion als Natur-, Wirtschafts- und Kulturraum. Im Mittelpunkt steht dabei die langfristige Sicherung des Bodensees als Trinkwasserspeicher. Durch konkrete Maßnahmen und Einzelprojekte soll diese Entwicklung gefördert werden.

Kontakt:

Bodensee-Stiftung

Paradiesstraße 13

D-78462 Konstanz

Telefon: +49 (0)7531/9098-0

Telefax: +49 (0)7531/9098-77

E-Mail: [schifffahrt@bodensee-stiftung.org](mailto:schifffahrt@bodensee-stiftung.org)



Antifoulings sollen die Schiffsrümpfe schützen. Üblicherweise werden den Farben giftige Wirkstoffe zugegeben. Diese wirken sich negativ auf die Wasserqualität aus.

Die Bodensee-Stiftung und der Bodensee-Segler-Verband gehen neue Wege. Biozidfreie Beschichtungen werden ausprobiert und bei positiven Testergebnissen allgemein empfohlen. Wirkstoffzusätze wie Algizide (z. B. S-Triazin) und andere organische Biozide stellen eine zusätzliche Belastung für den Bodensee dar. Generell sollte auf Farben mit bioziden Zusätzen verzichtet werden.

Dieser Ratgeber will dazu beitragen, dass der Schiffseigner kompetent die richtige Rumpfbeschichtung auswählen kann und sich und die Umwelt so weit wie möglich schont. Damit leisten die Segler einen wichtigen Beitrag zur Zukunftsfähigkeit des Wassersports auf dem Bodensee.

