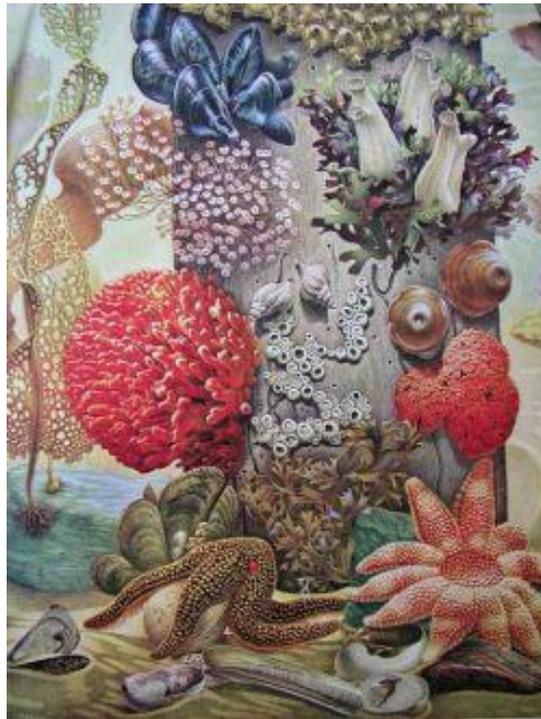


Abschlussbericht

zum DBU-Projekt AZ 32413/01-31

„Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten in Modellregionen: Unterweser, Dümmer, Ratzeburger See, Zeuthener See“



LimnoMar
Hamburg / Norderney



Wohlert Lackfabrik, Ritterhude
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek

März 2016

LimnoMar
Labor für Limnische und Marine Forschung
Bei der Neuen Münze 11
22145 Hamburg

Telefon +49 – 40-6789911
Email watermann@limnomar.de
Internet www.limnomar.de

Datum: März 2016

Autoren: Dr. B. Watermann, B. Wohler, B. Daehne, D. Daehne,
A. Thomsen, P. Janson, C. Fürle

Fachreferent: Dr. Maximilian Hempel
Referat 31
Deutsche Bundesstiftung Umwelt
An der Bornau 2
49090 Osnabrück

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	32413/01	Referat	31	Fördersumme	87.572,00 €
----	----------	---------	----	-------------	-------------

Antragstitel Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten in Modellregionen: Unterweser, Dümmer, Ratzeburger See und Zeuthener See

Stichworte Biozidfreie Unterwasserbeschichtungen, Sportboote, Reinigung

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
12 Monate	1.1.2015	31.12.2015	

Zwischenberichte

Bewilligungsempfänger	Dr. Burkard Watermann LimnoMar Bei der Neuen Münze 11 22145 Hamburg	Tel	040/6 78 99 11
		Projektleitung	Dr. Watermann
		Bearbeiter	A. Thomsen

Kooperationspartner Wohler-Lackfabrik GmbH
Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR),
Schleswig-Holstein, Flintbek

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Auf Grund der Gewässerbelastung durch Antifoulingbiozide ist es von besonderer Bedeutung, biozidfreie Techniken und Verfahren zum Bewuchsschutz an Bootsrümpfen zu entwickeln. Eine Variante besteht in dem Einsatz von abriebfesten Hartbeschichtungen, welche in angepassten Intervallen im Wasser am Liegeplatz durch die Eigner selbst gereinigt werden können. Da rund zwei Drittel aller Sportboote in Deutschland im Süßwasser liegen, erscheint es ratsam, sich zunächst auf dieses Einsatzgebiet für Reinigungsverfahren zu konzentrieren. In einem 2013 beendeten Forschungsprojekt konnten verschiedene Reinigungsverfahren und Beschichtungen auf ihre Eignung untersucht werden. In diesem Projekt kommen zwei handgeführte Reinigungsgeräte in vier verschiedenen Süßgewässern an mehreren Bootstypen zum Einsatz. Ziel ist es, die Praxistauglichkeit der Geräte, den Reinigungserfolg und den Grad der Gewässerbelastung festzustellen.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Teilnehmer waren u.a. Bootseigner des Seglervereins Wakenitz am Ratzeburger See, Bootseigner der Seglervereinigung Hüde am Dümmer, die Jugendabteilung der Vereinigung Hanseaten aus Hasenbüren sowie eine Bootseignerin vom Zeuthener See. Die Versuchsboote wurden komplett entschichtet und mit einer reinigungsfähigen Beschichtung versehen. Dabei handelt es sich zum einen um das Produkt CleanTec, eine von der Lackfabrik Wohler in Bremen Ritterhude entwickelte und für das Projekt zur Verfügung gestellte Epoxidbeschichtung, zum anderen um eine Epoxidbeschichtung der Firma Epifanes. Die Boote wurden während der Saison 2015 in selbst gewählten Abständen abhängig vom Grad des Bewuchses mehrfach gereinigt. Als Reinigungsgeräte kamen das Tausendbein (Leine mit Reinigungsborsten) und der Big Easy Cleaner (Reinigungspad am Stiel) zum Einsatz. Am Ende der Segelsaison wurden qualitative und quantitative Bewuchsanalysen durchgeführt. Das LLUR-SH wurde als beratende Behörde für die gesetzlichen Aspekte einbezogen. Zu Beginn des Projektes wurde eine Veranstaltung über die rechtlichen Aspekte einer Rumpfreinigung im Wasser mit Beteiligung von Unteren Wasserbehörden und Bundesbehörden durchgeführt.

Ergebnisse und Diskussion

Die angewendeten Reinigungsintervalle lagen zwischen zwei und zwölf Wochen. Es wurde deutlich, dass sich die Bewuchsentwicklung an den Standorten unterschied. Am Dümmer und am Ratzeburger See hatte sich bis zum Ende der Saison nur ein dünner Biofilm auf den Versuchsbooten entwickelt, obwohl z.T. nur einmal während der ganzen Saison gereinigt wurde. An der Unterweser wurden die beiden Segelboote zwei bzw. drei Reinigungen unterzogen, bei denen der Biofilm nicht vollständig abgereinigt werden konnte. Nach 148 Tagen im Wasser bestand dort der Bewuchs aus einem dichten Biofilm und Grünalgen. Hier erwiesen sich Reinigungsintervalle von vier Wochen geeignet, um eine Bewuchsentwicklung nicht über das Stadium eines Biofilms hinaus entstehen zu lassen. Die Versuche haben damit gezeigt, dass der Einsatz von biozidfreien Beschichtungen plus Reinigung im Süßwasser anstatt des Einsatzes von biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen gut möglich ist. Die neu entwickelten, reinigungsfähigen Hartbeschichtungen haben sich während der Versuche bewährt und erleichterten durch Additive eine Reinigung. Eine optimale Reinigung ist immer im Biofilmstadium zu empfehlen, da sie dann noch am einfachsten und problemlos im Wasser vorzunehmen ist. Ab der Bildung einer Makrofoulinggemeinschaft mit hartschaligem Bewuchs wie den Zebamuscheln, wie sie am Versuchsboot im Zeuthener See entstanden ist, war das Reinigen erschwert und der Bewuchs konnte nicht ausreichend entfernt werden. Der Makrobewuchs konnte entstehen, weil das Reinigungsintervall mit vier Monaten viel zu lang war.

Von den eingesetzten Reinigungsgeräten eignete sich das Tausendbein sehr gut für Jollen mit Rundspant und aufholbarem Schwert. Bei anderen Rumpfformen wurden nicht alle Flächen vom Boot aus erreicht. Beim Einsatz des Big Easy Cleaners (BEC) zeigten sich teilweise Mängel in der Handhabung, die Form des Pads wurde als zu schmal und lang eingestuft, um bestimmte Passagen reinigen zu können. Ideal funktionierte er auch nur auf Rundspantern. Bei geringem Bewuchsdruck zeigte er bei anderen Rumpfformen aber auch ausreichende Reinigungsergebnisse.

Die Gewässerbelastung durch Reinigung im Wasser lag zwischen 6,2 und 83 g pro 10 m²-Boot, solange die Reinigung im Biofilm-Stadium durchgeführt wurde. Am Dümmer und am Ratzeburger See ist der Bewuchs allgemein so gering, dass die Gewässerbelastung durch den abgereinigten Bewuchs zu vernachlässigen ist. Deshalb bietet sich dort die Reinigung auf biozidfreien Beschichtungen als Alternative zu biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen besonders an. Am Ratzeburger See gilt ja bereits ein Einsatzverbot für biozidhaltige Beschichtungen.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Projektergebnisse wurden auf Veranstaltungen des Deutschen Motor Yachtverbands, Anhörungen des Umweltbundesamts, auf der Bootsmesse „Hanseboot 2015“ und für Segelvereine am Dümmer vorgestellt.

Fazit

Eine Rumpfreinigung auf reinigungsfähigen, biozidfreien Hartbeschichtungen mit Antihafteigenschaften ist im Süßwasser als eine aussichtsreiche Bewuchsschutzalternative anzusehen. Die getesteten Reinigungsgeräte sind teils nur für bestimmte Boote geeignet, teils noch verbesserungsbedürftig. Hier liegt noch großes Potenzial für Verbesserungen und Neuentwicklungen, die den verschiedenen Rumpftypen und den örtlichen Bedingungen angepasst sein sollten. Zudem ist aus den bisherigen Erfahrungen auch eine Reinigung an Land eine denkbare Alternative, soweit ein kostengünstiger Kran zur Verfügung steht. Eine Reinigung mit normalem Wasserdruck und einem Schwamm wird häufig ausreichend sein. Da keine Biozide abgewaschen werden, kann auf die Errichtung eines Waschplatzes mit Auffangsystem für die Biozide verzichtet werden. Das Auffangen des Waschwassers in einer Plane mit Ablauf und eine Grobfiltration wird als ausreichend erachtet, um den entfernten Bewuchs anschließend als Haus- oder Biomüll zu entsorgen.

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund und Vorarbeiten	8
2	Süßwasserstandorte zur Erprobung von Reinigungsverfahren	10
3	Reinigungsgeräte und Verfahren.....	14
4	Reinigungsfähige Hartbeschichtungen	16
4.1	Wohler CleanTec.....	16
4.2	Epifanes plus Additiv	17
5	Rechtliche Grundlagen und Gewässerbelastung	17
5.1	Veranstaltung zu rechtlichen Aspekten der Rumpfreinigung	18
5.2	Position der Landesarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)	20
5.3	Kontaktaufnahme mit den Unteren Wasserbehörden.....	21
6	Durchführung der Versuche	23
6.1	Dümmer.....	23
6.1.1	Lanaverre Magniola	25
6.2	Ratzeburger See	31
6.2.1	Kielyacht Varianta 18	33
6.2.2	Jollenkreuzer El Gordito.....	35
6.2.3	Folkeboot Mette	38
6.3	Unterweser	41
6.3.1	Schwertzugvogel Hanseatenstern	41
6.3.2	Schwertzugvogel Peregrina	49
6.4	Zeuthener See.....	57
6.4.1	Schwertzugvogel.....	57
7	Öffentlichkeitsarbeit und Auswertung der Ergebnisse	66
8	Diskussion	66
8.1	Reinigungshäufigkeit und -erfolg im Süßwasser	66
8.2	Mögliche Gewässerbelastung durch Reinigung	68
8.3	Eignung der verwendeten Reinigungsgeräte.....	69
8.4	Eignung der reinigungsfähigen Beschichtungen	70
8.5	Möglichkeiten und Grenzen der Bewuchsverhinderung durch Reinigung ...	72
9	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen.....	78
10	Literatur.....	81
11	Anhang	82

1 Hintergrund und Vorarbeiten

Seit 1998 müssen in der EU technische Biozide und somit auch Antifoulingbiozide zugelassen werden, bevor sie in Produkte eingearbeitet werden. Dieses für Deutschland neue Verfahren hatte zur Folge, dass inzwischen ca. 20 Antifoulingbiozide seit 2008 nicht mehr eingesetzt werden dürfen und alle Alt- und Neubiozide, die von den Herstellern zukünftig auf den Markt gebracht werden sollen, einer intensiven Prüfung hinsichtlich ihrer Human- und Ökotoxizität unterworfen werden. Denn nach dem Verbot der hochgefährlichen Organozinnverbindungen stellte sich heraus, dass auch alternative Biozide nicht ohne Risiko sind. Organische Biozide wie z.B. Cybutryn (Irgarol 1051[®]) erweisen sich als höchstproblematisch für die Gewässerbelastung und können vergleichbare ökotoxische Effekte auslösen. Durch intensive Untersuchungen (UBA 2008, Watermann et al. 2015) wurde für zahlreiche Gewässer und durch begleitende Mesokosmos-Studien nachgewiesen, dass die Belastungen von Wasser und Sediment in Sportboothäfen, aber auch im Freiwasser die Wirkschwellen für eine Reihe von Wasserorganismen überschreiten. Trotz regional abnehmender Einträge können Umweltkonzentrationen festgestellt werden, die in ihrer Risikobewertung aber nach wie vor als kritisch anzusehen sind (Burkhardt & Dietschweiler 2013). Eine Abschätzung des Eintrags von Antifoulingbioziden in deutschen Oberflächengewässern im Verhältnis zu anderen Quellen stellten Kahle & Nöh schon 2009 vor, und es zeigte sich, dass praktisch alle Antifoulingbiozide mit einem Risiko behaftet sind. Trotz dieser Bedenken wurden bis Anfang 2016 Antifoulingbiozide wie das Carbamat Zineb oder das Isothiazolinon DCOIT zugelassen. Wobei Tolyfluanid nicht für den Einsatz im Süßwasser zulässig ist. Für den Süßwasserbereich und vor allem für geschlossene Gewässer bestehen nämlich erhebliche Bedenken, ob die Inkaufnahme von Risiken durch den Antifoulingbiozid-Eintrag gegenüber relativ unproblematischen Bewuchsverhältnissen gerechtfertigt ist. Diese Frage stellt sich insbesondere, da inzwischen andere biozidfreie Bewuchsschutzverfahren zur Verfügung stehen. Biozidfreie Alternativverfahren sind insbesondere für Deutschland relevant, da hier sehr ausgedehnte Süßwasserreviere, die teilweise abgeschlossene und sensible Wasserkörper aufweisen, existieren. Zusätzlich ist in den letzten Jahrzehnten auch der Anteil der Binnenreviere in Deutschland durch die zunehmende Erschließung neuer Wassersportgebiete östlich der Elbe deutlich gewachsen. Aktuell befinden sich 70 % aller Sportbootliegeplätze in Deutschland im Süßwasser

(Watermann et al. 2015). Zudem unterliegen zahlreiche Binnengewässer in Deutschland einer multiplen Nutzung (z.B. Sportbetrieb, Berufsschifffahrt, Trinkwassergewinnung, Naturschutz), so dass die Zulassung einer Belastung durch Biozide für die langfristige Nutzung sorgfältig geprüft werden sollte.

In einem von der DBU geförderten Vorhaben zur Erprobung verschiedener Reinigungsverfahren und biozidfreier Beschichtungen für Sportbootrümpfe (AZ 29523-31) konnten 2012 und 2013 zahlreiche Erkenntnisse zu den Grenzen und Möglichkeiten dieser Bewuchsschutzstrategien gewonnen werden (Daehne et al. 2014). Zum einen wurde deutlich, dass die Schnelligkeit der Bewuchsentwicklung und dessen Haftung sowie seine überwiegend hartschalige Konsistenz eine Reinigung im Salzwasser in sehr kurzen zeitlichen Abständen erfordert. Im Süßwasser ist der Bewuchs im Hinblick auf Haftung und harter Konsistenz deutlich problemloser und erlaubt zeitlich größere Abstände zwischen den Reinigungen.

Es stellte sich heraus, dass von den eingesetzten Reinigungsverfahren zwei handgeführte Techniken im Vergleich mit Roboter- oder tauchergeführten Systemen am aussichtsreichsten und effektivsten waren. Die hierbei eingesetzten biozidfreien, reinigungsfähigen Hartbeschichtungen unterschieden sich nicht wesentlich untereinander, waren aber alle im Süßwasser deutlich einfacher zu reinigen als im Salzwasser.

Da wie erwähnt gut zwei Drittel aller Sportboote in Deutschland im Süßwasser liegen und nur ein Drittel in den Salz- und Brackwasserrevieren von Nord- und Ostsee, erscheint es durch seine überragende Bedeutung und die weniger problematische Bewuchsentwicklung ratsam, sich zunächst auf Süßwasserreviere für Reinigungsverfahren zu konzentrieren.

2 Süßwasserstandorte zur Erprobung von Reinigungsverfahren

Hüde, Dümmer

Seglervereinigung Hüde e.V. (SVH)

Dieser Segelverein befindet sich an dem naturnahen Hafen Hüde, gehört zum Zuständigkeitsbereich der unteren Wasserbehörde Diepholz (Abb. 1) und ist schon seit Jahren für sein Umweltengagement bekannt. Im Vereinshafen sind ca. 100 Liegeplätze vorhanden.

Der Verein führt seit 2012 wieder die „Blaue Flagge“ und seine Mitglieder werden in der Hafensordnung zu einem umweltgerechten Verhalten angehalten. Insbesondere wird in der Hafensordnung darauf hingewiesen, dass Antifouling-Anstriche für unnötig erachtet werden und grundsätzlich vermieden werden sollten. (SVH Hafensordnung, Homepage aufgesucht am 12.11. 2015).

Dieses entspricht der Dümmer- und Steinhuder Meer-Verordnung (2013), in der festgelegt ist, dass für Außenanstriche von Fahrzeugen nur Stoffe verwendet werden dürfen, die keine schädlichen Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeiführen können. Am Dümmer gibt es insgesamt ca. 1300 Liegeplätze.



Abb. 1: Seglervereinigung Hüde e.V. am Dümmer (Quelle: SVH / H. Budt).

Es sollten in der Seglervereinigung Hütte zwei Jollen mit aufholbarem Schwert mit einer reinigungsfähigen Beschichtung versehen und im Laufe der Saison 2015 durch die Eigner gereinigt werden. Für die Saison 2015 wurde aber nur eine Jolle mit der Beschichtung Epifanes plus Additiv beschichtet, die zweite Jolle wird erst zur Saison 2016 mit CleanTec der Firma Wohler beschichtet werden. Für die Reinigungsversuche 2015 stand daher nur eine Jolle zur Verfügung. Da im Hafen eine Krananlage zur Verfügung steht, konnte neben der Reinigung im Wasser eine Endreinigung am Kran und die Abschlussinspektion vorgenommen werden.

Groß Sarau, Ratzeburger See

Segler-Verein Wakenitz e.V.(SVW)

Der Segler-Verein Wakenitz e.V. liegt am Nordufer des Ratzeburger Sees mit ca. 60 Liegeplätzen (Abb. 2) und unterliegt der Wakenitz-Verordnung, die den Einsatz von biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen verbietet. Die Mitglieder der Vereine am Ratzeburger See sind es seit 1998 gewohnt, nur biozidfreie Beschichtungen einsetzen zu dürfen. Der überwiegende Anteil der verwendeten Beschichtungen ist relativ weich und enthält hohe Anteile an Zinkoxid, so dass eine Bürstenreinigung die Beschichtung beschädigen würde.



Abb. 2: Wassersport-Verein Groß Sarau e.V. und Segler-Verein Wakenitz e.V., nördliche Stege, Ratzeburger See (Quelle: LimnoMar).

Daher bietet es sich an, die Bewuchsschutz-Alternative einer Reinigung auf Hartbeschichtungen zu erproben (www.sv-wakenitz.de). Für die Versuche kamen ein Jollenkreuzer und eine Kielyacht zum Einsatz.

Yachthafen Hasenbüren, Unterweser

Seglervereinigung der Hanseaten e.V. (SVDH)

Der Yachthafen Hasenbüren liegt in Bremen Seehausen an der linken Unterweserseite und somit im Tidebereich des Flusses. Mit 500 Liegeplätzen, die sich fünf Vereine teilen, ist er der größte Sportboothafen an der Weser (Abb. 3).

Aus dem Verein Seglervereinigung der Hanseaten e.V. wurden zwei Schwertzugvögel für die Versuche eingesetzt.



Abb. 3: Yachthafen Hasenbüren, Unterweser (Quelle: Bremer Yacht Club).

Zeuthener See, Berlin-Dahme

Sportboothafen Bootshaus Rietz

Der Zeuthener See liegt am südöstlichen Ortsrand von Berlin bei Zeuthen im brandenburgischen Landkreis Dahme-Spreewald. Der See besteht aus einer Verbreiterung der Dahme, die von Süden her zur Spree hinfließt und sich dabei mehrfach zu einer Kette von Seen ausweitet, bevor sie in Berlin-Köpenick in die Spree mündet. Das südliche Ende des Zeuthener Sees befindet sich bei Rauchfangswerder, der südlichen Spitze einer Halbinsel, die sich zwischen Zeuthener See und Großer Zug hineinschiebt. Diese Halbinsel, die noch zu Berlin gehört, bildet das östliche Ufer des

Zeuthener Sees, während das brandenburgische Westufer von Zeuthen und Eichwalde eingenommen wird. Zu Berlin-Schmöckwitz gehört das nördliche Ende, wo die Dahme sich kurz wieder verengt, bevor sie in den Langer See und den Seddinsee übergeht. Auf dem See sind ca. 1300 Liegeplätze vorhanden. Die Reinigungsversuche wurden am Nordufer in Schmöckwitz an einem Schwertzugvogel durchgeführt, der seinen Liegeplatz am Steg des Bootshauses Rietz hatte.



Abb. 4: Steganlage Bootshaus Rietz, Schmöckwitz, Zeuthener See (Quelle: LimnoMar).

3 Reinigungsgeräte und Verfahren

Die in dem Forschungsprojekt in den Jahren 2012 und 2013 durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass von den eingesetzten Reinigungsverfahren und -methoden nur wenige effektiv und handhabbar waren (Daehne et al. 2014).

Für die weiteren Versuche in diesem Projekt wurden nur zwei Reinigungsgeräte als tauglich angesehen: Der Big Easy Cleaner und das Tausendbein.

Big Easy Cleaner

Beim Big Easy Cleaner ist an einer stabilen Aluminium-Stange mit Gelenken ein länglicher Reiniger befestigt (Abb. 5). In der Segelbootversion handelt es sich um spezielle Reinigungsvliese, bei der Motorbootversion um Bürsten. Der Big Easy Cleaner ist ein längliches Reinigungspad, das sich durch Auftrieb selbst an den Rumpf presst, sofern sich dieser verjüngt. Durch den Auftrieb des Spezial-Kunststoffs und einem eingebauten Luft-Schlauch liegt der Andruck an den Rumpf laut Hersteller bei neun Kilo. Vertikale Bereiche eines Rumpfes können deshalb nicht effektiv gereinigt werden. Der Big Easy Cleaner zeigte sich bisher als effektiv in der Reinigung von Süßwasserbewuchs unterschiedlicher Stärke, wobei größere Zebamuscheln Probleme bereiten können.

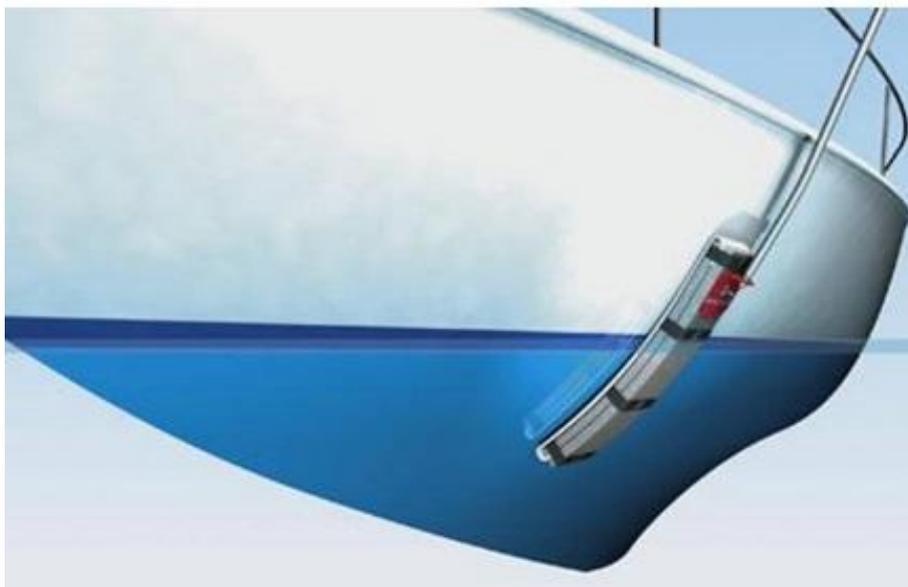


Abb. 5: Der Big Easy Cleaner im Einsatz (Quelle: Big Easy Cleaner).

Tausendbein

Das Tausendbein ist wie eine überdimensionierte Flaschenbürste auf einer Schot aufgezogen (Abb. 6) und kann für die Reinigung unter dem Rumpf kontinuierlich hin- und her bewegt werden (Abb. 7). Das Tausendbein erwies sich in den bisherigen Untersuchungen als effektiv zur Reinigung von Süßwasserbewuchs und auch kontrollierbar in der Handhabung und Kontrolle der gereinigten Bereiche. Es zeigte sich im ersten Reinigungsprojekt, dass das Tausendbein sehr gut für Rundspanter mit aufholbarem Schwert und Knickspanter ohne Kiel geeignet war.



Abb. 6: Reinigungsbürste Tausendbein (Quelle: LimnoMar).



Abb. 7: Das Tausendbein im Einsatz (Quelle: LimnoMar).

4 Reinigungsfähige Hartbeschichtungen

4.1 Wohler CleanTec

Es handelt sich bei dieser Beschichtung um ein 2-komponentiges Epoxid-Silikon-Hybrid, welches speziell als reinigungsfähiges Produkt entwickelt wurde. Dieses „easy to clean“-System ist für den Unterwasserbereich geeignet und dient daher gleichzeitig als Wassersperrschicht für alle Untergründe (GfK, Holz, Metall).

Der Farbton ist klar bis leicht opak. Die Beschichtung besitzt einen geringen Lösemitelanteil mit einem Festkörpervolumen von mehr als 90 %. Der VOC-Anteil beträgt weniger als 80 g/L. Die Verarbeitung kann mit Rolle und Pinsel im „do it yourself“-Verfahren erfolgen.

Das Produkt besitzt eine hohe mechanische Widerstandsfähigkeit, die mit der mobilen Unterwasser-Bürstenmaschine der ehemaligen Firma IPT Bremerhaven getestet worden war. Das Produkt bestand einen 50-fachen Reinigungszyklus ohne völlig abgeschliffen zu sein. Gleichzeitig ließ sich der Bewuchs auch mit Wasserhochdruck in Verbindung mit einer Bürste leicht abreinigen (Test an bewachsenen Demo-Platten durch IPT in Süßwasser-Revieren).

Das 2K-Hybrid ergibt eine besonders gleitfähige Oberfläche. Daher ist eine erhöhte Sicherung beim Kranen, Slippen, Trailern und Umlagern des Bootes vorzunehmen. Auf Grund der chemischen Struktur ist 2K-Hybrid ein relativ langsam aushärtendes System und benötigt bis zur vollen Belastung mindestens 10 Tage Durchhärtungszeit. Es wird vor der Beschichtung von CleanTec eine Entfernung aller auf dem Rumpf befindlichen Antifoulingschichten empfohlen, um eine optimale Haftung und glatte Oberfläche herzustellen (s.a. Anhang Produkt- und Sicherheitsdatenblatt CleanTec).

4.2 Epifanes plus Additiv

Hierbei handelt es sich um einen Epoxidharz-Primer von der Firma Epifanes, der durch die Zugabe eines hydrophoben Additives der BYK-Altana modifiziert wurde, um die Anhaftung zu verringern und die Reinigungsfähigkeit zu verbessern. Das Additiv sorgte für eine hydrophobe Oberfläche.

5 Rechtliche Grundlagen und Gewässerbelastung

In dem zuvor durchgeführten Projekt wurden verschiedene Anstrengungen unternommen, die Gewässerbelastung einer Im-Wasser-Reinigung von Bootsrümpfen abzuschätzen und Auffangvorrichtungen zu testen. In den Versuchen wurde festgestellt, dass abgereinigte Biofilme durch ihre feinpartikuläre Zusammensetzung mit Netzen von Maschenweiten im Millimeterbereich nicht aufgefangen werden können. Hierzu wären Planktonnetze mit Maschenweiten von 50 -100 µm notwendig, die sich in den meisten eutrophen Binnengewässern sofort zusetzen würden. Daher war es von besonderer Bedeutung, die entstehende Gewässerbelastung abzuschätzen, die von der Ablösung des Biofilms von einer größeren Anzahl von Booten ausgehen würde. In dem bisher durchgeführten Projekt wurden Wasserparameter wie BSB, TOC und Seston vor und nach der Reinigung bestimmt. Auf der Basis der bisher festgestellten, geringfügigen Veränderungen im Wasserkörper wurde davon ausgegangen, dass die Abreinigung von Biofilmen keine signifikante Belastung des Wasserkörpers darstellte. Ungeklärt war bisher, wie die Freisetzung des Biofilms vom

Rumpf in das Gewässer rechtlich zu bewerten ist, und ob es sich hier um eine genehmigungspflichtige Gewässerbenutzung handelt.

5.1 Veranstaltung zu rechtlichen Aspekten der Rumpfreinigung

Im Zentrum für Umweltkommunikation der DBU in Osnabrück wurde am 3. März 2015 die Veranstaltung „Rechtliche Aspekte einer Rumpfreinigung von Sportbooten als Alternative zum Einsatz von biozidhaltigen Antifoulingprodukten“ durchgeführt. Hierzu wurden Umweltjuristen, Bundes- und Landes-Umweltbehörden, Untere Wasserbehörden sowie Sportbootverbände eingeladen.

Nach einer Einführung durch Dr. Hempel zur Förderung von alternativen Bewuchsschutz-Methoden wurde von Dr. Watermann der Hintergrund bzw. die Notwendigkeit der Erprobung biozidfreier Verfahren dargestellt.

In einem Vortrag zur Einführung in die rechtliche Problematik erläuterte Rechtsanwalt Füzser folgende rechtliche Aspekte:

- Mit Bezug zum Gewässerschutzrecht (u.a. WHG § 9, II, Ziff.2) handelt es sich bei der Reinigung im Wasser um eine Gewässerbenutzung, wobei zu prüfen ist, ob sie nachteilige Veränderungen des Wasserkörpers bewirken kann.
- Auch wenn es sich hierbei nicht um einen „gezielten“ Eintrag handelt, kann es nicht nur als Umlagerung angesehen werden.
- Eine Reinigung im Wasser wird daher als erlaubnispflichtig bzw. genehmigungspflichtig anzusehen sein.
- Offen bleibt, ob eine Erlaubnis, die nach Prüfung erteilt werden könnte, für jeden einzelnen Bootseigner und Boot erteilt werden wird oder pauschal für einen ganzen Hafen oder Marina. Dies ist insbesondere zu prüfen, wenn eine kommerzielle Marina die Reinigung als Service anbieten will.
- Die Genehmigungsfähigkeit hängt von den Gewässerbewirtschaftungszielen ab und könnte möglicherweise effektive Minderungsmaßnahmen als Auflage umfassen, wie z.B. eine entsprechende Auffangmöglichkeit oder einer Verpflichtung zum Auffangen von Bewuchs. Hier gälte es den Stand der Technik und die allgemeine Sorgfaltspflicht zu berücksichtigen. Ggfs. wäre ein Kollektivantrag, z.B. für eine Marina, vorstellbar.

Hierbei könnte zwischen der Abreinigung eines Biofilms (Schleimbelag) und einem üppigen Makrobewuchs aus Muscheln, Algen, Seepocken etc. und deren jeweilige Auffangmöglichkeiten unterschieden werden.

- Mit den vorgenannten Prämissen wäre zwar eine Genehmigungspflicht verbunden, aber auch eine Genehmigungsfähigkeit skizziert.
- Eine Besonderheit in dieser Hinsicht werden ortsfeste Anlagen darstellen, ob von einzelnen Personen oder Werften/Marinas betrieben, da hier der abgereinigte Bewuchs immer an derselben Stelle in das Wasser gelangen wird.
- Als besonderer Punkt wurde hinsichtlich der Einschleppung fremder Arten der Fall einer Reinigung von Fahrtenbooten aus entfernten Revieren erwähnt, ein Aspekt, der auch im Süßwasser zu beachten ist.
- Unter dem Aspekt des Naturschutzrechts müsste ggf. eine FFH-Verträglichkeit und ein artenschutzrechtliches Störungsverbot geprüft werden. Als Beispiel wurde die entstehende Geräuschbelastung genannt, welche bisher nicht quantifiziert wurde.

In der anschließenden Podiumsdiskussion stellten verschiedene Wasserbehörden ihre Erfahrungen und Positionen zur rechtlichen Situation der Bootsreinigung dar.

Hierbei wurde zusammengefasst Folgendes geäußert:

- Es besteht zur Zeit eine gewisse Unsicherheit im Umgang mit der Reinigung von Booten im Wasser, die nicht mit einer biozidhaltigen Beschichtung versehen sind, sondern eine biozidfreie, abriebfeste Beschichtung aufweisen.
- Neben der im Vortrag von Herrn Füller aufgeführten Erlaubnis- oder Genehmigungspflicht nach WHG wäre auch eine Allgemeinverfügung für das jeweilige Gewässer mit Auflagen zu Standorten, Reinigungs- und Auffangmethoden etc. denkbar, wie dies z.B. bei Badegewässern bisher schon üblich ist.
- Es ist unstrittig, dass eine Reinigung von biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen im Wasser und auch ohne Schutzmaßnahmen für die Umwelt rechtlich nicht zulässig ist und einen Straftatbestand darstellt. Eine Reinigung von biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen ist nur auf zugelassenen Waschplätzen, die für ein komplettes Auffangen von Waschwasser und Farbpartikeln ausgerüstet und genehmigt sind, zulässig.

- Bei zukünftigen Reinigungen auf biozidfreien Beschichtungen muss für den Verein und den Hafenbetreiber sichergestellt sein, dass sich eine derartige Beschichtung auf dem Boot befindet. Hierzu soll der Eigner einen Nachweis in geeigneter Form vorlegen (z.B. angelehnt an das IMO-AF-Konventions-Zertifikat, s.a. Vorschlag im Anhang).
- Es muss durch eine Inspektion von Land geklärt werden, welchen Bewuchs das Boot aufweist, um eine Reinigung im Wasser zulässig erscheinen zu lassen oder an Land vornehmen zu müssen.
- Aus behördlicher Sicht erscheint der Weg einer festen Anlage an Land einfacher zu genehmigen zu sein als andere Verfahren, z.B. mobile Anlagen im Wasser.

5.2 Position der Landesarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Auf der Sitzung des Ständigen Ausschusses „Wasserrecht“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) am 18./19. Juni 2015 in Lübeck wurde von dem Vertreter des Bundesumweltministeriums ein Beitrag zu rechtlichen Aspekten einer Rumpfreinigung von Sportbooten als Alternative zum Einsatz von biozidhaltigen Antifoulingprodukten eingebracht. Nach einer Diskussion wurde folgende Position zur Regelung der Reinigung von Bootsrümpfen im Beschlussprotokoll vom 22. Juni 2015 festgehalten:

Beschluss

1. Der LAWA-Ausschuss Wasserrecht ist der Auffassung, dass das Entfernen von Weichfouling im Gewässer weder einen Benutzungstatbestand nach § 9 Abs. 1 noch nach § 9 Abs. 2 WHG (Wasser Haushalts Gesetz) darstellt.
2. Beim Entfernen von Hartfouling im Gewässer kann ein Gewässerbenutzungstatbestand nach § 9 Abs. 2 WHG gegeben sein.
3. Für stationäre mechanische Bootsreinigungsanlagen gilt § 36 WHG sowohl für das Entfernen von Weichfouling als auch von Hartfouling.

Durch diesen Beschluss wurde eine gewisse Rechtssicherheit für die Bootsreinigung unter den genannten Bedingungen geschaffen.

5.3 Kontaktaufnahme mit den Unteren Wasserbehörden

Vor Beginn der ersten Versuche hat LimnoMar Kontakt mit den jeweiligen lokalen Wasserbehörden aufgenommen, um mit diesen die Problematik zu diskutieren und die gewässertypischen Probleme zu berücksichtigen. Auf Grund des Diskussionsergebnisses der Veranstaltung in Osnabrück wurde für die jeweiligen Standorte ein Antrag zur Erteilung einer Erlaubnis formuliert (s.a. Beispiel eines Antrags im Anhang). Für die vier verschiedenen Standorte wurde mit den folgenden Behörden und Organisationen Kontakt aufgenommen.

Dümmer

- Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN), Betriebsstelle Sulingen

Auf Grund ihrer Lage ist die Betriebsstelle Sulingen maßgeblich in das Flussgebietsmanagement für die Weser eingebunden. In diesem Kontext fungiert die Betriebsstelle als landesweites Kompetenzzentrum für die niedersächsischen Binnenseen, u. a. Dümmer und Steinhuder Meer. Die Weiterentwicklung des Dümmer- und Steinhuder Meer Sanierungskonzeptes der Landesregierung ist ein Schwerpunkt dieses Bereiches.

- Untere Wasserbehörde Nord, Landkreis Diepholz

Diese Behörde ist für wasserbehördliche Auflagen am Ostufer des Dümmer zuständig. In Vorbereitung der Versuche wurde hier ein Antrag zur Erlaubnis der Reinigung im Wasser gestellt. Auf Basis eines gemeinsamen Termins in Hüde, bei dem die abgereinigten Bewuchsmengen eines Bootes ermittelt wurden (vgl. Kap. 6.1), erteilte die Untere Wasserbehörde Diepholz am 30.07.2015 in Abstimmung und unterstützt durch eine Stellungnahme des NLWKN eine Erlaubnis mit der Auflage über den Verlauf und die Ergebnisse der Reinigungsversuche zu berichten (s.a. Anhang Erlaubnis Diepholz).

- Natur- und Umweltschutzvereinigung Dümmer e.V. (NUVD)

Die Natur- und Umweltschutzvereinigung Dümmer e.V. (NUVD) wurde im August 2009 in Hüde gegründet, um einen umfassenden, aufgeklärten Naturschutz mit den Menschen vor Ort zu entwickeln. Besondere Anliegen der NUVD sind die Sanierung

des Dümmers und seines Einzugsgebiets. Hierfür setzt sich die NUVD durch die Erstellung eigener Konzepte und Untersuchungen, Informationsveranstaltungen und die aktive Mitarbeit in Gremien wie dem Dümmer-Beirat ein. Der Kontakt zum NUVD wurde aufgenommen, um im Rahmen der Umweltbildung und -aufklärung das Vorhaben am Dümmer bekannt zu machen und im Falle einer positiven Demonstration für eine weitere Verbreitung dieser Praxis über diesen Verein an die Öffentlichkeit zu gehen.

Ratzeburger See

- Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) Schleswig-Holstein, Flintbek

Die Abteilung 4 "Gewässer" des LLUR erarbeitet ökologische, technische, natur- und fachwissenschaftliche Grundlagen, stellt Methodenwissen bereit und bietet mit Unterstützung von Fachinformationssystemen umfassende Beratung. Im Fokus stehen dabei die Veränderungen in Natur und Landschaft, der Schutz der Gewässer und die Ordnung des Wasserhaushalts. Die Umsetzung effizienter Maßnahmen an Gewässern vor Ort - auch des technischen Gewässerschutzes - wird fachlich unterstützt.

- Herzogtum Lauenburg, Ratzeburg, Amt Lauenburgische Seen, Ratzeburg
Das Herzogtum Lauenburg ist für die Gewässerüberwachung der Lauenburgischen Seen, insbesondere der Regulierung der Sportbootaktivitäten zuständig. Vor Ort ist das Amt Ratzeburg für die Befahrensordnung und die Einhaltung der Wakenitz-Verordnung zuständig. Der Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis wurde bei dieser Behörde gestellt. Trotz mehrerer Nachfragen erfolgte keine schriftliche Benachrichtigung über eine Entscheidung.

Bremen

- Senator für Umwelt, Bau und Verkehr

Die zuständige Wasserbehörde in Bremen, die sich mit der Qualität der Oberflächengewässer befasst, ist das Referat 33, Wassergüte des Senators für Umwelt, Bau und Verkehr. Es wurde ein Antrag auf Erlaubnis bzw. Zustimmung zu versuchsweisen Reinigungen im Wasser für den Yachthafen Hasenbüren gestellt. Die Umweltbehörde erteilte am 30. März 2015 eine wasserrechtliche Erlaubnis (s.a. Anhang) mit der

Auflage, den entfernten Bewuchs möglichst aufzufangen bzw. eine Abschätzung der Gewässerbelastung durch die Entfernung des Bewuchses im Wasser vorzunehmen.

Berlin

- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt

In Vorbereitung der Versuche wurde ein Antrag auf Erlaubnis zur Rumpfreinigung im Wasser im März an die Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt gesandt. Im Juni wurde von der Senatsverwaltung mitgeteilt, dass bei einer Bootsreinigung keinerlei Abfallstoffe oder Abwässer in das Gewässer gelangen dürfen. Die Einleitung der Reinigungswässer wäre nur nach einer entsprechenden Vorreinigung erlaubnisfähig (Email, F.M. Buge vom 23.06.2015). Eine Entscheidung über den im Mai nochmalig eingereichten Antrag wurde nicht mitgeteilt.

6 Durchführung der Versuche

6.1 Dümmer

Zur Information des Vereins und zur Einführung in die Versuche fand am 18. April 2015 eine Veranstaltung in den Clubräumen statt, die leider sehr schwach besucht war. Hier wurde die Gesamtbelastung des Dümmers dargestellt und die Möglichkeiten des Wassersports zu einer Verringerung der Belastung beizutragen diskutiert. Durch das Reinigungsprojekt sollte mit Verzicht auf den Einsatz von biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen ein weiterer Beitrag zur Schadstoffverringern im Dümmer geleistet werden.

Zur Erläuterung des Vorhabens fand am 8. Juni 2015 mit Herrn und Frau Roescher von der Unteren Wasserbehörde Diepholz und Herrn Schuster vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Betriebsstelle Sulingen ein Treffen in Hude statt. Dort wurde ein Folkeboot (L 6,5 m; B 2,5 m; TG 0,3 m) mit einer zwei Jahre alten, teflonbasierten und kupferhaltigen Antifouling (VC17m) gereinigt, der Bewuchs abgekratzt und dessen Trockengewicht bestimmt. Das Boot war zu diesem Zeitpunkt ca. 60 Tage im Wasser und relativ viel bewegt worden. Zweck der Reinigung war zum einen, den Behörden ein genaues Bild von den geplanten Versuchen und der daraus möglichen entstehenden Gewässerbe-

lastung zu vermitteln und zum anderen, den Bewuchsdruck und die zu erwartenden Bewuchsmengen im Dümmer vorab abschätzen zu können. Mangels Alternative wurde ein Boot mit einer alter Antifoulingbeschichtung, deren Wirksamkeit schon nachgelassen hatte, zur Vorführung der Reinigung genutzt. Die Reinigung des Rumpfes erfolgte mit Hilfe von zwei Gummilippen am Kran und einer wasserdichten Plane als Untergrund, die mit Dachlatten als Randerhöhung begrenzt wurde. Mit Hilfe dieser Vorrichtung wurde versucht, den Bewuchs quantitativ aufzufangen. Dieser setzte sich im Wesentlichen aus einem dichten Biofilm (100 % Bedeckung) und Insektenlarven (7 % Bedeckung) zusammen (Abb. 8 & 9). Der Bewuchs von einer Unterwasserfläche von ca. 10 m² wurde bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und das Trockengewicht auf 8, 2 g bestimmt. Eine vorliegende Bewuchsanalyse vom Dümmer weist neben einem Biofilm Mikroalgen, die verzweigte Grünalge *Cladophora* sp. und Wohnröhren von Insektenlarven auf (www.bewuchs-atlas.de).

Die beobachtete geringe Bewuchsentwicklung könnte u.a. durch Eutrophierungsprozesse verursacht worden sein. Denn 2015 fand eine Massenvermehrung und Blüte von *Limnothrix redekei* mit starker Nährstoffzehrung statt. Zudem wurde den Algen durch die Massenvermehrung das Licht genommen. Die mit der Secchi-Scheibe bestimmte Sichttiefe betrug 20 cm. Es ist daher möglich, dass zumindest der autotrophe Bewuchs deutlich geringer als in anderen Jahren entwickelt war.



Abb. 8: Biofilm auf zwei Jahre alter Antifoulingbeschichtung am 08.06.2015 (Quelle: LimnoMar).



Abb. 9: Nahansicht Biofilm auf zwei Jahre alter Antifoulingbeschichtung am 08.06.2015 (Quelle: LimnoMar).

Auf Basis der gewonnenen Einblicke und der übermittelten Trockengewichte erteilte die Untere Wasserbehörde Diepholz eine Erlaubnis, mit der Auflage über den Verlauf und die Ergebnisse der Reinigungsversuche zu berichten (s.a. Anhang Erlaubnis Diepholz).

Im Rahmen des Projektes war am Dümmer ursprünglich die Beschichtung von insgesamt drei Booten geplant. Leider wurde von diesen drei Booten aus persönlichen Hinderungsgründen der Eigner nur ein Boot in der Saison 2015 beschichtet und zu Wasser gelassen:

6.1.1 Lanaverre Magniola

Dieses Boot (Abb. 10) vom Typ Lanaverre 510 (L 5,15 m; B 1,85 m; TG 0,19 – 1,15 m) wurde komplett von seiner alten, biozidhaltigen Antifoulingbeschichtung im Unterwasserbereich befreit. Auf dem freigeschliffenen Gelcoat wurde eine Schicht des Epifanes HB-Coats aufgebracht (Abb. 11).



Abb. 10: Lanaverre Magniola, Seglerverein Hüste (Quelle: Seglerverein Hüste e.V.).

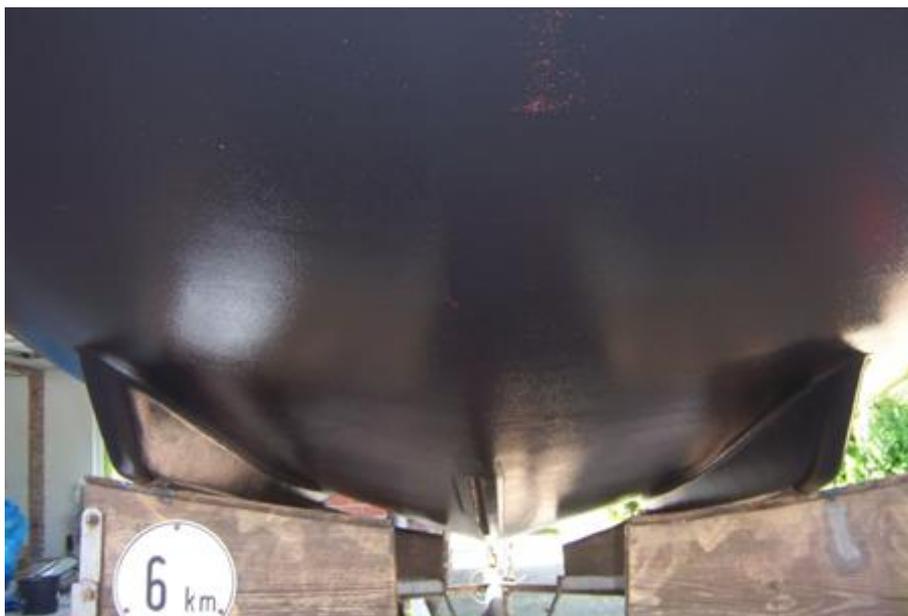


Abb. 11: Lanaverre Magniola mit reinigungsfähiger Epoxid-Beschichtung (Quelle: Seglerverein Hüste e.V.).

Das Boot wurde am 7. Mai 2015 zu Wasser gelassen und in der Saison nur einmal am 17. Juli gereinigt, da der Eigner erst zu diesem Zeitpunkt eine Reinigung für nötig hielt. Zum Zeitpunkt der Reinigung war der Bewuchs schwach ausgeprägt und bestand hauptsächlich aus einem Biofilm, der leicht mit dem Tausendbein - soweit der Rumpf zu erreichen war - abgereinigt werden konnte (Abb. 12 & 13).



Abb. 12: Bewuchs auf der Magniola vor der Reinigung im Juli 2015
(Quelle: Seglerverein Hüde e.V.).



Abb. 13: Bewuchs auf der Magniola vor der Reinigung im Juli 2015
(Quelle: Seglerverein Hüde e.V.).

Die Abschlussinspektion erfolgte zum Saisonende am 26. Oktober 2015. Der Bewuchs am Rumpf war zu diesem Zeitpunkt ebenfalls sehr schwach ausgeprägt, obwohl das Boot wenig bewegt worden war. Es waren vor allem Insektenlarven auf einem dünnen Biofilm anzutreffen (Abb. 14 & 15).



Abb. 14: Biofilm mit Insektenlarven am Rumpf der Magniola vor der Reinigung am 26.10.2015 (Quelle: LimnoMar).



Abb. 15: Biofilm mit Insektenlarven am Rumpf der Magniola vor der Reinigung am 26.10.2015 (Quelle: LimnoMar).

Vor der Reinigung mit einem Hochdruckwascher wurde der Bewuchs auf dem Rumpf mit Gummilippen entfernt und aufgefangen. Hierzu wurde eine Plastik-Plane mit seitlich erhöhtem Rand ausgelegt und das Boot auf dem Trailer darüber geschoben (Abb. 16). Der Bewuchs, der sich in den drei zurückliegenden Monaten gebildet hatte, wurde quantitativ aufgefangen, gesammelt und bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.



Abb. 16: Plane zum Auffangen des Bewuchses bei der Reinigung am 26.10.2015 in Hude (Quelle: LimnoMar).

Es ergab sich ein Trockengewicht von 6,2 g für die abgereinigte Unterwasserfläche von ca. 10 m².

Anschließend konnte das Unterwasserschiff mit Hilfe eines Hochdruckreinigers innerhalb von 15 Minuten komplett vom Bewuchs befreit werden. Auch in den Bereichen, in denen im Juli eine Reinigung mittels Tausendbein durch die Kimmkiele des Rumpfes nicht möglich war, konnte der etwas ausgeprägtere Bewuchs komplett abgewaschen werden (Abb. 17 & 18).



Abb. 17: Rumpf der Magniola nach Hochdruck-Reinigung am 26.10.2015
(Quelle: LimnoMar).



Abb. 18: Rumpf der Magniola nach Hochdruck-Reinigung am 26.10.2015
(Quelle: LimnoMar).

Der Einsatz des Big-Easy Cleaners kam für dieses Boot auf Grund der Kimmkiele nicht in Betracht. Das Reinigungsgerät wurde vom Bootseigner auch eher als umständlich angesehen.

Insgesamt schien die Bewuchssaison 2015 im Dämmer eher schwächer als in den Jahren zuvor gewesen zu sein. Aber der vorhandene Bewuchs lässt sich nach Auskunft der Bootseigner, solange er sofort nach dem Herausnehmen des Bootes ohne anzutrocknen abgereingt wird, immer leicht entfernen.

Für 2016 ist geplant, drei Testboote über die komplette Saison April/Mai bis Oktober im Wasser zu haben. Zwei Boote sollen daher noch mit zwei Varianten der Beschichtung CleanTec versehen werden.

6.2 Ratzeburger See

Der Ratzeburger See ist durch einen mäßigen Bewuchsdruck gekennzeichnet, wie in vielen Süßwasserrevieren. Neben einem dichten Biofilm können langfädige Grünalgen sowie Zebamuscheln und einige Schwämme ab Mitte der Saison auf den Bootsrümpfen beobachtet werden (Abb. 19). Der Bewuchsdruck ist wie in anderen Häfen ebenfalls stark von der Lage des Liegeplatzes abhängig. Bootsrümpfe ohne jeglichen Bewuchsschutz weisen am Ende der Saison eine dichte Besiedlung mit Zebamuscheln auf.

Die Reinigungsversuche am Ratzeburger See fanden an zwei Segelbooten statt, einer Kielyacht und einem Jollenkreuzer. Beide Boote wurden im Februar/März bis auf den Primer vollständig entschichtet und mit der reinigungsfähigen Hartbeschichtung CleanTec beschichtet.



Abb. 19: Bewuchs am Ratzeburger See, Groß Sarau nach 6 Monaten, bestehend aus Zeb-
ramuscheln, Insektenlarven und Schwämmen (Quelle: LimnoMar).



Abb. 20: Kielyacht Varianta 18, Segler-Verein Wakenitz, Ratzeburger See
(Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).

6.2.1 Kielyacht Varianta 18

Die Kielyacht Varianta 18 (L 6,40 m; B 2,10 m; TG 0,7 – 1,30 m) mit Liegeplatz Groß Sarau, Schanzenberg (Abb. 20) wurde am 18. April 2015 zu Wasser gelassen. Insgesamt wurde sie sieben-mal in der Saison mit dem Big Easy Cleaner gereinigt, da der Eigner sicher sein wollte, dass sich nicht mehr als ein Biofilm bilden würde (Tab. 1).

Tab.1: Reinigungsintervalle und Inspektionen der Kielyacht Varianta 18

Reinigung / Inspektion	Datum	Reinigungsgerät	Reinigungsintervall [Tag]	Dauer Boot im Wasser [Tag]
1. Reinigung	16. Mai	Bic Easy Cleaner	28	28
2. Reinigung	30. Mai	Bic Easy Cleaner	14	42
3. Reinigung	6. Juni	Bic Easy Cleaner	7	49
4. Reinigung	19. Juni	Bic Easy Cleaner	13	62
5. Reinigung 1. Inspektion	17. Juli	Bic Easy Cleaner Schwamm	28	90
6. Reinigung	14. August	Bic Easy Cleaner	28	118
7. Reinigung	11. September	Bic Easy Cleaner	28	146
2. Inspektion	10. Oktober	Schwamm	-	175

Am 17. Juli wurde vom Wasser aus eine Inspektion vorgenommen, welche ergab, dass sich auf dem Kiel ein dichter Biofilm gebildet hatte. Mit dem Big Easy Cleaner war dieser Bereich zuvor nicht erreichbar gewesen. Die Reinigung des Kiels erfolgte dann vom Wasser aus mit einem Schwamm. Vom 11. September bis zur Endinspektion hatte sich zwischen den Reinigungen ein Biofilm auf dem gesamten Rumpf sowie am Wasserpass ein Streifen kurzfädiger Algen angesetzt.

Bei der Abschlussinspektion am 10. Oktober 2015 war der Rumpf der Yacht mit einem relativ dünnen Biofilm bedeckt, der nur am Ruderblatt ausgeprägter war und mit einem Schwamm entfernt werden konnte (Abb. 21, 22 & 23).



Abb. 21: Kielyacht Varianta 18, Rumpf mittschiffs mit Kiel und hellgrünem Biofilm bei der Abschlussinspektion am 10.10.2015 (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).



Abb. 22: Kielyacht Varianta 18, Rumpf Heckbereich mit bräunlichem Biofilm bei der Abschlussinspektion am 10.10.2015 (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).



Abb. 23: Kielyacht Varianta 18, Ruder mit bräunlichem Biofilm und einigen Insektenlarven bei der Abschlussinspektion am 10.10.2015 (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).

6.2.2 Jollenkreuzer *El Gordito*

Die zweite Segelyacht am Ratzeburger See mit Liegeplatz in Groß Sarau war ein Jollenkreuzer mit aufholbarem Schwert (L 6,5 m; B 2,50 m; TG 0,20 – 1,55 m). Die Ent- und Beschichtung des Jollenkreuzers wurde ausführlich dokumentiert und in der lokalen Seglerzeitung „Wakenitz Segler“ veröffentlicht (s.a. Abb. 24, 25, 26 & 27 sowie Anhang).



Abb. 24: Entfernung aller alten Antifoulingbeschichtungen auf dem Rumpf des Jollenkreuzers El Gordito (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).



Abb. 25: Applikation der Beschichtung CleanTec auf den Jollenkreuzer El Gordito (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).

Das Boot wurde am 18. April zu Wasser gelassen und in der Saison häufig, ca. 25 – 30-mal für jeweils 2 – 3 Stunden bewegt. Am Liegeplatz wurde eine Persenning über das Boot gelegt, deren untere Enden knapp über der Wasseroberfläche endeten, um u.a. durch die Abschattung ein Algenwachstum im Wasserpass zu vermeiden. Das Boot wurde im Gegensatz zur Kielyacht nur einmal in der Mitte der Saison am 17. Juli mit dem Tausendbein gereinigt. Es hatte sich bis zu diesem Zeitpunkt nur ein dünner Biofilm gebildet, der leicht abzureinigen war. Durch die bis zur Wasseroberfläche herabhängende Persenning hatten sich offenbar keine Algen am Wasserpass bilden können. Bei dem Herausnehmen des Bootes am 10. Oktober 2015 war der Rumpf nur mit einem dünnen, grünlichen Biofilm bedeckt. Dieser konnte mit einem Schwamm in ca. 30 Minuten fast vollständig entfernt werden.



Abb. 26: Jollenkreuzer El Gordito am 10.10.2015 vor der Reinigung (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).



Abb. 27: Jollenkreuzer El Gordito am 10.10.2015 nach der Reinigung mit einem Schwamm (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).

6.2.3 Folkeboot Mette

Als Vergleich zu der reinigungsfähigen Beschichtung wurde zusätzlich das Folkeboot Mette am 10. Oktober 2015 inspiziert, welches im März mit einer biozidfreien erodierenden Beschichtung (Cruiser Zero) versehen worden war. Diese enthält im Gegensatz zu den sonst üblicherweise eingesetzten, biozidfreien Beschichtungen am Ratzeburger See keine Zinkverbindungen. Das Boot wurde am 18. April 2015 zu Wasser gelassen und im Frühjahr zwei Wochen auf der Ostsee (ca. 130 sm) gefahren, danach am 15. Mai mit einem Wasserschlauch und Schwamm gewaschen. Den Rest der Saison befand sich das Boot im Hafen am Schanzenberg.

Bei der Inspektion am 10. Oktober nach 175 Tagen zeigte sich auf dem Rumpf ebenfalls nur ein dünner Biofilm (Abb. 28, 29 & 30).



Abb. 28: Folkeboot Mette mit Biofilm, beschichtet mit Cruiser Zero, Ratzeburger See am 10.10.2015 (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).



Abb. 29: Folkeboot Mette beschichtet mit Cruiser Zero, Ratzeburger See am 10.10.2015 (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).



Abb. 30: Ruderblatt am Folkeboot Mette, beschichtet mit Cruiser Zero, Ratzeburger See am 10.10.2015 (Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).

Aufgrund der guten Ergebnisse sollen die Reinigungsversuche in der nächsten Saison auf der Varianta und dem Jollenkreuzer El Gordito weitergeführt werden. Das Tausendbein hat sich für den rundspantigen Jollenkreuzer sehr gut bewährt, der Big Easy Cleaner hat sich für die Kielyacht Varianta als optimierbar erwiesen. Der größte Mangel war, dass der Pad-Winkel nicht gut eingestellt werden konnte. Hier wäre ein einrastendes Gelenk hilfreich. Zudem wäre eine kürzere aber breitere Form des Pads besser zu handhaben und auch effektiver.

Für die Saison 2016 sollen zusätzlich drei Motorboote des Vereins mit der reinigungsfähigen Beschichtung CleanTec beschichtet werden. Es handelt sich um Motorboote, die von der Schlichting Werft in Dassow gebaut werden. Der Typ ist Trave 410 (L 4,10 m; B 1,70 m; TG 0,30 m).



Abb. 31: Motorboot Typ Trave, Segel Verein Wakenitz
(Quelle: Segler-Verein Wakenitz e.V.).

6.3 Unterweser

Die Versuche fanden an zwei Booten des Vereins ‚Seglervereinigung der Hanseaten‘ statt. Es handelte sich um die zwei Schwertzugvögel (L 5,80 m; B 1,88 m; TG 0,25 – 1,10 m) der Jugendabteilung des Vereins, die Hanseatenstern und die Peregrina. Beide Boote wurden im März mit der reinigungsfähigen Hartbeschichtung CleanTec beschichtet, nachdem die vorhandenen Antifoulingschichten bis auf den Primer abgeschliffen worden waren.

Dem Verein wurde für die Reinigungsversuche ein Tausendbein und ein Big Easy Cleaner zur Verfügung gestellt. Zur Einführung in die Versuche und dem geplanten Ablauf wurde am 21. März 2015 eine Informationsveranstaltung in den Vereinsräumen der Vereinigung der Hanseaten durchgeführt und die zur Verfügung gestellten Geräte sowie das Protokoll für die Versuche erläutert und diskutiert (s.a. Anhang).

6.3.1 Schwertzugvogel Hanseatenstern

Die Hanseatenstern wurde am 7. Mai 2015 zu Wasser gelassen. Die Jugendabteilung nutzte das Boot regelmäßig zu Trainings- und Ausbildungszwecken und gab an,

dass die Hanseatenstern in der Regel ca. zwei Stunden pro Woche in der Saison bewegt wurde. Die Reinigungsintervalle sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tab.2: Reinigungsintervalle der Hanseatenstern, Unterweser

Reinigung/ Inspektion	Datum	Reinigungsgerät	Reinigungs- intervall [Tag]	Dauer Schiff im Wasser [Tag]
1.Reinigung 1.Inspektion	18. Juni	Bic Easy Cleaner	42	42
2.Reinigung 2.Inspektion	23. Juli	Bic Easy Cleaner	35	77
3. Inspektion	1. Oktober	Hochdruckwascher	-	148

Am Boot wurde erstmals am 11. Juni 2015 durch Krängen der Bewuchs beobachtet. Aufgrund des erkennbaren Biofilms wurde eine Reinigung eine Woche später eingeplant (Abb. 32).

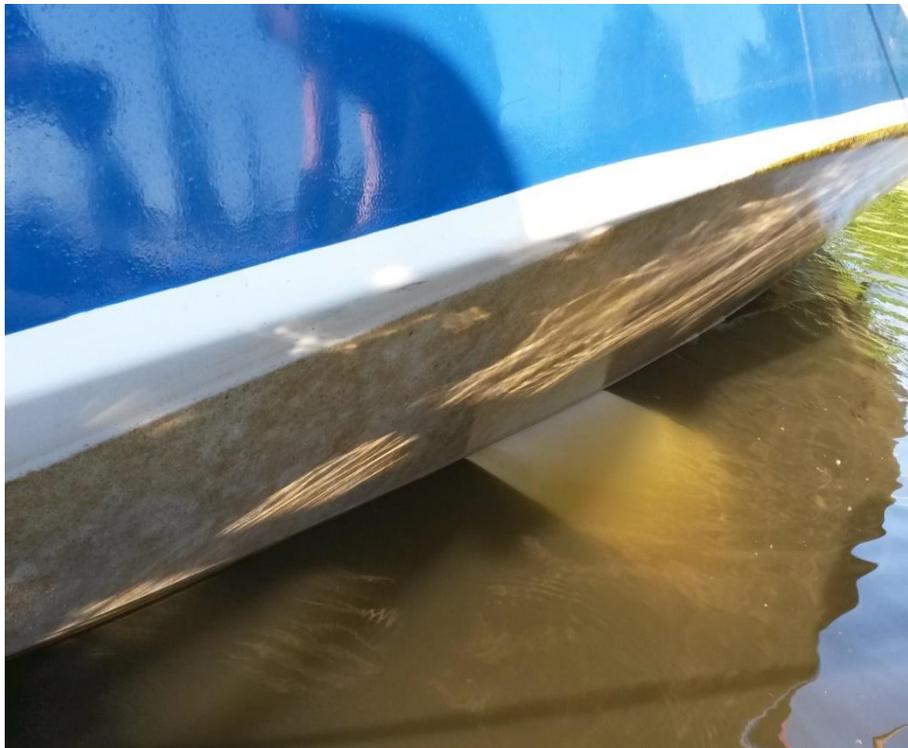


Abb. 32: Biofilm auf dem Schwertzugvogel Hanseatenstern am 11.06.2015 (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Ein erster Reinigungsversuch mit dem Tausendbein zeigte, dass es einerseits am Knickspant Reibungsprobleme gab und auch das Süllbord stark beansprucht wurde. Daher wurde für die weiteren Reinigungen nur der Big Easy Cleaner eingesetzt. Die Reinigung erfolgte am 18. Juni 2015 dann mit dem Big Easy Cleaner. Der Bewuchs vor der Reinigung bestand mittlerweile aus einem dichten Biofilm (Abb. 33).



Abb. 33: Bewuchs auf der Hanseatenstern am 18.06.2015 vor der Reinigung (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Vor der Reinigung wurde geprüft, ob sich der Bewuchs allein durch Fahrt abreinigen ließ. Daher wurde das Boot eine Stunde mit ca. 5 kn bewegt und der verbliebene Bewuchs inspiziert (Abb. 34). Es zeigte sich, dass der Biofilm nur geringfügig durch die Fahrt dezimiert worden war. Die Reinigung mit dem Big Easy Cleaner erfolgte in einem Durchgang von ca. 20 Minuten. Durch Krängen des Bootes wurde der Reinigungserfolg kontrolliert.



Abb. 34: Biofilm nach einstündiger Fahrt mit 5 kn auf der Hanseatenstern am 18.06.2015 vor der Reinigung mit dem Big Easy Cleaner (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Wie in Abbildung 35 zu erkennen ist, konnte der Biofilm zwar leicht abgereinigt werden, aber eine Kontrolle der vollständigen Reinigung fiel während des Vorgangs sehr schwer, so dass streifenförmige Reste vom Biofilm verblieben, die nach Krängung des Bootes sichtbar wurden (Abb. 36).

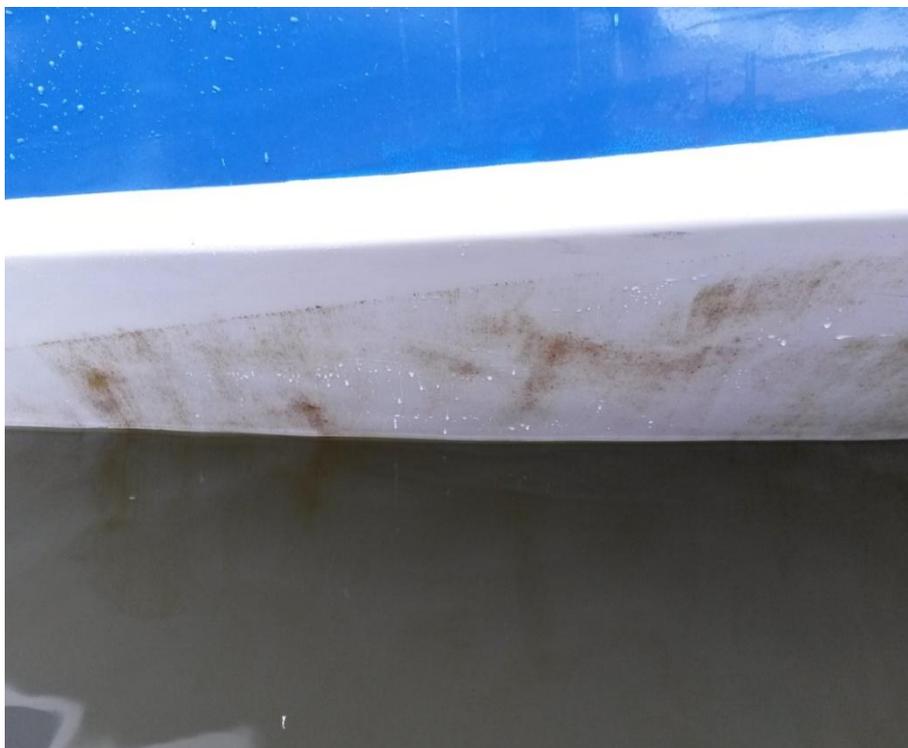


Abb. 35: Rumpf der Hanseatenstern nach Reinigung am 18.06.2015 (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).



Abb. 36: Überwiegend abgereinigter Biofilm auf der Hanseatenstern nach der Reinigung mit dem Big Easy Cleaner am 18.06.2015 (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Eine weitere Reinigung der Hanseatenstern fand am 23. Juli 2015 statt. Der Bewuchs bestand aus einem sehr dichten und kompakten Biofilm sowie verstreut fest-sitzenden fädigen Grünalgen von wenigen Millimetern Länge sowie verstreuten Insektenlarven in angehefteten Wohnröhren (Abb. 37). Die Reinigung wurde wiederum mit dem Big Easy Cleaner in einem Durchgang von 15 Minuten vorgenommen.



Abb. 37: Dichter Biofilm auf dem Rumpf der Hanseatenstern vor der Reinigung am 23.07.2015 (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).



Abb. 38: Verbliebene Reste des Biofilms auf dem Rumpf der Hanseatenstern nach der Reinigung am 23.07.2015 (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).



Abb. 39: Gereinigte und ungereinigte Flächen mit Biofilm auf dem Rumpf der Hanseatenstern nach der Reinigung am 23.07.2015 mit dem Big Easy Cleaner (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Es zeigte sich bei der anschließenden Kontrolle, dass nur sehr unregelmäßig gereinigt worden war. Fädige Grünalgen und Biofilm wurden teilweise nicht entfernt. (Abb. 38). Ein zweiter Reinigungsdurchgang wurde nicht durchgeführt. Gleichzeitig haftete der Biofilm im Juli auch vermutlich schon stärker als einen Monat zuvor (Abb. 39). Am 1. Oktober wurde die Hanseatenstern aus dem Wasser genommen und an Land gereinigt. Da die Abschlussinspektion erst am 9. Oktober stattfinden konnte, wurden einige Bereiche des Rumpfes vorher abgeklebt, die während des Einsatzes vom Hochdruckreiniger unversehrt blieben. Da das Boot über 2 Monate nicht gereinigt worden war, hatte sich erwartungsgemäß ein üppiger Süßwasserbewuchs entwickelt. Auf dem Rumpf befanden sich neben fädigen Grünalgen, Hydrozoen und

Zebramuscheln von 5 mm Schalenlänge einzelne Schwammkolonien mit Durchmessern von 5 – 50 mm (Abb. 40 & 41). Bei den Schwämmen handelte es sich wahrscheinlich um *Spongilla lacustris* oder *Ephydatia fluviatilis*.

Der Bedeckungsgrad des Makrofoulings betrug ca. 80 %, der des Biofilms 100 %.

Der dichte Mikro- und Makrobewuchs besaß aber nur eine mäßige Haftung, wie sich bei den folgenden Reinigungsversuchen zeigte.



Abb. 40: Dichter Bewuchs mit Zebramuscheln, Schwämmen und kurzfädigen Grünalgen auf einem dichten Biofilm auf der Hanseatenstern am 01.10.2015 vor der Reinigung mit dem Hochdruckwascher (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).



Abb. 41: Gesamtansicht der Rumpfes der Hanseatenstern am 01.10.2015 mit dichtem Bewuchs vor der Reinigung mit dem Hochdruckwascher (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Der Rumpf wurde an Land mit einem Hochdruckwascher (ca. 100 bar) gereinigt, wodurch der Makrobewuchs leicht entfernt werden konnte, nicht aber der Biofilm (Abb. 42). Zur Quantifizierung des Bewuchses war vor der Reinigung eine Fläche von 30 x 30 cm mit einer Plastikfolie abgeklebt worden. Bei der abschließenden Inspektion des Bootes am 9. Oktober, nachdem dieses über Kopf gedreht worden war, konnte der Rumpf erstaunlich leicht mit Bürste und Schwamm vom verbliebenen Biofilm befreit werden (Abb. 42). Bei einer gründlichen Reinigung mit Bürste und Schwamm unter Einsatz von Tensiden konnte der Biofilm schließlich vollständig entfernt werden (Abb. 43). Das herablaufende Wasser wurde aufgefangen. Von den abgeklebten, nicht gereinigten Teilflächen wurde der Bewuchs an zwei Stellen quantitativ entfernt, bis zur Gewichtskonstanz bei 60° C getrocknet und gewogen. Fläche I (900 cm²) wies Bewuchs mit Biofilm, Hydrozoen und wenigen kleinen Zebrauscheln (5 mm) auf, das Trockengewicht lag bei 0,75 g, bezogen auf einen Quadratmeter 8,3 g/m² (Tab. 3). Fläche II (100 cm²) wies einen Biofilm mit Zebrauscheln (5 -20 mm) auf. Das Trockengewicht lag bei 0,68 g, also 68 g/m².

Tab. 3: Trockengewichte von verschiedenen Bewuchsflächen auf den Versuchsbooten im Yachthafen Hasenbüren

Boot/ Fläche	Trockengewicht [g] (Größe der beprobten Fläche)	Trockengewicht [g/m²]
Hanseatenstern nicht gereinigte Fläche I	0,75 (900 cm ²)	8,3
Hanseatenstern nicht gereinigte Fläche II	0,68 (100 cm ²)	68
Peregrina Schwert mit Biofilm, Fläche III	0,27 (1050 cm ²)	2,6

Wie auf den Fotos ersichtlich, blieb die hydrophobe Oberfläche intakt, und die Wassertropfen perlten entsprechend ab. Die Beschichtung war insgesamt bis auf einige Kratzer intakt. Die Reinigungen sollen auf der Hanseatenstern in der nächsten Saison fortgeführt werden.

Da die bisherigen Reinigungsgeräte, Tausendbein und Big Easy Cleaner, nicht als optimal beurteilt wurden, soll das Boot in der nächsten Saison vom Wasser aus mit harten oder weichen Schwämmen sowie Gummilippen gereinigt werden. Zudem wurde dem Verein eine durch Wasserdruck rotierende Bürste zur Verfügung gestellt, um diese ebenfalls in der nächsten Saison zu erproben.



Abb. 42: Entfernung des verbliebenen Biofilms auf der Hanseatenstern am 09.10.2015 mit Bürste und Schwamm nach Anfeuchtung (Quelle: LimnoMar).



Abb. 43: Nach vollständiger Reinigung des Rumpfes der Hanseatenstern am 09.10.2015 mit Bürste und Schwamm unter Einsatz von Tensiden (Quelle: LimnoMar).

6.3.2 Schwertzugvogel *Peregrina*

Dieses Boot wurde nach Entschichtung und Beschichtung mit CleanTec am 7. Mai 2015 zu Wasser gelassen. In Tabelle 4 sind die Reinigungsintervalle des Schwertzugvogels *Peregrina* festgehalten. In Abbildung 44 ist der Zustand der Beschichtung direkt nach der Applikation zu sehen. Nach 21 Tagen hatte sich auf dem Rumpf der *Peregrina* ein bräunlicher Biofilm gebildet, der durch Krängen des Bootes sichtbar

wurde (Abb. 45). Eine Woche später, am 4. Juni fand deshalb die erste Reinigung statt.

Tab.4: Reinigungsintervalle der Peregrina, Unterweser

Reinigung/ Inspektion	Datum	Reinigungsgerät	Reinigungs- intervall [Tag]	Dauer Boot im Wasser [Tag]
1. Reinigung	04. Juni	Tausendbein	28	28
2. Reinigung	02. Juli	Bic Easy Cleaner	28	56
3. Reinigung 1. Inspektion	30. August	Bic Easy Cleaner	60	116
2. Inspektion	9. Oktober	-	-	148



Abb. 44: Die Peregrina wurde im Mai 2015 bis auf den Primer entschichtet und mit der reinigungsfähigen Hartbeschichtung CleanTec beschichtet (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).



Abb. 45: Biofilm auf dem Rumpf der Peregrina am 28.05.2015
(Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Seit dem Zuwasserlassen war die Peregrina drei Tage auf Fahrt gewesen und lag 28 Tage im Hafen. Durch Krängen wurde ein bräunlicher Biofilm auf dem gesamten Rumpf festgestellt (Abb. 46), der anschließend mit dem Tausendbein abgereinigt wurde. Nach zwei Reinigungsdurchgängen war der Biofilm weiterhin sichtbar. Außerdem wurden durch die Reinigung verursachte Beschädigungen an der Scheuerleiste beobachtet und deshalb von weiteren zukünftigen Einsätzen des Tausendbeins abgesehen.



Abb. 46: Rumpf der Peregrina mit Biofilm am 04.06.2015
(Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Die zweite Reinigung der Peregrina erfolgte am 2. Juli. Zu diesem Reinigungszeitpunkt war das Boot acht Tage in Fahrt gewesen und lag 56 Tage im Hafen. Der Bewuchs bestand aus einem dichten, bräunlichen Biofilm (Abb. 47). Die Reinigung erfolgte dieses Mal mit dem Big Easy Cleaner in zwei Durchgängen. Es stellte sich heraus, dass die Reinigung vom Boot aus sehr schwierig und vom Steg aus leichter zu handhaben war. Leider löste sich bei diesem Versuch das Reinigungspad und musste behelfsmäßig befestigt werden.



Abb. 47: Rumpfausschnitt der Peregrina vor (links) und nach (rechts) der Reinigung am 02.07.15 mit dichtem Biofilm (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

In der Abbildung 47 ist ein Rumpfbereich vor und nach der Reinigung dargestellt. Es wird deutlich, dass der Biofilm schwer abzureinigen war, und auch die Kontrolle der zu reinigenden Flächen mit dem Big Easy Cleaner nicht einfach zu beherrschen war.

Die dritte und letzte Reinigung der Peregrina im Wasser erfolgte am 30. August. Das Boot war insgesamt 14 Tage in Fahrt und hatte derzeit 102 Tage im Hafen gelegen. Als Bewuchsorganismen wurden zu diesem Zeitpunkt ein dichter Biofilm und fädige Grünalgen angegeben, die sich auf dem gesamten Rumpf angesetzt hatten (Abb. 48). Die Reinigung wurde mit dem Big Easy Cleaner in zwei Durchgängen vorgenommen und dauerte 25 Minuten. Das Reinigungspad löste sich mehrmals und musste immer wieder neu befestigt werden. Zudem zeigte das Pad erhebliche Abnutzungserscheinungen (Abb. 49). Nach der Reinigung waren über den Rumpf verstreut Bläschen und Pickel in der Beschichtung zu beobachten. Es stellte sich bei der Endinspektion heraus, dass diese Bläschen durch ungenügendes Abschleifen der vorherigen ein-komponentigen Grundierung hervorgerufen worden waren. Die fädigen Grünalgen konnten entfernt werden, aber der Biofilm blieb weitestgehend haften (Abb. 50).



Abb. 48: Rumpf der Peregrina am 30.08.15 vor der Reinigung (Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).



Abb. 49: Abnutzung des Pads des Big Easy Cleaners
(Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).



Abb. 50: Rumpf der Peregrina am 30.08.2015 nach der Reinigung
(Quelle: Seglervereinigung der Hanseaten e.V.).

Die Peregrina wurde ebenfalls am 1. Oktober aus dem Wasser genommen und der Rumpf an Land nach insgesamt 148 Tagen mit dem Hochdruckwascher gereinigt (Abb.51). Auf dem Rumpf der Peregrina waren neben einem dichten Biofilm aus Kieselalgen wenige Schwammkolonien mit Durchmessern von 5 – 10 mm vorhanden.

Der Bedeckungsgrad der Schwämme betrug ca. 5 %, der Bedeckungsgrad des Biofilms betrug 100 %. Der Makrobewuchs wurde mittels Hochdruckwascher entfernt, aber nicht aufgefangen, der Biofilm blieb bestehen. Das Schwert wurde vor der Reinigung abgeklebt, bei der Reinigung ausgespart und wie bei der Hanseatenstern am 9. Oktober inspiziert. Vom Schwert wurde auf einer Fläche von 1050 cm² der Bewuchs abgekratzt und getrocknet. Es ergab sich ein Gewicht von 0,27 g, also 2,6 g/m² (Tab. 4).

Bei der Abschlussinspektion am 9. Oktober wurden darüber hinaus die schon im August beobachteten Bläschen festgestellt (Abb. 52 & 53). Nach Anstechen der Bläschen trat ein lösungsmitteltypischer Geruch auf. Offensichtlich waren Reste der einkomponentigen Antifoulingbeschichtung trotz Abschleifens punktuell verblieben und wurden durch die Neubeschichtung angelöst. Auf Grund dieser Beschichtungsprobleme wurde beschlossen, die Peregrina im Winter erneut bis auf den Primer abzuschleifen. Das Boot wird nicht weiter gereinigt und inspiziert werden können, da es verkauft wurde. Daher ist es noch offen, ob an der Peregrina weitere Reinigungen stattfinden werden.



Abb. 51: Gesamtansicht des Rumpfes der Peregrina am 09.10.2015 nach der Reinigung mit dem Hochdruckwascher (Quelle: LimnoMar).



Abb. 52: Rumpfausschnitt am 09.10.2015 vor der Abschluss-Reinigung mit Bürste und Schwamm (Quelle: LimnoMar).

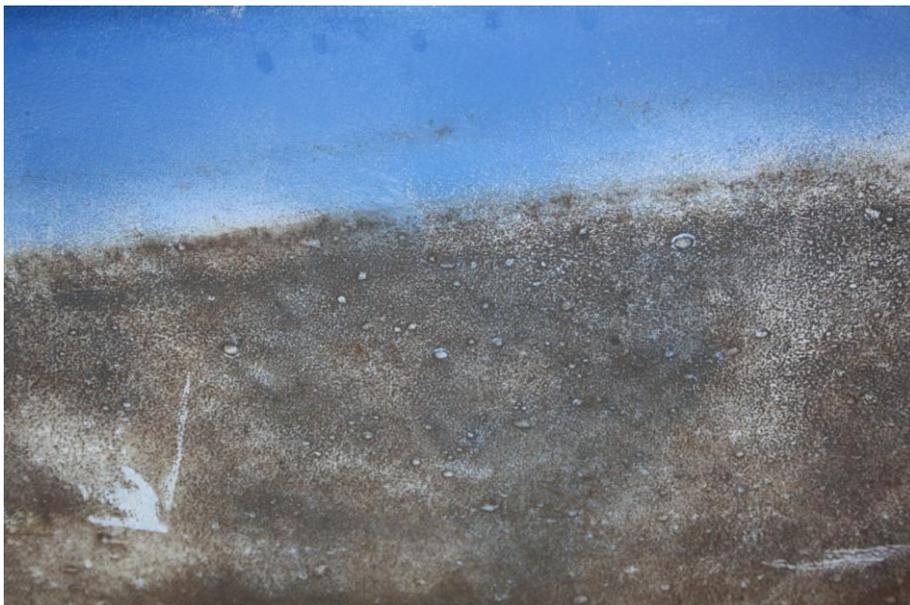


Abb. 53: Rumpfausschnitt am 09.10.2015 nach der Abschluss-Reinigung mit Bürste und Schwamm (Quelle: LimnoMar).

6.4 Zeuthener See

Am Zeuthener See herrscht ein typischer Süßwasserbewuchs mit überwiegend kurzfädigen Grünalgen und Zebamuscheln vor.

6.4.1 Schwertzugvogel

Der Rumpf des Segelbootes, Typ Schwertzugvogel (L 5,80 m; B 1,88 m; TG 0,25 - 1,10 m) wurde im April 2015 bis auf den Primer entschichtet und von der Werft Martin Herbst in Königs-Wusterhausen mit CleanTec beschichtet (Abb. 54 & 55). Der Schwertzugvogel wurde am 1. Mai zu Wasser gelassen. Das Boot wurde sehr unregelmäßig bewegt, mal alle zwei Wochen, aber insgesamt eher in größeren Abständen.



Abb. 54: Rumpf, Heckbereich Schwertzugvogel, nach Applikation von CleanTec im April 2015 (Quelle: Bootseignerin).



Abb. 55: Rumpf des Schwertzugvogels, nach Applikation von CleanTec, im April 2015 (Quelle: Bootseignerin).

Die Reinigungsintervalle und Inspektionen sind folgend in Tabelle 5 zusammengefasst:

Tab.5: Reinigungsintervalle Schwertzugvogel am Zeuthener See

Reinigung/ Inspektion	Datum	Reinigungsgerät	Reinigungs- intervall [Tag]	Dauer Boot im Wasser [Tag]
1. Reinigung	7. Mai	Bic Easy Cleaner	7	7
2. Reinigung	9. Juni	Tausendbein	33	40
3. Reinigung	5. Oktober	Tausendbein	118	158
1. Inspektion	24. Oktober	-	-	177

Die erste Reinigung des Bootes erfolgte am 7. Mai 2015 zur Demonstration des Tausendbeins und des Big Easy Cleaners. Zu diesem Zeitpunkt hatte sich nur ein dünner bräunlicher Biofilm gebildet, der unter Einsatz des Big Easy Cleaners leicht zu entfernen war (Abb. 56 & 57). Die Handhabung des Big Easy Cleaners wurde aber insbesondere für den Flachboden nicht als optimal angesehen, da der Winkel des Pads zum Stiel nicht variiert werden kann und zur Reinigung des Flachbodens der Stiel extrem flach gehalten werden musste (Abb.58). Aufgrund dessen wurde der Bic Easy Cleaner bei den folgenden Reinigungen nicht wieder eingesetzt.



Abb. 56: Rumpf des Schwertzugvogels nach Reinigung mit dem Big Easy Cleaner am 07.05.2015 (Quelle: Bootseignerin).



Abb. 57: Nachansicht des Rumpfes nach Reinigung mit dem Big Easy Cleaner am 07.05.2015 (Quelle: Bootseignerin).



Abb. 58: Demonstration des Big Easy Cleaners am Rumpf des Schwertzugvogels am 07.05.2015 im Sportboothafen Bootshaus Rietz (Quelle: LimnoMar).

Die zweite Reinigung fand am 9. Juni 2015 nach ca. einem Monat unter Einsatz des Tausendbeins statt (Abb. 59 & 60). Der Bewuchs bestand zu diesem Zeitpunkt aus einem dichten Biofilm und mehreren verstreut fest sitzenden Schwämmen.



Abb. 59: Rumpfansicht Schwertzugvogel vor der Reinigung mit Biofilm und vereinzelt Schwämmen, 09.06.2015 (Quelle: Bootseignerin).



Abb. 60: Reinigung mit dem Tausendbein 09.06.2015 (Quelle: Bootseignerin).

Die Reinigung mit dem Tausendbein war nicht effektiv, da dieses durch den Knickspant am Flachboden nicht eng genug anlag und immer etwas durchhing. Daher wurden die Süßwasserschwämme nicht vollständig entfernt.

Am 5. Oktober erfolgte die dritte Reinigung mit dem Tausendbein. Das Boot war in den Wochen zuvor wenig bewegt worden und die Bewuchsentwicklung nicht kontrolliert worden. Der Bewuchs bestand zu diesem Zeitpunkt aus einem sehr dichten Biofilm und flächendeckend wachsenden Schwämmen. Diese waren mit dem Tausendbein nicht zu entfernen, wie aus der Abbildung 61 ersichtlich wird. Es konnte streifenweise ein gewisser Reinigungserfolg festgestellt werden, aber insgesamt war die Wirksamkeit unbefriedigend.



Abb. 61: Reinigung am 05.10.2015 mit dem Tausendbein, es verbleiben vorwiegend Schwämme auf dem Flachboden, in den helleren Streifen ist eine gewisse Reinigung erkennbar (Quelle: Bootseignerin).

Am 24. Oktober wurde das Boot aus dem Wasser genommen und genauer inspiziert. Es zeigte sich, dass die Reinigung vom 5. Oktober wenig effektiv gewesen war und der Rumpf von einem dichten Biofilm, zahlreichen Schwämmen, Bryozoen, Hydrozoen und wenigen Zebramuscheln von 3 mm Länge bedeckt war (Abb. 62 & 63). Es wurden Proben für die Taxonomie des Bewuchses genommen. Die Zusammensetzung des Bewuchses auf dem Schwertzugvogel entspricht hinsichtlich der Insektenlarven (Trichoptera, Coleoptera, Diptera) und der Zebramuschel (*Dreissena polymorpha*) bisher publizierten Befunden in der Dahme Nähe Schmöckwitz und weiteren Berliner und brandenburgischen Gewässern (Müller, 2010). Doch erstaunlich ist die Dominanz der Schwämme im Herbst, die bis dato so gehäuft noch nicht beobachtet worden waren. Bei den Schwämmen handelte es sich um *Eunapia fragilis* und bei den Bryozoen um *Plumatella fungosa*.

Um die Gewässerbelastung durch die Reinigung im Wasser besser abzuschätzen, wurde von zwei definierten Flächen an unterschiedlichen Stellen des Rumpfes am 24. Oktober 2015 Bewuchs abgekratzt, bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und gewogen. Die Trockengewichte sind in Tabelle 6 dargestellt. Der Bewuchs setzte sich an den abgekratzten Flächen aus einem Biofilm, kurzfädigen Algen und Schwämmen zusammen.

Tab. 6: Trockengewichte Bewuchs am Schwertzugvogel, Zeuthener See, 24.10.2015

	Trockengewicht [g] (Größe der beprobten Fläche)	Trockengewicht [g/m²]
Fläche I	0,49 (400 cm ²)	12,25 g
Fläche II	1,24 (900 cm ²)	13,78 g

Die Endreinigung an Land wurde mit einem Hochdruckreiniger mit einem Druck von ca. 100 bar und einer rotierenden Düse (Dreckfräse) vorgenommen. Hiermit konnte der Makrobewuchs entfernt werden, aber nicht der bräunliche dichte Biofilm (Abb. 64).

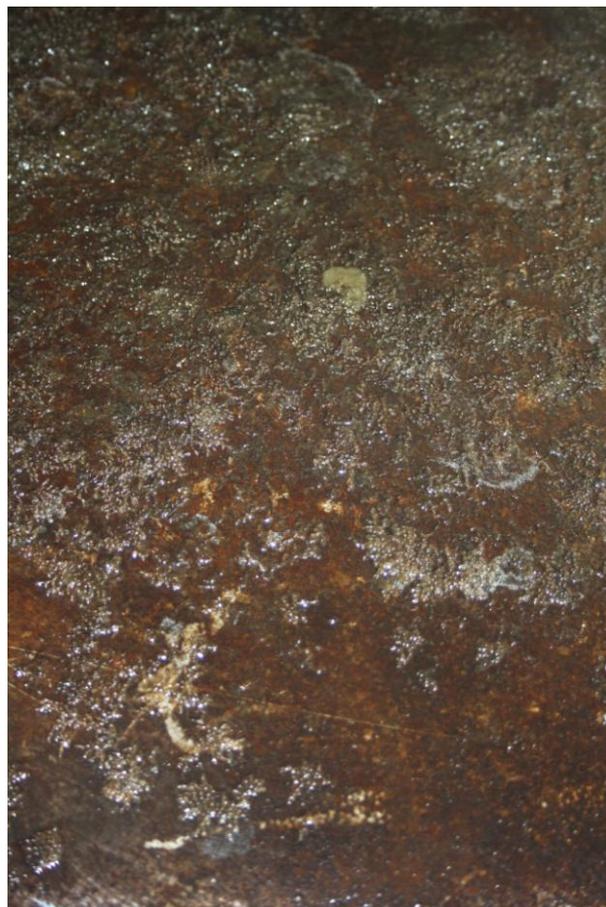


Abb. 62: Bewuchs am 24.10.2015 mit dichtem Biofilm und zahlreichen Schwämmen vor der Endreinigung (Quelle: LimnoMar).



Abb. 63: Rumpfansicht steuerbord am 24.10.15 nach Hochdruck-Reinigung (Quelle: LimnoMar).

Dieser konnte erst bei einer anschließenden Reinigung mit Bürste und Schwamm weitestgehend entfernt werden. Nach Abschluss der Versuche wurde mit der Bootseignerin vereinbart, dass die bisherigen Reinigungsgeräte in Zukunft nicht mehr eingesetzt werden sollen, sondern in der nächsten Saison das Boot mit harten Schwämmen und Gummilippen vom Wasser aus gereinigt wird. Dieses wird nach den bisherigen Erfahrungen für sinnvoller gehalten. Da die Beschichtung auf eine Haltbarkeit von 3 – 5 Jahren ausgelegt ist, möchte die Bootseignerin diesen Zeitraum nutzen, um in den kommenden Segelsaisons verschiedene Reinigungsverfahren zu erproben. Es wurde vereinbart, dass jeweils nach der Saison die bisherigen Erfahrungen ausgewertet werden und nach drei Jahren eine Gesamtbilanz gezogen werden soll.

Nachfolgend sind in Tabelle 7 nochmal alle Versuchsboote mit Beschichtungstyp, Reinigungsgerät, Reinigungsintervall und Dauer der Testphase zusammengefasst.

Tab.7: Gesamtübersicht über die Versuchsboote mit Reinigungsintervall und Einsatzdauer
Tausendbein (TB); Big Easy Cleaner (BEC); Hochdruck (HD); Trockengewicht (TG); Schwamm (S); Bürste (B)

Revier	Name / Bootstyp	Länge Breite Tiefgang [m]	Beschichtung Rumpf	Zuwasserlassung	∑ Reinigungen	Reinigung	Inspektion	Reinigungsgerät	Reinigungsintervall I [Tage]	Boot im Wasser [Tag]	Be-wuchs-analyse	Boot aus dem Wasser	Endreinigung	Beschichtung intakt?
Dümmer, Hude	Magniola / Lanaverre Typ 510	5,15 1,85 0,19-1,15	Epifanes	07.05.	1x	17.07.	26.10.	TB	71 101	71 172	✓	26.10	HD	✓
Ratzeburger See	Kieljacht Varianta 18	6,40 2,10 0,7-1,30	Clean Tec	18.04.	7x	16.05. 30.05. 06.06. 19.06. 17.07. 14.08. 11.09. 10.10.	17.07. 10.10.	BEC	28 14 7 13 28 28 28	28 42 49 62 90 118 146 175	✓	10.10.	S	✓
	El Gordito /Jollenkreuzer	6,5 2,5 0,2-1,55	Clean Tec	18.04.	1x	17.07.	10.10.	TB	90 85	90 175	✓	10.10.	S	✓
	Mette / Folkeboot	6,5 2,5 0,3	Cruiser Zero	18.04.	–	10.10.	10.10.	–	–	175	✓	10.10.	S	✓
Unterweser, Bremen	Hanseatenstern/Schwertzugvogel	5,8 1,88 0,25-1,10	Clean Tec	07.05.	2x	18.06. 23.07.	18.06 23.07. 09.10.	BEC	42 35	42 77 148	✓	01.10.	HD, S	✓
	Peregrina/Schwertzugvogel	5,8 1,88 0,25-1,10	Clean Tec	07.05.	3x	04.06. 02.07. 30.08.	30.08 01.10	TB BEC BEC	28 28 60	28 56 116 148	✓	01.10. 09.10.	HD B,S	✓
Zeuthener See, Berlin	Schwertzugvogel	5,8 1,88 0,25-1,10	Clean Tec	01.05.	3x	07.05 09.06 05.10.	24.10.	BEC TB TB	7 33 118	7 40 158 177	✓	24.10.	HD, B,S	✓

7 Öffentlichkeitsarbeit und Auswertung der Ergebnisse

Die laufenden Ergebnisse des Projekts wurden auf den genannten Veranstaltungen präsentiert. Zudem wurden sie auf einer Umweltagung des Deutschen Motoryacht Verbandes in Düsseldorf am 13. Oktober 2015 vorgetragen. Da die bisherigen Erfahrungen aus Veranstaltungen auf der „boatfit“ und der „Hanseboot“ ein sehr geringes Interesse an Bootsreinigungen zeigten, sind statt Vorträgen Publikationen in der Sportbootpresse nach Fertigstellung des Abschlussberichts geplant.

8 Diskussion

Die Reinigungsversuche an den Standorten Dümmer, Ratzeburger See, Unterweser und Zeuthener See haben wertvolle Erkenntnisse über die folgenden Aspekte einer Rumpfreinigung im Wasser geliefert:

- Reinigungshäufigkeit und -erfolg im Süßwasser
- Mögliche Gewässerbelastung durch Reinigung
- Eignung der verwendeten Reinigungsgeräte
- Eignung der verwendeten reinigungsfähigen Beschichtungen
- Möglichkeiten und Grenzen der Bewuchsverhinderung durch Reinigung

8.1 Reinigungshäufigkeit und -erfolg im Süßwasser

Die Untersuchungen zeigen, dass nicht nur von Standort zu Standort, sondern auch an demselben Standort je nach Bootstyp, Liegeplatz und Zeitpunkt der Wasserung unterschiedliche Bewuchsentwicklungen auftreten können, die zu völlig unterschiedlichen Reinigungsintervallen führen (Tab. 7). Dieses Phänomen ist auch schon bei früheren Projekten zum Schiffsbewuchs festgestellt worden (Daehne et al. 2002).

Die komfortabelste Situation stellte sich am Dümmer ein: Obwohl das Versuchsboot Magniola nur einmal während der Saison gereinigt wurde, zeigte sich nach jeweils ca. 8 Wochen im Wasser sowohl vor der Zwischenreinigung als auch am Ende der Saison nur ein Biofilm. Das Trockengewicht des abgekratzten Bewuchses war mit 6,2 g/m² sehr niedrig (Tab. 8). Am Ratzeburger See wurden die beiden Versuchsboote sehr unterschiedlich be-

züglich der Reinigung behandelt: die Varianta wurde sieben-mal gereinigt, El Gordito dagegen nur einmal. Trotzdem zeigte sich am Ende der Saison auf beiden Booten ein ähnlicher Bewuchs, beschrieben als dünner Biofilm bzw. Biofilm mit kurzfädigen Algen. Positiv für das Boot mit nur einer Reinigung hat sich wahrscheinlich die Persenning als Abdeckung für das Boot ausgewirkt, weil sie auch den Rumpf beschattet hat und damit vermutlich die Bildung von Bewuchs verzögert hat. Am Ruderblatt, was mittels Bic Easy Cleaner nicht gut gereinigt werden konnte, zeigten sich ebenfalls nur ein Biofilm und Insektenlarven. Auch auf dem Vergleichsboot Mette mit einer erodierenden, biozidfreien Beschichtung war nur ein Biofilm festgestellt worden. Zebramuscheln wurden nicht beobachtet. Analysen zu Bewuchsmengen konnten leider nicht durchgeführt werden.

An der Unterweser wiesen die beiden Versuchsboote bei der ersten Reinigung nach 28 bzw. 42 Tagen bereits einen dichten Biofilm auf. Es zeigte sich, dass sowohl nach einem Reinigungsdurchgang auf der Hanseatenstern, als auch nach zwei Durchgängen auf der Peregrina der Biofilm nicht vollständig entfernt werden konnte. Im Verlauf der Saison wurde der Biofilm jeweils immer dichter bis zur nächsten Reinigung. Mit einem zusätzlichen Reinigungsintervall auf der Peregrina (30.08.2015) im Vergleich zur Hanseatenstern konnte der Bewuchs bis zum Herausholen im Oktober gering gehalten werden, wie auch das Trockengewicht von 2,6 g/m² zeigt (Tab. 8). Bei Hanseatenstern wurde ein höheres Bewuchsgewicht ermittelt (8,3 g/m²) und an einer schlecht zu reinigenden Stelle sogar 68 g/m². Insgesamt haben die zwei bzw. drei Reinigungen während der Saison nicht ausgereicht, um dauerhaft nicht mehr als nur einen Biofilm auf dem Rumpf zu haben.

Am Zeuthener See zeigte sich ein ähnlicher Bewuchsdruk wie am Ratzeburger See. Ab der zweiten Reinigung im Abstand von ca. je einem Monat ließ sich der Schwertzugvogel mit beiden eingesetzten Geräten nicht mehr vollständig vom Bewuchs befreien und führte bis zur dritten Reinigung nach 158 Tagen zu einem dichten Bewuchs mit Hydrozoen, Schwämme und Zebramuscheln, was sich auch im Trockengewicht des Bewuchses widerspiegelt (12,25 bzw. 13,78 g/m²). An diesem Standort haben die gewählten Reinigungsabstände also nicht ausgereicht, um den Bewuchs im Biofilmstadium zu halten. Hier wäre ein dauerhaftes Reinigungsintervall von max. drei Wochen besser gewesen.

Hieraus kann ein weiteres Mal geschlossen werden, dass es keine Regel oder Leitlinie für die Reinigungsintervalle geben wird, sondern der Eigner oder der Hafenmeister vor Ort die Bewuchsentwicklung an jedem Boot prüfen muss, um den jeweils fälligen Reinigungszeitpunkt festzulegen. An den Standorten Dümmer und Ratzeburger See wurde zumindest für das Bewuchsjahr 2015 deutlich, dass auch bei Reinigungsintervallen von über acht Wochen

in der Zwischenzeit nicht mehr als ein Biofilm entstanden ist. An der Unterweser reichte ein Reinigungsintervall von vier Wochen aus, ein größerer Abstand führte zu stärkerem Bewuchs. Trotzdem bleibt festzuhalten, dass zumindest an der Unterweser die Boote mit dichtem Biofilm bis zum Ende der Saison bewegt wurden und durch den Bewuchs offensichtlich nicht eingeschränkt waren.

Es sollte allgemein Ziel sein, den Reinigungszeitpunkt optimaler Weise im Bewuchsstadium des Biofilms und vor der Entstehung einer Makrofoulinggemeinschaft zu wählen. Deshalb ist phasenweise nur ein enger Spielraum von eventuell 2 – 4 Wochen gegeben, in dem der Rumpf des Schiffes gereinigt werden muss.

8.2 Mögliche Gewässerbelastung durch Reinigung

Die Reinigung im Stadium des Biofilms ist unter dem Aspekt der entstehenden Gewässerbelastung ebenfalls hoch relevant. Die Versuche haben gezeigt, dass bei der Reinigung eines dünnen Biofilms dessen Trockengewicht pro Boot mit einer Unterwasserfläche von ca. 10 m² mit 6,2 bzw. 8,2 g sehr gering ist (Tab. 8). Bei dichteren Biofilmen ergaben sich aus den Versuchen hochgerechnet auf eine Rumpffläche von 10 m² Trockengewichte von 26 g und 83 g. Auch unter der Annahme, dass zahlreiche Boote in einem Hafen gereinigt werden, kann davon ausgegangen werden, dass die Gewässerbelastung dabei relativ gering bleibt, zumal die Boote aufgrund der unterschiedlichen Bewuchsgeschwindigkeit nicht gleichzeitig gereinigt werden würden. Daher erscheint eine Reinigung von Rümpfen im Biofilmstadium im Wasser und ohne Auffangvorrichtung wenig bedenklich und durchführbar zu sein.

Anders verhält es sich bei den Trockengewichten von Makrofouling Bewuchs. Bei Anwesenheit von Grünalgen, Hydrozoen und Schwämmen wurden Mengen von 122,5 g bis 680 g für eine Rumpffläche von 10 m² ermittelt.

Eine mit einem Epoxid beschichtete Kontrollplatte aus dem Europahafen Bremen mit dichtem Bewuchs von größeren Zebrauscheln (5 – 20 mm) ergab nach 6 Monaten sogar ein Trockengewicht von 2.740 g für 10 m². Hier wäre zu erwarten, dass bei der Reinigung einer großen Zahl von Booten in den Häfen eine deutlich höhere, messbare Belastung des Wasserkörpers auftreten würde. Deshalb sollten Rümpfe von Booten, auf denen sich schon Makrofouling Bewuchs gebildet hat, entweder im Wasser nur unter Auffangen des entfer-

ten Bewuchses oder an Land und anschließendem Sammeln und Entsorgen des entfernten Bewuchses gereinigt werden.

Tab. 8: Trockengewichte von Bewuchsflächen und ganzen Rumpfflächen der Versuchsboote

Revier	Boot/ Fläche	Trocken- gewicht [g/m ²]	Trockengewicht bezogen auf gesamte Rumpffläche von 10 m ²
Dümmer	Folkeboot (gesamtes Boot)		8,2 g
Dümmer	Magniola (gesamtes Boot)		6,2 g
Unterweser	Hanseatenstern nicht gereinigte Fläche I	8,3	83 g
Unterweser	Hanseatenstern nicht gereinigte Fläche II	68	680 g
Unterweser	Peregrina, Schwert mit Biofilm Fläche III	2,6	26 g
Unterweser	Kontrollplatte Europahafen, nicht gereinigte Fläche	274	2740 g
Zeuthener See	Schwertzugvogel, nicht gereinigte Fläche I	12,25	122,5 g
Zeuthener See	Schwertzugvogel, nicht gereinigte Fläche II	13,78	137,8 g

8.3 Eignung der verwendeten Reinigungsgeräte

Die Erfahrungen mit den Reinigungsgeräten „Tausendbein“ und „Big Easy Cleaner“ aus diesem Projekt haben weitere, wertvolle Hinweise über deren Einsetzbarkeit und Grenzen geliefert.

Auf einem Jollenkreuzer als Rundspanter mit aufholbarem Schwert konnte das Tausendbein perfekt eingesetzt werden. Die Reinigung wurde aber mit zwei Personen vorgenommen, um ein Schaben an der Süllbordkante zu vermeiden. Die Reinigung erfolgte in 15 – 20 Minuten und war sehr gut zu kontrollieren. Insgesamt fällt die Beurteilung für diesen Bootstyp sehr positiv aus.

Für den Bootstyp Schwertzugvogel als Knickspanter fiel die Beurteilung nicht so positiv aus. Am Standort Unterweser wurden nach einer Reinigung Beschädigungen an der Scheuerleiste befürchtet, die durch den Einsatz des Tausendbeins hervorgerufen wurden. Deshalb wurde auf den weiteren Einsatz verzichtet. Zu verhindern wären solche Beschädigungen, indem man wie bei dem Jollenkreuzer mit zwei Personen das Tausendbein händelt.

Am zweiten Versuchsboot wurde das Tausendbein daher nicht ausprobiert. Am Standort Zeuthener See wurde das Tausendbein für den Knickspanter ebenfalls als nicht optimal beurteilt, weil es durch den Knickspant am Flachboden nicht gut anlag.

Der Big Easy Cleaner war vergleichsweise schwieriger zu handhaben. Insbesondere wurde Kritik an folgenden Punkten geäußert:

- Die Dimensionierung des Reinigungspads ist ungünstig. Da das Pad relativ schmal ist, kann es leicht seitlich wegknicken. Es wird vorgeschlagen, die Fläche beizubehalten, aber die die Dimensionen breiter und kürzer zu wählen.
- Die Befestigung des Pads ist zu schwach, so dass dieses nachträglich mit Kabelbindern fixiert werden musste. Die Gummibänder wurden im Laufe der Saison porös und brüchig.
- Die Reinigung des Rumpfes war möglich, aber durch das schmale Pad kommt es leicht zu Aussparungen von Flächen, die nachkontrolliert und nachträglich gereinigt werden müssen.
- Am Kiel kann der Big Easy Cleaner keinen Andruck erzeugen, daher muss für die Reinigung des Kiels eine andere Methode gewählt werden. Bei der Variante wurde der Kiel vom Wasser aus mit einem Schwamm in der Mitte der Saison gereinigt.
- Es sollte für die Luft-Füllung des Reinigungspads eine maximale Druckgrenze in bar angegeben werden. Das Reinigungspad wurde so kräftig aufgepumpt, dass der Schlauch seitlich aus der Halterung gedrückt wurde.

8.4 Eignung der reinigungsfähigen Beschichtungen

Im Projekt kamen zwei biozidfreie Epoxid-Beschichtungen (CleanTec und Epifanes plus Additiv) zum Einsatz. Beide erwiesen sich über die Saison bei dem Einsatz von Reinigungsgeräten als robust und waren am Ende der Saison noch intakt. Ausnahme bildete ein Versuchsboot an der Unterweser, an dem sich während der Saison Bläschen auf der Beschichtung bildeten. Später stellte sich heraus, dass diese von der darunter liegenden, alten Antifoulingbeschichtung stammten, die nicht gut genug abgeschliffen war und in der jetzt in Verbindung mit der Epoxidbeschichtung Lösungsprozesse einsetzten.

Als Beispiel einer Langzeiterfahrung mit der reinigungsfähigen Beschichtung CleanTec soll hier kurz die Erfahrung mit einem Boot der Wasserschutzpolizei Niedersachsen aufgeführt

werden. In dem vorhergehenden Projekt zur Rumpfreinigung von Sportbooten und küstenoperierenden Schiffen wurde auch ein Patrouillenboot der Wasserschutzpolizei Niedersachsen beschichtet, gereinigt und inspiziert (Daehne et al. 2014). Seit Ende Mai / Anfang Juni 2013 fährt es mit der Beschichtung CleanTec im Süßwasser. Das Schiff wurde pro Woche 3 – 4 Stunden bewegt, die Geschwindigkeit liegt bei maximal 16 kn, die Dienstgeschwindigkeit bei ca. 8 – 10 kn.

Die erste Reinigung erfolgte damals mit dem Reinigungsroboter Hulltimo Pro und dem Hulltimo Smart (Daehne et al. 2014). Das Schiff wurde in den folgenden Jahren mit dem Hochdruckwascher gereinigt, was relativ schnell und mit gutem Erfolg durchgeführt werden konnte. In den Abbildungen 65 und 66 sind Aufnahmen des Rumpfes zu sehen, die 2014 und 2015 aufgenommen wurden und zeigen, dass die Beschichtung CleanTec nach wie vor intakt war.

Die Wasserschutzpolizei Niedersachsen will nach diesen positiven Erfahrungen einen Neubau, der im Steinhuder Meer eingesetzt werden soll, Anfang des Jahres 2016 mit der reinigungsfähigen Beschichtung CleanTec applizieren lassen.



Abb. 65: Die W16 der Wasserschutzpolizei in der Werft in Oldersum 2014. Beschichtung mit CleanTec nach Reinigung (Quelle: LimnoMar).



Abb. 66: Die W16 der Wasserschutzpolizei in der Werft 2015. Beschichtung CleanTec vor der Reinigung (Quelle: LimnoMar).

8.5 Möglichkeiten und Grenzen der Bewuchsverhinderung durch Reinigung

Nach den bisherigen Versuchsergebnissen in zwei Forschungsprojekten kann eine Rumpfreinigung auf biozidfreien Hartbeschichtungen mit Antihaft-Eigenschaften im Süßwasser als eine aussichtsreiche Bewuchsschutzalternative angesehen werden. Solange die Reinigungsintervalle so liegen, dass im Stadium eines Biofilms gereinigt wird, kann die Reinigung sehr schnell und leicht durchgeführt werden und führt zu keiner nennenswerten Gewässerbelastung. Sind die Reinigungsintervalle so ausgedehnt, dass eine Makrofoulinggemeinschaft entstanden ist, sollte im Wasser mit einer Auffangvorrichtung oder an Land gereinigt werden.

Die momentan auf dem Markt angebotenen Reinigungsgeräte für eine manuelle Handhabung sind nur für bestimmte Boote geeignet (Tausendbein) oder noch verbesserungsbedürftig (Big Easy Cleaner). Hier besteht ein großes Potenzial für Neuentwicklungen, die den verschiedenen Rumpftypen und den örtlichen Bedingungen angepasst sein sollten. Auf dem Sportboot-Markt werden zahlreiche Reinigungstools zur Bootspflege angeboten, die auch für die Rumpfreinigung eingesetzt werden könnten. Hier ist vor allem an Teleskopstangen mit flexiblen Winkeleinstellungen zu denken, an die unterschiedliche Pads, Bürsten oder Schwämme angeflanscht werden können. Auf dem skandinavischen Markt ist auf diesem Gebiet schon der Hersteller Scrubbis aktiv, dessen Produkte inzwischen

auch in Deutschland erhältlich sind (<http://scrubbis.se/en/produkter/>; aufgesucht am 08.03.2016). Je nach Rumpfform kann die optimale Kombination vom Eigner selbst ausgesucht werden (Abb. 67).

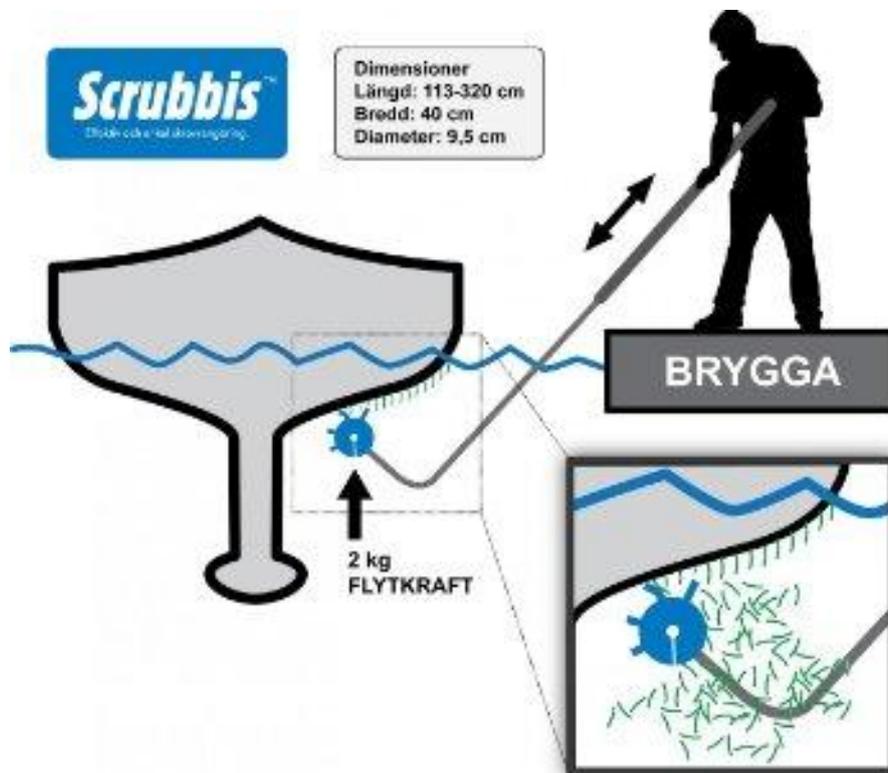


Abb. 67: Schematische Darstellung der Einsatzmöglichkeit von Scrubbis (Quelle: www.scrubbis.se).

Ein weiteres Hilfsmittel wird bald ebenfalls wieder am Markt erhältlich sein, der Hulltimo smart. Es handelt sich um einen Reinigungsroboter, der an einer Teleskopstange am Rumpf entlanggeführt werden kann (Abb. 68) und auch schon im vorigen Reinigungsprojekt der DBU getestet wurde.



Abb. 68: Hulltimo smart in Aktion auf dem Rumpf der W16 (Quelle: LimnoMar).

Zudem gibt es auch Hilfsmittel für eine Reinigung vom Wasser aus. Der Bootseigner muss dabei selbst im Wasser sein, um von dort aus den Rumpf reinigen zu können. Abbildung 69 zeigt zwei Beispiele für diese Form der Reinigung. Reinigungsgeräte sind hierbei Pad, Schwamm oder Reinigungshandschuh. Um bei der Reinigung nah am Rumpf zu bleiben, wird ein versetzbarer Saughalter genutzt. Deren Anwendung ist in vielen Häfen leider auf biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen zu beobachten, was weder erlaubt noch langfristig sinnvoll ist, da die Antifoulingbeschichtung ebenfalls entfernt wird. Auf biozidfreien Hartbeschichtungen sind solche Hilfsmittel aber sehr gut einsetzbar.



Abb. 69: Reinigungspad und Saughalter zur Rumpfreinigung im Wasser (Quelle: <http://www.starbrite.com/de/category/scrub-pads>, aufgesucht am 08.03.2016).

Eine völlig andere Reinigungsweise bietet ein Produkt aus Finnland, welche als Noppenfolie geliefert wird und am Liegeplatz montiert werden kann (www.seaboost.fi; aufgesucht am 08.03.2016). Die Folie ist für Motorboote geeignet, deren Rumpf jeweils beim Auslaufen und Einlaufen am Liegeplatz gereinigt wird (Abb. 70).



Abb. 70: Powerturf als Noppenfolie von Seaboost (Quelle: www.seaboost.fi).

Neben der Rumpfreinigung im Wasser ist natürlich auch eine Reinigung an Land eine denkbare Alternative, soweit ein kostengünstiger Kran zur Verfügung steht. Eine Reinigung mit normalem Wasserdruck und einem Schwamm wird häufig ausreichend sein. Da auf Hartbeschichtungen keine Biozide abgewaschen werden, kann auf die Errichtung eines Waschplatzes mit Auffangsystem für die Biozide verzichtet werden. Das Auffangen des Waschwassers in einer Plane mit Ablauf und eine Grobfiltration wird als ausreichend erachtet, um den entfernten Bewuchs anschließend als Haus- oder Biomüll zu entsorgen. Sehr geeignete Folien und Behältnisse liefert hierfür die Firma eccotarp, in denen das Waschwasser aufgefangen werden kann (Abb. 71). Durch die flexiblen Wände der Auffangwannen kann ein Boot auf dem Trailer über die Wanne geschoben und der Rumpf gereinigt werden (<http://www.eccotarp.com/de/produkte/eccotarp-et/>; aufgesucht am 08.03.2016).



Abb. 71: Eccotarp - flexible Auffangwanne für Waschwasser (Quelle: www.eccotarp.com).

Als Zwischenlösung könnte sich auch eine mobile Waschanlage auf einem Trailer anbieten, wie sie in Schweden seit einigen Jahren eingesetzt wird. Hier wird das Boot auf einer Slipanlage über den Reinigungstrailer gezogen und mit rotierenden Bürsten gereinigt (Abb. 72). Im Biofilmstadium kann die Reinigung im oder am Wasser vorgenommen werden. Liegt eine üppige Makrofoulinggemeinschaft vor, kann und sollte das Boot auf dem Trailer an Land gezogen und über einer Auffangplane gereinigt werden.

Nicht unwichtig ist auch der Aspekt, wie offensiv in der Öffentlichkeit mit diesem Thema umgegangen wird: basierend auf den Reinigungsprojekten der DBU wurden biozidfreie Beschichtungen plus Reinigung in Artikeln der Bootswirtschaft und Bootsmessen propagiert. Daneben sollten weitere Anreize zu einer Verbreitung und Bekanntmachung der ‚Rumpfreinigung als biozidfreie Bewuchsschutztechnik‘ geschaffen werden.

Einen Anreiz für den Umstieg könnte in diesem Zusammenhang auch das Umweltzertifikat „Blaue Flagge“ darstellen. In den Zulassungsaufgaben der „Blauen Flagge“ für Häfen und Eigner wird auch der Einsatz umweltfreundlicher Antifoulingbeschichtungen aufgeführt, aber nicht spezifiziert (www.blaue-flagge.de/Sportboothafen/sportboothafen.html). Falls die Spezifizierung in Süßwasserrevieren auf biozidfreie Produkte zugespitzt würde, könnte dies die Bedeutung des Zertifikats aufwerten.



Abb. 72: Mobile Reinigungsanlage mit Bürsten auf einem Trailer (Quelle: LimnoMar).

In ähnlicher Richtung wurde in verschiedenen Publikationen der Wasserschutzpolizei und des Motorbootverbands Bayern (www.bmyv.de) empfohlen, vorab zu prüfen, ob eine biozidhaltige Antifoulingbeschichtung überhaupt nötig ist. Wörtlich heißt es darin: „Ist ein Antifoulinganstrich erforderlich, sollten möglichst biozidfreie Anstriche (z. B. Silikon- oder Teflon®-Farben) gewählt werden“ (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 2005). Neuere Publikationen dazu liegen nicht vor. Inwieweit diese Empfehlungen in den Voralpenseen umgesetzt wurden, kann kaum abgeschätzt werden, da keine Veröffentlichungen dazu vorliegen. Nach persönlichen Aussagen eines Antifoulinghändlers kommen in diesen Seen vor allem Antihafanstriche auf Teflonbasis zum Einsatz, welche aber überwiegend mit Kupfer gefüllt sind (Arendholz mdl. Mitt. 2016). Es ist sicherlich möglich, in den Seen des Voralpengebiets auf biozidfreie Verfahren und Beschichtungen umzusteigen.

Ein völlig anderer Weg würde über ein Verbot von biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen in Binnengewässern beschritten.

Bisher ist das einzige Sportbootrevier in Deutschland, in dem explizit der Einsatz von biozidhaltigen Antifoulingprodukten verboten ist, der Ratzeburger See und die Wakenitz, in dem durch die „Wakenitz-Verordnung“ (GVOBl, S-H, 2000) seit 2000 nur biozidfreie Systeme eingesetzt werden dürfen. Wie erwähnt, gelten für den Dümmer ebenfalls Vorschriften, die den Einsatz von gewässerschädigenden Unterwasseranstrichen untersagen, aber die-

ses hatte bisher kein Verbot von biozidhaltigen Antifoulingprodukten nach sich gezogen. Völlig biozidfreie Bewuchsschutz-Verfahren wie z.B. eine Reinigung könnten gerade in sensiblen Süßwasserbereichen mehr an Bedeutung gewinnen, wenn auf Grund vorliegender biozidfreier Alternativen ein Verbot von Biozidprodukten erfolgen würde. Wenn dieses mit einer mehrjährigen Übergangsfrist ausgestattet würde, könnten die Bootseigner bei Neuansstrichen der Rümpfe sukzessive auf biozidfreie Verfahren und biozidfreie Beschichtungen umsteigen.

9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

In diesem zweiten Reinigungsprojekt wurden während der Segelsaison 2015 an vier verschiedenen Süßwasserstandorten Boote, die mit einer biozidfreien Epoxidbeschichtung versehen waren, von den Eignern selbständig auf Bewuchs kontrolliert und nach Bedarf mit dem Tausendbein oder Big Easy Cleaner gereinigt. In diesem Praxistest wurden die Reinigungsgeräte auf ihre Eignung geprüft, aber auch die Bewuchsentwicklung und die mögliche Gewässerbelastung durch Reinigung beobachtet. Am Ende der Saison wurde der Bewuchs quantitativ und qualitativ erfasst.

Die Versuche haben gezeigt, dass die Kombination aus reinigungsfähiger Hartbeschichtung und Reinigung eine gute Alternative zum Einsatz von biozidhaltigen Antifoulingbeschichtungen im Süßwasser darstellt. Besonders im Ratzeburger See und am Dümmer haben sogar nur eine Reinigung während der Sommermonate ausgereicht, um den Bewuchs bis Oktober im Biofilmstadium zu halten. An der Unterweser haben sich Reinigungsintervalle von ca. vier Wochen als ausreichend gezeigt. Am Zeuthener See hatte ein Reinigungsintervall von vier Wochen bereits zu dichtem Biofilm mit feststehenden Schwämmen geführt. An allen Standorten haben sich die eingesetzten, reinigungsfähigen Hartbeschichtungen als gut geeignet erwiesen.

Mit ein wenig mehr Aufwand kann so also eine umweltfreundliche Bewuchsschutzalternative geschaffen werden. Allgemein sollte eine Reinigung optimalerweise im Biofilmstadium erfolgen, bevor sich eine stärkere Makrofoulinggemeinschaft auf den Bootsrümpfen ausbreitet und die Reinigung erschwert bzw. auch den Eintrag in das Gewässer erhöht. Die ermittelten, sehr geringen Bewuchsmengen zwischen 6,2 und 83 g pro Boot (ca. 10 m²) zeigen, dass die Gewässerbelastung durch Reinigung in den Fällen als gering einzustufen bzw. zu vernachlässigen ist. Wird dieser Zeitpunkt verpasst und es hat sich eine

Makrofoulinggemeinschaft insbesondere mit Zebrauscheln und langfädigen Algen gebildet, sollte der Bewuchs bei der Reinigung im Wasser aufgefangen werden, was technisch schwierig umzusetzen ist, oder es sollte an Land mit einer Auffangvorrichtung wie z.B. einer Plane für den Bewuchs gereinigt werden.

Die Versuche haben gezeigt, dass es nicht möglich ist, eindeutige Empfehlungen über die fälligen Reinigungszeitpunkte zu geben, da die schon in einem Hafen für die Boote unterschiedlich sein können. Der Bootseigner oder Hafenmeister ist also gefordert, regelmäßig den Rumpf zu kontrollieren.

Die eingesetzten Reinigungsgeräte schnitten unterschiedlich gut bei den untersuchten Bootstypen ab. Das Tausendbein eignete sich sehr gut für Jollen mit Rundspant und aufholbarem Schwert. Die Handhabung erwies sich als einfach. Bei Booten mit Kielkimme und Knickspantern war die Reinigung auf Teilflächen allerdings erschwert bzw. nicht durchführbar. Deshalb bietet sich das Tausendbein dann nur bei geringem Bewuchsdruck an. Der Big Easy Cleaner schnitt in Hinblick auf die Handhabung und Flexibilität etwas schlechter ab. Auf Rundspantern ließ sich das Gerät gut einsetzen sowie auch auf Kielbooten im Bereich oberhalb des Kiels. Der Kiel selbst konnte allerdings nur schwer oder gar nicht erreicht werden und stellte in diesem Zusammenhang ein nicht zufriedenstellendes Reinigungsergebnis dar. Bei geringem Bewuchsdruck zeigte er bei anderen Rumpfformen aber auch ausreichende Reinigungsergebnisse. Es bedarf daher weiterer Innovationen in der Reinigungstechnik, für die Firmen im Bootsbedarf und Servicebereich animiert werden sollten. Ein weiterer Reinigungsmodus im Wasser könnten auch mobile Bootswaschanlagen darstellen, die wie ein Trailer auf der Slip in das Wasser gefahren werden können und die bereits in Schweden eingesetzt werden.

Neben der Reinigung im Wasser kann auch bei geeigneten Bedingungen die Reinigung an Land eine dauerhafte Alternative sein. Dies wäre z.B. mit Hilfe eines Krans und einer entsprechenden Auffangvorrichtung der Fall, vorausgesetzt, die Krangebühren sind niedrig. Hier gibt es allerdings starke regionale Unterschiede. Das Waschen kann mit einem Hochdruckwascher erfolgen, zumeist sollte aber ein normaler Wasserdruck von 1 bar unter zusätzlichem Einsatz von einem Schwamm ausreichend sein. So wird auch der Rumpf geschont und birgt nicht die Gefahr von Osmose-Schäden.

Generell ist bei dem Einsatz einer biozidfreien Unterwasserbeschichtung in Kombination mit einer Reinigung an Land keine komplette Zweikammer-Auffang- und Filteranlage notwendig. Es reicht, den Bewuchs z.B. mittels Planen aufzufangen. Er kann anschließend als Restabfall oder Bioabfall entsorgt werden.

Danksagung

Für ihre aktive Teilnahme an diesem Projekt und ihr persönliches Engagement möchten wir den Eignern und Eignerinnen, sowie den Mitseglern und der Jugendabteilung der Seglervereinigung der Hanseaten e.V. herzlich danken. Durch ihre Bereitschaft und Offenheit für neue Verfahren und Ideen konnte dieses Projekt überhaupt durchgeführt werden. Zudem möchten wir für ihre umfangreiche Unterstützung den Vereinen Segelvereinigung Hude e.V., dem Segler-Verein Wakenitz e.V., der Seglervereinigung der Hanseaten e.V. und dem Sportboothafen Bootshaus Rietz danken.

Zu guter Letzt möchten wir vor allem der Deutschen Bundesstiftung Umwelt danken, die dieses Projekt gefördert hat.

10 Literatur

- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2005): Verwendung von Antifoulingfarben auf Wasserfahrzeugen. Merkblatt 4.5/16, München, 8 S.
- Burkhardt, M. & C. Dietschweiler (2013): Mengenabschätzung von Bioziden in Schutzmitteln in der Schweiz. Rapperswil, HSR/UMTEC, 30 S.
- Daehne, B., B. Watermann, M. Wiegemann, H. Michaelis, S. Sievers, R. Dannenberg, M. Lindeskog & O. Heemken (2002): Performance of biocide-free antifouling paints, Trial on deep-sea going vessels – Vol. II: Inspections and new applications of 2001 and ecotoxicological aspects. WWF, Frankfurt, 86 S.
- Daehne, B., B. Watermann, C. Fürle, D. Daehne & A. Thomsen (2014): Erprobung von Reinigungsverfahren der Unterwasserbereiche von Sportbooten und küstenoperierenden Schiffen als Bewuchsschutz-Alternative Materialbelastung, Effektivität und Gewässerbelastung. Abschlussbericht, DBU, 137 S.
- GVO-Schleswig-Holstein (2000): Landesverordnung über die Regelung des Gemeingebrauchs und des Befahrens mit Wasserfahrzeugen auf der Wakenitz und den Ratzeburger Seen vom 25. Januar 2000. GVObI. Schl.-H. 2000, S. 130.
- Kahle, M. & I. Nöh (2009): Biozide in Gewässern. Eintragspfade und Informationen zur Belastungssituation und deren Auswirkungen. Texte UBA, 09/09, 52 S.
- Ministerium für Umwelt, Natur und Forsten (2000): Landesverordnung über die Regelung des Gemeingebrauchs und des Befahrens mit Wasserfahrzeugen auf der Wakenitz und den Ratzeburger Seen Vom 25. Januar 2000 Gl.-Nr.: 753-2-77. 8 S.
- Müller, R. (2010): Untersuchung des Makrozoobenthos in ausgewählten großen Fließgewässern und Kanälen von Berlin. Planungsbüro Hydrobiologie Berlin. 77 S.
- Verordnung zur Regelung des Gemeingebrauchs am Dümmer und Steinhuder Meer (Dümmer und Steinhuder Meer-Verordnung – DStMVO) (2013): NDS MBL, 3. Fassung 15 S.
- Watermann, B., D. Daehne, C. Fürle & A. Thomsen (2015): Sicherung der Verlässlichkeit der Antifouling-Expositionsschätzung im Rahmen des EU-Biozid-Zulassungsverfahrens auf Basis der aktuellen Situation in deutschen Binnengewässern für die Verwendungsphase im Bereich Sportboothäfen. Umweltbundesamt (Ed.), Texte 68/2015. ISSN 1862-4804. Dessau-Roßlau, 135 S. Anhang

11 Anhang

1. Programm Veranstaltung
2. Bewilligung Dümmer
3. Bewilligung Bremen
4. Produktdatenblatt und Sicherheitsdatenblatt CleanTec
5. Reinigungsprotokoll blanko
6. Artikel „Wakenitz Segler“

Anhang 1

Rechtliche Aspekte einer Rumpfreinigung von Sportbooten als Alternative zum Einsatz von biozidhaltigen Antifoulingprodukten

3. März 2015, 11:00 – 15:00, ZUK, Osnabrück

Programm

11:00 – 11:10

Begrüßung

Dr. Maximilian Hempel, Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)

11:10 – 11:15

Anlass und Hintergrund der Diskussion um die rechtlichen Aspekte einer Gewässerbelastung durch Rumpfreinigung

Dr. Burkard Watermann, Labor für limnische und marine Forschung, LimnoMar

11:15 – 11:45

Rechtliche Aspekte und offene Fragen der Rumpfreinigung von Sportbooten im Wasser in Beziehung zu Gewässerschutzgesetzen

RA K. Füsser, Leipzig

11:45 – 12:15 Diskussion

Mittagspause

12:15 – 13:15

13:15 – 15:00

Podiumsdiskussion zur rechtlichen Bewertung/Genehmigung/Auflagen einer Rumpfreinigung im Wasser

Podium:

Ingrid Nöh, UBA

Peter Janson, LLUR Schleswig-Holstein

Dr. Burkard Watermann, LimnoMar

Prof. Hertl, DSV

Moderation

Dr. M. Hempel, DBU

Anhang 2



NLWKN - Betriebsstelle Sulingen - Postfach 1543 - 27226 Sulingen



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
- Betriebsstelle Sulingen -

Az.: U3.2 - SEK-
Bearbeiter: Schu

Sulingen, den 17.06.2015

Stellungnahme des Gewässerkundlichen Landesdienstes:

Antrag auf Erteilung einer Erlaubnis von Versuchen zur Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten im Segelhafen Hüde, Dümmer im Rahmen eines von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojekts 2015

Dem Antrag zur Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten im Segelhafen Hüde sollte aus fachtechnischer Sicht zugestimmt werden.

Begründung:

Die Belastung der niedersächsischen Gewässer darunter auch mehrere Seen mit Bioziden ist ein verbreitetes Problem. Insbesondere Sedimente mit hohen organischen Anteilen – wie im Steinhuder Meer – zeigen in Sportboothäfen deutlich erhöhte Gehalte der mittlerweile europaweit verbotenen Antifoulingbiozids hochgefährlichen Organozinnverbindung Tributylzinn (TBT). Daher ist die Erprobung von Reinigungsverfahren als biozidfreie Bewuchsschutz-Alternative von besonderer Bedeutung und im Interesse des Landes hinsichtlich der Zielerreichung eines „guten chemischen Zustandes“ gemäß EG-WRRL. Zudem ist in der Dümmer- und Steinhuder Meer Verordnung (2013) festgelegt, dass für Außenanstriche von Fahrzeugen nur Stoffe verwendet werden dürfen, die keine schädlichen Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeiführen können. Die Variante der mechanischen Reinigung von abriebfesten Hartbeschichtungen ohne Biozidzusatz direkt im Wasser am Liegeplatz durch die Eigner selbst, erscheint dabei praxisgerecht und wird im Rahmen des geplanten Vorhaben in mehreren Modellregionen an jeweils ca. 5 Booten pro Standort auf ihre Praxistauglichkeit, Handhabbarkeit und Effektivität erprobt. Bei einer erfolgreichen Etablierung und Verbreitung dieses alternativen Bootsreinigungsverfahrens ist von einer deutlichen Reduzierung dieser vielfach unnötigen Biozideinträge in Seen auszugehen.

Aus fachtechnischer Sicht ist nicht davon auszugehen, dass der im Rahmen der vorgesehenen Reinigungsintervalle anfallende und im Hafenbecken verbleibende abgelöste Biofilm-Belag den biologischen Sauerstoffbedarf durch eine zusätzliche Zehrung nennenswert erhöhen kann. Die im gesamten Hafenbecken durch mikrobielle Abbauprozesse – insbesondere an der Wasser-Sediment-Grenzfläche - verursachen einen weitaus höheren Sauerstoffbedarf. Da die Reinigung der verschiedenen Boote zudem nicht an einem zentralen Reinigungsplatz, sondern im gesamten Hafenbecken verteilt stattfindet, ist auch nicht von einer maßgeblichen lokale Belastung des Wasserkörpers mit organischen Material auszugehen. Da nur biozidfreie Bootsrümpfe an den Liegeplätzen im Hafen Hüde gereinigt werden sollen, ist keine Gefährdung durch zusätzlich ins Wasser abgegebene Schadstoffe möglich.

Allerdings sollten Eigner von Booten mit biozidhaltigen Rumpfanstrichen die im Rahmen des Projektes zur Verfügung gestellten Reinigungsgeräte (*Tausendbein* und *Big Easy Cleaner*) nicht nutzen bzw. testen. Darauf sollten alle Segler des Segelhafens Hüde hingewiesen werden.

Hans-Heinrich Schuster
(Bearbeiter)

Anhang 3

**Der Senator
für Umwelt, Bau und Verkehr**

**Freie
Hansestadt
Bremen**

Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr
Contrescarpe 72 28195 Bremen

LimnoMar
Bei der Neuen Münze 11
22145 Hamburg

Auskunft erteilt
Frau Ortmann

Dienstgebäude:
Hanseatenhof 5

Zimmer D 108

T +49 421 361 5485

F +49 421 496 5485

E-mail

Silvia.Ortmann@umwelt.bremen.de

Mein Zeichen

340-4

Bremen, 30. März 2015

Wasserrechtliche Erlaubnis für die Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten im Yachthafen Hasenbüren in Bremen-Seehausen

EDV-Nr.: 928096

(bitte bei Rückfragen angeben)

Aktenzeichen: 634-14-13/1

Sehr geehrte Damen und Herren,

auf Ihren Antrag vom 22. Februar 2015 ergeht die widerrufliche wasserrechtliche

Erlaubnis Nr.: 1 / 2 / 2015

in Bremen-Seehausen, Am Hasenbürener Umdeich (Yachthafen Hasenbüren),
Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten
zu erproben.

Die Inanspruchnahme der Erlaubnis hat gemäß den geprüften Unterlagen zu erfolgen. Ein Abweichen hiervon kann zu einem Widerruf der Erlaubnis führen.

Für die Erlaubnis sind folgende Unterlagen verbindlich:

a)	Antragsunterlage	Anlage 1
----	------------------	----------

 Dienstgebäude
Hanseatenhof 5
28195 Bremen
Hochgarage Am Brill

 Eingang
Hanseatenhof 5
28195 Bremen

 Bus/Straßenbahn
Haltestellen
Am Brill und
Am Wall

Bankverbindungen
Bremer Landesbank (BLZ 290 500 00) Kto. 1070115000
Landeszentralbank (BLZ 290 000 00) Kto. 29001565
Sparkasse Bremen (BLZ 290 501 01) Kto. 1090653

- Seite 1 von 4 -

 
D-112-00021

Für diese Erlaubnis gelten folgende Nebenbestimmungen:

1. Benutzungsbedingungen

- 1.1 Die Erlaubnis erlischt, wenn sie nicht innerhalb von zwei Jahren nach Bekanntgabe in Anspruch genommen bzw. eine Inanspruchnahme länger als zwei Jahre unterbrochen wird.

2. Auflagen

- 2.1 Der Wasserbehörde sind während und nach der Saison Ergebnisse und Auswertungen der Reinigungsmaßnahmen vorzulegen.
- 2.2 Vor Beginn der Reinigungsmaßnahmen sind der Wasserbehörde Informationen über den verwandten Hartlack (Zusammensetzung, insbesondere der wasserlöslichen, aber auch der unlöslichen Bestandteile) mitzuteilen.
- 2.3 Spätestens sechs Monate nach Beendigung der Reinigungsmaßnahmen ist der Wasserbehörde der Abschlussbericht zu übersenden.

Kostenentscheidung

Für die Erteilung dieses Bescheides werden Gebühren in Höhe von € 164,00 festgesetzt.

Mit der Festsetzung der Gebühr wird der Verwaltungsaufwand für die Erteilung dieses Bescheides abgegolten.

Der genannte Betrag wird mit der Bekanntgabe dieser Festsetzung fällig. Er ist unter Angabe der Rechnungsnummer auf eines der in der Rechnung angegebenen Konten zu überweisen.

Hinweise

1. Die Unterhaltung der zur Inanspruchnahme der Erlaubnis dienenden Anlagen obliegt dem Erlaubnisinhaber.
2. Die Erlaubnis steht gemäß § 13 WHG unter dem Vorbehalt, dass nachträglich
 - a) zusätzliche Anforderungen an die Beschaffenheit einzuleitender Stoffe gestellt,
 - b) weitere Maßnahmen für die Beobachtung der Wasserbenutzung und ihrer Folgen angeordnetwerden können.
3. Der Erlaubnisinhaber ist gemäß § 101 WHG verpflichtet, eine behördliche Überwachung der Anlagen, Einrichtungen und Vorgänge zu dulden, die für die Gewässerbenutzung von Bedeutung sind. Er hat dazu, insbesondere zur Prüfung, ob sich die Benutzung in dem zulässigen Rahmen hält und ob nachträglich Anordnungen aufgrund des § 13 WHG zu treffen sind, das Betreten von Grundstücken zu gestatten. Er hat ferner zu dem gleichen Zweck Anlagen und Einrichtungen zugänglich zu machen, Auskünfte zu erteilen, Arbeitskräfte, Unterlagen und Werkzeuge zur Verfügung zu stellen und technische Ermittlungen und Prüfungen zu ermöglichen.
4. Gemäß § 62 Abs. 1 WHG müssen Anlagen zum Lagern, Abfüllen, Herstellen und Behandeln wassergefährdende Stoffe sowie Anlagen zur Verwendung wassergefährdende Stoffe im Bereich der gewerblichen Wirtschaft so beschaffen sein und so aufgebaut, aufgestellt, unterhalten und betrieben werden, dass eine Verunreinigung der Gewässer oder eine sonstige nachteilige Veränderung ihrer Eigenschaften nicht zu besorgen ist.

5. Die Erlaubnis geht gemäß § 100 BremWG mit der Wasserbenutzungsanlage oder, wenn für ein Grundstück erteilt, mit diesem auf den Rechtsnachfolger über. Der bisherige Inhaber der Erlaubnis hat den Übergang auf einen Rechtsnachfolger innerhalb von sechs Wochen nach Übergang der Wasserbehörde schriftlich anzuzeigen.
6. Ist die Erlaubnis ganz oder teilweise erloschen, so kann die Wasserbehörde gemäß § 8 BremWG den bisherigen Genehmigungsinhaber verpflichten, die Anlagen für die Benutzung des Gewässers auf seine Kosten ganz oder teilweise zu beseitigen und den früheren Zustand wieder herzustellen oder nachteiligen Folgen vorzubeugen.
7. Die Erlaubnis ersetzt nicht die ggf. nach anderen Rechtsvorschriften erforderlichen Verwaltungsakte.
8. Ein etwaiger Antrag auf Verlängerung ist spätestens 2 Monate vor Erlöschen der Erlaubnis schriftlich beim Senator für Umwelt, Bau und Verkehr (Wasserbehörde) zur Entscheidung einzureichen.
9. Diese Erlaubnis kann mit sofortiger Wirkung widerrufen werden, wenn eine der genannten Bedingungen und/oder Auflagen nicht erfüllt wird.
10. **Der Erlaubnisinhaber trägt Sorge, dass der Abfluss wassergefährdender Stoffe in das Entwässerungssystem verhindert wird. Sollten doch wassergefährdende Stoffe in das Entwässerungssystem gelangen, so ist unverzüglich die Entwässerung zu unterbrechen. Erst nach dem ordnungsgemäßen Beseitigen der wassergefährdenden Stoffe darf die Entwässerung wieder betrieben werden.**
13. **Sind wassergefährdende Stoffe in ein Gewässer oder den Untergrund gelangt, so ist dieses der Wasserbehörde, Bereich Gewässerschutz (Tel. 361-3066 oder 0152-09093066) oder der nächsten Polizeidienststelle unverzüglich anzuzeigen.**

Begründung

Die Firma LimnoMar hat mit Schreiben vom 22. Februar 2015 die Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis für die Erprobung von Reinigungsverfahren für biozidfreie Unterwasserbeschichtungen an Sportbooten im Yachthafen Hasenbüren beantragt.

Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr ist gemäß § 92 Abs. 1 Nr. 1 in Verbindung mit § 93 Abs. 1 BremWG als Wasserbehörde sachlich und örtlich zuständig.

Rechtsgrundlage für die erteilte Erlaubnis ist § 10 WHG.

Das Einbringen von Stoffen in ein Gewässer stellt eine Benutzung im Sinne des § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG dar, die die Benutzung das Einbringen und Einleiten von Stoffen in oberirdische Gewässer umfasst. Gemäß § 8 WHG bedarf diese Benutzung einer wasserbehördlichen Erlaubnis nach § 10 WHG. Gemäß § 10 WHG gewährt die Erlaubnis die widerrufliche Befugnis, ein Gewässer zu einem bestimmten Zweck in einer nach Art und Maß bestimmten Weise zu benutzen.

Die Erlaubnis kann gemäß § 13 Abs. 2 WHG unter Festsetzung von Benutzungsbedingungen und Auflagen erteilt werden. Die Nebenbestimmungen sind zulässig und erforderlich, um nachteilige Wirkungen für andere oder den Gewässerhaushalt zu verhüten bzw. auszugleichen.

Wassergefährdende Stoffe beeinträchtigen die Beschaffenheit von Gewässern und können diese erheblich und nachteilig schädigen.

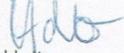
Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr Erlaubnis vom 30. März 2015

Die Erteilung einer Erlaubnis ist gemäß §§ 4,13,14 und 15 BremGebBeitrG¹ i.V.m. § 1 UmwKostV², Tarifziffer 30.1.4 kostenpflichtig.
Die Kosten hat gemäß § 13 Abs. 1 BremGebBeitrG der Antragsteller zu tragen. Die Kosten berechnen sich nach der Anlage zu § 1 UmwKostV.

Rechtsbehelfsbelehrung

Gegen diesen Bescheid kann innerhalb eines Monats nach seiner Bekanntgabe Widerspruch erhoben werden. Ein Widerspruch ist schriftlich oder zur Niederschrift beim Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Ansgaritorstraße 2, 28195 Bremen, zu erheben.

Im Auftrag


Holtz

¹ Bremisches Gebühren- und Beitragsgesetz (BremGebBeitrG) vom 16. Juli 1979 (Brem.GBl. S.279—203-b-1), zuletzt geändert durch Artikel 17 des Gesetzes vom 16. November 2010 (Brem.GBl. S. 566).

² Kostenverordnung der Umweltverwaltung (UmwKostV) vom 27. August 2002 (Brem.GBl. S. 423) zuletzt geändert durch Nr. 2.3 i.V.m Anlage 3 der Änderungsbekanntmachungsverordnung vom 24. Januar 2012 (Brem.GBl. S. 24).

Anhang 4



CLEAN TEC-System
Easy to Clean System für den Unterwasserbereich

Für den Einsatz in Süßwasser in Verbindung mit einem Reinigungssystem

Das CLEAN TEC-System besteht aus einer 2K-Epoxi-Grundierung (2K-Epoxi-ZNP-Primer) einer zweikomponentigen farbgebenden Komponente (2K-VOC Basic Colour) und einem farblosen Decklack (2K-Hybrid), der ausgeprägte hydrophobe Eigenschaften aufweist. Dadurch entstehen sehr leicht zu reinigende Oberflächen. Alle drei Produkte sind im System aufeinander abgestimmt.

CLEAN TEC wurde mit der mobilen Unterwasser-Bürstmaschine der Firma IPT Bremerhaven getestet. 50-facher Reinigungszyklus bestanden. Gleichzeitig lässt sich der Aufwuchs auch mit Wasserhochdruck in Verbindung mit einer Bürste leicht abreinigen (Test an bewachsenen Demo-Platten durch IPT in Süßwasserrevieren).

Vorbehandlung der verschiedenen Untergründe:

- Antifouling Anstriche und einkomponentige Grundierung wie Chlorkautschukprimer oder Vinylharzprimer komplett entfernen
- Intakte zweikomponentige Epoxi-Grundierungen anschleifen (80er Körnung)
- Alle Untergründe müssen frei von Fett, Schmutz und Korrosion sein

Produkt	Bemerkung	Anstriche
2K-Epoxi-ZNP-Primer	Bei gut haftenden 2K-Epoxi-Altanstrichen kann die Anzahl der ZNP-Anstriche entsprechend reduziert werden. Es sollten insgesamt 3-4 Anstriche 2K-Epoxi vorhanden sein. Siehe Technik + Daten	3-4
2K-VOC Basic Colour	Verarbeitung siehe Technik + Daten	1-2
2K-Hybrid	Verarbeitung siehe Technik + Daten	1-2

Die in dieser Druckschrift enthaltenen Angaben beruhen auf unseren sorgfältigen Forschungen und Prüfungen und werden nach bestem Wissen weitergegeben. Sie dienen lediglich der Information unseres Kunden, befreien jedoch nicht von einer eigenverantwortlichen Prüfung der beschriebenen Produkte auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke und die Gefahr einer Verletzung etwaiger Schutzrechte Dritter. Diese Angaben sind daher unverbindlich und stellen insbesondere keine zugesicherten Eigenschaften im Sinne des Gesetzes dar. Eine Haftung unsererseits für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Angaben in dieser Druckschrift ist ebenso wie für unsere sonstige anwendungstechnische Beratung ausgeschlossen. Ergänzend verweisen wir auf unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die auf Anforderung zur Verfügung stehen. TM 10-13

Wohlert-Lackfabrik GmbH Max-Planck-Strasse 17 D-27721 Ritterhude-Ihlpohl
Tel 0421-632003 mail wohlert-lackfabrik@ewetel.net www.wohlert-lackfabrik.de

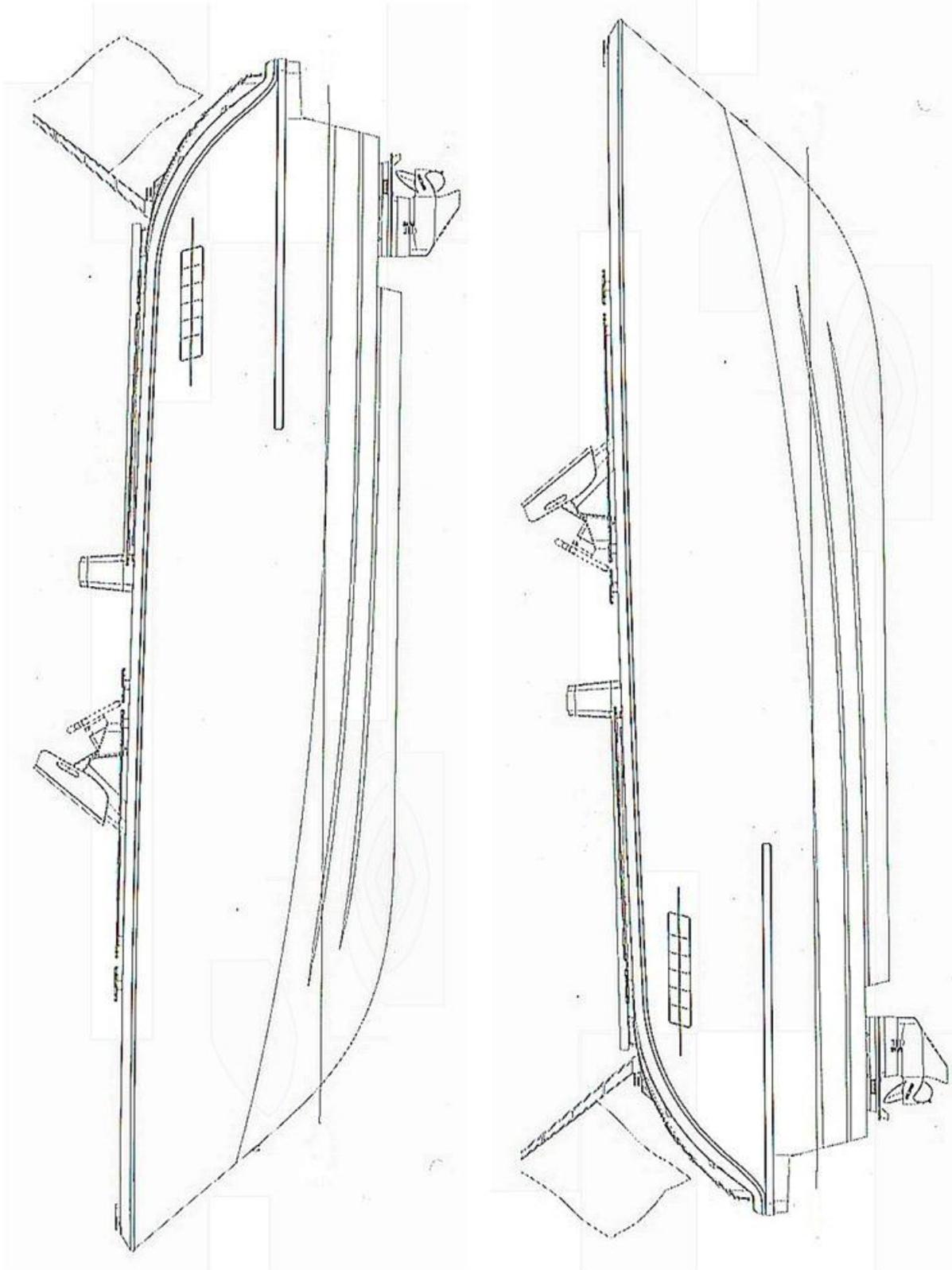
Anhang 5

Reinigungsprotokoll

Wenn möglich vor und nach der Reinigung z.B. mit Smartphone ein Foto machen und per WhatsApp an: 0171-1402274 senden oder an die Email-Adresse: watermann@limnomar.de verschicken	
Datum:	
Heimathafen/Standort:	
Name des Schiffs:	
Durchführende Person(en):	
Wann wurde das Boot in diesem Jahr zu Wasser gelassen? _____ 2015	
Beschichtung d. Rumpfes:	
Boots-Typ ggf. Rumpfform:	
Befahrene Gewässer:	
Tage in Fahrt:	
Tage im Hafen:	
Fahrtgeschwindigkeit:	
Reinigungsgerät:	
Reinigung:	Im Wasser <input type="checkbox"/> An Land <input type="checkbox"/>
Art der Bewuchskontrolle:	
Im Wasser <input type="checkbox"/>	An Land <input type="checkbox"/> Hilfsmittel/Verfahren:
Reinigungskriterien:	
Bewuchs vor der Reinigung:	
Biofilm/Schleim	<input type="checkbox"/>
fädige grüne Algen	<input type="checkbox"/>
Muscheln	<input type="checkbox"/>
Sonstiges	<input type="checkbox"/>
Dauer der Reinigung:	

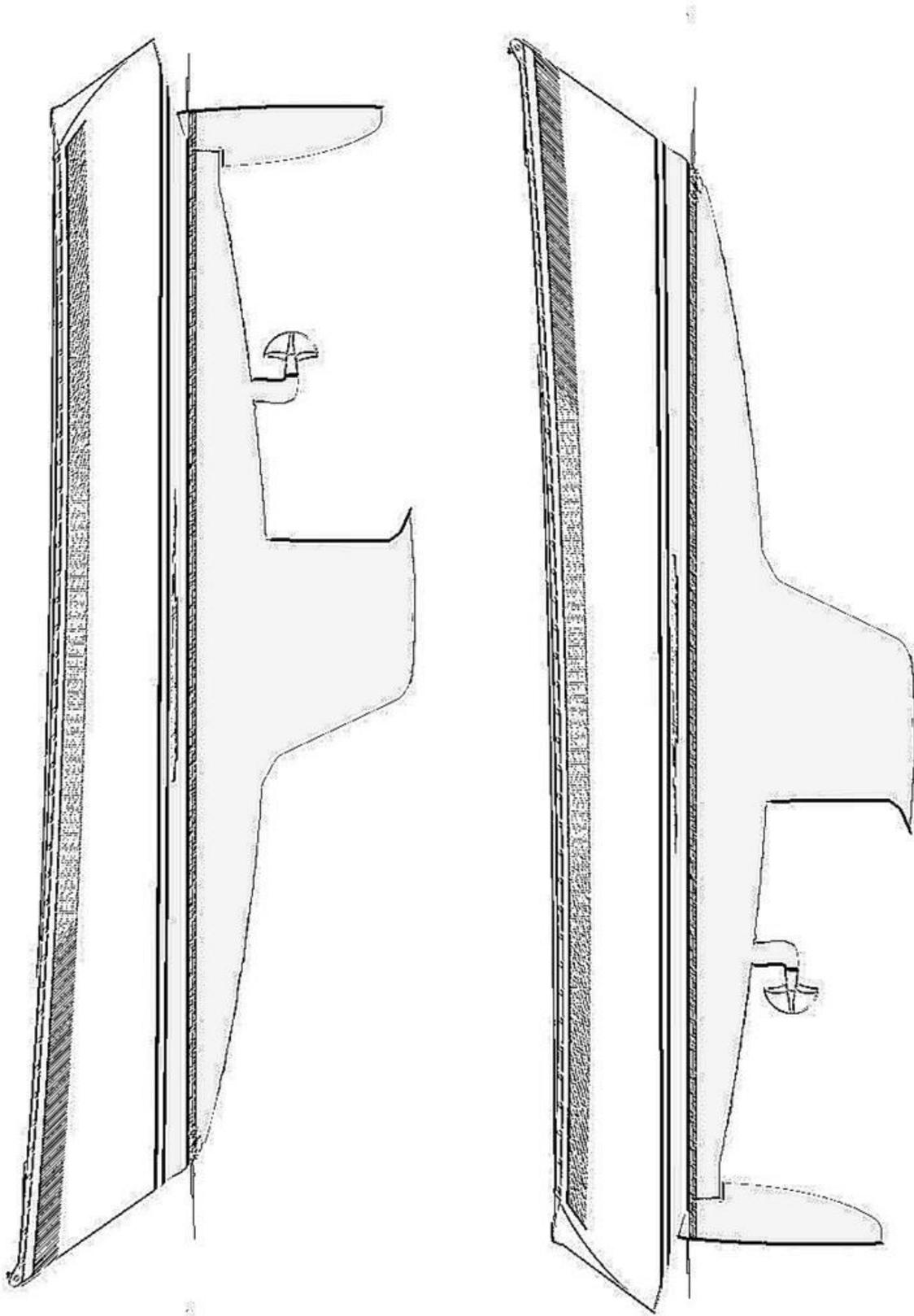
Reinigungsprotokoll

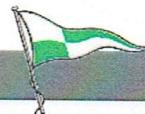
Motorboot:



Reinigungsprotokoll

Segelboot:

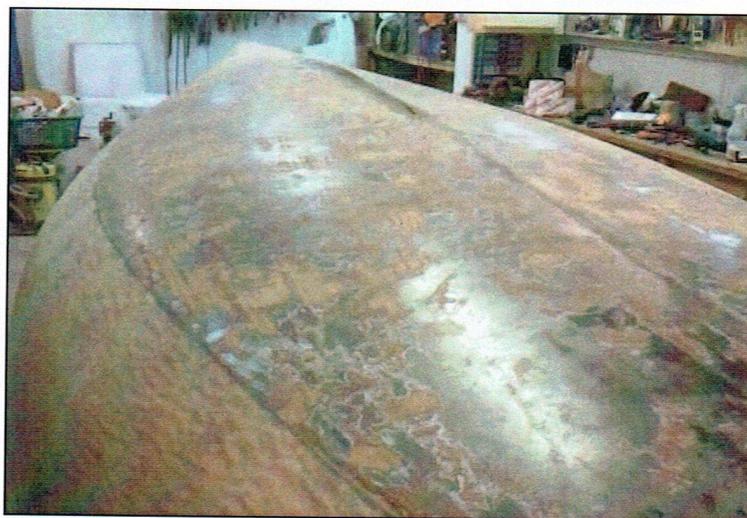




Das Dickerchen wird hübsch gemacht

oder: Refit »El Gordito«. Um es vorweg zu nehmen, hier geht es nicht um irgendeinen Dicken, sondern eher um eine hölzerne Lady im Alter von 27 Jahren. Schiffe sind nun 'mal weiblich und »El Gordito« (Dickerchen, aufgrund der Schiffsbreite) ist mein 15qm Jollenkreuzer.

Im letzten Jahr nahm ich das Angebot unseres Vereinsmitgliedes Burkard Watermann an und beteiligte mich am Versuch, einen neuen Unterwasseranstrich zu testen. Das erforderte einige Vorbereitungen. Zum Glück konnte ich die Halle von Andreas P. benutzen; und mit seiner Hilfe haben wir uns im Oktober 2014 an die Arbeit gemacht. Zuerst wurde das Schiff mit Hilfe von Hubzügen gedreht und über Kopf auf



So sah es aus während des Abziehens



Das war die erste Arbeit:
Drehen des Schiffes

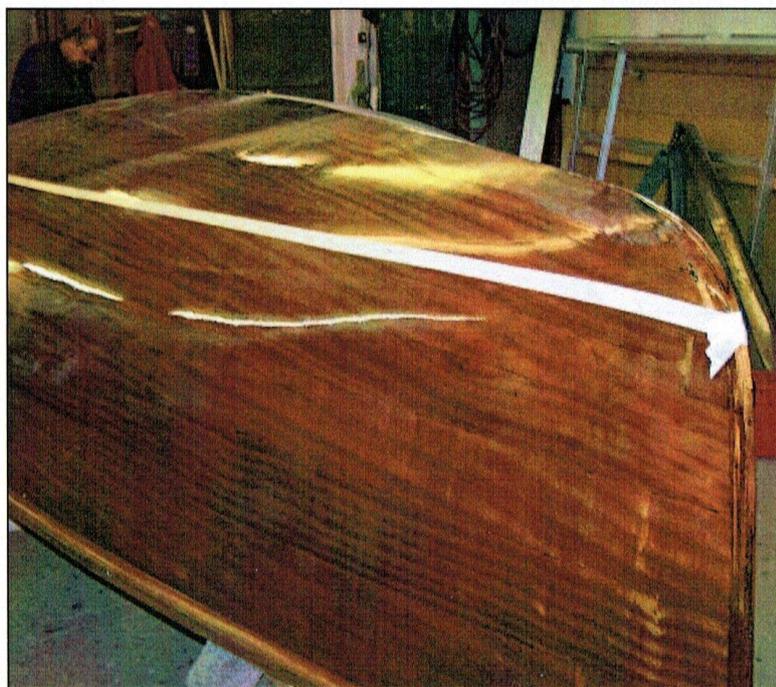
Böcken gelagert. Anschließend begannen wir mit dem Abziehen des alten Lackes; nicht nur unter Wasser, sondern der gesamte Rumpf wurde mit Hilfe eines Heißluftföhns und Ziehklänge abgezogen. Lediglich im Unterwasserbereich benutzten wir eine Lackfräse. Danach wurde erst mit dem Bandschleifer, später mit dem Exenterschleifer eine glatte Fläche geschaffen. Gleichzeitig wurden noch kleinere Furnierarbeiten erledigt, die dank der Hilfe von Klaus-



Das Unterwasserschiff ist fertig!

Dieter Voigt perfekt geworden ist. Was hier so kurz dargestellt wird, war eine Arbeit von einigen Wochen.

Danach wurde der gesamte Rumpf dreimal mit Epoxidharz gestrichen, immer wieder mit entsprechendem Zwischenschliff. Im Unterwasserbereich wurde dann zwei mal mit einem Primer für einen haftfähigen Untergrund gesorgt. Dann folgte das Aufbringen des speziellen Basislacks und des Silikon-Endanstrichs. Das Ergebnis war verblüffend. Beim technischen Hinweis erhöhte Aufmerksamkeit und auch beim Trailern

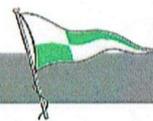


Der Rumpf nach dem mehrmaligen Lackieren mit Epoxid

und Kranen walten zu lassen – darüber haben wir zu Anfang noch gelacht. Wenn man später aber auf dem Rumpf sitzt, um die neue Schwertlippe zu montieren und dann abrutscht, weiß man, was der Hersteller mit dieser Warnung gemeint hat.

Der Überwasserbereich wurde viermal mit International Perfection lackiert. Der Rumpf hatte den originalen dunkelbraunen Farbton wieder.

Zwischenzeitlich nutzten wir die Gelegenheit, Auflagen für den Slipwagen herzustellen. Mit Folie und Teppich deckten wir die Stellen



Nackt und bloß: Das abgezogene Deck

des Rumpfes ab und laminierten mit Polyesterharz die Auflagen.

Inzwischen war es Januar geworden und das Schiff wieder »richtig 'rum« gedreht. Erst jetzt sah man den Unterschied zwischen Rumpf und Deck! Dies bestärkte uns auch das Deck und die Kajüte abzuziehen. Wer sein Schiff richtig kennenlernen möchte, sollte dies einmal tun. Zentimeter für Zentimeter ging es voran, gefolgt von diversen Schleifgängen. Im Rahmen dieses Umbaus wurden auch noch die alten Winschen vom Kajütdach entfernt und durch eine Mittel-

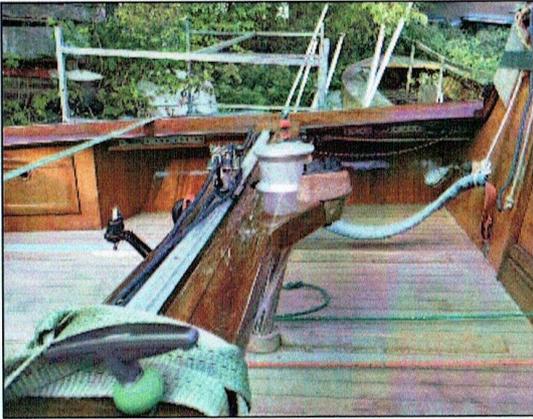
winsch ersetzt. Statt einer alten Festmacherklampe auf dem Vorschiff ziert dieses jetzt ein versenkbarer Poller.

Dann begannen endlich auch hier die Lackarbeiten. Zuerst dreimal Epoxidharz und viermal Lack. Und wenn man denn schon mal dabei ist, kann man auch noch gleich die Kajütenster erneuern. Zum Abschluss erfolgte das Aufbringen des Antirutschstreifens (Zucker) und der Aufbau der Beschläge.

Ob ich diese Arbeiten noch einmal machen möchte, weiß ich



Vorbereitung zu Umbau des Rennbalkens

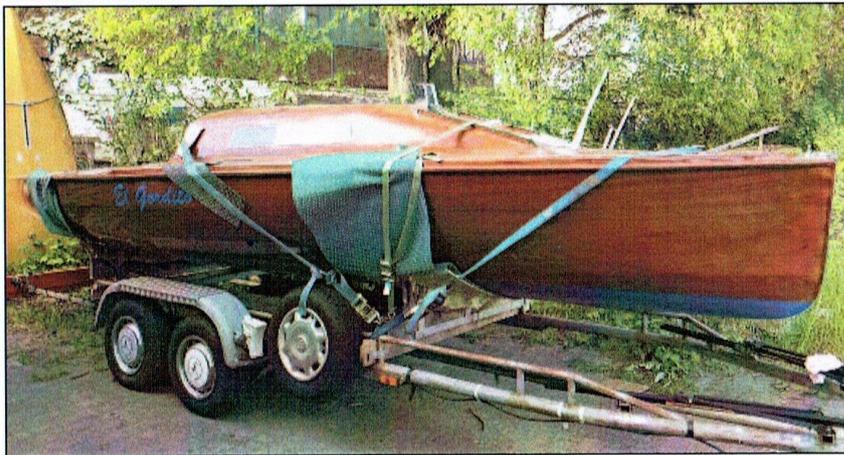


Das fertige Cockpit mit neuer Winsch

nicht, aber die lobenden Worte und das sanfte Streichen über den neuen Lack, lässt die Qualen vergessen. Die Arbeitsstunden habe ich nicht gezählt, aber teilweise war ich an fünf Abenden pro Woche am Schiffzugange. Ohne die Hilfe von Andreas und die Möglichkeit, seine Halle benutzen zu können, hätte ich mich nicht an diese Arbeit getraut.

Mitte Mai konnten wir das Schiff dann wieder zu Wasser lassen. Jetzt bleibt nur noch abzuwarten, wie sich der neue Anstrich bewährt.

*Text und Fotos:
Thorsten Schäfer*



Was lange währt
wird auch 'mal
fertig: »El Gordito«
in neuem Glanz

