

# Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten Teil 5

D. Bleck, A. Müller

**Forschung  
Projekt F 2136**

**Forschung  
Projekt F 2136**

D. Bleck  
A. Müller

# **Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten**

## **Teil 5: Expositionsszenarien und Arbeitsschutzmaßnahmen bei der Anwendung von Antifouling-Produkten**

Dortmund/Berlin/Dresden 2008

Diese Veröffentlichung ist der Abschlussbericht zum Projekt „Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten. Teil 5: Expositionsszenarien und Arbeitsschutzmaßnahmen bei der Anwendung von Antifouling-Produkten“ – Projekt F 2136 – im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Autoren: Daniela Bleck  
Dr. Andreas Müller  
chromgruen Planungs- und Beratungs- GmbH & Co. KG  
Umwelt – Software – Arbeitsschutz  
Alfredstr. 51, 45130 Essen  
Telefon: 0201 1853550  
Telefax: 0201 1853551  
E-Mail: [info@chromgruen.com](mailto:info@chromgruen.com)  
Internet: [www.chromgruen.com](http://www.chromgruen.com)

Herausgeber: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Friedrich-Henkel-Weg 1-25, 44149 Dortmund  
Telefon: 0231 9071-0  
Telefax: 0231 9071-2454  
E-Mail: [poststelle@buaa.bund.de](mailto:poststelle@buaa.bund.de)  
Internet: [www.buaa.de](http://www.buaa.de)

Berlin:  
Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin  
Telefon: 030 51548-0  
Telefax: 030 51548-4170

Dresden:  
Proschhübelstr. 8, 01099 Dresden  
Telefon: 0351 5639-50  
Telefax: 0351 5639-5210

Alle Rechte einschließlich der fotomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdrucks vorbehalten.  
Aus Gründen des Umweltschutzes wurde diese Schrift auf chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt.

ISBN 978-3-88261-094-9

# Inhaltsverzeichnis

Kurzreferat	5
Abstract	6
Résumé	7
1 Einleitung	9
2 Vorgehensweise	9
2.1 Ermittlung derzeit eingesetzter Verfahren, Tätigkeiten und Maßnahmen zum Umgang mit Antifoulingmitteln	9
2.2 Kontaktaufnahme mit Herstellern von Antifoulingmitteln	9
2.3 Kontaktaufnahme mit Anwendern	10
2.4 Begehungen	11
3 Antifoulingmittel und ihre Applikation	11
3.1 Branchenüberblick	11
3.2 Arten von Antifoulingmitteln	13
3.3 Applikationsverfahren	13
3.4 Einstufung, Gesundheitsrisiken und Expositionsbegrenzung	14
3.5 Verwendungsmuster und Exposition	16
3.5.1 Exponierte Personengruppen	17
4 Begehungen	19
4.1 Allgemeine Arbeitsbedingungen	20
4.1.1 Neubauwerften	21
4.1.2 Reparaturwerft für Frachtschiffe	22
4.1.3 Bootswerft für Binnenschiffe	24
4.2 Verwendete Produkte	24
4.3 Szenarien	26
4.3.1 Mischen und Beschicken (mixing and loading)	26
4.3.2 Rollen (rolling for surface coating)	29
4.3.3 Pinseln (brushing for surface coating)	30
4.3.4 Sprühen (spraying for surface coating)	31
4.3.5 Reinigung der Geräte (equipment cleaning)	33
4.3.6 Entsorgung (disposal)	35
4.4 Fazit aus den Begehungen	36
5 Modelle zur Expositionsabschätzung	37
5.1 TNsG Human Exposure Part II	38
5.2 ACP1 (257/98)	39

5.3	EUROPOEM	40
5.4	Sprayexpo	40
5.5	Dermal Exposure Operation Units aus dem RiskOfDerm-Projekt	41
5.6	Literaturstellen	41
6	Expositionsberechnung und Diskussion	43
6.1	Mixing and Loading	43
6.2	Versprühen mittels Airless-Sprühverfahren	50
6.3	Rollen/Pinseln	56
6.4	Aktuelle Exposition und persönliche Schutzausrüstung	59
7	Beste verfügbare Technik/Beste fachliche Praxis für die betrachteten Szenarien	62
7.1	Beschicken der Airless-Pumpe	63
7.2	Sprühen mit Airless-Sprühgerät	63
7.3	Rollen	65
7.4	Mischen und Umfüllen auf der Bootswerft für Binnenschiffe	65
7.5	Sprühen auf der Bootswerft für Binnenschiffe	65
7.6	Schutzausrüstung/Schulungen/Überwachung	65
8	Zusammenfassung und Fazit	66
9	Literatur	69
10	Tabellenverzeichnis	74
11	Abbildungsverzeichnis	74
Anhang 1		75
Anhang 2	Datenblätter	95

# **Arbeitsplatzbelastungen bei der Verwendung von bioziden Produkten**

## **Teil 5: Expositionsszenarien und Arbeitsschutzmaßnahmen bei der Anwendung von Antifouling-Produkten**

### **Kurzreferat**

Zur Ermittlung realistischer Expositionsszenarien und in der Praxis angewendeter Arbeitsschutzmaßnahmen beim Umgang mit Antifouling-Produkten wurden im Auftrag der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) Anwender befragt und Werftbegehungen durchgeführt. Dabei wurden die mit der Anwendung von Antifouling-Produkten einhergehenden Arbeitsschritte ermittelt, dokumentiert und zu Expositionsszenarien zusammengefasst. Für jedes Szenario wurden expositionsrelevante Daten wie z. B. Verbrauchsmenge, Anwendungsdauer, verwendetes Gerät und Schutzausrüstung sowie die aus den Arbeiten resultierende Exposition ermittelt und die Ergebnisse in Datenblättern zusammengestellt und analysiert. Anhand exemplarischer Expositionsberechnungen mit Hilfe bestehender Modelle wurden Expositionsart, -ort und -höhe sowie besondere expositionsrelevante Faktoren diskutiert. Die Qualität der Modelle wurde ebenfalls vergleichend diskutiert.

Insbesondere das Mischen und Beschicken von Airless-Sprühgeräten war mit einer hohen Exposition der Hände, Beine und Füße verbunden. Zeitdruck, die persönliche Arbeitsweise und die allgemeinen Arbeitsbedingungen bildeten die wesentlichen Faktoren für die Höhe der Belastung. Neben der Aerosoldeposition beim Versprühen von Antifouling-Farben, für die die räumlichen Verhältnisse und die Ausrichtung des Werkzeugs eine große Rolle spielten, war der Kontakt von Händen und Körperfront mit kontaminierten Utensilien für die Exposition verantwortlich.

Persönliche Schutzausrüstung wurde immer dann gemäß den Vorgaben im Sicherheitsdatenblatt und der Betriebsanweisung angewendet, wenn mit häufigen Kontrollen durch Vorgesetzte zu rechnen war. Somit besteht ein Zusammenhang zwischen der Qualität des Farbauftrags, der Sorgfalt bei der Arbeit und der Einhaltung von Schutzmaßnahmen. Handschuhe wurden immer getragen, jedoch entsprachen diese in keinem der beobachteten Fälle vollständig den Vorgaben der Sicherheitsdatenblätter.

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zeigten erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Modellen. Die den Modellen zugrunde liegenden Szenarien sind teilweise nicht oder nur unzureichend dokumentiert, was eine adäquate Anwendung ebenso wie die Vergleichbarkeit von Ergebnissen erschwerte. Daher wäre für die Entwicklung zukünftiger Berechnungsmodelle die Erarbeitung eines einheitlichen Dokumentationsstandards wünschenswert. Eine derartige Optimierung der Dokumentation würde eine systematische Evaluierung der bestehenden Modelle erlauben.

### **Schlagwörter:**

Airless-Sprühen, Werft, Antifouling, dermal, inhalativ, Exposition, Modell, Szenario, PSA, Mischen und Beschicken

# Human Exposure to Biocidal Products

## Part 5: Exposure Scenarios and Protective Measures during the Application of Antifoulants

### Abstract

The regulatory risk assessment requires the estimation of occupational exposure. On behalf of the Federal Institute for Occupational Safety and Health (BAuA) interviews and dockyard inspections were carried out in order to gain information on realistic exposure scenarios and protective measures during the application of antifoulants. The different tasks were recorded and organized as exposure scenarios. For each scenario relevant information for both dermal as well as respiratory exposure were recorded in datasheets, containing e.g., the amount of product used, the duration of each task, the utilized tools, the protection measures, or the contamination patterns. For selected scenarios exposure was estimated by model calculations. Their results were discussed with regarding to the factors relevant for the exposure intensity.

Mixing and loading of airless spray-guns with large amounts of antifouling paint turned out to be associated with high exposure of hands, feet and fronts of legs. The most important factors for the amount of splashed product were the diligence of the user and the general working conditions. Working under high pressure of time during a night shift on a mending shipyard resulted in the highest exposure for this scenario. The spraying direction in relation to the workers as well as the tightness of the working space were important factors for the amount and the patterns of aerosol-deposition onto the sprayers' bodies. Contact to contaminated surfaces during the spraying process resulted in comparable exposure of both hands and body.

Personal protective equipment was generally worn according to the instructions if frequent controls by a supervisor were to be expected. Therefore the quality of the paint application, the diligence of the worker and the adherence to protective measures are mutually interrelated. Gloves were used in all cases, although they did not fully meet the specifications of the safety data sheets.

The results of the exposure calculations sometimes displayed great discrepancies between the different models. As default values are usually published with only a very brief description of the scenarios and tasks they are based on it is difficult to choose the correct model for a given scenario, which might easily lead to an inadequate use of a model or result. It is hence recommended to establish a documentation standard for the future development of exposure models. An optimization of documentation would further allow for a systematic evaluation of existing exposure models.

### Key words:

antifouling, airless-spraying, scenario, model, exposure, dermal, inhalative, dockyard, PPE, mixing and loading

# Nuisances sur le lieu de travail lors de l' utilisation de produits biocides – cinquième partie: Scénarios et mesures de sécurité humaine pendant l' application des produits antifouling

## Résumé

Pour rechercher les scénarios d' exposition réalistiques et les mesures de sécurité humaine pendant l'application des produits antifouling les utilisateurs des ces produits étaient interrogés et quelques chantiers étaient visités. Les procédures pendant l'application des peintures antifouling étaient documentés et groupés en scénarios caractéristiques..Pour chaque scénario les données significatives pour l' exposition du travailleur étaient déterminées, selon eux la quantité du produit utilisé, la durée du processus, méthodes d' application mesures de sécurité humaine et l'exposition du travailleurs. Des calculations de la quantité et de la manière de l' exposition (dermale/ inhalative) étaient exécutées par le moyen de modèles existants et les résultats ainsi que la qualité des modèles étaient discutés..

Il se montrait que le processus de mélanger la peinture et charger les pulvérisateurs était accompagné avec une exposition élevée des mains, des jambes et des pieds. La manière individuelle de travailler et les conditions du travail prouvaient les facteurs les plus importants pour l' hauteur de l' exposition, comme la manque de temps de l' équipe de nuit sur un chantier de réparation.

Le manque de place et la position entre les bateaux et la personne utilisant le pulvérisateur déterminaient la déposition des aérosols pendant la pulvérisation ,de la peinture antifouling. Au-delà le contact des mains et du corps avec des outils provoquait une exposition dermale. L' équipement protecteur était porté selon les instructions quand le personnel devait effectuer des contrôles par leurs supérieurs. C' est pourquoi il y a une corrélation de la qualité du travail, la diligence du travailleur et l' observation des mesures de sécurité. Tous les personnes portaient des gants, pourtant les gants n' étaient jamais conformes aux fiches de données de sécurité.

Les résultats des calculations montraient de grandes différences entre les modèles différents. Comme les scénarios qui étaient pris pour base de ces modèles ne sont pas tous suffisamment documentés, l' application correcte et la comparaison des résultats est difficile. Il serait désirable d' élaborer un standard pour la documentation des modèles. Une telle optimisation rendrait aussi possible une évaluation systématique des modèles existants.

## Mots clés:

antifouling, exposition, scénario, chantier, pulvérisation, dermal, inhalatif, modèle, mélanger et charger, équipement protecteur





# 1 Einleitung

Infolge der Umsetzung der Biozid-Richtlinie 98/8/EG in deutsches Recht ist die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) mit der Bewertung sogenannter "Altwirkstoffe" und der Zulassung der aus ihnen erzeugten Produkten beauftragt. Zur Bewertung dieser Stoffe und Produkte unter Arbeitsschutzaspekten sind systematische Risikobewertungen und Maßnahmenfindungen erforderlich.

Als Grundlage für diese Risikobewertungen sollte das Forschungsprojekt F 2136 berufliche Verwendungsmuster und Expositionsszenarien von Produkten der Produktart 21 Antifoulingmittel beschreiben. Die bei der Bearbeitung gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen sollen als Informationsstock für die künftige Bewertung von Wirkstoffen und die Zulassung von Produkten unter Arbeitsschutzaspekten durch die BAuA dienen.

Mit diesem Abschlussbericht werden Arbeitsschritte und Ergebnisse des Vorhabens dokumentiert.

## 2 Vorgehensweise

### 2.1 Ermittlung derzeit eingesetzter Verfahren, Tätigkeiten und Maßnahmen zum Umgang mit Antifoulingmitteln

Zur Ermittlung der eingesetzten Verfahren und Techniken im Umgang mit Antifoulingmitteln wurde zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt. Die gesichteten Quellen sind im Literaturverzeichnis aufgelistet. Weitere Informationen wurden in Gesprächen mit Anwendern gewonnen.

### 2.2 Kontaktaufnahme mit Herstellern von Antifoulingmitteln

Ende Dezember 2005 und erneut im Mai 2006 wurden von chromgruen alle Hersteller von Produkten der Produktart 21 angeschrieben, die in der Herstellerdatenbank der BAuA enthalten waren. Neben der Bitte um Zusendung von Sicherheitsdatenblättern und sonstigen Produktinformationen wurden die Hersteller um die Beantwortung einiger Fragen zu ihren Produkten und zur Anwendung in der Praxis gebeten,

Außerdem wurde die Arbeitsgruppe „Schiffsfarben“ des europäischen Lackverbands (CEPE) vom VCI über das Vorhaben informiert.

Da seitens der Hersteller keine Rückmeldungen erfolgten, wurden Antifoulingmittel im Internet recherchiert. Dabei wurde das Augenmerk zunächst auf Produkte für den marinen Bereich gelegt. Auf den Internetseiten der Hersteller wurden technische Informationen und Sicherheitsdatenblätter gesucht. Anhand der vorliegenden Informationen wurde eine Produkttabelle erstellt und die Verfügbarkeit der gewünschten Daten dokumentiert.

Anhand von Sicherheitsdatenblättern aus dem Internet wurden die grundlegenden Charakteristika der meisten Antifoulingprodukte, die Auswirkungen auf die Arbeitsplatzbelastung haben (können) ermittelt.

## 2.3 Kontaktaufnahme mit Anwendern

Neben Besichtigungen der Arbeiten vor Ort waren im Rahmen des Vorhabens Interviews mit Anwendern von Antifoulingmitteln vorgesehen.

Dazu wurden potenzielle Anwender von Antifoulingmitteln recherchiert.

Zunächst wurde der Verband für Schifffahrt und Meerestechnik e.V. (VSM) kontaktiert. Der Ansprechpartner bestätigte die bereits im Lauf der Projektrecherche entwickelte Annahme, dass eine Umstellung auf biozidfreie Antifoulingmittel zu einer Verschärfung der Arbeitssicherheitsanforderungen, insbesondere in Bezug auf die inhalative Exposition (Nano-Partikel in Silikonanstrichen), führen würde. Diese Mittel wären schwerpunktmäßig für den Yachtbereich interessant, da dort die Anforderungen an die Antifouling-Beschichtung besonders hoch seien.

Anhand des Mitgliederverzeichnisses des VSM und diverser Branchenbücher wurden Adressen von ca. 50 Werften ermittelt, mit denen im weiteren Projektverlauf Kontakt aufgenommen wurde.

Die Auswahl der Adressen erfolgte nach den Kriterien

- Vielfalt der Unternehmensgrößen
- Vielfalt der Schiffstypen (Yachten, Binnenschifffahrt, Seeschifffahrt)
- unterschiedliches Leistungsangebot (Neubau, Reparatur)
- bei Binnenschifffahrt: Lage in NRW oder am Bodensee

Der letzte Punkt diente einerseits der Optimierung der Arbeitsabläufe, um nicht unnötig lange Reisezeiten bei der Begehung zu erhalten. Da es sich andererseits um ein Forschungsvorhaben des Bundes handelt, sollte nicht nur Nordrhein-Westfalen betrachtet werden. Aufgrund seiner großen Bedeutung für die Freizeitschifffahrt wurde der Bodensee ausgewählt.

Für die Herstellung eines ersten Kontaktes wurde ein Online-Fragebogen entwickelt, der einerseits einen Überblick zu den verwendeten Produkten und der Art der Applikation sowie bereits getroffener Arbeitsschutzmaßnahmen geben sollte und mit dem andererseits Ansprechpartner für detaillierte Fragen in den Werften und schließlich die Möglichkeit von Betriebsbegehungen ermittelt werden sollten.

Die o. g. Werften wurden per E-Mail zur Teilnahme an der Umfrage aufgefordert. Parallel dazu wurden die Werften telefonisch kontaktiert, um die Möglichkeiten und Termine für Begehungen abzustimmen.

Mehrere der kontaktierten Bootswerften signalisierten ihre Bereitschaft für eine Begehung, wiesen jedoch darauf hin, dass Unterwasseranstriche überwiegend in einem schmalen Zeitfenster im Frühjahr durchgeführt würden. Generell seien die Zeitpläne so flexibel, dass eine Terminabsprache für eine Begehung nur sehr kurzfristig erfolgen könne.

Im Lauf der Recherchen zeigte sich, dass im Bereich der Seeschifffahrt und untergeordnet auch der Binnenschifffahrt Farbarbeiten überwiegend von Sub-Unternehmen

durchgeführt werden. Daher wurden die Recherchen auf im Schiffsbau tätige Unternehmen der Korrosionsschutzbranche ausgeweitet.

## 2.4 Begehungen

Die im Rahmen von Literatur- und Internetrecherche sowie durch Befragungen und aus dem Online-Fragebogen gewonnenen Erkenntnisse sollten durch Begehungen erweitert werden. Dazu wurden schriftlich und telefonisch Begehungstermine vereinbart.

Ein besonderes Augenmerk wurde bei den Besichtigungen auf mögliche Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis im Umgang mit den Antifoulingmitteln und ihre Ursachen gelegt.

Aus den Begehungen gewonnene Daten zu Expositionsart, -menge und -dauer wurden dokumentiert. Anhand dieser Daten wurden datenbasierte Modelle und Literaturdaten zur Ermittlung von potenzieller und aktueller Exposition angewandt und die Ergebnisse diskutiert.

Darüber hinaus wurden die Erkenntnisse in die Datenbögen für das RiskOfDerm-Projekt<sup>1</sup> eingetragen. Die Daten sollen den Datenpool der zentralen Projektdatenbank erweitern. Zur Beschreibung des RiskOfDerm-Projektes siehe z. B. WARREN et al. (2006).

## 3 Antifoulingmittel und ihre Applikation

### 3.1 Branchenüberblick

Antifoulingmittel werden als Bewuchshemmungsmittel für fest installierte Unterwasseranlagen, Schiffsrümpfe und Fischereinetze eingesetzt. Die Netzbearbeitung erfolgt in der Regel durch Eintauchen in ein biozidhaltiges Tauchmittel, während die Antifoulingmittel für off-shore-Komponenten und den Unterwasserbereich von Schiffen als biozidhaltige Farbe aufgetragen werden. Da der überwiegende Teil der Antifoulingmittel in der Schifffahrt eingesetzt wird (mehr als 90 %, REIHLEN & ZIESENITZ, BAuA F 1929), wurde im Rahmen dieses Projektes ausschließlich dieser Bereich betrachtet.

Verbraucher großer Produktmengen sind große Schiffswerften für Neubau und Reparatur von Cargo-Schiffen, Personenschiffen und Yachten für die marine Schifffahrt. Im Nord-Ostsee-Raum sind ca. 30 Werften im Verband für Schiffbau und Meerestechnik (VSM) e.V. organisiert. Davon führen ca. die Hälfte der Unternehmen sowohl Neubauten als auch Reparaturen durch; die andere Hälfte verteilt sich etwa gleichmäßig auf Neubau und Reparatur. Darüber hinaus existieren weitere kleinere Werften, die in erster Linie Reparaturen vornehmen, aber nicht im VSM organisiert sind. Eine Erneuerung des Anstrichs erfolgt in der Regel in einem Intervall von drei bis fünf Jahren für Frachtschiffe. Containerschiffe müssen alle fünf Jahre durch die Klassifi-

---

<sup>1</sup> Risk Assessment for Occupational Dermal Exposure to Chemicals.

kationsgesellschaft („Schiffs-TÜV“) auf ihren Unterhaltungszustand überprüft werden. Für Passagierschiffe ist eine jährliche Prüfung erforderlich. Spätestens dann wird der Antifoulinganstrich erneuert, aus Wirksamkeitsgründen ist eine Erneuerung des Anstrichs normalerweise nach maximal 36 Monaten notwendig.

Beschichtungsarbeiten werden auf großen Werften von externen Korrosionsschutzfirmen durchgeführt. Diese Unternehmen werden von den Werften beauftragt und führen neben Antifouling-Beschichtungen auch andere Schiffsanstriche aus. Genaue Daten über die in diesem Bereich tätigen Unternehmen liegen nicht vor; jedoch sind die meisten Unternehmen auf mehreren Werften tätig. Für den betroffenen geographischen Raum konnten im Rahmen der Recherchen ca. 10 Unternehmen ermittelt werden.

Dabei handelt es sich überwiegend um kleine Unternehmen mit 20 bis 50 Mitarbeitern, von denen einige aber auch großen international tätigen Konzernen mit insgesamt mehreren hundert Mitarbeitern angegliedert sind.

In der kommerziellen Binnenfrachtschiffahrt werden Antifouling-Farben selten verwendet, jedoch werden Binnenyachten und kleinere Binnensegelboote zumeist jährlich mit einer neuen Farbschicht ausgestattet. Allein in Nordrhein-Westfalen im Raum Ruhrgebiet/Rhein gibt es mindestens 30 kleine Bootswerften, auf denen alle Reparaturarbeiten von einer bis zwei Personen ausgeführt werden.

Farben für den marinen Bereich werden von wenigen großen Herstellern in Verkehr gebracht. Elf dieser Hersteller sind im Verband der Chemischen Industrie organisiert, wobei aus Gesprächen mit Anwendern deutlich wurde, dass der Markt von fünf Herstellern dominiert wird, die rd. 55 der ca. 90 recherchierten Produkte auf den Markt bringen.

Für Binnensegelboote werden auch Farben kleinerer Hersteller eingesetzt, es konnten etwa 20 Hersteller ermittelt werden.

## 3.2 Arten von Antifoulingmitteln

Sämtliche in der Schifffahrt eingesetzten Antifoulingmittel sind in Unterwasserschiffsfarben enthalten. Ein separates Zumischen eines Antifoulingmittels zu einer Farbe ist selten erforderlich, ein Auftrag des Reinstoffs auf den Bootsrumf entfällt völlig.

Generell lassen sich drei Kategorien von Antifoulingmitteln im Boots-/Schiffsbau unterscheiden:

- **Erodierende (selbstpolierende) Antifouling-Farben**  
sind so beschaffen, dass sich die äußere Farbschicht und der darauf vorhandenen Bewuchs ablöst. Biozide sind an die Farbmatrix gebunden. Nach der Erosion des Biozids wird die Trägermatrix mechanisch bis zur darunter befindlichen biozidhaltigen Schicht abgetragen. Auf diese Weise werden immer neue aktive Schichten kontrolliert freigelegt (kontrollierte Biozidabgabe).
- **Nicht erodierende Antifouling-Farben („Hartantifouling“)**  
bilden eine möglichst stabile Schicht aus, bei der die aktiven Substanzen an unlösliche Harze gebunden sind und somit nur das Biozid an das Wasser abgegeben wird. Daher ist die Biozidabgabe am Anfang sehr hoch und lässt im Lauf der Zeit nach (unkontrollierte Biozidabgabe).
- **Biozidfreie Antifouling-Farben**  
enthalten keine biozid wirksamen Substanzen. Sie erzeugen physikalisch bewuchshemmende Oberflächen. Silikonfarben bilden z. B. eine stark Wasser abweisende, gummiartige Schicht, Fluor-Polymer-Farben extrem harte, glatte Oberflächen.

Biozidhaltige Antifouling-Farben enthalten überwiegend Kupferverbindungen als Wirkstoffe. Zur Verstärkung der Effektivität des Kupfers werden häufig organische Verbindungen, sogenannte „Booster-Biozide“, ergänzt (siehe 3.4).

Die aus Sicht des Gewässerschutzes zu befürwortenden biozidfreien Antifoulingmittel müssen im Hinblick auf den Arbeitsschutz teilweise kritisch betrachtet werden. Insbesondere bei ihrem Versprühen können extrem feine Tröpfchen entstehen, die besonders leicht und tief eingeatmet werden können. Dies macht erhöhte Anforderungen an den Arbeitsschutz erforderlich.

## 3.3 Applikationsverfahren

Antifoulinganstriche erfolgen entweder durch Rollen bzw. Pinseln der Bootsoberfläche oder durch Versprühen. Wobei letzteres den Vorteil aufweist, eine gleichmäßigere, dünnere Farbschicht zu erzeugen. Beim Versprühen großer Mengen werden sogenannte „airless“-Spritzen eingesetzt. Diese Sprühvorrichtungen arbeiten nicht mit Luftdruck, sondern zumeist mit hydraulischem Druck. Da dennoch der „overspray“ (d.h., die Farbpartikel, die beim Versprühen nicht auf der Zielfläche haften bleiben) nicht vollständig vermieden werden kann, sind insbesondere für das Versprühen der Antifouling-Farben erhöhte Anforderungen an die Arbeitsschutzmaßnahmen zu stellen. In der Praxis wird auf kleinen Bootswerften jedoch auch mit konventionellen Elektrosprühgeräten Antifouling-Farbe versprüht.

Die Entfernung alter Anstriche konnte im Rahmen des Vorhabens nicht besichtigt werden, da dieser Arbeitsschritt auf großen Werften wiederum von anderen Subunternehmern durchgeführt wird als der Farbauftrag und auch zu anderen Zeiten erfolgt. Auch bei kleinen Bootswerften geht dieser Arbeitsschritt dem Auftrag neuer Antifouling-Farbe einige Tage voraus, da zwischen Abrasion und Neuauftrag noch Grundierungsfarben (sogenannte Primer) aufgetragen werden. Aus logistischen Gründen war die Besichtigung beider Arbeitsschritte nicht möglich. Im vorliegenden Projekt wurde der Schwerpunkt auf den Farbauftrag gesetzt.

Auf den besichtigten Reparaturwerften wurde die Entfernung alter Antifoulinganstriche wie folgt erläutert.

In kleinen Bootswerften wird alte Farbe mechanisch durch Schaben, Schleifen oder Strahlen im Feuchtstrahlverfahren entfernt.

Eine relevante dermale und/oder inhalative Exposition wird beim Abtrag durch Schleifen gesehen.

Beim Farbabtrag werden Schutzanzüge getragen und Atemschutzgeräte der Filterklasse P3 (Partikelfilter mit hohem Rückhaltevermögen für feste und flüssige Partikel mit u. a. toxischen, Krebs erzeugenden Eigenschaften) verwendet.

Auf den großen Reparaturwerften wird die Farbe mit einem Hochdruck-Wasserstrahl abgetragen.

### **3.4 Einstufung, Gesundheitsrisiken und Expositionsbegrenzung**

In biozidhaltigen Antifouling-Farben werden derzeit überwiegend Kupferverbindungen als Wirkstoffe eingesetzt.

Zur Verstärkung ihrer Effektivität werden diese häufig durch organische Verbindungen, sogenannte „Booster-Biozide“ und weitere Verbindungen ergänzt.

Die meisten Antifouling-Farben werden als gesundheitsschädlich beim Einatmen und Verschlucken eingestuft. Reizung von Augen und Haut sowie Sensibilisierung durch Kontakt sind möglich. Auch als giftig eingestufte Antifouling-Farben werden verwendet.

Die auf dem europäischen Markt befindlichen Wirkstoffe werden im Rahmen der Umsetzung der 2. Review-Verordnung zur Biozidrichtlinie derzeit auf ihre gesundheitliche Wirkung geprüft und bewertet.

Aufgrund der gesundheitsschädlichen Eigenschaften sind Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Antifouling-Farben anzuwenden.

Die Arbeitsgruppe „Marine Beschichtungen“ des Zusammenschluss der Farb- und Drucktintenhersteller (CEPE) hat im Jahr 2002 eine Anleitung zur Verwendung TBT-freier Antifoulingmittel herausgegeben. Das Papier bezieht sich ausschließlich auf das Versprühen von Antifouling-Farben, kann jedoch auf die analogen Arbeitsschritte beim Verstreichen der Farbe ebenfalls angewendet werden. Die Veröffentlichung ist weitgehend deckungsgleich mit der TRGS 401 (2006) bzw. konkretisiert sie in einigen Aspekten. Nachfolgend werden die wichtigsten Handlungsanweisungen aus der TRGS 401 und CEPE (2002) kurz dargestellt.

### **Organisatorische Maßnahmen (good working practice):**

- Der Einflussbereich des Sprühnebels wird sichtbar abgegrenzt (Tape, Pylone)
- Alle nicht für den Sprühvorgang benötigten Personen halten sich außerhalb des abgegrenzten Einflussbereichs des Sprays auf.<sup>2</sup>
- Aufsichtspersonen oder Überwachungspersonal halten sich aufwinds des Sprühvorgangs auf.
- Der Sprühvorgang außerhalb von Gebäuden ist auf Windgeschwindigkeiten bis zu 5,4 m/s begrenzt; zur Begrenzung der Verwehung des Oversprays werden Netze oder Planen gespannt.
- Nach dem Sprühvorgang werden überflüssig besprühte Flächen abgewaschen und abgebürstet, auf die Verwendung von Druckluft sollte verzichtet werden (wenn doch unbedingt nötig, geringen Luftdruck verwenden).
- Trockenen Overspray (Dryspray) mit Wasser von allen Teilen abwaschen.
- Keinen Dryspray auf andere Personen verwehen lassen.

### **Schutzkleidung und ihre Benutzung:**

Alle Personen des Applizierteam sollten folgende Kleidung tragen:

- Langärmeliger Baumwolloverall mit langen Beinen
  - Darüber ein Wegwerfoverall mit Kapuze
  - Ärmelhandschuhe
  - Gummistiefel
  - Atemmaske, die Schutz vor Lösungsmitteln bietet und auch die gesamte Gesichtshaut schützt für Sprüher und Assistent/Fahrer
- best practice:  
Ganzgesichtsmaske mit Sichtstreifen, die entweder mit Atemluft gespeist wird (über Gerät) oder einem Lösungsmittel- und Partikelfilter ausgestattet ist.  
Die anderen Personen tragen eine Teilgesichtsatemmaske mit entsprechenden Filtern
- Augenschutz (jeder), bestenfalls Ganzgesichtsmaske, ansonsten zumindest Schutzbrille oder normale Brille (gilt auch für die die Farbe mischende Person)
  - Unbedeckte Haut (bei Teilmasken tragenden Personen) mit Barrierecreme schützen
  - Bei großer Hitze zwei Baumwolloveralls unter dem Schutzoverall tragen, damit nicht durch Feuchtigkeit Stoffe „auf die Haut gezogen“ werden. Bei großer Außenhitze ggf. undurchlässigen einschichtigen Overall verwenden (Spezifizierung durch lokale Hersteller)
  - Handschuhe müssen bei Ermüdung (Durchlässigkeit) erneuert werden, die äußeren Schutzanzüge täglich entsorgt werden, die inneren täglich gewaschen werden; von Teilatemmasken die Filter täglich oder öfter wechseln, Masken mit Wasser und Waschmittel waschen

### **Verhaltensmaßnahmen des Anwenders/Hygienemaßnahmen**

- Händewaschen und Entfernen des äußeren Overalls vor dem Toilettengang und vor dem Essen; vor dem Essen auch Gesicht waschen
- So schnell wie möglich duschen

---

<sup>2</sup> Die seit Mitte 2006 nicht mehr gültige TRGS 516 (Antifouling-Farben) gibt für den Sicherheitsabstand eine Faustregel von ca. 15 m an, der je nach Gegebenheit erhöht werden muss.



- Keine Farbe/trockenen Farbstaub auf die Haut kommen lassen (insbesondere auf nasse oder verschwitzte Haut)

#### **Arbeitgeberpflichten/Einweisung und Fortbildung:**

- Durchführung von Vorsorgeuntersuchungen
- Erstellung einer Betriebsanweisung durch den Arbeitgeber
- Einweisung und Übung in das korrekte Tragen der Schutzkleidung und der Atemschutzgeräte
- Regelmäßige Wiederholung der Übungen

Bei den Begehungen wurde insbesondere darauf geachtet, ob die angegebenen Schutzmaßnahmen umgesetzt werden. War dies nicht der Fall, wurden im Gespräch mit den Anwendern bzw. anhand der Gegebenheiten vor Ort die Gründe ermittelt mit dem Ziel, Diskrepanzen zwischen Theorie und Praxis und ihre Ursachen aufzuzeigen.

### **3.5 Verwendungsmuster und Exposition**

Im Folgenden werden die möglichen Verwendungsmuster dargestellt. Es können folgende Teilarbeiten identifiziert werden:

- Anlieferung der Farbgebinde (nicht expositionsrelevant)
- Transport der Gebinde zum Lager (nicht expositionsrelevant)
- Vorbereitung des Arbeitsbereiches (z. B. Abspannen Windschutznetzen)
- Umfüllen der Farbe in das Betriebsgerät (Eimer, Sprühgerät)
- Verdünnen der Farbe
- Auftrag der Farbe mittels Rolle, Pinsel oder Sprühgerät
- Reinigung des Arbeitsgerätes
- Entsorgung der Farbreste/Reinigung von Arbeits- Schutzkleidung
- Reinigung/Aufräumen der Arbeitsfläche
- Entfernen der Windschutznetze
- Reinigung des Docks
- Entledigung der Arbeitskleidung

Bei den Begehungen wurden diese Arbeitsschritte bei Bedarf weiter aufgeschlüsselt und präzisiert. Dabei galt es zu beantworten

- wie die einzelnen Arbeitsschritte ausgeführt werden (Prozesse, Hilfsmittel),
- wie lange sie dauern,
- wo bzw. wann die Exposition wie hoch ist (qualitative Beschreibung).

Der Kontakt mit dem Antifoulingmittel kann dermal oder inhalativ erfolgen. Eine dermale Belastung ist beim Rollen/Pinseln und Versprühen gleichermaßen gegeben. Die inhalative Aufnahme des Wirkstoffs ist beim Versprühen möglich. Bei der Verwendung von Rollen und Pinseln erfolgt keine bzw. allenfalls eine geringe inhalative Aufnahme des Biozids (Spritzer), allerdings besteht eine inhalative Exposition gegenüber den in der Farbe enthaltenen flüchtigen Lösungsmitteln. Organische Zusatzbiozide in Antifoulingmitteln können ihrer Bestimmung nach selbst nicht flüchtig sein. Eine orale Aufnahme ist über Nahrungs- und Genussmittel, die zuvor durch

Kontakt mit der Farbe (z. B. durch die Berührung mit Arbeitskleidung) verunreinigt wurden, möglich.

### 3.5.1 Exponierte Personengruppen

Welche und wie viele Personen bei der Applikation mit Antifouling-Farben in Kontakt kommen, hängt ab von der Betriebsgröße und der Auftragsmethode.

Im Bereich Bootsbau und -reparatur sind üblicherweise Kleinunternehmen mit weniger als zehn, häufig nur mit ein oder Mitarbeitern tätig.

Dort führen Bootsbauer zumeist alle mit der Schiffsreparatur verbundenen Arbeitsschritte aus. Dies bedeutet, dass hier professionelle Anwender (*professional users*) den Auf- und Abtrag von Antifoulinganstrichen neben verschiedenen weiteren Bootsbau- und Reparaturtätigkeiten vornehmen.

Dies wurde durch die bei einer kleinen Bootswerft durchgeführte Begehung bestätigt. Dabei wurde weiterhin deutlich, dass die Saison für den Farbauftrag bei kleinen Werften in einem relativ engen Zeitfenster von ca. Anfang März bis Ende April liegt. Dies liegt darin begründet, dass die Boote nach dem Anstrich möglichst bald wieder zu Wasser gelassen werden müssen, da die Antifouling-Farbe einen langen Kontakt mit der Luft nicht verträgt und an Wirksamkeit einbüßt. Daher werden innerhalb weniger Wochen fast täglich ein bis zwei Anstriche ausgeführt.

Antifoulinganstriche bei Bau und Reparatur von Frachtschiffen, (Luxus-)Yachten und Kreuzfahrtschiffen werden nicht von den Werften selbst, sondern von spezialisierten Subunternehmen aus der Korrosionsschutz-Branche ausgeführt. Diese haben in der Regel bis ca. 50 Mitarbeiter und sind überwiegend auf den Auftrag von Farben auf Schiffsrümpfe (ggf. auch auf andere Objekte) spezialisiert. Sie sind also der Expositionsgruppe „spezialisierte professionelle Anwender“ (*specialised professional users*) zuzuordnen.

Im Hinblick auf Exposition und Umgang mit biozidhaltigen Schiffsanstrichen bedeutet dies in der Theorie, dass spezialisierte professionelle Anwender einerseits

- wahrscheinlich besser geschult sind,
- Routine bei der Ausführung der Arbeiten haben und
- genauer auf die richtige Anwendung von Schutzausrüstung achten.

Andererseits sind sie stärker exponiert,

- da sie häufiger und mit größeren Mengen des Biozids in Kontakt kommen und
- mit Hochdruck-(Airless-)Sprühverfahren arbeiten,

Inwiefern diese Annahmen, insbesondere in Bezug auf die Verwendung von Schutzausrüstung, in der Praxis zutreffen, wird bei der Darstellung der Begehungsergebnisse diskutiert.

In der folgenden Tabelle werden die exponierten Personengruppen beim Auftrag von Antifouling-Farben dargestellt. Diesen Personengruppen werden die potenziellen Expositionswege dermale Exposition (D) und inhalative Exposition (I) zugeordnet. Daraus lässt sich abschätzen, auf welche Weise die exponierten Personengruppen mit

dem Biozid in Kontakt kommen, was wiederum erste Rückschlüsse auf das potenzielle Ausmaß der Belastung erlaubt.

Die Tabelle zeigt maximal mögliche Personengruppen auf. Je nach Gegebenheit können einzelne Gruppen im Arbeitsablauf nicht betroffen sein (z. B. entfällt die Gruppe „Helfer“, wenn der Farbauftrag nur von einer Person durchgeführt wird). Sie wurde im Laufe des Projektes zunächst aus Literaturangaben und Befragungen entwickelt und anschließend anhand der Erkenntnisse aus den Begehungen verifiziert bzw. modifiziert.

**Tab. 3.1** Exponierte Personengruppen beim Aufbringen von Antifoulinganstrichen

(x) = Exposition auf diese Weise evtl. möglich  
(xs) = Exposition durch Sprühnebel, wenn die Arbeiten in dessen Einflussbereich ausgeführt werden

	Versprühen		Rollen/Pinseln	
	D	I	D	I
<b>Vorbereitendes Personal</b>				
- Farbvorbereiter (Öffnen der Farbbehälter, Mischen, Verdünnen, Umfüllen)	x	(xs)	x	
- Abschirmung des Arbeitsbereichs (ggf. mit bereits verwendeten Netzen)	x	x		
<b>Anstrich applizierende Personen</b>				
- Anstreicher, der die Antifouling-Farbe appliziert	x	x	x	
- Hebewagenfahrer	x	x		
- Helfer	x	x	x	
<b>Arbeitende in der Nähe der Anstrichaktivitäten</b>				
- Monteure, die mit frisch gestrichenen Flächen in Kontakt kommen (nach Abschluss der Applikation)	x		x	
- Aufsichtspersonen/Überwachungspersonal/ technische Berater	x	(x)	(x)	
- Sonstige Personen, die Arbeiten in der Sprühnebelzone ausführen oder Gerätschaften auf dem Dockboden transportieren	x	x		
<b>Nach dem Anstrich mit trockener Farbe in Kontakt kommende Personen</b>				
- Personen, die Propeller – Schutzhüllen o. ä. entfernen	x	x		
- Personen, die Arbeitsgerüste/Windschutznetze abbauen	x	x	x	
- Dock-Reinigungspersonal (Resuspension)	x	x	x	x
- Personen, die Arbeitskleidung waschen oder entsorgen	x		x	

Beim Versprühen der Farbe ist nicht nur der potenziell betroffene Personenkreis größer als beim Rollen/Pinseln, sondern es besteht mit der inhalativen Exposition gegenüber Aerosolen auch ein zusätzlicher Aufnahmeweg für die Biozide.

Bei den Begehungen zeigte sich, dass das Abspannen und Entfernen von Windschutznetzen und sonstigen Abschirmungen auf großen Werften nicht von der Korrosionsschutzfirma, sondern entweder von werfteigenem Personal oder einem weiteren Sub-Unternehmer (vorwiegend Gerüstbauer) ausgeführt wird.

Die Quantifizierung, Bewertung und Diskussion der bei den Begehungen beobachteten Expositionsszenarien in Bezug auf die betroffenen Personengruppen erfolgt in Kapitel 4.

## 4 Begehungen

Um den Umgang mit Antifoulingmitteln und die damit verbundene Exposition zu dokumentieren, wurden Besichtigungen der Beschichtungsarbeiten durchgeführt.

Werften wurden telefonisch oder per Anschreiben kontaktiert und um Begehungstermine gebeten. Einige Werften lehnten eine Zusammenarbeit ausdrücklich ab.

Bei den kleineren Werften (Ein- bis Zwei-Mann-Betriebe) im Binnenyachtbereich stellte die Zeitplanung ein großes Problem dar. In dieser Sparte fallen Antifoulinganstriche fast ausschließlich im Frühjahr an und die Zeitplanung für die Arbeiten an den Booten erfolgt sehr spontan, sodass Terminvereinbarungen mit den Bootsbauern fast unmöglich waren. Einige Werftinhaber sagten zu, sich kurzfristig vor den Anstricharbeiten telefonisch zu melden, jedoch ging auch dies in den Arbeitsabläufen unter, sodass am Ende nur eine kleine Bootswerft besichtigt werden konnte.

Auch bei der Terminabsprache mit den kooperationsbereiten Großwerften war eine langfristige Zeitplanung nicht möglich. In der Regel führen externe Beschichtungsfirmen die Anstricharbeiten auf großen Werften durch. Dabei hat die Beschichtung des Unterwasserschiffs jedoch nur einen geringen Anteil an den gesamten Anstricharbeiten und wird bei Bedarf sehr kurzfristig terminiert. Insgesamt konnten drei große Werften für die marine Schifffahrt für eine Kooperation gewonnen werden.

Es wurden somit insgesamt vier Begehungen durchgeführt:

- Am 15.12.2006 auf einer Reparaturwerft für Frachtschiffe
- Am 29.01.2007 auf einer Neubauwerft 1
- Am 21.03.2007 auf einer Bootswerft für Binnenschiffe (Segelboote)
- Am 20.04.2007 auf einer Neubauwerft 2

Die besichtigten Arbeitsabläufe lassen sich in drei Phasen einteilen:

- Vorbereitung der Farbe und der Geräte
- Auftrag der Farbe
- Reinigung der Utensilien und Entsorgung

Innerhalb dieser Phasen unterschieden sich die Tätigkeiten je nach Auftragsart und –ort und der verwendeten Farbmenge. Daher wurden diese Phasen – wie im Bereich der Expositionsbetrachtung üblich – weiter in Szenarien unterteilt.

Bei den Begehungen konnten die Szenarien

- Mixing and loading
- Painting
- Brushing
- Spraying
- Cleaning of Spraying Equipment
- Disposal

beobachtet werden.

Dabei beziehen sich die Szenarien „Painting“, „Brushing“ und „Spraying“ ausschließlich auf den Farbauftrag.

Die vorbereitenden Arbeitsschritte fallen unter „mixing and loading“, die Abschlussarbeiten unter „Cleaning“ und „Disposal“.

Die Ausübung der einzelnen Szenarien ist wiederum mit verschiedenen Tätigkeiten verbunden (z. B. dem Öffnen, Umfüllen, Umrühren beim mixing and loading), die ihrerseits mit charakteristischen Expositionen verbunden sind.

Mögliche Tätigkeiten bei der Ausübung eines jeweiligen Szenarios sind in den TNsG Human Exposure Teil 2 aufgeführt.

Eine ähnliche Zuordnung der Szenarien in sogenannte Dermal-Exposure-Units (DEO-units) wird auch im Rahmen des RiskOfDerm-Projekts durchgeführt. (AUFFARHT et al., 2003; WARREN, 2006) Dort werden den einzelnen DEO-units Aktivitäten ähnlich den o. g. zugeordnet.

Die einzelnen Szenarien wurden in Datenblättern mit Fotos dokumentiert. Sie sind im Anhang dieses Berichts zu finden. Darüber hinaus wurden in Tabelle 2 bis 4 im Anhang Angaben zur verwendeten Produktmenge, Dauer, Häufigkeit u. a. sowie zur Schutzausrüstung und Kontaminationshöhe vergleichend für die verschiedenen Szenarien zusammengestellt. Dort sind außerdem die Arbeitsschritte mit besonderer Relevanz für die Expositionshöhe angegeben. Diese Informationen sind auch die Basis für die Modellrechnungen in Kapitel 6.

## **4.1 Allgemeine Arbeitsbedingungen**

Örtlichkeiten und Arbeitssituationen unterschieden sich deutlich voneinander.

**Tab. 4.1** Eckdaten der Besichtigung

Werft	Ort der Beschichtung	Schicht/Tageszeit	Arbeitsbedingungen	Personal	Beobachtete Szenarien
Reparaturwerft Frachtschiffe	Außendock	Nachtschicht	Akkord	Externe Firma (Griechen mit guten Deutschkenntnissen) und deren Sub-Unternehmen (Russen mit geringen Deutschkenntnissen)	Mixing and loading Painting Spraying Cleaning of Spraying Equipment Disposal
Neubauwerft 1	Neubauhalle	Nachtschicht	Stressfreie Blockbeschichtung	Externe Firma (Griechen mit guten Deutschkenntnissen bzw. übersetzendem Vorarbeiter)	Mixing and loading Spraying Cleaning of Spraying Equipment
Neubauwerft 2	Beschichtungshalle	Tagschicht	Beschichtungshalle mit Absaugung, Einzelsegmente	Externe Firma (Griechen mit guten Deutschkenntnissen), tlw. Sub-Unternehmer (kaum Deutschkenntnisse der Arbeiter, übersetzender Vorarbeiter)	Mixing and loading Spraying
Bootswerft für Binnenschiffe (Segelboote)	Hof der Werft	Tagsüber (kein Schichtbetrieb)	Eigene Einteilung	Werftinhaber	Mixing and loading Painting Brushing Spraying Cleaning of Spraying Equipment Disposal

Die in der Tabelle genannten Werften und Arbeitsbedingungen werden im Folgenden ausführlicher beschrieben. In den Datenbögen im Anhang werden die expositionsrelevanten Arbeitsbedingungen szenarienbezogen dargestellt.

#### 4.1.1 Neubauwerften

Beim Neubau von Schiffen wird nicht der komplette Schiffsrumpf in einem Arbeitsgang beschichtet. Stattdessen werden die sogenannten Blöcke bzw. ihre Segmente, aus denen das Schiff sukzessive zusammengebaut wird, entweder vor der Montage

oder nach dem Anbau an den Schiffskörper einzeln mit Antifouling-Farbe besprüht. Ein Segment hat eine zu beschichtende Fläche von ca. 400 m<sup>2</sup>.

Antifoulinganstriche wurden im Trockendock oder in Beschichtungshallen durchgeführt, sodass Windschutznetze nicht erforderlich waren. Da besonders hohe Anforderungen an die Gleichmäßigkeit der Beschichtung gestellt werden, wird der Arbeitsbereich im Trockendock mit Planen abgespannt und bei Bedarf beheizt, da erst ab ca. 10 °C optimale Haftbedingungen für die Farbe herrschen. Die Planen werden von einer Gerüstfirma auf- und abgehängt, die – wie die Beschichtungsfirma – ein auf der Werft tätiges Subunternehmen ist. Bei der Beschichtungsfirma sind hauptsächlich Griechen tätig, die über gute Deutschkenntnisse verfügen bzw. denen vom deutsch sprechenden Vorarbeiter übersetzt wird.

In den Beschichtungshallen wird eine konstante Temperatur gewährleistet das Luftvolumen fünfmal pro Stunde mit Hilfe einer automatischen Absauganlage austauscht. Dabei werden Lösungsmittel zurück gewonnen.

Auf den Werften außerhalb der Beschichtungshalle besteht Helmpflicht, und es werden von allen Arbeitern Sicherheitsschuhe getragen. Die Verwendung weiterer Schutzausrüstung ist von den jeweiligen Arbeiten abhängig und wird bei den Szenarien beschrieben.

Da auch während der Nachtschicht regelmäßige Kontrollen zur vorgeschriebenen Anwendung der persönlichen Schutzausrüstung durchgeführt werden und das Nichteinhalten der Vorschriften zur Abmahnung führen kann, werden die Regeln nach Aussage der Verantwortlichen bei Werft und Farbfirma in der Regel streng eingehalten.

Die Pausenräume waren sehr sauber und von den ebenfalls sauberen und geräumigen Umkleieräumen und Duschräumen getrennt. Verschmutzte Arbeitskleidung lag nicht herum. In den Waschräumen hingen Spender für Hautschutzpräparate. Betriebsanweisungen waren sichtbar angebracht, Unterweisungen werden monatlich durchgeführt.

Befragte Mitarbeiter beklagten keine Haut- oder Atemwegsprobleme. Es wird eine größere Belastung in Haltungsschäden bzw. Rücken- und Gelenkschmerzen durch den beengten Arbeitsraum und die extreme Körperhaltung während der Sprüharbeiten gesehen.

#### **4.1.2 Reparaturwerft für Frachtschiffe**

Antifoulinganstriche werden auf der besichtigten Reparaturwerft für Frachtschiffe sowohl tagsüber wie auch nachts aufgebracht, wobei der nächtliche Farbauftrag aus logistischen Gründen bevorzugt wird, da währenddessen keine anderen Arbeiten in der Schiffsnähe ausgeführt werden können. Unter- und Überwasserbereich des Schiffes werden gleichzeitig gestrichen. Zum Besichtigungszeitpunkt waren insgesamt sieben Personen mit Anstricharbeiten beschäftigt.

Das zu beschichtende Schiff lag im Außendock, das an einer Seite mit Windschutznetzen abgehängt war. Während die Farbarbeiten von einem werft-externen Unter-

nehmen und dessen Sub-Unternehmern ausgeführt wurden, gehört das Abspinnen der Windschutznetze zum Aufgabenbereich des Werftpersonals.

Während der besichtigten Nachtschicht wurde der komplette Unterwasserbereich eines Frachters, d.h. eine Fläche von ca. 3 260 m<sup>2</sup> im Akkord beschichtet. Es arbeiteten zwei Sprüher parallel, jeweils auf einer Seite des Schiffes. Gleichzeitig wurden die Grenzbereiche zum Überwasseranstrich von zwei Personen gerollt. Ein bis zwei Personen waren mit dem Mischen der Farbe und dem Beschicken der Pumpen beschäftigt.

Die Arbeiter wechselten sich mit den verschiedenen Tätigkeiten in einem Zwei- bis Drei-Stunden-Takt ab. Es handelte sich sowohl um firmeneigenes Personal sowie um Mitarbeiter einer Leihfirma, die über sehr geringe Deutschkenntnisse verfügten.

Der Pausenraum ist beengt, mit (Antifouling-)Farbe kontaminierte Kleidung hängt an den verbeulten Spinden, sodass beim Vorbeilaufen ein Kontakt kaum zu vermeiden ist. Eine eindeutige Trennung von Inventar zur Zubereitung von Lebensmitteln und kontaminierten Objekten ist nicht gegeben.

Duschen sind vorhanden, werden aber selten benutzt, da die meisten Arbeiter zuhause duschen. Vor Pausenbeginn waschen sich die meisten Personen nicht immer die Hände („nur wenn sie dreckig sind“)

Zum Schutz der Haut wird bei Schichtbeginn Vaseline als „Barrierecreme“ aufgetragen, sonstige Hautpflege wird nach Bedarf und persönlichem Geschmack ausgeführt. Laut Aussage der Mitarbeiter verursachen manche Farben einen Juckreiz im Gesicht, Vollmasken werden aber dennoch beim Antifouling-Auftrag nicht benutzt. Sie werden lediglich bei Beschichtungsarbeiten in Tanks getragen, werden in und auf den Spinden gelagert und sind mit Farbspritzern behaftet.

Laut Aussage des Personals sind die aktuell verwendeten Produkte weniger schädlich/belastend als früher eingesetzte Farben, dennoch leiden einige manchmal unter Schlaflosigkeit und Kopfschmerzen, wenn an mehreren aufeinander folgenden Tagen Antifouling-Farben verarbeitet werden. Im Vergleich träten allerdings heute seltener Atemprobleme beim Sprühen auf als früher, was neben den geänderten Produktinhalten auch auf „Gewöhnung“ zurückgeführt wird. Hautirritationen werden selten festgestellt, lediglich bei nachlässiger Verwendung der Vaseline vor dem Sprühen. Die Arbeitnehmer vermerken einen Gewöhnungseffekt insbesondere gegenüber den Lösungsmitteldämpfen, der sich darin äußert, dass in den ersten Arbeitstagen nach einem Urlaub Reizungen der Augen stärker wahrgenommen werden.

Die Gesundheitsschädlichkeit der verwendeten Produkte ist bekannt, daher wird Wert auf den Auftrag der Vaseline vor den Arbeiten gelegt, und auch nach der Arbeit werden von den meisten Personen Hautpflegemittel verwendet. Trotz dieses Wissens, das durch Schulungen im Abstand von etwa drei Monaten aufgefrischt wird, werden weder Schutzbrillen/Vollmasken noch adäquate Handschuhe getragen, da sie nach Meinung des Personals die Arbeitsabläufe zu sehr behindern.

Der Vorarbeiter der Beschichtungsfirma gab an, Stichproben durchzuführen, um die korrekte Anwendung der vorgeschriebenen Schutzmaßnahmen zu überprüfen und bei Nichteinhalten Verwarnungen auszusprechen. Eine besondere Vorsicht beim Umgang mit den Antifouling-Farben beim Farbauftrag konnte jedoch nicht festgestellt werden.



### 4.1.3 Bootswerft für Binnenschiffe

Die Örtlichkeit der Arbeiten, die Schiffsgröße sowie die Arbeitsabläufe auf der Bootswerft für Binnensegelboote unterscheiden sich stark von denen auf großen Werften.

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Werften werden alle anfallenden Reparaturarbeiten inklusive der Anstriche vom Werfteigentümer selbst durchgeführt.

Es werden kleine Binnen-Segelboote mit einer Länge von durchschnittlich fünf bis zehn Metern gestrichen. Es konnten alle anfallenden Arbeiten über einen Zeitraum von insgesamt ca. 90 Minuten beobachtet werden. Die Arbeiten werden zwischen März und Ende April tagsüber auf dem Hof der Bootswerft ausgeführt. Antifouling-Farbe wurde auf eine Fläche von ca. 20 m<sup>2</sup> aufgetragen, wofür etwa 1,2 l Farbe benötigt wurde.

Die Außentemperatur betrug ca. 10 °C, während des Farbauftrages fiel zeitweise Schneereggen, was die Arbeiten jedoch nicht behinderte. Windschutznetze waren nicht abgespannt, eine Abgrenzung oder Abdeckung des Bodens im Bereich der Farbarbeiten wurde ebenfalls nicht vorgenommen.

Während der Arbeiten wurde normale Straßenkleidung getragen, die am Ende der Woche gewaschen wird. Die verwendeten Nitril-Handschuhe werden am Schichtende mit Nitro-Verdünnung von der groben Farbe befreit und am Ende der Woche – seltener, bei „Bedarf“ früher – entsorgt. Gleiches gilt für den während einiger Arbeitsschritte verwendeten Partikelfilter.

Als Hautschutz wurde vor Aufnahme der Arbeiten eine Öl-Extrakt-Creme aufgetragen. Die Hände werden vor Pausen bzw. nach den schmutzintensiven Arbeiten gewaschen, also nicht zwangsläufig sofort nach dem Auftrag der Antifouling-Farben. Häufig werden nach den Antifouling-Arbeiten noch weitere Anstriche mit anderen Farben an anderen Booten ausgeführt.

Arbeitsbedingte Gesundheitsprobleme bestehen nach Auskunft des Befragten nicht.

## 4.2 Verwendete Produkte

In der nachstehenden Tabelle werden die bei den Begehungen verwendeten Produkte mit ihren Einstufungen aufgelistet. Es sind jeweils biozide Wirkstoffe angegeben sowie die aus den Sicherheitsdatenblättern ermittelten R-Sätze zu den Wirkstoffen. Eindeutig auf dermale bzw. inhalative Exposition gerichtete R-Sätze sind in den entsprechenden Rubriken zu finden, alle anderen sind unter „R-Sätze sonstige“ aufgeführt. Bei letzteren handelt es sich um Gesundheitsgefährdungen durch Verschlucken und schädliche Wirkungen auf die Augen sowie um langfristige Schädigung bei längerer Exposition (R48) und den Verdacht auf Krebs erzeugende Wirkung (R40). Da in diesen Fällen nicht angegeben ist, ob diese Gefährdungen durch dermale oder inhalative Aufnahme erfolgen, wurden sie keiner detaillierten Kategorie zugeordnet.

Tab. 4.2 Produkteigenschaften

Werft	Produkt		Bestandteile (SDB Nr. 2)					
	Name, Einstufung, R-Sätze	Physikochemische Eigenschaften	Stoff	Einstufg. Bestandteile	Bestandteilkonzentrationen	R-Sätze Bestandteile		
						dermal	inhalativ	sonstige
Reparaturwerft Frachtschiffe	Relius Antifouling Ecoship T, N R21, R22, R43, R10, R50, R53	Dichte: 1,700 g/cm <sup>3</sup> Viskosität: thixotrop Löslichkeit: k.A. Dampfdruck: k.A.	Dikupferoxid Chlorothalonil  Diuron	Xn Xn  Xn, N	2,51-10 % 2,51-10 %  1,01-2,5 %	R37  (R48)	R26	R22 R40 R41 R22 R32 R40 R48
Neubauwerft 1	International Intersmooth (BEA 464) Xn, N R10, R20/21/22, R36/38, R50/53	Dichte: 1,601 g/cm <sup>3</sup> Viskosität: k.A. Löslichkeit: k.A. Dampfdruck: 1000 hPa	Kupfer (I)-oxid Pyrithionzink	Xn, N T, N	25-< 50 % 2,5-< 10 %	R38	R23	R22 R22 R41
Neubauwerft 2	Jotun Antifouling Sea-Force 60 T, N R10, R23 R21/22 R43, R50/53	Dichte: 1,7 g/cm <sup>3</sup> Viskosität: k.A. Löslichkeit: nicht wasserlöslich Dampfdruck: k.A.	Dikupferoxid Zineb Bis(1-hydroxy-1h-pyridine-2-thionato-o,s)Kupfer	Xn, N Xi, N T+, Xn, Xi, N	25-50 % 2,5-10 % 1-2,5 %	R43 R38	R37 R26	R22 R41 R22
Bootswerft für Binnenschiffe	International VC17m EP Blue Xn R10, R23/24, R38, R63	Dichte: 1,076 g/cm <sup>3</sup> Viskosität: k.A. Löslichkeit: unmischbar in Wasser Dampfdruck: 1000 hPa	Kupfer	F	10-25 %			R11

In der Seeschifffahrt wurden Farben mit einer im Vergleich zu Wasser hohen Dichte verwendet, wohingegen der Inhaber der Bootswerft eine Farbe mit geringerer Dichte auftrug. Angaben zur Viskosität und zum Dampfdruck liegen nicht für alle verwendeten Produkte vor, anhand der Sichtung der Produkte vor Ort kann davon ausgegangen werden, dass die Eigenschaften der für den marinen Bereich verwendeten Produkte ähnlich sind.

Alle Antifouling-Farben enthalten organische Lösungsmittel, darunter vor allem Xylol, das als hautreizend, hautresorptiv und gesundheitsschädlich beim Einatmen eingestuft ist (R20/21, R38). Die Einstufung von International VC17 m als gesundheitsschädlich ist ausschließlich auf den Bestandteil Xylol und nicht auf ein Biozid zurückzuführen.

Relius Antifouling Ecoship steht im Verdacht Krebs erzeugend zu wirken (Kategorie 3), was auf die biozid wirksamen Bestandteile Chlorothalonil und Diuron zurückzuführen ist. Die Einstufung von Jotun Antifouling SeaForce 60 als giftig geht ebenfalls auf eine biozid wirksame Substanz zurück.

### 4.3 Szenarien

Während der Begehungen wurden die bereits beschriebenen Tätigkeiten beobachtet und einzeln in den im Anhang beigefügten Datenbögen dokumentiert und die Eckpunkte in den Tabellen 2 bis 4 im Anhang zusammengestellt.

In den folgenden Unterkapiteln werden besonders expositionsrelevante Aspekte dargestellt und ähnliche Szenarien auf verschiedenen Werften miteinander verglichen.

Die Beschreibung wird in die Kategorien

- 1) Neubauwerft
- 2) Reparaturwerft
- 3) Bootswerft für Binnenschiffe

unterteilt.

Sofern nicht ausdrücklich dargelegt, wird die **potenzielle Exposition**, d.h. der Kontakt bekleideter Körperteile (Overall, Handschuhe, Sicherheitsschuhe, Kapuze) bzw. des von der Atemschutzmaske bedeckten Gesichts mit der Antifouling-Farbe beschrieben.

#### 4.3.1 Mischen und Beschicken (mixing and loading)

##### Neubauwerften

Auf den Neubauwerften für Marineschiffe wurde jeweils das Szenario Mischen und Beschicken besichtigt. Dabei handelte es sich um das Beschicken einer Pumpe für ein Hochdruck-Airless-Sprühgerät. Die Arbeitsschritte bestanden aus dem Öffnen eines neuen Gebindes und Umrühren der Farbe mit einem elektrischen Rührstab. Der Ansaugschlauch der Pumpe wurde entweder in das neue Gebinde umgesetzt, oder die umgerührte Farbe wurde in einen Ansatzbehälter umgefüllt. In letzterem Fall musste der Ansaugschlauch nicht bewegt werden. Es wurde mit 20 bis 25 Liter fassenden Gebinden umgegangen, deren gesamter Inhalt umgerührt wurde. Alle Arbeitsschritte wurden von einer Person ausgeführt.

Beim Umrühren schwappte manchmal Farbe über, die dann die Schienbeine und Füße kontaminierte. Während des Umfüllens berührten die Hände die mit Farbe verschmutzte Außenseite der Eimer und einzelne Farbspritzer trafen auf Vorderbeine

und Füße, weiterhin kamen die Beine manchmal mit dem Rührstab oder dem Ansaugschlauch in Berührung.

Farbe, die von der Außenseite der Gebinde auf die Hände gelangte, kontaminierte danach den Griff des Rührstabs.

Das Umsetzen des Rührstabs bzw. des Ansaugschlauchs stellte den Arbeitsschritt mit der höchsten Exposition dar.

Zertifizierte Chemikalienhandschuhe wurden nicht getragen, stattdessen wurden Arbeitshandschuhe aus Leder und Textil verwendet. Bei der Begehung konnte beobachtet werden, dass ein Helfer beim Aufsetzen eines neuen Sprühkopfes auf die optisch saubere Sprühpistole die Handschuhe erst beim Erscheinen des Vorarbeiters anlegte. Weiterhin trugen die Arbeiter Einweg-Anzüge als oberste Kleidungsschicht und verwendeten Vollmasken.

### **Reparaturwerft**

Auch hier wurde das Szenario „mixing and loading“ zur Bereitstellung der Farbe für die Pumpe des Airless-Sprühgerätes ausgeführt.

Der Farbe wurde hier jedoch vor dem Umrühren Verdünner zugesetzt. Danach wurde die Farbe in einen Ansatzbehälter umgefüllt oder der Ansaugschlauch umgesetzt.

Für keinen der Arbeitsschritte wurde besondere Sorgfalt verwendet, die Innenflächen der Handschuhe des betreffenden Arbeiters waren vollständig kontaminiert, die Vorderseite der Beine großflächig mit Farbe bedeckt.

Es wurden Arbeitshandschuhe aus Leder und Textil verwendet. Über dem Arbeitsanzug („Blaumann“) wurde nur private wärmende Kleidung getragen; Einweg-Schutzanzüge wurden nicht verwendet. Außerdem wurde kein Atemschutz getragen, obwohl die Arbeiten am Rand der Sprühnebelzone durchgeführt wurden. Gesicht und Kopf waren daher unbedeckt und somit direkt gegenüber dem Biozid im Sprühnebel exponiert.

Die für das Mischen und Beschicken zuständigen Person war auch für die Führung der Sprühschläuche zuständig, was eine wechselseitige Übertragung von Farbe (der Handschuhe auf die Schläuche und umgekehrt) zur Folge hatte.

### **Bootswerft für Binnenschiffe**

Das Mischen der Farbe und das Umfüllen in die Farbwanne bzw. in das Sprühgerät fanden in der Werkstatt statt, in der zeitgleich eine Aushilfe mit anderen Arbeiten beschäftigt war.

Zunächst musste das biozid wirksame Kupferpulver, das der Farbe gesondert beilag, in die Farbdose umgeschüttet werden. Dies war das einzige beobachtete Szenario, in dem mit pulverförmigen Substanzen umgegangen wurde. Die Staubbildung beim Umfüllen war auch der Arbeitsschritt mit der höchsten inhalativen Exposition gegenüber einer biozid wirksamen Substanz in diesem Szenario. Bei allen anderen be-

schriebenen Szenarien mit Ausnahme des Sprühens ist eine inhalative Exposition in erster Linie durch die organischen Lösungsmittel gegeben.

Das umgeschüttete Kupferpulver wurde dann mit Hilfe eines elektrischen Handrührgerätes mit der Farbe verrührt. Dieses Szenario wird während der Beschichtungssaison etwa zweimal täglich ausgeführt.

Ein Teil der auf diese Weise vorbereiteten Farbe wurde in eine Farbwanne umgefüllt. Dieser Vorgang dauerte ein bis zwei Minuten, und es wurden zwei Füllungen benötigt. Der Rest der Farbe wurde zunächst beiseite gestellt und später in das Reservoir des Sprühgerätes umgefüllt. Dabei wurde die Farbe vor und nach dem Verkippfen jeweils noch einmal umgerührt.

Unabhängig davon, in welches Gefäß die vorbereitete Farbe umgefüllt wurde, lief beim Abstellen der Farbdose Antifouling-Farbe an den Außenseiten herab. Beim Verkippfen in den Behälter des Sprühgerätes wurde auch dessen Außenwand kontaminiert. Alle Geräte sowie die Werkbank waren bereits mit getrockneter Farbe verschmutzt, sodass dadurch eine sekundäre Exposition stattfand, insbesondere an den Stellen, an denen die getrocknete Farbe durch frische Farbe angelöst werden konnte. Diese Expositionsart war insbesondere bei der wiederholten Befüllung der Behälter relevant.

Es wurden normale Straßenkleidung und -schuhe getragen. Als Schutzausrüstung wurde ein Partikelfilter angelegt und Handschuhe aus Nitril mit Textil verwendet. Die Handinnenseiten waren am Ende des letzten Umfüllvorgangs flächig mit Farbe kontaminiert.

In der nachstehenden Tabelle sind die aus allen Begehungen ermittelten Teilarbeitsschritte mit besonders hoher Exposition zusammengestellt.

### Expositionsübersicht

Bei dem Szenario „Mischen und Beschicken“ spielt die Sorgfalt des Ausführenden die größte Rolle für die tatsächliche Expositionshöhe.

In der nachstehenden Tabelle wird die Exposition für die einzelnen Arbeitsschritte zusammenfassend dargestellt.

**Tab. 4.3** Exposition Mischen und Beschicken

Arbeitsschritt	Besonders exponierter Körperteil	Expositionshöhe
Umschütten der Farbe in den Ansatzbehälter	Hände	stark
Umrühren	Vorderseite der Beine	mäßig bis stark
Umsetzen von Schlauch und Rührstab	Vorderseite der Beine Hände	variabel variabel
Anmischen der Farbe mit Feststoff	inhalative Exposition gegenüber Stäuben	mäßig bis stark

### **4.3.2 Rollen (rolling for surface coating)**

Auf der Reparaturwerft für Frachtschiffe und der kleinen Bootswerft wurden die Grenzbereiche zum Überwasseranstrich mit Hilfe einer Rolle gestrichen. Auf den Neubauwerften hingegen können diese Bereiche mit den verwendeten Sprühpistolen sauberer abgegrenzt werden (oder es wird die Überwasserfarbe an der Farbgränze gerollt). Daher findet das Szenario „Rollen“ dort nicht statt.

#### **Reparaturwerft**

Vor dem Streichen wurde zunächst die Grenze zum Überwasseranstrich mit Hilfe eines Klebebandes abschnittsweise abgeklebt, d.h. es wurde immer eine kurze Strecke abgeklebt, diese gestrichen, dann das Klebeband sofort abgezogen. Auf diese Weise musste die Hebebühne, von der aus die Arbeiten ausgeführt wurden, nicht mehrmals zu derselben Stelle gefahren werden. Da das Klebeband sofort nach dem Rollen der entsprechenden Strecke entfernt wurde, fand bei diesem Arbeitsschritt immer Handkontakt mit frischer Farbe auf dem Klebeband statt. Manchmal wurde das Klebeband von der Person auf der Hebebühne teilweise abgezogen und von einem Kollegen, der auf dem Dockboden stand, vollständig entfernt. In diesem Fall kam eine zweite Person mit frischer Farbe auf dem Klebeband in Kontakt. Beide Personen trugen während der gesamten Rollarbeiten inklusive der Vor- und Nachbereitungsphasen normale Arbeitshandschuhe.

Für die Rollarbeiten wurde die Farbrolle direkt in das Liefergebilde (Eimer) eingetaucht, leicht am Eimer abgeklopft, und die Farbe wurde auf die entsprechende Fläche gerollt. Dabei war das Werkzeug in Höhe des Gesichts oder über Kopf ausgerichtet. Bei diesen Arbeitsschritten tropfte Farbe am Rand des Eimers auf das Gelände der Hebebühne hinab. Durch Farbspritzer und -kleckse wurden insbesondere der Vorderkörper und die Vorderseiten der Beine sowie die Füße kontaminiert. Bei den Arbeiten über Kopf war auch das komplett ungeschützte Gesicht gegenüber Farbspritzern exponiert.

Außerdem konnte beobachtet werden, dass extreme Farbüberschüsse von der Rolle auf den Dockboden gespritzt und auch Deckel neuer, auf der Hebebühne geöffneter Farbeimer auf den Boden geworfen wurden. Auch wenn darauf geachtet wurde, dass bei diesen Aktionen keine Person vom Deckel oder der Farbe getroffen werden konnte, so ist dies prinzipiell nicht auszuschließen und muss als leichtfertiger Umgang mit den Gefahren bezeichnet werden. Während einer Schicht dauert das Rollen der Grenzflächen ca. ein bis zwei Stunden.

#### **Bootswerft für Binnenschiffe**

Bei der kleinen Werft wurde vor Beginn aller Antifouling-Arbeiten das gesamte Boot rundum abgeklebt und das Klebeband nach Abschluss der Antifouling-Arbeiten wieder entfernt. Beim Abziehen des Klebebandes war die Farbe bereits getrocknet, sodass dabei keine Exposition gegenüber feuchter Farbe stattfand.

Zum Auftrag der Farbe wurde die Rolle in eine befüllte Farbwanne getaucht und auf dem dafür vorgesehenen Teil der Farbwanne abgerollt. Anschließend wurde die Farbe auf die entsprechenden Bootsflächen gerollt. Die Arbeiten wurden in Brusthöhe ausgeführt und über einen Zeitraum von fünf bis zehn Minuten mehrmals wiederholt. Darüber hinaus wurde als weiteres Szenario das Rollen von Farbresten auf den Schiffsrumpf beobachtet. Dabei wurden kleinere Mengen Farbe auf den bereits besprühten Schiffsrumpf gerollt, um auf materialschonende Weise einige Stellen nachzubessern. Die Arbeitsschritte an sich waren identisch, jedoch wurde die Rolle wesentlich schneller abgerollt, was eine größere Menge an Spritzern zur Folge haben kann. Auch hier waren der Vorderkörper und die vordere Beinseite exponiert. Der Bootsbauer trug einen Partikelfilter und während Teilen des Szenarios eine Baseball-Kappe (zum Schutz vor Regen) und wurde aufgrund der Ausrichtung des Werkzeugs weniger durch mögliche Farbspritzer im Gesicht belastet. Er trug Straßenkleidung und Gummihandschuhe, die jedoch nicht CE 374-zertifiziert waren.

## Expositionsübersicht

Unabhängig von der Größe der Werften war die höchste Exposition durch Handkontakt mit kontaminierten Oberflächen (Gebinden, Farbwannen, Rollenstiel, Hebebühnengeländer) verursacht.

In der nachstehenden Tabelle sind die aus den Begehungen ermittelten Teilarbeitsschritte mit besonders hoher dermalen Exposition zusammengestellt und die Expositionshöhe der besonders stark betroffenen Körperstellen angegeben.

**Tab. 4.4** Exposition Rollen

Arbeitsschritt	Besonders exponierter Körperteil	Expositionshöhe
Alle: Berührung mit kontaminierten Utensilien Rollen	Hände	stark
	Oberkörper	mäßig
	Vorderseite der Beine	mäßig
	Füße	mäßig
	Gesicht	gering

### 4.3.3 Pinseln (brushing for surface coating)

Der Auftrag von Antifouling-Farbe mit Hilfe eines Pinsels konnte nur auf der kleinen Bootswerft beobachtet werden. Auf den großen Schiffswerften findet dieses Szenario generell nicht statt.

#### Bootswerft für Binnenschiffe

Bei diesem Szenario wurde der Pinsel direkt in den Farbtopf getaucht, am Rand abgestreift und kleinere Ecken im Ansatzbereich des Kiels gestrichen, die mit der Rolle schlecht erreichbar waren und sich zu nahe an der Grenze zur Überwasserfarbe be-

fanden, um gesprüht werden zu können. Die Arbeiten fanden in Brust- bis Gesichtshöhe statt und dauerten maximal fünf Minuten pro Tag/Schicht. Eine Exposition ist durch Handkontakt mit der durch herab laufende Farbe kontaminierten Dose und dem Pinselstiel möglich. Darüber hinaus besteht Kontaktmöglichkeit der Körpervorderseite, der Vorderseite der Beine und des Gesichts mit Farbspritzern.

#### **4.3.4 Sprühen (spraying for surface coating)**

Auf den großen Werften wurde die Farbe mit Airless-Sprühgeräten bei einem Ausgangsdruck von ca. 350 bar aufgetragen. Bei beiden Neubauwerften wurden am Besichtigungstag ca. 400 m<sup>2</sup> Fläche von jeweils einer Person gesprüht, wofür zwischen 200 und 250 Liter Farbe benötigt wurden. Auf der Reparaturwerft wurden von zwei Sprühern insgesamt ca. 1 200 l Farbe auf ca. 3 000 m<sup>2</sup> Schiffsfläche gesprüht.

#### **Neubauwerften**

Die Beschichtung auf den Neubauwerften wurde mit Hilfe von Sprühpistolen ausgeführt, womit die Farbe in geringem Abstand zur Schiffs(-bauteil)oberfläche gesprüht wird. Je nach Haltungswinkel der Pistole zum Körper waren Kopf und Schultern oder der Vorderkörper besonders von der Sprühnebel-Deposition betroffen.

Sowohl der Sprüher als auch die mit dem Mischen und Beschicken der Pumpe beschäftigten Helfer trugen Vollmasken mit Gas-Partikel-Filter und Einweg-Overalls. Teilweise trug der Sprüher darüber noch einen weiteren Anzug aus Textil, der mehrfach verwendet wurde.

Das Sprühen fand entweder im abgehängten Wasserbereich des Trockendocks oder in einer Beschichtungshalle mit automatischer Absaugung statt. Besonders im abgehängten Trockendock mit sehr geringer Luftwechselzahl war eine hohe Aerosolkonzentration in der Luft festzustellen. Im Blitzlicht einer Kamera wurde die Reichweite und Verteilung des Overspray auch in größerer Entfernung zum Sprüher offensichtlich (s. Datenblatt Spraying Nr. 2 im Anhang). Demzufolge ist die potenzielle inhalative Exposition sehr hoch einzustufen. Partikel können auch auf der Körperrückseite sedimentieren.

Die Pumpe stand in der Beschichtungshalle außerhalb des Einflussbereichs des Sprühnebels.

Trotz des fünffachen Luftwechsels pro Stunde in der besuchten Beschichtungshalle konnte nach Beginn der Sprühtätigkeiten eine erhöhte Lösungsmittelkonzentration in der Luft wahrgenommen werden. Der Helfer stand außerhalb des Sprühnebels und war zwar nicht dem Aerosol, wohl aber den Lösungsmitteldämpfen ausgesetzt.

Bei den Beschichtungsarbeiten im Trockendock befand sich die Pumpe im Landbereich oberhalb des Dockkastens.

Auf diese Weise wird die Belastung der Helfer durch Sprühnebel völlig ausgeschlossen. Dies war die beste besichtigte Lösung zur Minimierung der Exposition des Farbmischers



## Reparaturwert

Für die Reparatur des Frachtschiffes wurden ca. einen Meter lange Sprühlanzen verwendet, sodass von der Position des Arbeiters aus eine größere Fläche erreicht werden konnte. Folglich ist der Farbauftrag mit dieser Methode ungleichmäßiger als mit einer Pistole. Der breite Sprühkegel wird außerdem im Außendock stärker verweht und führt somit zur Aerosolbelastung eines größeren Bereichs und weiterer Personen. Auf der anderen Seite ist mit dieser Methode die Beschichtung einer großen Fläche in kurzer Zeit möglich. Zwei Mitarbeiter besprühten den Schiffsboden, indem sie hintereinander rückwärts unter dem Schiff entlang gingen und dabei über Kopf sprühten. Durch leichte Verwirbelung kontaminierten sie sich dabei gegenseitig mit Aerosol.

Die durch das Sprühen erzeugten Aerosole stellen bei diesem Szenario die Hauptexposition dar. Je nach Ausrichtung des Sprühgerätes sind die Körperteile unterschiedlich stark betroffen. Arbeiten über Kopf mit einer Sprühpistole führten zu einer Konzentration der dermalen Belastung auf Kopf, Gesicht und Schultern, beim Besprühen auf Brusthöhe verschiebt sich die Aerosolsedimentation in Richtung Vorderseite des Körpers und Beine. Die Verwendung einer Sprühlanze führte zu einer gleichmäßigeren Deposition auf den gesamten Vorderkörper.

Auf der Reparaturwerft wurde über einem Baumwoll-Arbeitsanzug private Winterkleidung mehrere Wochen lang getragen. Statt der zur Verfügung stehenden Vollmasken wurden Halbmasken bzw. von einem Beschäftigten nur ein Staubfilter verwendet, und es wurden keine Schutzbrillen getragen.

## Bootswerft für Binnenschiffe

Der Sprühvorgang auf der Bootswerft ist mit den oben genannten praktisch nicht vergleichbar. Es wurde gemäß den Angaben im technischen Datenblatt der Farbe ein elektrisches Haushaltssprühgerät – kein Airless-Sprühgerät – verwendet. Die beschichtete Fläche betrug ca. 20 m<sup>2</sup>, die Arbeitszeit für dieses Szenario nur 20 Minuten. Lösungsmittelgeruch war einige Schritte vom Schiff entfernt kaum mehr wahrnehmbar. Als Atemschutz wurde nur ein Partikelfilter verwendet.

Der überwiegende Teil der Exposition war durch sekundären Kontakt mit der Antifouling-Farbe verursacht. Die Handinnenflächen wurden mit Farbe kontaminiert, die beim Umfüllen am Sprühgerät herab gelaufen war. Das gesamte Sprühgerät war mit getrockneter Farbe überzogen. Da eine Schiffsseite in kniender Haltung gestrichen wurde, wurden die Schienbeine mit Farbe kontaminiert, die zuvor beim Rollen auf den Boden getropft war. Über die Straßenkleidung hinaus wurden lediglich Handschuhe aus Gummi und Textil ohne CE 374-Zertifizierung getragen.

In der nachstehenden Tabelle sind die aus allen Begehungen ermittelten Teilarbeitschritte mit besonders hoher Exposition zusammengestellt und die Expositionshöhe der besonders stark betroffenen Körperstellen angegeben

## Expositionsübersicht

Räumliche Enge und die Nähe des Sprüher zum Objekt waren bei den beobachteten Szenarien die besonders expositionsrelevanten Faktoren sowohl in Bezug auf die Deposition von Partikeln als auch im Hinblick auf die inhalative Belastung.

Diese war im abgespannten und unbelüfteten Wasserbereich des Trockendocks in der Neubauwerft am höchsten.

Bei allen Szenarien fand darüber hinaus eine Exposition der Handflächen durch Kontakt mit den flächig durch Aerosol kontaminierten Sprühlanzen- bzw. Sprühpistolen-griffen und den ebenfalls mit Sprühnebel behafteten Bedienelementen der automatischen Hebewagen statt. Außerdem wurde die Vorderseite des Körpers durch das Anlehnen an das kontaminierte Hebewagengeländer verschmutzt.

**Tab. 4.5** Exposition Sprühen

Arbeitsschritt/Kontakt	Besonders exponierter Körperteil	Expositionshöhe
Berührung mit kontaminierten Utensilien Sprühen	Hände	stark
	Inhalativ (Aerosol + LSM)	stark
	Oberkörper	stark
	Kopf und Schultern	stark
	Vorderseite der Beine	stark
	Hände	stark
	Füße	mäßig
	Rücken	mäßig

### 4.3.5 Reinigung der Geräte (equipment cleaning)

Dieses Szenario konnte auf allen Werfttypen beobachtet werden.

#### Neubauwerft

Zum Spülen der Pumpe wurden Ansaugschlauch und der Kopf der Sprühpistole in einen Eimer mit Verdünner gestellt und das Lösungsmittel mit hohem Druck durch die Schläuche gepumpt. Das Szenario wird vor und nach den Sprühtätigkeiten durchgeführt. Das Spülen vor den Sprüharbeiten dient dazu, eventuell doch noch vorhandene Farbreste aus den Schläuchen zu entfernen. Da die Sprühköpfe nach Gebrauch entsorgt werden, werden sie nicht gereinigt.

Da auf der Neubauwerft die Arbeiten schon vor Beginn des Sprühens beobachtet wurden, konnte festgestellt werden, dass die äußeren Flächen des Gerätes optisch sauber waren. Es bestanden Kontaktmöglichkeiten mit verdünnter Farbe, die durch den Spülvorgang in den Lösemittelimer und somit auch an den Ansaugschlauch und den Schlauch zur Sprühpistole gelangten. Beim Einstellen des Durchflussdrucks schwappte das Lösungsmittel geringfügig über, wodurch einige Spritzer an die Vor-

derseite der Beine und auf die Füße gelangten und die Außenseite des Lösungsmittelbehälters mit verdünnter Farbe kontaminiert wurde.

Da das Szenario Mischen und Beschicken des Sprühgerätes für den Sprühvorgang direkt anschloss, waren sekundäre Kontaminationen mit der verdünnten Farbe erst in diesem Szenario relevant.

### **Reparaturwerft**

Grundsätzlich erfolgt das Spülen der Schläuche auf der in gleicher Weise wie auf der Neubauwerft. Allerdings wird hier auch der Sprühkopf gereinigt. Für die Reinigung der Schläuche wurde er zunächst von der Sprühlanze abgeschraubt, um die Pumpe mit höherem Druck betreiben zu können. Nach Abschluss der Spülung wurde er wieder aufgeschraubt und die Pumpe mit etwas niedrigerem Druck betrieben. Anschließend wurden die Geräte weggeräumt und das Lösungsmittel mit den Farbresten entsorgt.

Bei den Arbeiten auf der Reparaturwerft kamen insbesondere die Hände und die Vorderseiten der Beine mit der an der Sprühlanze und am Ansaugschlauch haftenden Farbe in Kontakt. Außerdem wurden die Hände beim Ab- und Aufschrauben des Sprühkopfes stark mit Farbe kontaminiert. Bei der Vorführung des Szenarios wurden keine Handschuhe getragen, was allerdings nach Aussage des Arbeiters eine Ausnahme war. Im Normalfall würden die während aller anderen Arbeiten verwendeten Arbeitshandschuhe getragen. Der Arbeiter war aus seiner bereits angetretenen Pause noch einmal ins Dock zurückgekommen, um die Reinigung wie versprochen zu demonstrieren und hatte seine Handschuhe im Pausenraum liegen lassen. Dies belegt die bereits in anderen Szenarien beobachtete nachlässige Einstellung zur Bedeutung von persönlicher Schutzausrüstung. Durch unkonzentriert vorgenommene Justierung des Pumpendruckes spritzte ein großer Teil des Lösungsmittels mit Farbresten aus dem Eimer hoch und kontaminierte die Beine des Arbeiters flächig. Die Füße waren ebenfalls betroffen. Nach Aussage des Vorführenden passiert dies in der Regel nicht.

### **Bootswerft für Binnenschiffe**

Auf der Bootswerft dauerte dieses Szenario nur ca. eine bis zwei Minuten, in denen der Sprühaufsatz vom Reservoir abgeschraubt und in einen Behälter mit Lösungsmittel gestellt wurde, worin das Gerät bis zum nächsten Gebrauch auch aufbewahrt wird. Durch Knopfdruck wurde das Lösungsmittel durch das Sprühgerät gespült.

Dabei wurden insbesondere die Hände mit am Gerät anhaftender Farbe, aber auch die Körpervorderseite durch Farbspritzer bei der Entnahme des Sprühaufsatzes aus dem Farbbehälter kontaminiert.

### **Expositionsübersicht**

Als Fazit aus den Begehungen lässt sich die Exposition bei diesem Szenario folgendermaßen zusammenfassen.

**Tab. 4.6** Exposition Reinigung Sprühgerät

Arbeitsschritt/Kontakt	Besonders exponierter Körperteil	Expositionshöhe
Berührung mit kontaminierten Utensilien	Hände	Stark
Betätigung der Pumpe zum Durchspülen	Inhalativ	mäßig (gegenüber LSM)
	Vorderseite der Beine	mäßig
	Füße	mäßig

Die Belastung von Beinen und Füßen hängt hier stark von der Aufmerksamkeit des Ausführenden ab, da sie durch Hochspritzen des Lösungsmittels und gelöster Farbe bei der Einstellung eines zu hohen Durchflussdrucks verursacht wird.

#### 4.3.6 Entsorgung (disposal)

Dieses Szenario wurde auf der Reparaturwerft und der Bootswerft beobachtet.

##### Reparaturwerft

Auf der Reparaturwerft wurden im Lauf der Schicht die leeren Gebinde mit dem Fuß eingedellt und zusammen mit den Deckeln ineinander gestapelt und mit Hilfe einer Sackkarre zu einer zentralen Sammelstelle gefahren. Damit war eine starke Kontamination der Hände verbunden, die mit bereits durch vorangegangene Arbeiten kontaminierten Arbeitshandschuhen bekleidet waren.

##### Bootswerft für Binnenschiffe

Unter das Szenario „Entsorgung“ wurde auf der Bootswerft auch noch die Restentleerung von Behältern gezählt. Dazu wurden Farbreste aus der Farbwanne, dem Reservoir des Sprühgerätes und fast leerer Dosen in eine Farbdose zusammengeschüttet. Letzte Reste wurden mit der Rolle aus den Gefäßen gekratzt und teilweise auf dem Boot verstrichen. Die leeren Dosen wurden dann in den bereitstehenden Müllsack entsorgt, der später dem Sondermüll zugeführt wird. Dauer und Arbeitsschritte variieren in Abhängigkeit von den vorhandenen Resten stark.

Sie gehen mit einer starken dermalen Belastung der Hände durch Kontakt mit verschmutzten Gebinden und Geräten einher. Es wurden Handschuhe (Eigenschaften s. o.) und ein Partikelfilter zum Schutz vor Farbspritzern getragen, die auch den Vorderkörper erreichten.

## Expositionsübersicht

Zusammengefasst stellt sich die Exposition bei diesem Szenario wie folgt dar.

**Tab. 4.7** Exposition Entsorgung

Arbeitsschritt/Kontakt	Besonders exponierter Körperteil	Expositionshöhe
Wegstellen von leeren Gebinden	Hände	stark
Restentleerung von Gebinden/Umfüllen	Hände	stark
	Oberkörper	gering

## 4.4 Fazit aus den Begehungen

Aus den Begehungen lassen sich einige generelle Feststellungen ableiten. Die allgemeinen Erkenntnisse bestätigen dabei die Informationen aus den beantworteten Fragebögen und den Gesprächen, die im Vorfeld mit Leitern der Arbeitsschutz- oder Beschichtungsabteilungen von Werften und Korrosionsschutzfirmen geführt wurden.

- Mit den Anforderungen an die Qualität des Anstrichs steigen auch die Anforderungen an die Arbeitsweise. Dies hat auch unmittelbare Auswirkungen auf die Einhaltung von Schutzmaßnahmen.
- Je weiter die Arbeiten an Unterauftragnehmer vergeben werden, desto geringer ausgebildet ist das Personal und desto weniger wird von den Arbeitnehmern auf die Verwendung persönlicher Schutzausrüstung geachtet.
- Akkordarbeit und Zeitdruck führen zur Nicht-Einhaltung von Schutzmaßnahmen, wenn diese die Arbeiten nach dem subjektiven Empfinden der Beschäftigten behindern.
- Die Verwendung persönlicher Schutzausrüstung wird dort weisungsgemäß ausgeführt, wo kontrolliert wird bzw. der Arbeitnehmer jederzeit eine Kontrolle erwarten muss und die Nichteinhaltung der Auflagen sanktioniert wird.
- Wenn keine Vollmasken getragen wurden, wurde auch auf Augenschutz verzichtet; dies gilt auch für Sprüharbeiten.
- Auch bei guter Organisation und Einhaltung der Schutzmaßnahmen laut Sicherheitsdatenblatt und Betriebsanweisung wurden in keinem Fall Chemikalienhandschuhe nach EN 374 getragen.
- Arbeitshandschuhe wurden immer getragen.
- Beim Sprühen werden große Körperflächen gleichmäßig mit feinem Sprühnebel belastet, der schnell trocknet.
- Besonders hohe dermale Expositionen sind beim Szenario „mixing and loading“ festzustellen. Die betroffenen Körperstellen sind mindestens durch einfache Arbeitskleidung bedeckt werden weniger großflächig kontaminiert als beim Sprühen, auf die kleinere Fläche trifft aber eine große Farbmenge, die langsam trocknet.
- Hände werden bei allen Szenarien besonders durch Kontakte mit beschmutztem Gerät kontaminiert.

- Die Sorgfalt der jeweiligen Person beim Umgang mit der Farbe stellt den wichtigsten Faktor für die Expositionshöhe dar. Diese Sorgfalt nimmt mit zunehmendem Zeitdruck ab.

## 5 Modelle zur Expositionsabschätzung

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden im Rahmen dieses Vorhabens exemplarisch für jeweils ein Szenario Mischen und Beschicken (mixing and loading), Sprühen mit Airless-Sprühgerät (spraying) und Rollen (rolling) Expositionsrechnungen durchgeführt.

Folgende Modelle und Programme wurden hinsichtlich ihrer Eignung zur Expositionsermittlung bei der Anwendung von Antifouling-Farben untersucht.

- TNsG-Modelle für professionelle und nicht-professionelle Anwender
- Modelle aus ACP1 257/98 für nicht-professionelle Anwender
- EUROPOEM (<http://europoem.csl.gov.uk/>)
- SPRAYEXPO (KOCH et al., 2004)
- CONSEXPO (DELMAR et al., 2005)
- Excel-Sheet mit Modellrechnungen anhand von DEO-units aus dem RiskOfDerm-Projekt (AUFFARHT et al., 2003; WARREN et al., 2006)
- Standardwerte für verschiedene Szenarien, die im Rahmen des RiskOfDerm Projektes ermittelt wurden (MARQUART et al., 2006)
- Zahlen aus weiteren Literaturquellen

Zur Ermittlung der Anwendbarkeit wurden folgende Kriterien angesetzt:

- Behandelt mindestens eins der beobachteten Szenarien
- Vergleichbare Techniken/Arbeitsschritte werden angewendet/durchgeführt
- Vergleichbare Produktmengen werden verwendet
- Es Anhaltspunkte aus den begleitenden Veröffentlichungen zur Übertragbarkeit, wenn sich das Modell nicht explizit auf den Umgang mit Antifouling-Farben bezieht.

Aufgrund der besonderen Randbedingungen beim Auftrag von Antifouling-Farben (gekrümmte große Flächen, beengte Arbeitsplätze, Arbeiten tlw. über Kopf beim Rollen; Airless-Sprühen gekrümmter Flächen von Hebebühnen aus; Umfüllen großer Mengen) sind Modelle, die sich auf den Umgang mit Bioziden anderer Produktarten beziehen kaum übertragbar (siehe z. B. GARROD et al., 2000/2001; RAJAN-SITH et al., 2004). Für andere Modelle (SPRAYEXPO, CONSEXPO) werden Detailangaben gefordert, die im Rahmen der Begehungen nicht erhoben wurden.

In der folgenden Tabelle ist die Anwendbarkeit der Modelle auf den Umgang mit Antifouling-Farben dargestellt.

**Tab. 5.1** Geprüfte Modelle

Modell/Literaturstelle	Mischen und Beschicken Airless-Pumpe	Sprühen	Umfüllen/ Mischen für Rollen/Pinseln	Rollen/ Pinseln	Reinigung von Uten- silien
TNsG-Modelle	x	x	x	x	(x)
ACP1 257/98	x			x	
EUROPOEM	x				
SPRAYEXPO					
KOCH et al. (2004)		x			
CONSEXPO					
LINGK et al. (2006)					
Excel-Sheet für DEO-units (RiskOfDerm)	x	x	x	x	x
MARQUART et al. (2006)	x	x		x	x
HUGHSON & AITKEN (2004)	x	x			
RAJAN-SITH et al. (2004)	x			x	
GARROD et al. (2000)		x			
GARROD et al. (2001)			x	x	

In Frage kommende Modelle werden in den nachstehenden Unterkapiteln erläutert.

Für die Berechnungen nach den verschiedenen Modellen wurden Excel-Sheets erstellt, die diesem Bericht beiliegen. Mit ihnen können durch Änderungen der Eingabewerte auch andere Szenarien berechnet werden.

Sofern möglich, wurden die Mediane, die 75-Perzentile und die 90- bzw. 95-Perzentile als worst-case-Expositionen ermittelt. Da die Modelle verschiedene Berechnungsergebnisse ausgeben (Geometrisches Mittel, Median, 75-Perzentil/“typisches Szenario“, 90-/95-Perzentil/“worst case scenario“) wurden zum Modellvergleich Angaben mit inhaltlich ähnlicher Aussage zusammengefasst

## 5.1 TNsG Human Exposure Part II

Folgende Modelle der TNsG Human Exposure sind für die Berechnung der Expositionen beim Umgang mit Antifoulingmitteln relevant.

- Mixing and loading, model 6 – loading liquid antifoulant into reservoir for airless spray application (basiert auf HSE 1993/1996).
- Spraying Model 3 – Airless spraying viscous solvent-based liquids at >100 bar pressure, overhead and forwards. Scenario – high-pressure spraying of antifoulants (basiert auf HSE 1993/1996).
- Wirksamkeit Persönlicher Schutzausrüstung und Depositionsmuster: PPE-penetration and deposition (HSE surveys 1991-2000); TNsG Human Exposure Part 2, S. 193; Angaben zur prozentualen Verteilung des Exposition auf

- verschiedene Körperteile. Dieses „Modell“ dient nicht zur Expositionsberechnung, sondern wird zur Diskussion herangezogen.
- Da es bislang keine detaillierten Modelle für den professionellen Anstrich von biozidhaltigen Farben gibt, kann näherungsweise auf das Modell *Consumer product painting, model 4 non-professionals* zurückgegriffen werden. Tätigkeit: Auftrag von Antifouling-Produkten (gebrauchsfertig) auf der Unterseite von kleinen Booten unter Verwendung von Haushaltshandschuhen. Die Daten stammen aus einer Feldstudie. Das Produkt wurde gemischt und entweder mit dem Pinsel direkt aus dem Farbtopf entnommen oder in eine Farbwanne geschüttet und mit Hilfe einer Rolle aufgetragen.
  - Für den Sprühvorgang auf einer Bootswerft kann näherungsweise *Consumer product spraying and dusting, model 3 Non-professionals* zurückgegriffen werden. Tätigkeit: Besprühen von Zäunen mit elektrischem Sprühgerät
  - Für das Entfernen von mit feuchter Antifouling-Farbe behafteten Windschutznetzen könnte näherungsweise das Handling Model 2 – „Installing fish cages using lifting equipment and handling nets damp with sticky product“ als Anhaltspunkt angewandt werden. Dieses Modell findet in diesem Projekt keine weitere Verwendung, da der Abbau von Windschutznetzen nicht besichtigt wurde.

## 5.2 ACP1 (257/98)

Aus folgenden im ACP Bericht „Consumer Exposure to Non Agricultural Pesticide Products“ dargestellten Modellen können für die professionelle Verwendung von Antifouling-Farben Annahmen getroffen werden:

- Report 11: Spraying outdoors – wood preservative onto fence – powered sprayer. Das Modell beinhaltet neben der Applikation auch das Mischen und Beschicken des Airless-Sprühgeräts. Es kann allerdings vermutet werden, dass der Sprühdruck geringer ist als beim Auftrag von Antifouling-Farben. Es bildet jedoch die Farbanwendung im Freien ab, sodass Angaben aus diesem Modell vergleichend für die Interpretation anderer Daten herangezogen werden können.
- Report 12: Painting outdoors – antifoulant onto small leisure craft – brush and roller. Dieser Bericht fasst die Ergebnisse einer Studie des Health and Safety Laboratory zur Exposition beim Anstreichen kleiner Freizeitboote durch Amateure zusammen (HSL 1997/2001/GARROD et al. (2000)). Diese Angaben sind in das TNsG Modell 4 „consumer product paintig“ eingeflossen und werden daher nicht separat betrachtet.



### 5.3 EUROPOEM

Das Modul EUROPOEM wurde für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entwickelt. In der zugrunde liegenden Datenbank werden dermale und inhalative Expositionsmengen in Milligramm aktiver Substanz pro Kilogramm verbrauchter aktiver Substanz für verschiedene Perzentile zur Verfügung gestellt. Die Daten können im Zusammenhang mit der Verwendung von Antifouling-Farben für *mixing and loading* und *handling* zu Vergleichsrechnungen herangezogen werden.

Angaben zur Sprühexposition mit Airless-Sprayern liegen nicht vor (da sie bei Pestiziden keine Verwendung finden). Der Sprühvorgang beim Umgang mit Pflanzenschutzmitteln unterscheidet sich deutlich von dem Sprühscenario auf einer Bootswerft. Obwohl dort mit einem Haushalts-Sprühgerät gearbeitet wurde, weichen die Expositionsbedingungen für den Bootsbauer durch die Nähe der zu besprühenden, massiven Oberfläche deutlich von der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln ab.

### 5.4 Sprayexpo

Das Modell Sprayexpo wurde durch das Fraunhofer Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin im Auftrag der BAuA entwickelt (Forschungsvorhaben F 1702, KOCH et al., 2004).

Es berechnet die dermale und inhalative Dosis des Wirkstoffs, wobei für letztere die einatembare Menge an Sprühnebeltröpfchen, die thoraxgängige Fraktion und schließlich die systemisch wirksame alveolengängige Menge angegeben wird.

Prinzipiell ist das Modell für die Ermittlung der inhalativen und dermalen Exposition für das Versprühen von Antifouling-Farben geeignet.

Die Berechnung erfolgt jedoch nur für Expositionen innerhalb geschlossener Räume. Für das Versprühen von Antifoulants in Außendocks ist es daher ungeeignet.

In der o. g. Veröffentlichung werden Expositionswerte aus Messungen angegeben, die im Rahmen der Modellentwicklung durchgeführt wurden. Es liegen drei Messreihen für den Auftrag von Antifouling-Farben mit Hilfe von Airless-Sprühgeräten im Außenbereich vor. Die Messungen fanden jedoch nicht unter realen Anwendungsbedingungen auf einer Werft, sondern bei einem Hersteller von Sprühgeräten statt. Biozid wirksame Substanz war Dikupferoxid. Für die Messungen der potenziellen Exposition wurde das Gerät mit dem ausgewiesenen Betriebsdruck von 240 bar sowie mit einem unsachgemäß erhöhten Betriebsdruck von bis zu 400 bar betrieben. Die Messergebnisse konnten für die Expositionsrechnungen im Rahmen des vorliegenden Projektes F2136 herangezogen werden.

Für die nachfolgenden beispielhaften Expositionsrechnungen für den Körper wurden die Messergebnisse einer Messreihe für 240 bar für eine sachgemäße Handhabung verwendet (Messreihe A3, Tab. E13 in KOCH et al., 2004). Bei den Besichtigungen wurde zwar mit höheren Sprühdrücken gearbeitet, jedoch waren die verwendeten Sprühgeräte für diese Druckbereiche ausgelegt.

Dabei lassen sich die Angaben zur Exposition in mg bezogen auf 1 kg ausgebrachten Wirkstoff am besten für Vergleiche nutzen. Als Basis für die Abschätzung der inhalativen Exposition wurde der Wert für die einatembare Fraktion derselben Versuchsreihe, gemessen mit einem personengetragenen Dosimeter, ebenfalls bezogen auf 1 kg aktive Substanz herangezogen (vgl. Tab. E9, ebda.).

## 5.5 Dermal Exposure Operation Units aus dem RiskOfDerm-Projekt

Im Rahmen des europäischen RiskOfDerm-Projektes wurden verschiedene expositionsrelevante Arbeitsschritte in unterschiedlichen Branchen zu sechs sogenannten Dermal-Exposure-Operation-Units (DEO-units) aggregiert (WARREN et al., 2006). Für jede dieser DEO-units kann mit Hilfe einer Excel-Arbeitsmappe die dermale Exposition getrennt für Hände und Körper berechnet werden. Der Berechnung liegen Modelle zugrunde, die im RiskOfDerm-Projekt entwickelt wurden. Der Anwender hat die Möglichkeit die Berechnungsgrundlagen durch Wahl verschiedener Parameterausprägungen an das zu berechnende Szenario anzupassen.

Für die exemplarischen Expositionsberechnungen wurden die folgende DEO-units angewendet:

DEO-unit 1: Handling potentially contaminated objects (für Mischen und Beschicken)

DEO-unit 3: Dispersion of product with a handheld tool (für Rollen)

DEO-unit 4: Spray application (Sprühen)

## 5.6 Literaturstellen

Die für weitere Expositionsberechnungen verwendeten Werte aus der Literatur werden nachfolgend erläutert.

- HUGHSON & AITKEN (2004):  
Airless-Beschichtung eines Schiffes im Außendock von einem Gerüst aus, das durch Planen in Segmente aufgeteilt wurde (spraying);  
öffnen neuer Farbeimer und Umsetzen der Ansaugvorrichtung der Pumpe durch einen „potman“; die Pumpe befindet sich außerhalb der abgetrennten Sprühbereiche.  
Expositionshöhen werden in [mg/cm<sup>2</sup>/h] angegeben.
- MARQUART et al. (2006): Vorgabewerte für verschiedene Szenarien in [mg] bzw. [mg/cm<sup>2</sup>] (Körperoberfläche), zusammengestellt aus anderen Veröffentlichungen als sogenannte „default values single database“ aus einzelnen Studien; hier wurden die Daten der Studie von HUGHSON & AITKEN für „mixing and loading“ und „spraying“ auf die Vergleichseinheit umgerechnet.  
Weiterhin werden Ergebnisse aus verschiedenen Studien zu sogenannten „combined values“ zusammengefasst. Diese liegen für die Szenarien „mixing and loading“, „spraying“ und „rolling/brushing“ vor.  
Bezugsgrößen sind für beide Arten der Darstellung jeweils ein in der Originalliteratur abgegrenztes Szenario. Demzufolge ist bei der Nutzung der Werte die Abgrenzung der Szenarien, insbesondere deren Dauer, zu berücksichtigen. Die Eckdaten zu diesen Szenarien aus den Originalstudien werden ebenfalls angegeben.
- RAJAN-SITH et al. (2004): Zusammenstellung und Diskussion der dem RiskOfDerm-Modell zugrunde liegenden Studien; darin werden Werte aus anderen Studien, darunter auch HUGHSON & AITKEN (2004), für die Gesamtexposition von Körper und Händen für *mixing and loading* für das Versprühen von Antifouling-Farben genannt. Es werden keine Standardwerte für die Exposition beim Sprühen selbst (DEO-unit 4) gegeben, da sie lt. Aussage der

Autoren in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren wie z. B. Sprühdruk, Viskosität, Abstand zur Fläche/zur Person sehr stark variiert.

- GARROD et al. (2001): Ermittlung der Exposition innerhalb von Schutzhandschuhen. Es werden Werte für die aktuelle Exposition der Hände als 50er-, 75er- und 95er-Perzentil für das Airless-Sprühen angegeben. Es wird festgestellt, dass diese beim Versprühen von Antifouling-Farben in der Regel geringer ist als bei anderen Sprühtätigkeiten (bessere Einhaltung von Schutzmaßnahmen und seltenes Aus- und Anziehen der Handschuhe); generell nimmt die Exposition mit längerer Arbeitsdauer zu, da die Handschuhe in diesen Fällen häufiger aus- und angezogen werden. Die Exposition wird durch Handschuhe um mindestens einen Faktor 20 verringert, unabhängig vom Handschuhmaterial.
- GARROD et al. (2000): Exposition von Amateuren beim Auftrag von Antifouling-Farben auf Freizeitboote. Diese Werte entsprechen dem TNsG-Modell 4 „consumer product painting“ und sind darüber hinaus im Report ACP 257/98 in anderer Form zusammengestellt. „Mixing and loading“ und „painting“ wurden hier als ein Szenario betrachtet. Laut dieser Studie kann durch Handschuhe eine Reduktion der aktuellen Exposition gegenüber der aktiven Substanz bis zu einem Faktor von 100 erreicht werden. Bei der Diskussion der Ergebnisse des TNsG-Modells 4 wird auf diese Studie verwiesen.
- GERRIT-EBBEN et al. (2006): Zusammenstellung von Durchlässigkeitswerten von Schutzkleidung aus verschiedenen Literaturstellen und derzeit angewandter Werte verschiedener Behörden in der EU und Nordamerika bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Die Schutzwirkung wird je nach Kleidung und Behörde/Staat zwischen 50 % und 99 % angegeben. In Deutschland wird in der Regel mit einem Schutzfaktor für dicke Arbeitskleidung von 90 % und für Sommerkleidung von 50 % gerechnet. Für Handschuhe werden ebenfalls unterschiedliche Schutzfaktoren angegeben, die zwischen 90 und 99 % liegen, wobei davon ausgegangen wird, dass das Handschuhmaterial zum Schutz vor der verwendeten Chemikalie geeignet ist. Außerdem werden Schutzfaktoren für Atemmasken („Assigned Protection Factors“, APF) angegeben. Weiterhin wird festgestellt, dass die Durchlässigkeit von Schutzkleidung bei geringerer Schichtdicke der anhaftenden Substanz höher ist als bei dickeren Produktschichten. Die in der Veröffentlichung angegebene Formel bezieht sich auf eine angenommene homogene Kontamination der gesamten Körperoberfläche und kann daher anhand der Begehungserkenntnisse auf die beobachteten Szenarien nicht sinnvoll angewendet werden.
- WARREN et al. (2003): In dieser Veröffentlichung werden die Depositions- bzw. Expositionsmuster beschrieben. Es werden aus verschiedenen Veröffentlichungen, z. B. HSE (1999) Angaben zur Verteilung der Gesamtexposition auf die verschiedenen Körperteile gegeben (x % der Gesamtexposition trifft auf den Kopf, y % auf die Beine usw.). mit diesen Werten wird nicht gerechnet, sondern mit den bei den Begehungen vorgefundenen Expositionsmustern verglichen.
- KOCH et al. (2004): s. Kap. 5.4

## 6 Expositionsberechnung und Diskussion

### 6.1 Mixing and Loading

Für das Szenario „mixing and loading“ wurden Expositionsberechnungen mit folgenden Modellen durchgeführt.

- TNsG mixing and loading model 6
- RiskOfDerm DEO-unit 1 (Excel-Sheet)
- EUROPOEM
- RAJAN-. et al. (2004)
- Hughson and Aitken (2004)

Als Rechenbeispiel wurde das Szenario „Mixing and loading Nr. 3“ (siehe auch Anh. 1, Tab. 2) aus den Datenblättern im Anhang für das Mischen und Beschicken der Pumpe des Airless-Sprühgeräts in der Beschichtungshalle einer Neubauwerft herangezogen. Es wurde mit folgenden Eingabedaten gerechnet.

**Tab. 6.1** Eingabedaten für die Expositionsberechnungen „mixing and loading“

Konzentration des Wirkstoffs [%]	50	Durchlässigkeit PSA [%]	10
Dichte des Produkts [g/cm <sup>3</sup> ]	1,7	Handschuhdurchlässigkeit [%]	10
Expositionshäufigkeit [Szenarien/Schicht]	10		
Dauer [min]	5	Inhalationsrate [m <sup>3</sup> /h]	1,25
Menge Produkt [l]/Szenario	20	Schutzfaktor Atemmaske Sprüher (assigned protection factor)	40
Handfläche gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	840	Schutzfaktor Atemmaske Helfer (assigned protection factor)	40
Körperfläche ohne Hände gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	18 560		
Körperfläche gesamt gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	19 400		
Körpergewicht gem. TNsG [kg]	60		

Die Produktdaten stammen aus dem Sicherheitsdatenblatt der im betrachteten Szenario aufgetragenen Antifouling-Farbe. Als Standardwerte für die Körperoberfläche und das Körpergewicht sind den TNsG Human Exposure entnommen. In anderen Veröffentlichungen finden sich abweichende Zahlen (z. B. GERRIT-EBBEN et al., 2006).

Angaben zur Durchlässigkeit von (Schutz-)Kleidung sind GERRIT-EBBEN et al. (2006) entnommen. Es wurden Arbeitskleidung und darüber ein Einweganzug sowie Arbeitshandschuhe getragen und eine Vollmaske mit Gasfilter verwendet. Für Kleidung und Handschuhe wurde jeweils ein Schutzfaktor von 90 % (somit Durchlässigkeit 10 %) angenommen (vgl. Kap. 5.6), wobei festzuhalten ist, dass keine Chemikalienhandschuhe getragen wurden. In Übereinstimmung mit anderen Studien (vgl.

ebenfalls Kap. 5.6) kann jedoch angenommen werden, dass die gewählte Durchlässigkeit der Handschuhe gegenüber dem Biozid realistisch ist. Ein hinreichender Schutz gegenüber Lösungsmitteln ist durch diese Handschuhe nicht gewährleistet; jedoch ist die Exposition gegenüber Lösungsmitteln nicht Gegenstand der nachfolgenden Berechnungen.

Für das Atemschutzgerät wurde auf der Grundlage von GERRIT-EBBEN et al. (2006) der Schutzfaktor 40 gewählt, da während des Szenarios sowohl vom Sprüher als auch vom Helfer eine Vollmaske mit Gasfilter und Partikelfilter (Gas<sub>x</sub>P<sub>3</sub>) getragen wurde und die Exposition gegenüber der aktiven Substanz, also gegenüber dem partikulär vorliegenden Biozid betrachtet wird. Zur Ermittlung der inhalativen Exposition gegenüber weiteren Bestandteilen der Farbe, insbesondere gegenüber dem Lösungsmittel, müsste der geringere Schutzfaktor 20 angenommen werden. Die Schutzfaktoren wurden informativ mit in die Tabellen der Eingabedaten übernommen; in den Ergebnistabellen wird jedoch nur die potenzielle inhalative Exposition angegeben und verglichen.

Alle Eingabewerte sind im Excel-Sheet für die Berechnungen modifizierbar. Die Programmein- und -ausgaben des RiskOfDerm-Modells sind dem Anhang beige-fügt. Dort wurden die dem Szenario am besten entsprechenden Angaben ausgewählt.

Die Modelle liefern deutlich voneinander abweichende Ergebnisse.

**Tab. 6.2** Exposition gegenüber der aktiven Substanz für das Mischen und Beschriften (mixing and loading) des Airless-Sprühgerätes.  
Angaben in mg Gebrauchsprodukt pro Schicht

	Potenziell dermal		Aktuell dermal		Potenziell inhalativ
	Hände	Körper	Hände	Körper	
<b>50-Perzentil/geometric mean/typical scenario</b>					
Mixing and Loading Model 6 *)	1.062	1.828	26	54	0,1
ROD default values single dataset antifouling <sup>1)</sup>	24.225	-	2.423	-	-
Hughson and Aitken (2004)	33.415	350	3.342	35	-
Rajan-Sith. et al (2004)	-	375	-	38	-
RiskOfDerm DEO-unit 1	1.453	4.335	15	434	-
EUROPOEM	595	119	2	4	0,5
ROD default values combined values <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
<b>75-Perzentil</b>					
Mixing and Loading Modell 6 *)	-	3.910	115	117	0,2
ROD default values single dataset antifouling <sup>1)</sup>	-	-	2.168	-	-
Hughson and Aitken (2004)	-	-	-	-	-
Rajan-Sith. et al (2004)	-	-	-	-	-
RiskOfDerm DEO-unit 1	4.546	10.285	45	1029	-
EUROPOEM	9.309	434	15	27	2,2
ROD default values combined values <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
<b>95-Perzentil/worst case scenario</b>					
Mixing and Loading Modell 6 *)	-	9.435	349	282	1,5
ROD default values single dataset antifouling <sup>1)</sup>	83.300	-	8.330	-	-
Hughson and Aitken (2004)	-	-	-	-	-
Rajan-Sith. et al (2004)	-	1.821	-	182	-
RiskOfDerm DEO-unit 1	23.375	35.562	233	3.557	-
EUROPOEM	78.817	3.444	46	34	3,7
ROD default values combined values <sup>1)</sup>	9.775	-	978	-	-

<sup>1)</sup> Berechnungsgrundlage: Werte aus MARQUART et al. (2006)

\*) TNsG Human Exposure to biocidal products

Die aktuelle dermale Exposition errechnet sich aus der potenziellen Exposition, die um die Schutzfaktoren reduziert wird. Das TNsG- Mixing and Loading Model 6 und EUROPOEM geben eigene Werte für die aktuelle Exposition an.

Wie die Tabelle verdeutlicht, können nicht mit allen Modellen Expositionen für Hände und Körper berechnet werden.

Es ist anzunehmen, dass die Unterschiede der inhalativen Expositionshöhe zwischen EUROPOEM und dem TNsG-Modell gegenüber der aktiven Substanz auf die unterschiedlichen Trägermedien (Wasser in Pflanzenschutzmitteln/Lösungsmittel in der Farbe) zurückzuführen ist.

Vergleicht man die Werte des 50er-Perzentils für die dermale Exposition, für das die meisten Ergebnisse vorliegen, stellt man fest, dass die RiskOfDerm-default values „single dataset“ für die Handexposition und die Werte nach HUGHSON & AITKEN höher liegen als alle anderen. Die Ähnlichkeit der Werte ist nicht verwunderlich, da die default values aus der Studie von HUGHSON & AITKEN abgeleitet wurden.

Die RiskOfDerm-Standardwerte werden bezogen auf ein Szenario angegeben.

Wie aus den dem vorliegenden Bericht beigefügten Datenblättern ersichtlich, wurde bei der Auswertung der Werft-Begehungen das Mischen/Umrühren/Umfüllen eines Eimers Farbe als ein Szenario abgegrenzt. Je nach verwendeter Farbmenge wiederholt sich das Szenario entsprechend häufig während einer Schicht, im betrachteten Fall zehnmal.

In der Veröffentlichung der default values von MARQUART et al. (2006) wird als zusätzliche Information in einer weiteren Tabelle die Dauer der dem Standardwert zugrunde liegenden Arbeiten mit einer halben bis zwei Stunden angegeben. (HUGHSON & AITKEN selbst geben die Expositionshöhen als  $\mu\text{l}/\text{cm}^2/\text{h}$  an).

Dies bedeutet, dass dort ein Szenario als das über die Dauer eines Sprühvorgangs von 1-2 Stunden wiederholte Mischen von Antifouling-Farbe verstanden wurde. Daher mussten in diesem Fall die veröffentlichten Werte ohne weitere Multiplikation mit dem Faktor zehn übernommen werden.

Die unterschiedliche Abgrenzung eines Szenarios kann also unter Umständen zu gravierenden Fehlern bei der Modellanwendung führen, die sich durch die Angabe einer exakten Definition des Szenarios gemeinsam mit der zugehörigen Expositionshöhe vermeiden lassen.

Es ergaben sich unterschiedliche Verhältnisse zwischen der Exposition von Körper und Händen. Nach dem TNsG Modell und der Berechnung nach DEO-unit-1 des RiskOfDerm-Modells liegt die Expositionshöhe des Körpers höher als die der Hände, bei HUGHSON & AITKEN und EUROPOEM ist dies umgekehrt.

Die EUROPOEM-Daten wurden aus Studien zum Umgang mit Pflanzenschutzmitteln gewonnen und sind sowohl in Bezug auf die Konsistenz des Produktes als auch auf die konkrete Anwendung kaum mit dem Umgang mit hohen Mengen viskoser Farbe vergleichbar. Insbesondere der Arbeitsschritt des längeren Umrührens der Farbe, der bei den Begehungen einen nennenswerten Anteil an der Gesamtexposition ausmachte, findet dort nicht statt.

Interessanterweise ist die dermale Exposition des Körpers gemäß HUGHSON & AITKEN um einen Faktor zehn geringer als die der Hände und liegt auch weit unter den Werten der anderen Modelle. Anhand der Begehungen wurde deutlich, dass das Umrühren der Farbe und das Umsetzen des Ansatzschlauchs häufig mit Spritzern oder direktem Kontakt des Geräts mit den Vorderseiten der Beine verbunden sind. Im Fall des beobachteten Beispiels, das der Berechnung zugrunde liegt, war die Exposition des Körpers bei diesen Arbeitsschritten höher oder gleich hoch als die der Hände, daher gibt dieses Modell die Verhältnisse aus der Praxis nicht adäquat wieder.

Die Ergebnisse der Berechnungen anhand der RiskOfDerm Excel-Tabellen für die Exposition der Hände liegen in der selben Größenordnung wie die anhand des TNsG-Modells ermittelte Exposition und liegen um mehr als den Faktor 20 niedriger als die Ergebnisse von HUGHSON & AITKEN.

Bei den Begehungen wurden deutliche Unterschiede in der Exposition der mit *mixing and loading* beschäftigten Personen festgestellt. Dies war einerseits auf die unterschiedliche persönliche Sorgfalt im Umgang mit der Farbe, andererseits auf die unterschiedlichen Arbeitsbedingungen und schließlich auf die voneinander abweichenden Arbeitsschritte innerhalb des Szenarios zurückzuführen (vgl. Kap. 4.3.1).

Die im Berechnungsbeispiel beobachtete Person hatte viele kleine Farbkleckse an den Händen, die aus dem Anmischen und Umfüllen von zwei Eimern Farbe resultierten. Während des restlichen Sprühvorgangs mussten acht weitere Eimer umgerührt und umgefüllt werden, was mit weiterer Exposition einhergehen sollte.

Nach optischer Schätzung wird eine Produktmenge von 1-2 g auf den Handschuhen vermutet, d.h., dass am Ende der Schicht – bei gleich bleibendem Umgang – etwa 10 g Farbe und somit ca. 6 g aktive Substanz auf die Handschuhe gelangt wären. Dieser Wert wird noch am Besten vom 75er-Perzentil der Berechnung nach RiskOfDerm-DEO-unit 1 wiedergegeben.

Auf der Reparaturwerft waren die Hände des Mitarbeiters bereits nach den ersten Arbeitsgängen vollständig und die Beine flächig mit Farbe kontaminiert. Danach konnte daher kaum unverschmutzte Handfläche kontaminiert werden, vielmehr verdickte sich die Farbschicht auf den Handschuhen entsprechend bzw. die Farbe wurde verstärkt auf andere Gegenstände transferiert. Dieser Umgang stellt daher das worst case - Szenario dar. Die Größenordnung von 50 bis 100 g Produkt bzw. entsprechend 25 bis 50 g aktiver Substanz auf den Handschuhen am Ende der Schicht scheint durchaus realistisch zu sein. Dies entspräche den Ergebnissen für das 95-er-Perzentil der RiskOfDerm-Modelle bzw. dem geometrischen Mittel nach HUGHSON & AITKEN.

Während die „Tagesverfassung“ der jeweiligen Person eine entscheidende Rolle für die Exposition spielt und somit die Beobachtung derselben Person an mehreren Tagen durchaus abweichende Expositionen ergeben kann (siehe z. B. RAJAN-SITH et al., 2004), haben die Besichtigungen im Rahmen des vorliegenden Projektes gezeigt, dass neben der Sorgfalt des Einzelnen die im Rahmen des Szenarios durchgeführten Arbeitsschritte und die allgemeinen Arbeitsbedingungen die Hauptfaktoren für die Expositionshöhe darstellen.

Für das RiskOfDerm- und das TNsG-Modell wurden Daten aus *mixing and loading*-Prozessen für verschiedene Schiffsgrößen und Arbeitszeiträume betrachtet. Die Studie von HUGHSON & AITKEN wurde hingegen an einem Schiff durchgeführt. Dabei wurde mit gleichen Gebindegrößen umgegangen wie bei den beobachteten Szenarien und es wurden mehrere Mitarbeiter mehrmals beobachtet. Die allgemeinen Arbeitsbedingungen waren dort wahrscheinlich über den gesamten Studienzeitraum gleich, sie wurden jedoch nicht ausführlich in der Veröffentlichung dokumentiert, was die Beurteilung der Aussagekraft der Berechnungsergebnisse anhand dieses Modells für den untersuchten Anwendungsfall erschwert.



Daher wäre es sinnvoll, bei der Veröffentlichung der aus einer Studie gewonnenen Expositionshöhen die Arbeitsschritte zu den beobachteten Szenarien und die Zustände auf der Werft detaillierter zu beschreiben, als dies bislang erfolgte. Weiterhin würden Fotos oder schematische Zeichnungen mit Darstellung der kontaminierten Stellen für jeweils ein typisches und ein worst case - Szenario dem Leser eine Hilfestellung bei der Beurteilung der Übertragbarkeit des Modells auf den eigenen Fall geben. Dies gilt insbesondere, wenn die Daten der Studie an einer einzigen Lokalität gewonnen wurden und örtliche Extreme nicht herausgemittelt werden konnten.

Darüber hinaus muss bei der Recherche des sinnvollsten Modells beachtet werden, dass der Mitarbeiter bei der Reparaturwerft nicht nur die Befüllung des Sprühgerätes durchführte, sondern auch die Leinen der Sprühlanze handhabte („potman“ und „lineman“ in einer Person). Durch den Kontakt mit verschmutzten Schläuchen ergab sich eine weitere Kontamination von Händen und Beinen.

Prinzipiell entspricht die Beobachtung zur Exposition des Sprühhelfers den Angaben von HSE (1999) in WARREN et al. (2003), worin typische Verteilungen der Kontamination auf die Körperoberfläche angegeben werden (s. o.). Laut diesen Angaben kommt die Exposition des Körpers des Sprühhelfers ebenfalls in erster Linie durch sekundären Kontakt während der Handhabung kontaminierter Geräte und Farbeimer und zu ca. 20 % durch direkten Kontakt mit dem Biozidprodukt zustande. Nach dieser Veröffentlichung sollen aber ca. 30 % der Kontamination aus der Aerosoldeposition resultieren.

Die Begehungen haben jedoch gezeigt, dass dieser Anteil der Kontamination durch Sprühnebel an der Gesamtexposition des Sprühhelfers nicht auf die Szenarien zutraf. Der Sprühhelfer („potman und „lineman“ in einer Person) im Außendock der Reparaturwerft arbeitete beim Anmischen der Farbe unachtsam, was zu einer starken Kontamination insbesondere der Beine führte. Er hielt sich zumeist intuitiv in relativ großer Entfernung zum Sprüher auf, jedoch war auch innerhalb eines großen Radius um den Sprüher aufgrund leichter Verwirbelungen innerhalb des Dockkastens noch Sprühnebel wahrnehmbar, teilweise wurde Aerosol vom Sprühvorgang auf der anderen Seite des Schiffes unter dem Rumpf herübergeweht. Aufgrund der hohen Exposition des Körpers bei der Handhabung von Farbeimern und Gerät während des Mischens und Beschickens ist für diesen Fall eine Verschiebung der Verhältnisse in Richtung der direkten Exposition (Verschütten/Verspritzen von Farbe auf die Beine) zu verzeichnen.

Durch die Kombination der Tätigkeiten wurde Farbe, die durch das Umlegen der Schläuche die Hände kontaminierte, beim nächsten Mischvorgang auf den Griff des Rührgerätes und den Rand der Eimer transferiert und umgekehrt. Diese Farbe konnte dann im nächsten Arbeitsgang weitere Körperflächen kontaminieren, wodurch sich ein Kreislauf „Kontamination – Transfer – erneute Kontamination“ ergab, sodass im Endeffekt die Anteile der einzelnen Arbeitsschritte respektive der unterschiedlichen Szenarien an der Gesamtexposition nicht sauber getrennt werden konnten.

Auf den betrachteten Neubauwerften waren die Sprühhelfer räumlich klar vom Sprühvorgang getrennt. In einem Fall war überhaupt kein Kontakt mit Sprühnebel möglich, im zweiten Szenario in der Beschichtungshalle konnte der Sprühhelfer nur

bei Beschichtung des pumpennahen Randbereichs des Bauteils mit dem Sprühnebel in Berührung kommen, und selbst diese Kontaktmöglichkeit konnte durch rechtzeitiges Befüllen des Ansatzbehälters und Verlassen der betroffenen Zone für die kurze Zeit potenzieller Exposition nahezu vollständig ausgeschlossen werden. Somit ist für diese Szenarien keine Exposition durch Aerosol-Deposition gegeben.

Insgesamt scheint die Dauer eines mixing-and-loading Szenarios offensichtlich in den verschiedenen Modellen unterschiedlich definiert zu sein. Nach HUGHSON & AITKEN entspricht sie der Dauer des zugehörigen Sprühvorgangs, für den die Anti-fouling-Farbe bereitgestellt wird und wird auf eine Exposition pro Stunde umgerechnet. Das Model des TNsG gibt die Exposition in mg/min an, wobei unklar bleibt, ob sich die Zeit auf den Umgang mit einem Gebinde oder ebenfalls die Sprühzeit bezieht. Im Rechenbeispiel dauerte der Sprühvorgang 90 Minuten, die Bereitstellung der Farbe selbst nahm pro Gebinde jedoch nur fünf Minuten in Anspruch, was bei der verwendeten Menge von zehn Gebinden insgesamt zu einer tatsächlichen Umgangszeit mit dem Biozid von 50 Minuten führte. Zwischen den Arbeitsgängen lagen somit ca. vier Minuten Pause, in denen keine weitere Kontamination erfolgte. Diese Zeit hat somit keine Bedeutung für eine Erhöhung der Expositionsmenge.

Allerdings kann das Produkt während dieser Zeit einerseits die (Schutz)Kleidung durchdringen und bleibt über einen längeren Zeitraum expositionsrelevant. Darüber hinaus kann durch Körper- und Handbewegungen Biozid von einer Körperstelle auf eine andere übertragen werden, was im Normalfall nicht zu einem vollständigen Abwischen des Produktes von einer Stelle, sondern zu einer Verringerung der Schichtdicke des Biozids an der einen Stelle und zur Kontamination einer anderen Stelle bei insgesamt gleich bleibender Produktmenge führt.

Ein wichtiger Aspekt ist hier, inwiefern sich die Schichtdicke der Farbschicht im Verhältnis zur kontaminierten Fläche auf die Permeation eines Kleidungsstückes auswirkt, ob also eine dickere Schicht Farbe an einer Stelle im Endeffekt zu einer höheren Permeation als eine dünnere Schicht auf größerer Fläche führt.

Für die Beantwortung dieser Frage wird auch die Flüchtigkeit des Lösungsmittels eine Rolle spielen. Darüber hinaus könnte eine flächig eingetrocknete Farbschicht ab einer bestimmten Schichtdicke als Barriere wirken und somit dazu führen, dass kein weiteres Biozid den Körper der Person erreichen kann. Andererseits ist auch denkbar, dass bereits angetrocknete Farbe wieder angelöst und die Inhaltsstoffe wieder transportfähig würden.

ROSS et al. (1997) (in GERRITSEN-EBBEN et al., 2006) stellten fest, dass die Durchdringung bei geringerer Fracht höher ist als umgekehrt. Diese Erkenntnis wurde in eine mathematische Formel umgesetzt. Um sie sinnvoll anzuwenden, darf jedoch eine hohe Kontamination auf einer kleinen Körperfläche nicht auf die gesamte Körperfläche hochgerechnet werden (aus einer de facto dickeren Schicht würde eine virtuell dünnere, großflächigere Schicht). Stattdessen müssten die Substanzmengen und Körperflächen der verschiedenen Kontaminationsflächen abgeschätzt und die Formel auf jede dieser Flächen angewendet werden. Eine solche Abschätzung wurde im Rahmen der Begehungen jedoch nicht durchgeführt.

Die Expositionsermittlung wird weiterhin dann erschwert, wenn ein Mitarbeiter - wie im Falle der Reparaturwerft – über den Zeitraum einer Schicht mehrere Aufgaben wahrnimmt (hier: Mischen und Beschicken, Entsorgung, Sprühen, Reinigung der

Pumpe im Wechsel mit seinen Kollegen) und dabei die Kleidung nicht wechselt. Hier böte sich die Verwendung von worst-case-Expositionen für jedes Szenario an, was jedoch wahrscheinlich zu einer Überschreitung der anerkannten Höchstwerte von 12 mg/cm<sup>2</sup> Haut für eine mögliche Exposition führen würde.

## Fazit

Bei der Anwendung von Modellen ist daher insbesondere für das Szenario *mixing and loading* ein besonders kritischer Blick auf die Modellgrundlagen und die Abgrenzung des Szenarios erforderlich. Insbesondere die Werte aus einzelnen Studien können nur dann sinnvoll angewendet werden, wenn die zu beurteilende Situation möglichst genau derjenigen in den vorliegenden Studien entspricht. Daher eigneten sich nicht alle Modelle für die Berechnung der Exposition. Aufgrund der Größenordnung der Abweichungen zwischen den Modellen wird weiterhin die Wahl zwischen dem Wert für das „typical scenario“ und dem „worst-case scenario“ erschwert. Wie das oben diskutierte Beispiel der Reparaturwerft zeigt, wird die optisch abgeschätzte Exposition von 25 bis 50 mg aktiver Substanz am Besten durch das geometrische Mittel des Modells von HUGHSON & AITKEN (2004) wiedergegeben, obwohl der Umgang mit dem Biozid eher einem worst-case Szenario entspricht. Durch wechselnde Tätigkeiten während einer Schicht führt die Kontamination aus dem ersten Szenario (mixing and loading phase) zur Übertragung des Biozids auf Utensilien, die im zweiten Szenario (application phase: Versprühen) verwendet werden, weshalb eine eindeutige Abgrenzung der Szenarien und damit eine Zuordnung der Exposition zu einzelnen Szenarien erschwert bzw. unmöglich wird.

## 6.2 Versprühen mittels Airless-Sprühverfahren

Abschätzungen der Exposition durch den Farbauftrag mittels Airless-Spritzverfahren wurden mit Hilfe folgender Modelle vorgenommen:

- TNsG-Spraying Model 3
- RiskOfDerm (RoD), DEO-unit 2 und
- ACP-Report 11.
- KOCH et al. (2004) (Messwerte zu Sprayexpo)

Es wurde die Exposition für den Sprühvorgang Nr. 3 gemäß der Datenübersicht in Tab 6.3 und in Anh. 1, Tab. 3 berechnet. Die Exposition des zugehörigen mixing-and-loading-Prozesses wurde im vorangegangenen Kapitel berechnet.

**Tab. 6.3** Eingabegrundlagen Expositionsrechnungen Spraying

Konzentration des Wirkstoffs	0,5	Durchlässigkeit PSA [%]	10
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,7	Handschuhdurchlässigkeit [%]	10
Expositionshäufigkeit [Szenarien/Schicht]	1		
Dauer [min]	90	Inhalationsrate [m <sup>3</sup> /h]	1,25
Menge Produkt [l]	200	Schutzfaktor Atemmaske Sprüher (assigned protection factor)	40
Applikationsrate [l/min]	2,2	Schutzfaktor Atemmaske Helfer (assigned protection factor)	40
Handfläche gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	840		
Körperfläche ohne Hände gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	18 560		
Körperfläche gesamt gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	19 400		
Körpergewicht gem. TNsG [kg]	60		

Auch hier stammen die Produktdaten aus dem Sicherheitsdatenblatt der verwendeten Farbe und die Eckdaten des Szenarios (Produktmenge, Anwendungsdauer/Applikationsrate) aus den Erkenntnissen der Begehungen. Zu den übrigen Daten s. Kap. 7.1.

Anhand dieser Daten wurde mit den o. g. Modellen die dermale und inhalative Exposition ermittelt.

Programmein- und -ausgaben des RiskOfDerm-Modells sind dem Anhang beigelegt. Dort wurden die dem Szenario am besten entsprechenden Angaben ausgewählt.

In der Tabelle wird die Exposition gegenüber der aktiven Substanz des Produktes angegeben.

**Tab. 6.4** Berechnung der Exposition gegenüber der aktiven Substanz für das Beschichten mit Airless-Sprühgerät (spraying).  
Angaben in mg aktive Substanz pro Schicht

	Potenziell dermal		Aktuell dermal		potenziell
	Hände	Körper	Hände	Körper	inhalativ
<b>50-Perzentil/geometric mean/typical scenario</b>					
Spraying Model 3 *)	5.814	7.880	76,5	788	11
ROD default values single dataset spraying antifoulant paint <sup>1)</sup>	2.890	-	289	-	-
ROD combined values spraying <sup>1)</sup>	2.890	-	289	-	-
Hughson & Aitken (2004)	2.785	178	278	18	-
RiskOfDerm DEO-unit 4	12.155	81.430	1.215	8.143	-
ACP-Report	2.609	1.966	261	197	4
<b>75-Perzentil/</b>					
Spraying Model 3 *)	-	19.125	156	1.912	27
ROD default values single dataset spraying antifoulant paint <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
ROD combined values spraying <sup>1)</sup>	-	-	-	-	-
Hughson & Aitken (2004)	-	-	-	-	-
RiskOfDerm DEO-unit 4	42.160	282.000	4.222	28.220	-
ACP-Report	-	-	-	-	-
<b>95-Perzentil/worst case scenario</b>					
Spraying Model 3 *)	-	56.993	303	5.699	104
ROD default values single dataset spraying antifoulant paint <sup>1)</sup>	11.560	-	1.156	-	-
ROD combined values spraying <sup>1)</sup>	10.200	-	1.020	-	-
RiskOfDerm DEO-unit 4	251.600	1.683.000	25.168	168.300	-
Hughson & Aitken (2004)	-	-	-	-	-
ACP-Report	-	-	-	-	-
<b>Messwerte (1 Messreihe, keine statistische. Auswertung)</b>					
KOCH et. Al (2004) (Spray-expo-Messdaten)	1.394	5.562	139	556	129

<sup>1)</sup> Berechnungsgrundlage: Werte aus MARQUART et al. (2006)

\*) TNsG Human Exposure to biocidal products

Die Ergebnisse anhand der RiskOfDerm-Excel-Sheets (RiskOfDerm DEO-uni 4) liegen hier insbesondere für den Körper wesentlich höher als bei den anderen Modellen, die zugehörige Fracht pro cm<sup>2</sup> Haut für alle Perzentile liegt höher als die normalerweise für maximal möglich erachtete Fracht von 10-12 mg/cm<sup>2</sup>. Die Expositionsüberschätzung durch dieses Modell ist allgemein bekannt und an einigen Stellen

veröffentlicht (z. B. MARQUART et al. (2006)). Dies kann nach Aussage der Autoren durch die Eingabe von vielen „worst-case-Faktoren“ für die geforderten Parameter hervorgerufen werden. In der vor Ort beobachteten Situation traten diese „worst-case-Faktoren“ auf, sodass diese Eingaben gewählt wurden.

Laut RiskOfDerm-Modell (DEO-unit 4) liegt die potenzielle Exposition des Körpers sechsmal höher als für die Hände. Nach dem TNsG-Modell 3 ist der Körper im Vergleich zu den Händen ebenfalls stärker exponiert, jedoch ist die Exposition des Körpers gegenüber den Händen hier nur ca. 1,5-mal höher. Im Gegensatz dazu sind die Hände nach HUGHSON & AITKEN (2004) zehnmal stärker exponiert als der Körper und der Wert für die Exposition des Körpers liegt sehr niedrig.

Dies erstaunt insofern, als der Farbauftrag während der Messungen von HUGHSON & AITKEN (2004) in einem engen, mit Netzen abgehängten Bereich stattfand, was eine hohe Aerosolkonzentration um den Sprüher und eine entsprechende Deposition auf dem Körper vermuten ließe. Es wäre möglich, dass aufgrund der beengten Verhältnisse jedoch häufig kontaminierte Gegenstände angefasst wurden, was zu einer verstärkten Handkontamination geführt hätte.

Die Besichtigungen haben ebenfalls gezeigt, dass die Hände des Sprüherers nicht nur durch abgelagerte Aerosolpartikel, sondern auch durch Kontakt mit kontaminierten Lanzen- bzw. Sprühpistolen Griffen, Sprühleinen und Geländern von Hebebühnen kontaminiert wurden. Durch Inaugenscheinnahme allein war eine Abschätzung der konkreten Expositionsmengen schwer möglich, jedoch war die sekundär kontaminierte Stelle des Handschuhs immer mit einer dickeren Schicht des Produktes behaftet als die Stellen mit ausschließlicher Aerosol-Deposition.

In die Ermittlung der „ROD default values single dataset spraying antifoulant“ ist auch die Studie von HUGHSON & AITKEN eingeflossen, was die Ähnlichkeit der Ergebnisse erklärt. Der Wert „ROD combined values spraying“ wurde aus drei verschiedenen Szenarien ermittelt, die sich alle auf das Besprühen großer Flächen beziehen, jedoch unterschiedliche Sprühverfahren und Sprühdruücke aufweisen. Als „combined value“ wurde von den drei Szenarien derjenige Wert verwendet, der zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wert lag. Dies war der Wert für das Versprühen von Antifouling-Farben, woraus das gleiche Berechnungsergebnis für diese beiden Modelle resultiert.

RAJAN et al. (2004) stellen allerdings deutliche Unterschiede in der Expositionshöhe zwischen verschiedenen Studien zum Farbauftrag durch Sprühen fest und halten daher eine Verwendung von default values ohne weitere Einbeziehung expositionsrelevanter Parameter nicht für sinnvoll.

Wie der Tabelle entnommen werden kann, führt im RiskOfDerm-Modell jedoch gerade die Eingabe aller relevanten Parameter zu einer unrealistisch hohen Expositionsabschätzung.

Beim Versprühen von Substanzen wird über den gesamten Sprühzeitraum gleichmäßig Aerosol erzeugt, das ebenso gleichmäßig auf den Körper sedimentiert. Den default values aus MARQUART et al. (2006) für das Sprühscenario liegen Beobachtungsdauern zwischen einer und zwei Stunden zugrunde, d.h. sie entsprechen der

Sprühzeit im berechneten Szenario. Auch bei längeren Sprühzeiten wird nach ca. zwei bis zweieinhalb Stunden eine Pause gemacht oder eine andere Arbeit ausgeführt.

Für die Berechnung der Expositionshöhe anhand dieser default values ist daher ein Szenario als ein zusammenhängender Sprühvorgang zu definieren. Sprüht eine Person insgesamt fünf Stunden mit Pause, so sind dies zwei gleichartige Szenarien pro Schicht, wobei aufgrund der Kontinuität des Prozesses mit einem fast linearen Zusammenhang zwischen Zeit und Kontamination gerechnet werden kann. Eine Ausnahme stellt die aktuelle Exposition der Hände dar, für die das An- und Ausziehen der Handschuhe eine entscheidende Rolle spielt, worauf zu einem späteren Zeitpunkt noch eingegangen wird.

Die in WARREN et al. (2006) erläuterten Zusammenhänge zwischen den versprühten Mengen und dem Sprühdruck konnten für die Begehungen bestätigt werden: Auf der kleinen Bootswerft wurde im Gegensatz zu den großen Werften, auf denen der Auftrag großer Farbmengen (Dichte  $1,7 \text{ g/cm}^3$ ) mittels Airless-Verfahren durchgeführt wurde, nur eine kleine Fläche mit Antifouling-Farben (Dichte  $1,08$ ) besprüht, und es wurde ein konventionelles Sprühgerät mit geringerem Sprühdruck eingesetzt. Dies war möglich, da das eingesetzte Produkt sehr dünnflüssig war.

Die generelle Annahme, dass Antifouling-Farben immer hochviskos sind und ihr Auftrag einen sehr hohen Sprühdruck erfordert, gilt demnach für große Werften und große Flächen, jedoch nicht zwangsweise für kleine Werften in der Binnenschifffahrt.

Das anhand der Messdaten für die Entwicklung des Sprayexpo-Modells (KOCH et al., 2004) abgeleitete Ergebnis für den Körper liegt im unteren Wertebereich. Die berechneten ca.  $5,5 \text{ g}$  deponierte aktive Substanz bedeuten eine Produktmenge von ca.  $11 \text{ g}$  und ca.  $6 \text{ ml}$  Farbe und erscheinen plausibel zu sein.

Für die Handexposition liefert dieses Modell den niedrigsten Wert. Die Expositionsmessungen für diese Studie fanden nicht auf einer Werft im Laufe der üblichen Arbeitsvorgänge, sondern bei einem Hersteller von Sprühgeräten statt. Dadurch ergeben sich zwangsläufig Abweichungen von der Praxis. Vermutlich entfielen in diesem Fall Kontaminationen durch direkten Handkontakt mit kontaminierten Utensilien und Hilfsmitteln; die Exposition würde fast ausschließlich von der Deposition des Aerosols ausgehen. Während des Sprühvorgangs des der Berechnung zugrunde liegenden Szenarios erfolgte die mengenmäßig höchste Kontamination durch Kontakt mit dem Sprühkopf bei der Nachjustierung. Analog gilt auch für die anderen Werften, dass das Festhalten an Hebebühnengeländern und Schläuchen den Hauptteil der Exposition der behandschuhten Hände verursachen. Aus diesem Grund wird der in Tab. 6.4 berechnete Wert nach KOCH et al. von ca.  $1 \text{ g}$  zu niedrig bewertet.

Die Angaben aus dem ACP-Report beziehen sich auf das Besprühen von Zäunen mit einem Airless-Sprühgerät. Es wurden die Werte für einen flächigen Zaun gewählt, da dieses Szenario am ehesten dem Aufsprühen von Antifouling-Farbe entspricht. Dennoch unterscheiden sich die Szenarien prinzipiell, da bei der Beschichtung der gekrümmten Schiffsrümpfe der Overspray teilweise in anderen Winkeln abgestrahlt wird. Der berechnete Median lag aber in derselben Größenordnung wie der der Modelle für professionelle Anwender.

Nachfolgend beschriebene Faktoren wurden als besonders relevant für die dermale Exposition festgestellt.

Bei den Begehungen wurde beim Sprühen über Kopf die stärkste Deposition von Sprühnebel auf dem Kopf und auf den Schultern festgestellt. Weiterhin war die Vorderseite des Körpers betroffen. In Relation zur Oberfläche des Körperteils erscheint anhand der getätigten Beobachtungen die Belastung des Kopfes bei beengtem Sprühen unter dem Schiffsboden bzw. der Unterseite eines Bauteils am höchsten, gefolgt von den Schultern. Wird in Brusthöhe gesprüht, ist der Brustbereich im Vergleich zum Kopf stärker belastet.

Als besonders expositionsrelevant sind die räumliche Enge sowie die Entfernung des Sprüherers zur Objektfläche und die Belüftung einzuschätzen. Aufgrund des hohen Sprühdrucks ist die Exposition bei geringer Entfernung zum besprühten Objekt besonders hoch, mit zunehmender Entfernung hingegen wird der Reflektionswinkel für Teile des Oversprays breiter, sodass der Sprüher nicht mehr „getroffen“ wird. In der beobachteten Situation im Außendock besteht jedoch eine verstärkte Gefahr der Verwirbelung des aus der Sprühlanze austretenden Sprays, was wiederum mit einer erhöhten Exposition des Arbeitnehmers sowie von im - durch die Verwehung erweiterten – Einzugsbereich arbeitenden Kollegen verbunden ist.

Räumliche Enge, z. B. unter einem Schiffsbauteil oder innerhalb eines eng abgegrenzten Bereichs ohne nennenswerte Luftzirkulation führt zu einer erhöhten Aerosolkonzentration in der Luft, da sich die Teilchen in dem kleinen Raumvolumen anreichern und sich der Sprüher die gesamte Zeit in dieser Atmosphäre aufhält. Dies gilt gleichermaßen für Lösungsmittel, sodass diese Situation von den beobachteten Szenarien die höchste inhalative Exposition mit sich bringt.

Während der Körper in erster Linie durch Aerosoldeposition kontaminiert wird, erfolgt die Handexposition überwiegend durch Sekundärkontakt mit der Farbe, die während des Sprühvorgangs auf das Gerät sedimentiert und dabei auch getrocknete, bei vorherigen Sprühvorgängen auf das Gerät gelangte Farbe teilweise anlösen kann. Weiterer Kontakt besteht durch das Umlegen der Pumpleitung, ggf. Nachjustierung des Sprühkopfes und das Festhalten am Geländer der Hebebühne. Diese Verhältnisse werden von WARREN et al. (2003) ebenfalls festgestellt.

Im Gegensatz zur gleichmäßigen Verteilung sehr feiner Aerosolpartikel auf Kopf und Schulter durch Deposition konzentriert sich die Sekundärkontamination der Hände auf einige Stellen der Handinnenflächen, die dann aber lückenlos mit einer größeren Farbmenge behaftet sind.

Keines der genannten Modelle trennt die Expositionshöhen für ein frontal gerichtetes Sprühen von einem Sprühen über Kopf. Es besteht jedoch Einigkeit darin, dass die Sprührichtung Einfluss auf die Exposition hat. Im berechneten Beispiel wurde ca. einen halben Meter vor dem Gesicht über Kopf gesprüht, und die zu beschichtende Oberfläche war nur etwa einen halben Meter vom Kopf des Sprüherers entfernt. Daraus resultierte eine erhöhte Exposition des Kopfes und der Schultern. Es ist möglich, dass diese Faktorenkombination zu einer insgesamt erhöhten Exposition des Körpers führt.

Im Vergleich dazu war der Sprüher auf der Neubauwerft für Kreuzfahrtschiffe die ganze Zeit von sichtbarem Sprühnebel im beengten abgehängten Bereich umgeben,



was ebenfalls eine erhöhte Exposition des Körpers vermuten lässt. Außerdem besteht häufiger Kontakt zum kontaminierten Geländer des Hebewagens, der im Berechnungsfall nicht bestand und einen signifikanten Anteil an der Gesamtexposition des Körpers haben dürfte, der in den Modellen jedoch nicht separat ausgewiesen wird. In diesem Fall sollte bei der Abschätzung der dermalen Exposition ein höheres Perzentil gewählt werden, um diesen Fall entsprechend abzubilden.

Für die inhalative Exposition liegen nur wenige Werte vor, die sich in ihrer Größenordnung deutlich voneinander unterscheiden. Eine Ableitung eines realistischen Wertes für die angetroffene Situation ist ohne Messung nicht möglich.

Von den aufgeführten Werten kann für eine Abschätzung bestenfalls auf die des TNsG Spraying Model 3 zurückgegriffen werden, die auf Arbeitsplatzmessungen basieren.

## Fazit

Eine visuelle Abschätzung der Produktmenge auf Kopf und Schultern ist aufgrund der feinen Tropfen nicht belastbar möglich. Schätzungsweise liegt sie in etwa bei den Werten des TNsG Spraying Model 3 und den Daten nach KOCH et al. (2004).

Die Hände waren etwa gleich stark kontaminiert wie beim mixing and loading Vorgang, was vom 50er-Perzentil des TNsG-Modells 3 noch am Besten abgeschätzt wird. Bei geringerem Justierungsbedarf des Sprühkopfes wird sich der Wert eher in Richtung der Angaben nach HUGHSON & AITKEN (2004) verringern; beim Sprühen von einer Hebebühne aus mit häufigem Kontakt mit dem kontaminierten Geländer erhöhen.

## 6.3 Rollen/Pinseln

Für das Verstreichen von Antifouling-Farben liegen ausschließlich *consumer models*, also Modelle für Amateur-Anwender vor. Folgende Modelle wurden verglichen:

- TNsG- consumer product painting model 4 (und zugrunde liegend GARROD et al. (2000))
- RiskOfDerm (ROD), DEO-unit 3
- RAJAN et al. (2004)

Beispielhaft wurde die Exposition für das Szenario „Rolling Nr. 2“ gemäß Anh. 1, Tab. 5 berechnet. Darin rollt der Inhaber der Bootswerft für Binnenschiffe die Grenzbereiche zum Überwasseranstrich. Dieses Szenario wurde gewählt, da die Schiffsgröße und Arbeitsbedingungen eher den Grundlagen der Verbrauchermodelle entsprechen als das Rollen auf der großen Werft.

**Tab. 6.5** Eingabegrundlagen Expositionsrechnungen Rollen

Konzentration des Wirkstoffs	10 %	Durchlässigkeit Straßenkleidung [%]	10
Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	1,076	Handschuhdurchlässigkeit [%]	10
Expositionshäufigkeit [Szenarien/Schicht]	1		
Dauer [min]	8	Inhalationsrate [m <sup>3</sup> /h]	1,25
Menge Produkt [l]	0,4	Schutzfaktor Atemschutzmaske	20
Applikationsrate [l/min]	0,05		
Handfläche gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	840		
Körperfläche ohne Hände gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	18 560		
Körperfläche gesamt gem. TNsG [cm <sup>2</sup> ]	19 400		
Körpergewicht gem. TNsG [kg]	60		

Für die Herkunft der Daten gelten die Ausführungen in den Kap. 7.1 und 7.2.

Es wurde normale Straßenkleidung getragen, die jedoch aufgrund der Jahreszeit aus mehreren dickeren Lagen bestand, sodass auch hier der Durchlässigkeitswert von 10 % (Schutzfaktor der Kleidung von 90 %) angesetzt wurde. Allerdings ist gerade bei diesem Szenario davon auszugehen, dass der Bootsbauer bei warmem Wetter auf leichtere Kleidung mit entsprechend geringerer Schutzfunktion wechseln wird. Der hier verwendete FFP3-Partikelfilter bietet nach GERRITSEN-EBBEN et al. (2006) einen Schutz um Faktor 20.

Anhand dieser Daten wurde die Exposition gegenüber der aktiven Substanz berechnet.

**Tab. 6.6** Berechnung der Exposition gegenüber der aktiven Substanz für das Rollen (rolling) eines Segelbootes (Binnenschifffahrt). H = Hände, K = Körper, Angaben in mg aktiver Substanz pro Schicht

	Potenziell dermal		Aktuell dermal		Potenziell inhalativ
	Hände	Körper	Hände	Körper	
<b>50-Perzentil/geometric mean</b>					
Consumer product painting Modell 4 *)	63	13	1	1	0,1
ROD combined values painting	-	-	-	-	-
Rajan-Sith. et al (2004)	6	0,1	0,6	0	-
RiskOfDerm DEO-unit 3	47	94	5	9	-
<b>75-Perzentil/typical scenario</b>					
Consumer product painting Modell 4 *)	-	44	3	4	0,3
ROD combined values painting	-	-	-	-	-
Rajan-Sith. et al (2004)	-	-	-	-	-
RiskOfDerm DEO-unit 3	163	328	17	33	-
<b>95-Perzentil/worst case scenario</b>					
Consumer product painting Modell 4 *)	-	-	-	-	-
ROD combined values painting	699	-	70	-	-
Rajan-Sith. et al (2004)	-	-	-	-	-
RiskOfDerm DEO-unit 3	927	1.958	97	196	-

\*) TNsG Human Exposure to biocidal products

In diesem Fall liegen die Ergebnisse für die Hände der RiskOfDerm-DEO-unit 3 für das 50-Perzentil (Median) etwa gleich hoch wie die des TNsG-Modells 3, dem auch die Daten nach ACP 257/98 (GARROD et al. (2004)) zugrunde liegen.

Auch hier sind abweichende Relationen zwischen den Modellen bezüglich der Hand- und Körperexposition festzustellen.

Bei GARROD et al. (2004) und somit im TNsG-Modell 4 ist das Umfüllen der Farbe Bestandteil des Szenarios. Im beobachteten Szenario gelangte durch diesen, ca. ein bis zwei Minuten dauernden Vorgang eine große Menge Produkt auf die Hände des Anwenders, das im weiteren Verlauf der Arbeiten durch Kontaktkontamination auf die übrigen Arbeitsutensilien übertragen wurde. Bei der gemeinsamen Betrachtung von „mixing and loading“ und „rolling“ kann eine im Vergleich zum Körper stärkere Kontamination der Hände bestätigt werden.

Die Verwendung bereits durch vorherige Arbeitsschritte kontaminierter Handschuhe führt zwangsläufig zur Übertragung von Farbe auf andere Utensilien. In diesem Fall wurde nicht nur Farbe beim Umfüllen an die Seitenteile der Farbwanne gekleckert, sondern auch durch verschmutzte Handschuhe dorthin übertragen und auch wieder aufgenommen. Diese Farbe wurde später auf das Sprühgerät übertragen.

Die Rolle von Schichtdicke der Kontamination im Verhältnis zur kontaminierten Fläche wurde bereits im Zusammenhang mit den Berechnungsergebnissen für „mixing and loading“ diskutiert.

Die in den TNsG Part 2, S. 193 angegebenen Expositionsverteilungen für das Rollen von Antifouling-Farbe können in ihren Größenordnungen bzw. Verhältnissen zueinander weitgehend bestätigt werden. Da der Anteil der über Kopf ausgeführten Arbeiten bei den Beobachtungen sehr gering war und sich der Arbeiter dabei nicht direkt unterhalb sondern räumlich hinter der Rolle befand, wird der den Kopf betreffende Anteil der Deposition hier geringer eingeschätzt als die in den TNsG angegebenen 19 %.

## **Fazit**

Da die Exposition der Hände allein durch das Rollen bei der Begehung aufgrund der flächigen Kontamination der Handschuhe im vorangegangenen Umfüllszenario nicht abgeschätzt werden konnte, ist die Wahl des passenden Modells für die Exposition der Hände kaum möglich. Die stark kontaminierten Außenwände der Farbwanne lassen jedoch eine Exposition eher in der Größenordnung des 95er-Perzentils aus dem RiskOfDerm-Modell DEO-unit 3 von knapp 1 000 mg und somit ca. 1 ml pro Schicht vermuten.

Die aus Farbspritzern resultierende Exposition von Vorderkörper und Beinen/Füßen war optisch schwer abzuschätzen, liegt aber insgesamt wahrscheinlich etwa in derselben Größenordnung und würde demnach vom 75er- oder 95er-Perzentil-Ergebnis des RiskOfDerm-Modells DEO-unit 3 am Besten abgebildet.

## **6.4 Aktuelle Exposition und persönliche Schutzausrüstung**

Bei den besichtigten drei großen Werften konnten gleichartige Arbeitsvorgänge ausgemacht werden, die sich jedoch in den einzelnen Arbeitsschritten teilweise erheblich unterschieden. Weiterhin wurde deutlich, dass die Einhaltung von Schutzmaßnahmen im Zusammenhang mit den allgemeinen Arbeitsbedingungen standen und teilweise verschiedene Szenarien im Laufe einer Schicht von einer Person ausgeführt wurden, was zu einer „Verschleppung“ von Kontamination zwischen den Szenarien führen kann, wenn z. B. über verschmutzte Handschuhe Antifouling-Farbe aus dem vorangegangenen Szenario auf Utensilien übertragen wurde, die für das nächste Szenario benötigt wurden.

Die Modellergebnisse für die beispielhaften Expositionsrechnungen wurden bereits diskutiert. Dabei wurde lediglich die potenzielle Exposition betrachtet und nicht explizit auf die aktuelle Exposition eingegangen. Nachfolgend soll daher vertieft auf weitere expositionsrelevante Faktoren, die Expositionsverteilung auf die einzelnen Körperstellen und die Bedeutung der Persönlichen Schutzausrüstung eingegangen werden.

Um die Plausibilität von Modellergebnissen abzuschätzen, werden häufig dermale Frachten in mg aktiver Substanz pro cm<sup>2</sup> Körperoberfläche verglichen. Dabei variieren allerdings die Normwerte für Körperteile in den unterschiedlichen Veröffentli-

chungen. Pependorf et al. (1976) geben dagegen 1.075 cm<sup>2</sup> Handfläche an, im „Exposure Factors Handbook“ der US-Environmental Protection Agency werden nur 840 cm<sup>2</sup> angenommen (vgl. Biocidal Steering Group 1998) und in anderen älteren Studien werden weitere Standards verwendet (z. B. 1 300 cm<sup>2</sup> bei VERSAR et al., 1984)). Daher können auch Berechnungen der dermalen Fracht bzw. verschiedener Modellergebnisse und Standardzahlen nur bei gleicher verwendeter Handfläche miteinander verglichen werden.

Für die Ermittlung der aktuellen Expositionshöhe ist ein sinnvoller durch die verwendete Schutzkleidung begründeter Schutzfaktor heranzuziehen. Eine aktuelle Zusammenstellung ist in GERRITSEN-EBBEN et al. (2006) zu finden (s. Kap. 5.6. und 6.1). Darin wird festgestellt, dass sich die in den Staaten der EU und in Nordamerika angewendeten Schutzfaktoren jedoch auf verschiedene Bekleidungsarten beziehen.

Bei den Beobachtungen trug keiner der Arbeiter adäquate Handschuhe. Anstelle der in den meisten Sicherheitsdatenblättern empfohlenen Nitril-Chemikalienhandschuhe wurden zumeist einfache Arbeitshandschuhe verwendet, die in der Regel aus Leder und Textil zusammengesetzt waren. Teilweise wurden auch Gummi- oder Lederhandschuhe verwendet, jedoch waren auch bei den Gummihandschuhen aus Nitril die Handrücken aus Textil gefertigt. Diese Handschuhe sind lediglich nach EN 388 zertifiziert, d.h. sie bieten Schutz gegen mechanische Belastungen, jedoch keinen Schutz vor Chemikalien.

Laut o. g. Papier wird zur Ermittlung der aktuellen Handexposition überwiegend mit einem Schutzfaktor von 90-99 % für „geeignete“, d.h. für die verwendete Chemikalie zertifizierte Handschuhe gerechnet. GARROD et al. (2001) geben jedoch an, dass unabhängig vom Handschuhmaterial ein Schutz gegenüber der aktiven Substanz um den Faktor 20 erreicht werden kann. Für die in Kap. 6 durchgeführten Berechnungen wurde der konservativere Schutzfaktor von 90 % gewählt.

Der Umgang mit Handschuhen ist ein besonders gutes Beispiel für den Unterschied zwischen den theoretisch erforderlichen Schutzmaßnahmen und ihrer praktischen Handhabung. Die im Rahmen der Begehung befragten Verwender von Antifouling-Farben erklärten, dass beim Umgang mit der Farbe die Verwendung der vorgeschriebenen – und in der Regel im Betrieb auch vorhandenen – Gummihandschuhe die Handhabung der Geräte schwierig bis unmöglich machen würde. Insbesondere bei größeren Reparaturwerften, wo die Beschichtungsarbeiten im Akkord ausgeführt werden, wird daher zugunsten der Auftragserfüllung auf die unpraktischen Handschuhe verzichtet. Die Möglichkeit, die vorgeschriebenen/empfohlenen Handschuhe unter den – nach Meinung der Arbeiter – praktikableren Leder- bzw. Textilhandschuhen zu tragen, wurde nach unserem Kenntnisstand bislang nicht erwogen. Bei einem anderen von chromgruen durchgeführten Projekt wurde die gleiche Verhaltensweise bei den Anwendern von Schutzmitteln von Mauerwerk festgestellt. Mauerschwamm-bekämpfungen werden überwiegend in unklimatisierten Dachstühlen oder an Außenwänden durchgeführt. Laut Aussage der Arbeitnehmer werden im Winter in Gummihandschuhen die Hände viel zu kalt und an warmen Tagen so verschwitzt, dass dadurch die Arbeit extrem erschwert wird (BAuA-Forschungsvorhaben F 1703, 2007).

Von GARROD et al. (2001) durchgeführte Untersuchungen zur Exposition innerhalb von Schutzhandschuhen zeigen für das Versprühen von Antifouling-Farben im Vergleich zu anderen Szenarien eine wesentlich geringere Exposition auf. Das 75er-Perzentil liegt etwa um den Faktor 10 niedriger als beim Versprühen anderer Produktarten. Dies wurde damit begründet, dass die Hauptfaktoren für die Exposition innerhalb der Schutzhandschuhe die Übertragung von Bioziden beim Aus- und Anziehen der Handschuhe ist. Daher besteht eine deutliche Abhängigkeit von der Verhaltensweise des Handschuhträgers und von der Häufigkeit des Handschuhwechsels. Die Autoren mutmaßen, dass während eines Sprühvorgangs selten die Handschuhe gewechselt werden und somit der Hauptfaktor für eine hohe Kontamination entfällt.

Die Begehungen haben diesbezüglich ein deutlich unterschiedliches Verhalten der verschiedenen Personen aufgezeigt. Während in den Neubauwerften die Handschuhe entweder nach jeder Schicht entsorgt wurden bzw. häufig ersetzt und pro Schicht nur ein bis zweimal vor Pausen aus- und wieder angezogen wurden, war auf der Reparaturwerft ein häufiges An- und Ausziehen von Handschuhen zu beobachten. Hier kann das Szenario Versprühen jedoch nicht allein stehend betrachtet werden.

Auf der Reparaturwerft wechselten sich die Personen mit den verschiedenen Arbeiten ab, ohne dabei die Handschuhe zu wechseln. Die Handschuhe wurden aber bei den Wechseln der Tätigkeiten zwischendurch abgelegt, um sich durch das Gesicht zu wischen oder um Atemmasken auf- bzw. abzusetzen. Auch wurde wenig Vorsicht beim Wechsel der Handschuhe beobachtet (so wie generell keine besondere Vorsicht zur Vermeidung von Hautkontakt mit kontaminierten Gegenständen aufgewendet wurde oder auf Standardhygienemaßnahmen vor Pausen geachtet wurde). Daher ist in diesem Fall weniger die Dauer des Sprühvorgangs als die Gesamtdauer des Umgangs mit Antifouling-Farben (hier meist eine Schicht) ausschlaggebend für die Kontamination innerhalb von Handschuhen.

Da offensichtlich die persönliche Handhabung von Schutzhandschuhen den Hauptfaktor für die Exposition innerhalb dieser darstellt, ergibt sich die Frage, welchen Anteil das Material „falscher“ Handschuhe an der aktuellen Handexposition hat. Sollte die Bedeutung des Handschuhmaterials im Vergleich zur Trage- und Wechselgewohnheit fast vernachlässigbar sein, ist es kaum möglich - wenn überhaupt sinnvoll - auf die Verwendung der vorgeschriebenen Handschuhe zu bestehen. Vielmehr sollte dann verstärkt die korrekte Handhabung von Handschuhen allgemein geschult werden.

Diese Ausführungen gelten – ebenso wie die in der genannten Veröffentlichung – allerdings nur für den Wirkstoff (bzw. das getrocknete Produkt). Jedoch besteht beim Umgang mit Antifouling-Farben immer auch eine Exposition gegenüber Lösungsmitteln, die in der Regel eine stark sensibilisierende Wirkung haben und für die die Vorgabe des Handschuhmaterials eine wesentlich größere Relevanz haben dürfte.

Von den aktiven Wirkstoffen haben die organischen Verbindungen eine sensibilisierende Wirkung auf die Haut. Dies bedeutet, dass die sogenannten Booster-Biozide

von den biozid wirksamen Bestandteilen der Antifouling-Farbe die größte Hautgefährdung bilden.

Kupfer bzw. Kupferoxide wirken nicht negativ auf die Haut. Daher sind bei Antifouling-Farben, die ausschließlich Kupfer bzw. anorganische Kupferoxide als Wirkstoffe enthalten, die jeweiligen Lösungsmittel ausschlaggebend für die Notwendigkeit, bei entsprechender Exposition Nitril-Handschuhe zu tragen.

Diese Tatsache scheint nicht allen professionellen Anwendern bewusst zu sein, da der Bootsbauer seine Handschuhe am Ende der Schicht mit Lösungsmittel reinigte. Die in Kap. 3.5.1 formulierte Hypothese, dass professionelle Anwender wahrscheinlich vorsichtiger beim Umgang mit dem Biozid seien, konnte auch für diesen Aspekt nicht bestätigt werden.

Die Berechnung der aktuellen Exposition des Körpers und der inhalativen Exposition für das Mischen und Beschicken sowie das Sprühen mit Hilfe der Standardwerte dürfte prinzipiell realistische Ergebnisse (bezogen auf die Modelleingaben) liefern, da die Personen bei der Ausführung dieser Arbeiten adäquate Schutzkleidung trugen.

Beim Rollen trug der Bootsbauer einen Partikelfilter, der die Exposition gegenüber dem als Feststoff vorliegenden Biozid hinreichend eindämmte. Aufgrund der Arbeitssituation (Außenarbeit, guter Luftaustausch) dürften auch die Arbeitsplatztoleranzwerte nicht überschritten worden sein.

Anders stellt sich die Situation auf der Reparaturwerft für Frachtschiffe dar. Eine realistische Abschätzung der aktuellen Exposition muss berücksichtigen, dass das Personal aus „Praktikabilitätsgründen“ den erforderlichen Atemschutz teilweise nicht trägt.

Im Winter und bei kühlen Temperaturen im Frühjahr werden auf den beiden Reparaturwerten von den Mitarbeitern dicke Pullover und Jacken über ihren Arbeitsanzügen getragen, die ein Durchdringen der Produkte bis auf die Haut unwahrscheinlich machen. Da diese Kleidungsstücke mehrmals getragen werden, geht von ihnen die Gefahr der sekundären Kontamination mit dem Antifoulingmittel aus. Gerade beim An- und Ausziehen berühren die nackten Hände die angetrocknete Farbe.

Bei höheren Temperaturen wird wahrscheinlich nur eine Lage Kleidung getragen, sodass dann die in den Berechnungsbeispielen verwendeten Schutzfaktoren zu hoch wären.

## **7 Beste verfügbare Technik/Beste fachliche Praxis für die betrachteten Szenarien**

In den Unterkapiteln 7.1 bis 7.5 werden Maßnahmen zur Verringerung der potenziellen Exposition beschreiben, Kap. 7.6 bezieht sich auf den Umgang mit persönlicher Schutzausrüstung und somit auf die aktuelle Exposition.

Für alle Arbeiten gilt, dass eine Verringerung des Zeitdrucks eine höhere Sorgfalt bei den Arbeiten und eine geringere Exposition bewirkt.

## 7.1 Beschicken der Airless-Pumpe

Das Umschütten von Farbe in den Ansatzbehälter war bei den Besichtigungen der Arbeitsschritt mit der höchsten Exposition, wobei jedoch die Exposition bei den jeweiligen Arbeitsschritten stark personenbezogen variiert. Als beste Vorgehensweise ist das Umsetzen des Ansaugschlauchs zu sehen, insbesondere aufgrund der Vermeidung möglicher Unfälle durch Verschütten beim Umfüllen des gesamten Gebindeinhaltes.

Eine Exposition gegenüber dem Sprühnebel kann durch räumliche Trennung der Arbeitsbereiche vermieden werden, so wie dies bereits auf den Neubauwerften geschieht. Der beste Schutz ist dabei die Positionierung der Pumpe außerhalb eines abgehängten/geschlossenen Sprühbereichs, da auf diese Weise auch die Exposition gegenüber dem Lösungsmittel weitgehend ausgeschlossen werden kann, wie im Szenario „mixing and loading“ Nr. 2 in den Datenblättern beschrieben.

In einer Beschichtungshalle wären dazu bauliche Maßnahmen erforderlich. Vorstellbar wäre eine Art Kabine, in der bodennahe, abzudichtende Schlitze als Durchlass für die Pumpschläuche eingelassen sind und die separat belüftet wird.

Eine Separierung der Arbeitsbereiche auf der Reparaturwerft scheint grundsätzlich realisierbar, es wären jedoch eine Verlagerung der Pumpe in den Landbereich/auf den Dockkasten und eine Anpassung der Arbeitsabläufe notwendig. Dies bedeutet jedoch, dass die mit der Beschickung der Pumpe betraute Person keine weiteren Arbeiten wie das Umlegen von Leinen, Anreicherung von Gegenständen an Kollegen im Dockkasten ausführen kann. Darüber hinaus können andere parallel zum Sprühvorgang ausgeführte Arbeiten am Schiff behindert werden, da die Laufstege auf den Dockkästen sehr schmal sind. Um dies zu unterbinden, wären konstruktive Anpassungen der Dockwände erforderlich. Die Reduktion des Sprühnebelkegels durch die Nutzung von Sprühpistolen anstelle von Sprühdüsen wäre ebenfalls sinnvoll, jedoch würden in diesem Fall die Beschichtungsarbeiten wesentlich länger dauern, was aus wirtschaftlichen Erwägungen nur schwer durchzusetzen sein wird. Insgesamt kann eine Optimierung der Situation für große Reparaturwerften nur Einzelfall bezogen erfolgen.

## 7.2 Sprühen mit Airless-Sprühgerät

Die theoretisch beste Methode zur Expositionsvermeidung wäre eine Automatisierung des Sprühvorgangs.

Dazu wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens der Firma JAFÖ-Technologie (Zweigniederlassung der Blohm+Voss international GmbH) ein Gerät namens „Paintmaster“ entwickelt. Der Farbauftrag erfolgt dabei mit Hilfe einer funkfern gesteuerten automatisierten mobilen Beschichtungsanlage. Durch eine Absaugeinrichtung im Spritzkopf wird der Overspray stark vermindert. Die Arbeitsplatzbelastungen beim Auftrag der Farbe werden insbesondere dadurch reduziert, dass sich keine Arbeiter mehr in direkter Nähe des Sprühprozesses befinden. (Palm, 2002).

Allerdings ist diese Technik aus folgenden Gründen nicht einsetzbar:

- Das Gerät ist ausschließlich für ungekrümmte Flächen geeignet. Moderne Schiffe weisen aber überwiegend gekrümmte Hüllen auf, sodass nur maximal zehn Prozent der Fläche mit dem Paintmaster gestrichen werden können.



- Die Aufrüstung des Geräts dauert zu lange für die geringe zu behandelnde Fläche (laut mündlicher Auskunft kann ein geübter Arbeiter 150-200 m<sup>2</sup> pro Stunde manuell sprühen).
- Im Dockbetrieb sind die Windgeschwindigkeiten für das Gerät häufig zu hoch. Die auf den bis zu 30 m hohen Ausleger wirkenden Kräfte sind so hoch, dass sie ein Sicherheitsrisiko darstellen. Weiterhin sind die Strömungsverhältnisse innerhalb des Sprühkopfes nicht modellierbar, bei Windeinfluss erfolgt der Farbauftrag ungleichmäßig. Auch der unebene Dockboden führt zu ungleichmäßigem Farbauftrag. Diese Faktoren können von geübtem Personal ausgeglichen werden.

Prinzipiell wäre die Konstruktion einer Absaugvorrichtung für Overspray an den Sprühdüsen eine sehr gute Methode, die Exposition zu verhindern. Diese Idee wird bereits bei Strahl- und Hochdruckreinigungsgeräten umgesetzt. Im Gegensatz zur Spritzbeschichtung wird der Kopf solcher Geräte allerdings direkt auf die zu bearbeitende Fläche aufgesetzt. Dies ist bei Beschichtungsarbeiten nicht möglich. Zur Gewährleistung einer gleichmäßigen Farbschicht ist ein breiterer Sprühfächer erforderlich. Außerdem kann kein Gerät auf frisch aufgetragene Farbe aufgesetzt werden, solange die Farbschicht nicht getrocknet ist. Folglich wird immer mit einem Abstand von mindestens ca. 20 cm zum Objekt gesprüht. Dadurch verbreitert sich der Reflektionsbereich des Oversprays, was eine breite Absaugvorrichtung erforderlich machen würde, die die Sicht auf die zu beschichtende Fläche nähme. Somit ist diese Konstruktion für Spritzbeschichtungen in dieser Form nicht anwendbar.

Die Entwicklung neuer Absaugtechniken und die technische Weiterentwicklung der Sprühpistolen mit dem Ziel einer Absaugung des Oversprays sollte daher vorangetrieben werden.

Generell führt das Sprühen in engen, schlecht belüfteten Räumen zu einer besonders hohen Exposition gegenüber Aerosolen und Lösungsmitteln. Der positive Effekt der Expositionsvermeidung weiterer Personen durch die Separation des Sprühbereichs führte im Trockendock der Neubauwerft zu einer erhöhten Belastung des Sprüherers. Gleiches gilt für eingerüstete und in Sprühsegmente eingeteilte Schiffsabschnitte bei Antifoulingbeschichtungen im Außendock (vgl. HUGHSON & AITKEN, 2004). Im Innenbereich (Trockendock, Beschichtungshallen) ist daher eine möglichst gute Absauganlage zu installieren.

Für die jeweils mit Planen abgegrenzten Sprühbereiche im Trockendock sollte eine mobile Absaugvorrichtung entwickelt werden, da eine Festinstallation wegen der wechselnden Arbeitsabschnitte nicht möglich ist. Die Anlage ist nach dem Stand der Technik zu konzipieren (vgl. Berufsgenossenschaftliche Information für Lackierer, BGI 577). Notwendige Ventilatoren könnten auf Ständern bzw. am Übergang des Wasserbereichs zum Landbereich des Docks installiert werden. Die Absaugung kann über Rohre aus flexiblen Materialien, die am Dockboden verlegt werden, erfolgen. Durch ein Aneinanderschrauben von Rohrsegmenten kann die Rohrlänge nach Bedarf angepasst und die Luft über geeignete Partikelfilter abgeleitet werden.

In der Beschichtungshalle der Neubauwerft wurde über Kopf gearbeitet. Trotz eingerichteter Absaugung befand sich der Arbeiter dadurch im Bereich größtmöglicher Aerosol- und Lösungsmittelkonzentration. Da einige Bauteile aufgrund ihrer Größe nicht senkrecht aufgestellt und frontal (schräg nach unten) besprüht werden können, sollte das Besprühen der Bauteile von oben ermöglicht werden (vgl. Berufsgenossen-

schaftliche Information für Lackierer, BGI 577). Dies wäre durch den Bau von gondelartigen Podesten möglich, die an Führungsschienen in der Decke verankert werden. Die Arbeiten könnten in Bauchlage oder mit Hilfe einer Sprühlanze stehend ausgeführt werden.

Bei der Beschichtung mit Sprühlanzen auf der Reparaturwerft kann eine Verminderung der Exposition erreicht werden, indem auch bodennahe Rumpfbereiche soweit von einer Hebebühne aus bearbeitet (Sprührichtung schräg nach unten) werden.

### **7.3 Rollen**

Eine Expositionsminimierung beim Rollen kann – sowohl auf der Reparaturwerft als auch auf der Bootswerft für Binnenschiffe – nur durch das Verhalten der ausführenden Personen erreicht werden. Die Rolle sollte vorsichtig abgerollt/abgestreift werden, um Spritzer und Kleckse zu reduzieren, ein Arbeiten über Kopf sollte nach Möglichkeit vollständig vermieden werden.

### **7.4 Mischen und Umfüllen auf der Bootswerft für Binnenschiffe**

Die inhalative Exposition gegenüber Kupferpulverstaub kann durch einen Produktwechsel vollständig unterbunden werden. Durch höhere Sorgfalt beim Umfüllen der Farbe und Wegstellen des Gerätes können Spritzer und an Gebinden und Utensilien herab rinnende Farbe minimiert und dadurch insbesondere die Exposition der Hände reduziert werden. Auf diese Weise wird auch die Übertragung von Antifoulingmittel auf Utensilien, die in weiteren Szenarien verwendet werden, eingeschränkt.

### **7.5 Sprühen auf der Bootswerft für Binnenschiffe**

Auch hier kann eine Verringerung der Exposition in erster Line durch die Arbeitsweise des Bootsbauers, vor allem durch Vermeidung von Kontakten mit kontaminierten Flächen, erreicht werden. Bei der Beschichtung im Außenbereich konsequent auf die Windrichtung geachtet werden. Bei stärkerem und/oder böigem Wind sollten Windschutznetze oder -planen abgespannt werden oder die Boote in einen möglichst windgeschützten Bereich des Werftgeländes gezogen werden.

### **7.6 Schutzausrüstung/Schulungen/Überwachung**

Art, Sauberkeit und Handhabung von persönlicher Schutzausrüstung auf den Neubauwerften sind annähernd als beste fachliche Praxis zu bezeichnen. Sie ist im Hinblick auf das Material der Schutzhandschuhe zu optimieren, indem geeignete Chemikalienhandschuhe verwendet werden. Die von den Anwendern beschriebenen Einschränkungen durch Handschuhe aus nitrilen Materialien könnten gemindert werden, indem Textilhandschuhe über den Chemikalienhandschuhen getragen werden. Da diese Problematik auch in anderen Arbeitsbereichen besteht, sollte eine Weiterent-

wicklung von Handschuhmaterialien im Hinblick auf die Griffigkeit in enger Abstimmung zwischen Herstellern und Benutzern gefördert werden.

Insbesondere von gering qualifizierten Personen werden Schutzmaßnahmen offensichtlich nur dann angewendet, wenn mit regelmäßigen Kontrollen zu rechnen ist. Daher gewährleisten häufige, unangekündigte Kontrollen mit Sanktionen bei Nichteinhaltung der Schutzvorschriften nach den Erkenntnissen aus Interviews und Begehungen am Effektivsten.

## 8 Zusammenfassung und Fazit

Zur Ermittlung realistischer Expositionsszenarien und in der Praxis angewendeter Arbeitsschutzmaßnahmen beim Umgang mit Antifouling-Produkten wurden Anwender befragt und Werftbegehungen durchgeführt. Dabei wurden die mit der Produktanwendung einher gehenden Arbeitsschritte ermittelt und zu Expositionsszenarien zusammengefasst. Für jedes Szenario wurden expositionsrelevante Daten wie z. B. Verbrauchsmenge, Anwendungsdauer, verwendetes Gerät und Schutzausrüstung sowie die aus den Arbeiten resultierende Kontamination ermittelt und die Ergebnisse in Form von Datenblättern zusammengestellt und analysiert. Anhand exemplarischer Expositionsberechnungen mit Hilfe bestehender Modelle wurden Expositionsart, -ort und -höhe sowie besonders expositionsrelevante Faktoren diskutiert. Auf die Anwendbarkeit der Modelle wurde ebenfalls eingegangen.

Im Rahmen der Begehungen wurde deutlich, dass die Tätigkeiten und Expositionszeiten beim Umgang mit Antifoulingmitteln zunächst von der Werftgröße abhängen.

In kleinen Werften werden wesentlich geringere Farbmengen, allerdings konzentriert auf wenige Wochen pro Jahr verarbeitet. Die eingesetzten Yachtfarben werden auch von nicht-professionellen Anwendern verwendet. Ihnen muss teilweise das in Pulverform beiliegende Biozid vor dem Auftrag zugemischt werden. Damit ist eine im Vergleich zu anderen Mischvorgängen hohe inhalative Exposition verbunden.

Große Schiffswerften konnten im Hinblick auf die Verwendung von Antifouling-Farben in zwei Kategorien unterteilt werden.

Auf Neubauwerften werden hohe Anforderungen an die Qualität des Anstrichs gestellt. Die Arbeitsumgebung war dort sauber und aufgeräumt, organisatorische wie persönliche Schutzmaßnahmen wurden weitgehend eingehalten.

Auf der betrachteten Reparaturwerft führten Akkordarbeit und Zeitdruck zur Nichteinhaltung von Schutzmaßnahmen, da diese die Arbeiten nach dem subjektiven Empfinden der Beschäftigten behindern.

Die Verwendung persönlicher Schutzausrüstung wird dort weisungsgemäß ausgeführt, wo kontrolliert wird bzw. der Arbeitnehmer jederzeit eine Kontrolle erwarten muss und die Nichteinhaltung der Auflagen sanktioniert wird.

Geeignete Chemikalienhandschuhe wurden in keinem der beobachteten Szenarien getragen. Es wurden überwiegend Arbeitshandschuhe aus Textil mit Leder verwendet. Auf einer Werft trug der Sprüher dicke Lederhandschuhe, die bis zu den Ellenbogen reichten. Der Bootsbauer trug bei allen Arbeiten nitril-beschichtete Handschuhe mit einem großem Bereich aus Textil auf dem Handrücken.

Besonders hohe dermale Expositionen sind beim Szenario „mixing and loading“ festzustellen. Es sind in erster Linie die Vorderseiten der Beine, die Füße und Hände betroffen; letztere werden weniger großflächig kontaminiert als beim Sprühen. Auf die kleinere Fläche trifft aber eine große Farbmenge, die nur langsam trocknet und somit Sekundärkontaminationen verursachen kann.

Bei diesem Szenario spielt das Verhalten des Verwenders eine große Rolle für die Expositionshöhe; dieses wird nachlässiger bei erhöhtem Zeitdruck, was zu einem verstärkten Überlaufen der Farbe und zu Kontakt der Person mit den Utensilien führt.

Die Hände werden bei allen Szenarien besonders durch Kontakte mit beschmutztem Gerät kontaminiert, dies kann auch bei Sprühvorgängen den größten Anteil der Exposition ausmachen.

Beim Sprühen führt räumliche Enge zu einer hohen Belastung der Luft mit Lösungsmitteln und Aerosolen, die wegen mangelnden Luftwechsels lange in der Luft verbleiben und die dermale wie inhalative Exposition erhöhen. Arbeiten über Kopf führen ebenfalls zu einer erhöhten Exposition.

Zur Verringerung der Exposition sind folgende Maßnahmen zu empfehlen:

- Wechsel zu weniger gefährlichen Stoffen; im Falle der Bootswerft für Binnenschiffe auf eine Farbe, der kein pulverförmiges Biozid zugemischt werden muss
- Separation des Sprühvorgangs von der Farbbereitstellung durch Abspannen des Sprühbereichs oder Verlegung der Pumpe in eine Kabine mit separater Belüftung
- Ausschluss der Arbeiten über Kopf soweit möglich durch Arbeiten von Hebebühnen mit Sprührichtung schräg nach unten bei vertikaler Position der zu beschichtenden Fläche
- Beschichtung horizontal liegender Bauteile von einer Plattform/Gondel aus, die von der Decke abgehängt wird.
- Einrichtung mobiler Absauganlagen für wechselnde, abgespannte Sprühbereiche
- Verringerung des Zeitdrucks zur Erhöhung der Sorgfalt beim Umgang mit Antifouling-Farben
- Regelmäßige Kontrollen der Anwendung persönlicher Schutzausrüstung
- Weiterentwicklung von Chemikalienhandschuhen im Hinblick auf die Griffbarkeit.

Es liegen verschiedene Modelle und veröffentlichte Zahlen zur Expositionsberechnung vor, die für eine Expositionsabschätzung beim Umgang mit Antifouling-Farbe angewendet werden können. Nicht alle Modelle/Angaben bieten die Möglichkeit, die dermale Exposition für Körper und Hände sowie die inhalative Exposition zu berechnen. Zudem weichen die Ergebnisse häufig stark voneinander ab. Eine detaillierte Analyse der in den Modellen zugrunde liegenden Randbedingungen (z. B. Sprühdruck etc.) ist zur Durchführung einer realistischen Expositionsabschätzung insbesondere bei der Betrachtung der dermalen Situation notwendig, da hier unter anderem die verwendete Meßmethode, das persönliche Verhalten und die Sauberkeit des Arbeitsbereichs eine Rolle spielen. Dies ist bei den betrachteten Modellen, die zum Teil auf Arbeitsplatzmessungen beruhen schwierig, da die zugehörigen Expositionsszenarien häufig nicht oder unzureichend dokumentiert oder nicht bzw. in verschiedenen Publikationen veröffentlicht sind.

Angesichts der aus den Anforderungen des neuen europäischen Chemikalienrechts resultierenden zunehmenden Bedeutung von Expositionsszenarien und -modellen wäre die Bereitstellung aller relevanten Modelle mit klar strukturierter Erläuterung der zugrunde liegenden Szenarien, Dokumentation aller expositionsrelevanten Variablen sowie den jeweils notwendigen Eingabedaten an zentraler Stelle sinnvoll.

In dieser Hinsicht wäre auch für die zukünftige Entwicklung weiterer Berechnungsmodelle die Erarbeitung eines einheitlichen Dokumentationsstandards wünschenswert.

Eine derartige Optimierung der Dokumentation würde erst eine systematische Evaluierung der bestehenden Modelle erlauben.

## 9 Literatur

### Zitierte, ausgewertete und grundlegende Veröffentlichungen:

**Advisory Committee on Pesticides (draft, unpublished):** Medical and Toxicological Panel XXth meeting: Consumer Exposure to Non-agricultural Pesticide Products

**Arnold, David E.J.:** The challenge of converting from tin to tin-free antifoulings. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Auffahrt, J.; Macho, K.; Holthenrich, D.; Schlüter, U.; Lechtenberg-Auffahrt, E.:** Zulassung von Biozid-Produkten: Exposition und Maßnahmen. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63 (2003) Nr. 11/12: 2003

**Auffahrt, J.; van Hemmen, J.; Hebisch, R.; Lechtenberg-Auffahrt, E.; Markquart, J.; Oppl., R.; Rajan, W.; Wriedt, H.:** RISKOFDERM – Europas Beschäftigte sollen nicht länger ihre Haut zu Markte tragen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63, Nr. 10. Oktober 2003

**Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.):** Verwendung von Antifouling-Farben auf Wasserfahrzeugen. Merkblatt 4.5/16: 2005

**Biocides Steering Group:** Assessment of Human Exposures to Biocides. Report to DG XI. Project 97/505/3040/DEB/E2. October 1998

**Bremmer, H.J.; van Veen, M.P.:** Factsheet Verf. Ten behoeve van de schatting van de risico's voor de consument. RIVM rapport 612810 010. Bilthoven 2002

**Cameron, Patricia:** Ausstieg aus TBT Anstrichen in der Praxis. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**CEPE (Hrsg.):** Personal Health Protection During Application of Antifoulings. Brüssel: 2002

**Chapman, Richard:** Selecting a suitable tin-free Antifouling – how ship operators can learn from the Japanese experience. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Clayton, M.P.; Bancroft, B., Rajan, B.:** A Review of Assigned Protection Factors of Various Types and Classes of Respiratory Protective Equipment with Reference to Their Measured Breathing Resistances. In: Annals of Occupational Hygiene Vol 46 No. 6. 2002

**Delmaar, J.E., Park, M.V.D.Z., van Engelen, J.G.M.:** ConsExpo 4.0: Consumer Exposure and Uptake Models. Program Manual. RIVM report 320104004/2005

**Environment Directorate Organisation for Economic Co-operation and Development:** Emission Scenario Document on Antifouling Products. OECD Environmental Health and Safety Publications. Series on Emission Scenario Documents No. 13. 2005

**Garrod, A.N.I; Guiver, R, Rimmer, D.A.:** Potential Exposure of Amateurs (Consumers) through Painting Wood Preservative and Antifoulant Preparations. Annals of Occupational Hygiene Vol 45 No. 41. 2001

**Garrod, A.N.I; Phillips, A.M; Pemberton, J.A.:** Potential Exposure of Hands Inside Protective Gloves – a Summary of Data from Non-Agricultural Pesticide Surveys. In: Annals of Occupational Hygiene Vol 44 No. 6. 2000

**Gerritsen-Ebben, Rianda (M.G.); H. Brouwer, Derk; van Hemmen, Joop J.:** Effective personal protective equipment (PPE) – discussion document on the use of PPE in registration purposes for handling of agrochemical, microbiological and biocidal pesticides. 2006

**Goede, H.A.; Tijssen, S.C.H.A; Schipper, H.K.; Warren, N., Oppl, R.; Kalberlah, K.; Van Hemmen, J.J.:** Classification of Dermal Exposure Modifiers and Assignment of Values for a Risk Assessment Toolkit. In: Annals of Occupational Hygiene Vol 47 No. 8. 2003

**Gurezka, Michael:** Bindemitteltechnologie zinnfreier Antifouling-Farben. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Head, Ritchie; Klijnstra, Job:** New Fouling Control Coatings for Shipping: What is Realistic in the Next Ten Years? In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Health and Safety Executive (Hrsg):** Save Use of Tin-Free, Marine Anti-Fouling Coatings. Information Document HSE 730/5

**Health and Safety Executive (Hrsg):** Dermal Exposure to Non-Agricultural Pesticides. EH74/3

**Health and Safety Laboratory (Hrsg.):** CEFIC: Dermal deposition in the Chemical Industry. Final Report. IR/ECO/01/05. Sheffield, UK. 2001

**Health and Safety Laboratory (Hrsg.):** A Sampling Exercise to Assess Exposure to Copper during the Amateur Application of Antifouling Paint to Leisure Craft. Final Report. JS2000002. Sheffield, UK. 1997

**Health and Safety Laboratory (Hrsg.):** An Additional Assessment of Exposure to copper during the Amateur Application of Antifouling Paint to Leisure Craft. Final Report. JS2000862. Sheffield, UK. 1997

**Hughson, G.W.; Cherrie, J.W.:** Comparison of Measured Dermal Dust Exposures with Predicted Exposures Given by the EASE Expert System. In: Annals of Occupational Hygiene Vol. 49 No. 2. 2005

**Hughson, GW; Aitken, R.J.:** Determination of Dermal Exposures During Mixing, Spraying and Wiping Activities. In: Annals of Occupational Hygiene Vol. 48 No. 3. 2004

**Hughson, G.W.; Cherrie, J.W.:** Validation of the EASE-Model in Relation to Dermal Zinc Exposures. Research Report TM/01/01. March 2001

**Klauer, Jens:** Biozidfreie Antifouling. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Koch, W.; Berger-Preiß, E.; Boehncke, A.; Könnecker, G.; Mangelsdorf, I.:** Arbeitsplatzbelastung bei der Verwendung von Biozid-Produkten. Teil 1: Expositionsdaten für das Versprühen von flüssigen Biozid-Produkten. Forschungsvorhaben F 1702. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund/Berlin/Dresden: 2004

**Konstantinou, Ioannis K. (Hrsg.):** Antifouling Paint Biocides. The Handbook of Environmental Chemistry, vol. 5 Water Pollution. Part O. Springer Verlag. Berlin-Heidelberg 2006

**Laufer, Rolf:** Erfahrungen der Reederei Interscan mit Antifouling. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Lingk, W., Reifenstein, H., Westphal, D., Plattner, E.:** Humanexposition bei Holzschutzmitteln. Im Auftrag der Bundesanstalt für Risikobewertung (BfR). 2006

**Marquart, J., Warren, N., Laitiner, J., Van Hemmen, J.J.:** Default Values for Assessment of Potential Dermal Exposure of the Hands to Industrial Chemicals in the Scope of Regulatory Risk Assessments. In: Annals of Occupational Hygiene Vol. 50 No. 5. 2006

**Marquart, J., Brouwer, D.H., Gijbers, J.H.J., Links, I.H.M.; Warren, N., Van Hemmen, J.J.:** Determinants of Dermal Exposure Relevant for Exposure Modelling in Regulatory Risk Assessment. In: Annals of Occupational Hygiene Vol. 47 No. 8. 2003

**Nygren, Christer:** Wallenius Lines experiences from using tin-free Antifouling. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Palm, L.:** Zukunftsorientierte Applikationstechnologien zur Entlackung und Farbbeschichtung von Schiffen. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002



**Reihlen, A.; Ziesenitz, O.** (o.J.): Beschreibung der ordnungsgemäßen Verwendung und einzuhaltender guter fachlicher Praxis bei der Verwendung und Entsorgung von Biozid-Produkten. Forschungsvorhaben F 1929. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Dortmund/Berlin/Dresden

**Rayner, Andrew:** Antifouling ohne TBT. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Science Applications International Corporation (SAIC)** für die US-Environmental Protection Agency: Occupational dermal Exposure Assessment – A Review of Methodologies and Field Data. Reston, Virginia. 1996

**Soud, Charles:** Poison Free – the Sensible Way Forward. In: WWF Deutschland (Hrsg.): Tagungsband 2002. TBT-freie Antifoulinganstriche für die Seeschifffahrt. Bremen 2002

**Versar Inc. (1994):** Exposure Assessment for Retention of Chemical Liquids on Hands. Contract no. 68-01-6271. Washington D.C. US Environmental Protection Agency. 1994

**Warren, N., Goede, H.A.; Tijssen, S.C.H.A; Oppl, R.; Schipper, H.K.; Van Hemmen, J.J.:** Deriving Default Exposure Values for Use in a Risk Assessment Toolkit for Small and Medium-sized Enterprises. In: Annals of Occupational Hygiene Vol 47 No. 8. 2003

**Warren, N., Marquart, H., Christopher, Y., Laitinen, J., Van Hemmen, J.J.:** Task-based Dermal Exposure Models for Regulatory Risk Assessment. In: Annals of Occupational Hygiene Vol. 47 No. 8. 2003

## **Gesetze, Verordnungen und Richtlinien**

**Technical Guidance Document on Risk Assessment.** European Commission. 2003

**TNSG on Product Evaluation:** Technical Notes for Guidance in Support of Annex VI of Directive 98/8/EC of the European Parliament and the Council Concerning the Placing of Biocidal Products on the Market. July 2002

**TNSG Human Exposure:** Technical Notes for Guidance: Human Exposure to Biocidal Products – Guidance on Exposure Estimation. European Commission. June 2002 [„Report 2002“ <http://ecb.jrc.it/biocides>]

**Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 401:** Gefährdung durch Hautkontakt. Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen. Mai 2006

**Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 516:** Antifouling-Farben. Juli 1996, aufgehoben Mai 2006

**Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 900:** Arbeitsplatzgrenzwerte. Januar 2006, zuletzt geändert März 2007

### **Internet-Adressen für allgemeine Informationen**

Bewuchsatlas e.V.: [www.bewuchsatlas.de](http://www.bewuchsatlas.de)  
Board for the Authorisation of Pesticides (Netherlands): [www.ctb.agro.nl](http://www.ctb.agro.nl)  
Bodenseestiftung: [www.bodensee-stiftung.de](http://www.bodensee-stiftung.de)  
Community of European Shipyards Association: [www.cesa-shipbuilding.org](http://www.cesa-shipbuilding.org)  
European Chemicals Bureau: <http://ecb.jrc.it>  
European Council of the Paint, Printing Ink and Artists' Colours Industry (CEPE):  
[www.cepe.org](http://www.cepe.org)  
Nautic Expo – die virtuelle Bootmesse: [www.nauticexpo.de](http://www.nauticexpo.de)  
Verband für Schiffbau und Meerestechnik e.V.: [www.vsm.de](http://www.vsm.de)

### **Internet-Adressen der betrachteten Expositionsmodelle**

CONSEXPO: <http://www.rivm.nl/en/healthanddisease/productsafety/Main.jsp>  
SPRAYEXPO: <http://www.baua.de/de/Publikationen/Fachbeitraege/Gd35.html>  
EUROPOEM: <http://europoem.csl.gov.uk>  
RISKOFDERM: [http://www.eurofins.com/research-development/occupational\\_hygiene/riskofderm.asp](http://www.eurofins.com/research-development/occupational_hygiene/riskofderm.asp)

## 10 Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1	Exponierte Personengruppen beim Aufbringen von Antifoulinganstrichen	18
Tab. 4.1	Eckdaten der Besichtigung	21
Tab. 4.2	Produkteigenschaften	25
Tab. 4.3	Exposition Mischen und Beschicken	28
Tab. 4.4	Exposition Rollen	30
Tab. 4.5	Exposition Sprühen	33
Tab. 4.6	Exposition Reinigung Sprühgerät	35
Tab. 4.7	Exposition Entsorgung	36
Tab. 5.1	Geprüfte Modelle	38
Tab. 6.1	Eingabedaten für die Expositionsrechnungen „mixing and loading“	43
Tab. 6.2	Exposition gegenüber der aktiven Substanz für das Mischen und Beschicken (mixing and loading) des Airless-Sprühgerätes	45
Tab. 6.3	Eingabegrundlagen Expositionsrechnungen Spraying	51
Tab. 6.4	Berechnung der Exposition gegenüber der aktiven Substanz für das Beschichten mit Airless-Sprühgerät (spraying)	52
Tab. 6.5	Eingabegrundlagen Expositionsrechnungen Rollen	57
Tab. 6.6	Berechnung der Exposition gegenüber der aktiven Substanz für das Rollen (rolling) eines Segelbootes (Binnenschifffahrt)	58
Anh. 1, Tab. 1	Ergebnisse der Online-Umfrage	76
Anh. 1, Tab. 2	Datenübersicht Mixing and loading	88
Anh. 1, Tab. 3	Datenübersicht Spraying	90
Anh. 1, Tab. 4	Reinigung des Sprühgeräts und Entsorgung	91
Anh. 1, Tab. 5	Rollen und Pinseln (Rolling/Brushing)	93

## 11 Abbildungsverzeichnis

Anh. 1, Abb. 1	mixing and loading–Dermal Exposure–DEO-unit 1; 75-Perzentil.	82
Anh. 1, Abb. 2	mixing and loading – Dermal Exposure – DEO-unit 1; 95-Perzentil	83
Anh. 1, Abb. 3	Spraying – Dermal Exposure – DEO-unit 4; 75er Perzentil	84
Anh. 1, Abb. 4	Spraying – Dermal Exposure – DEO-unit 4; 95er Perzentil	85
Anh. 1, Abb. 5	Painting – Dermal Exposure – DEO-unit 3; 75er Perzentil	86
Anh. 1, Abb. 6	Painting – Dermal Exposure – DEO-unit 3; 95er Perzentil	87
<b>Datenblätter</b>	Mixing and loading	96
	Spraying	110
	Cleaning spraygun	121
	Disposal	128
	Rolling	133
	Brushing	140

# Anhang 1

**Anh. 1, Tab. 1** Ergebnisse der Online-Umfrage

	<b>Großwerft, marine Schifffahrt</b>	<b>Beschichtungsunternehmeh en auf diversen Großwerften</b>	<b>Bootswerft Binnenschifffahrt</b>
Anzahl der Mitarbeiter	800	46	3
Abteilung des Befragten	Abteilung Yachtkonstruktion - Ausrüstung (YA)		allen
Funktion des Befragten	Erstellen von Farbenspezifikationen, Bestellspezifikationen , Untersuchungen geeigneter Farbsysteme, des weiteren Klebe- und Kunststofftechniker		Inhaber/ Geschäftsführer
Tätigkeitsbereich der Firma	Neubau, Reparatur		Neubau, Reparatur
Werden auf Ihrem Firmengelände Antifoulingfarben eingesetzt?	Ja		Ja
Verwender von Antifouling- Produkten	externe Firmen	interne Mitarbeiter	interne Mitarbeiter
Werden unterschiedliche Arbeitsschritte von verschiedenen Personen ausgeführt?	Ja	Ja	Ja
Wieviele Personen kommen im Unternehmen mit Antifouling- Produkten in Kontakt (alle Arbeitsschritte von der Anlieferung bis zur Reinigung von Geräten/Flächen und Entsorgung)	mehr als 10	3-5	1-2
Wie oft werden Antifouling- Produkte im Betrieb angewandt?	ca. 1-mal alle 3 Monate	ca. 2-mal pro Monat	mehrmal pro Woche in der Saison
Welche Qualifikation haben die am Applikationsprozess beteiligten Personen?	Ich denke, es sind gelernte Maler und Lackierer. Man beachte bei der nächsten Frage: Wir haben keine eigene Malerei mehr, kommen also auch nicht mit AF- Produkten in Berührung, alle Arbeiten werden von der beauftragten Firma durchgeführt.	teilweise gelernte Maler und Lackierer, teilweise Mitarbeiter die Korrosionsschutz- lehrgänge besucht haben, teilweise ungelernte Arbeitskräfte - alle überwiegend langjährig erfahrene Mitarbeiter	Facharbeiter, BOOTSBAUER
Welche der mit Antifouling-Produkten verbundenen Arbeitsphasen werden in Ihrem Unternehmen von internen oder externen Mitarbeitern ausgeführt?			
Entgegennahme der Farblieferung	Dienstleister	Dienstleister	Werft
Transport der Gebinde zum Lager	Dienstleister	Dienstleister	Werft
Vorbereitung des Arbeitsbereichs (z. B. Abspannen von Netzen	Werft	Werft	-
Umfüllen der Farbe in das Betriebsgerät	Dienstleister	Dienstleister	Werft
Verdünnen der Farbe	Dienstleister	Dienstleister	Werft
Auftrag der Farbe	Dienstleister	Dienstleister	Werft
Reinigung des Arbeitsgeräts	Dienstleister	Dienstleister	Werft

Anh. 1, Tab. 1 (Fortsetzung)

	Großwerft, marine Schifffahrt	Beschichtungsunternehm en auf diversen Großwerften	Bootwerft Binnenschifffahrt
Entsorgung der Farbreste	Dienstleister	Dienstleister	Werft
Entfernung der Windschutznetze	Werft	Werft	-
Reinigung des Docks	Dienstleister	Dienstleister	-
Entledigung der Arbeitskleidung	Dienstleister	Dienstleister	-
Wieviele Mitarbeiter sind an den ausgeführten Arbeiten in etwa beteiligt?			
Entgegennahme der Farblieferung	1-2	1	2
Transport der Gebinde zum Lager	1-2	1	2
Vorbereitung des Arbeitsbereichs (z.B. Abspannen von Netzen	10-20 (hier handelt es sich um Einzeltungen, welche wiederum eine andere Firma durchführt)		
Umfüllen der Farbe in das Betriebsgerät	1-2	1	2
Verdünnen der Farbe	1-2	1	2
Auftrag der Farbe	5-10	2	2
Reinigung des Arbeitsgerts	5-10	1	2
Entsorgung der Farbreste	1-2	1	2
Entfernung der Windschutznetze	10-20 (s.o.)		
Reinigung des Docks	5-10	3	
Entledigung der Arbeitskleidung	1-2	1	
Sind Mitarbeiter auf bestimmte Arbeitsphasen spezialisiert?	Ja	Ja, für die Airless- Beschichtung	Nein
Gibt es schriftliche Betriebsanweisungen, regelmäßige Schulungen o.ä? [Betriebsanweisung]	Ja	Ja	Nein
Gibt es schriftliche Betriebsanweisungen, regelmäßige Schulungen o.ä? [Schulung]	Ja	Ja	Nein
Welche Produkte werden verwendet?	International Micron Extra International Trilux 33 Sigma Alphagen 50 Hempel Globic Antifouling 81900	Hempel: AF Globic und Hövel Y88 Ocananic, International: AF Intersmooth-Ecoflex u. Interspeed 340, Sigma Coatings: AF Alphagen 50, Relius: AF Ecoship	Hempel Highprotect
Wie wird die Farbe aufgetragen?	gepinselt, gerollt, gesprüht	gesprüht	gepinselt, gesprüht
Welche Sprühgeräte werden verwendet (Hersteller, Bezeichnung)?	Airless - Sprühgeräte (Graco, ITW, Wagner, de Vilbiss), für Primer, Antifouling etc Becherpistolen (Marken unbekannt), für Decklacke	Airless-Pumpen GRACO 68:1 WiWa 18000 74:1	k.A.
Wo erfolgt der Farbauftrag?	sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden	sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden	innerhalb von Gebäuden

Anh. 1, Tab. 1 (Fortsetzung)

	Großwerft, marine Schifffahrt	Beschichtungsuntern ehmen auf diversen Großwerften	Bootswerft Binnenschifffahrt
Entsorgung der Farbreste	Dienstleister	Dienstleister	Werft
Entfernung der Windschutznetze	Werft	Werft	-
Reinigung des Docks	Dienstleister	Dienstleister	-
Entledigung der Arbeitskleidung	Dienstleister	Dienstleister	-
Wieviele Mitarbeiter sind an den ausgeführten Arbeiten in etwa beteiligt?			
Entgegennahme der Farblieferung	1-2	1	2
Transport der Gebinde zum Lager	1-2	1	2
Vorbereitung des Arbeitsbereichs (z.B. Abspannen von Netzen	10-20 (hier handelt es sich um Einzeltungen, welche wiederum eine andere Firma durchführt)		
Umfüllen der Farbe in das Betriebsgerät	1-2	1	2
Verdünnen der Farbe	1-2	1	2
Auftrag der Farbe	5-10	2	2
Reinigung des Arbeitsgerts	5-10	1	2
Entsorgung der Farbreste	1-2	1	2
Entfernung der Windschutznetze	10-20 (s.o.)		
Reinigung des Docks	5-10	3	
Entledigung der Arbeitskleidung	1-2	1	
Sind Mitarbeiter auf bestimmte Arbeitsphasen spezialisiert?	Ja	Ja, für die Airless- Beschichtung	Nein
Gibt es schriftliche Betriebsanweisungen, regelmäßige Schulungen o.ä? [Betriebsanweisung]	Ja	Ja	Nein
Gibt es schriftliche Betriebsanweisungen, regelmäßige Schulungen o.ä? [Schulung]	Ja	Ja	Nein
Welche Produkte werden verwendet?	International Micron Extra International Trilux 33 Sigma Alphagen 50 Hempel Globic Antifouling 81900	Hempel: AF Globic und Hövel Y88 Ocananic, International: AF Intersmooth-Ecoflex u. Interspeed 340, Sigma Coatings: AF Alphagen 50, Relius: AF Ecoship	Hempel Highprotect
Wie wird die Farbe aufgetragen?	gepinselt, gerollt, gesprüht	gesprüht	gepinselt, gesprüht
Welche Sprühgeräte werden verwendet (Hersteller, Bezeichnung)?	Airless - Sprühgeräte (Graco, ITW, Wagner, de Vilbiss), für Primer, Antifouling etc Becherpistolen (Marken unbekannt), für Decklacke	Airless-Pumpen GRACO 68:1 WiWa 18000 74:1	k.A.
Wo erfolgt der Farbauftrag?	sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden	sowohl innerhalb als auch außerhalb von Gebäuden	innerhalb von Gebäuden

## Anh. 1, Tab. 1 (Fortsetzung)

	Großwerft, marine Schifffahrt	Beschichtungsunternehm en auf diversen Großwerften	Bootswerft Binnenschifffahrt
Bitte machen Sie Angaben zum Arbeitsraum: [Länge des Raums (in Metern)]	bis 180 m Länge		14
Bitte machen Sie Angaben zum Arbeitsraum: [Breite des Raums (in Metern)]	bis 30 m		6
Bitte machen Sie Angaben zum Arbeitsraum: [Höhe des Raums (in Metern)]	bis 40 m		3,4
Bitte machen Sie Angaben zum Arbeitsraum: [Luftwechselzahl (sofern bekannt)]	ca 1/h wird eingezeltet, ist der Raum kleiner, dann sind auch 3 - 4 LW / h möglich		k.A.
Sofern die Luftwechselzahl unbekannt ist, beschreiben Sie bitte kurz die Lüftungssituation der Räumlichkeit.	Abzeltung des Schiffskörpers mit leichtem Unterdruck durch Absaugung mit Hilfe eines Saugturms in der Mitte auf beiden Seiten	sehr spezifisch. Durchführung der Arbeiten in Strahl- und Beschichtungshallen, nach neuesten techn. Auflagen (Be- endlüftung, Farbnebelabsaugung.) Desweiteren in Trockendocks AF- Beschichtung von Ablieferung (eingesetzter und abgesprernte Bereiche)	Spritzkabine nach den gültigen Standarts
Werden Windschutzeinrichtungen abgespannt?	Ja		Nein
Bitte geben Sie Informationen zum Sprühvorgang: [Sprührichtung (z.B. über Kopf, von unten nach oben)]	alle Richtungen, da ein Schiffskörper komplizierte Geometrien besitzt, und aufgrund seiner Größe nicht einfach gedreht werden kann	unterschiedlich, abhängig vom Bauteil	
Bitte geben Sie Informationen zum Sprühvorgang: [Sprühdauer (bitte mit Angabe der Zeiteinheit)]	bis ein 20-ltr. Gebinde leer ist, dann kurze Pause		
Bitte geben Sie Informationen zum Sprühvorgang: [Quellstärke (Menge versprühter Flüssigkeit pro Sekunde)]	ca 0,1 ltr		
Wird die Farbe vor dem Auftrag verdünnt?	ja	ja	k.A.
Wie wird die Farbe angemischt?	manuell	automatisiert	manuell



**Anh. 1, Tab. 1 (Fortsetzung)**

	<b>Großwerft, marine Schifffahrt</b>	<b>Beschichtungsunternehm en auf diversen Großwerften</b>	<b>Bootswerft Binnenschifffahrt</b>
Welche Produktmengen werden pro Anwendung verbraucht?	z.B. 100-Meteryacht, incl. Anbauten etwa 1500 qm Unterwasser-Fläche , Trockenschichtdicke von 250 µm, einem Volumen-Festkörpergehalt von 2/3, Verlustfaktor von 33%, ca 850 ltr ohne Verdünnung, Herstellerunabhängig, Festkörpergehalt meist gleich	pro m <sup>2</sup> 0,35 l	k.A.
Sind nach Beendigung der jeweiligen Tätigkeit Farbspritzer oder Farbflecken auf Haut, Kleidung oder Schutzausrüstung der ausführenden Person festzustellen? (1= keine, 5= sehr viele)			
Entgegennahme der Farblieferung	1		1
Transport der Gebinde zum Lager	1		1
Vorbereitung des Arbeitsbereichs (z.B. Abspannen von Netzen)	1		
Umfüllen der Farbe in das Betriebsgerät	2		2
Verdünnen der Farbe	2		2
Auftrag der Farbe	3		2
Reinigung des Arbeitsgeräts	2		2
Entsorgung der Farbreste	1		1
Entfernung der Windschutznetze	1		
Reinigung des Docks	1		
Entledigung der Arbeitskleidung	2		
Bei welchen Arbeitsschritten können Bestandteile oder Dämpfe der Farbe eingeatmet werden?			
Umfüllen der Farbe in das Betriebsgerät	Ja		Ja
Verdünnen der Farbe	Ja		Ja
Farbauftrag	Ja		Ja
Reinigung des Arbeitsgeräts	Ja		Ja
Entsorgung der Farbreste	Ja		
Entfernung der Windschutznetze	Ja		
Entledigung der Arbeitskleidung	Ja		
Welche Arbeitskleidung oder Ausrüstung wird bei den Arbeitsschritten getragen bzw. verwendet?			
Entgegennahme der Farblieferung	Blaumann, Evtl.Handschuhe / Arbeitsschuhe	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	normale
Transport der Gebinde zum Lager	Blaumann, Evtl.Handschuhe / Arbeitsschuhe	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	normale
Vorbereitung des Arbeitsbereichs (z.B. Abspannen von Netzen)	Blaumann, Handschuhe / Arbeitsschuhe		

Anh. 1, Tab. 1 (Fortsetzung)

	Großwerft, marine Schifffahrt	Beschichtungsunternehm en auf diversen Großwerften	Bootswerft Binnenschifffahrt
Umfüllen der Farbe in das Betriebsgerät	Schutzanzug, Handschuhe, Arbeitsschuhe, Atemschutz (Staubmaske)	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	Schutzanzug, Handschuhe
Verdünnen der Farbe	Schutzanzug, Handschuhe, Arbeitsschuhe, Augenschutz, Atemschutzmaske	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	Schutzanzug, Handschuhe
Auftrag der Farbe	Schutzanzug, Handschuhe, Arbeitsschuhe, Augenschutz, Atemschutzmaske	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	Schutzanzug, Handschuhe
Reinigung des Arbeitsgeräts	Schutzanzug, Handschuhe, Arbeitsschuhe, Augenschutz, Atemschutzmaske	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	Schutzanzug, Handschuhe
Entsorgung der Farbreste	Schutzanzug, Handschuhe, Arbeitsschuhe, Atemschutz (Staubmaske)	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	
Entfernung der Windschutznetze	Blaumann, Handschuhe / Arbeitsschuhe		
Reinigung des Docks	Blaumann, Handschuhe / Arbeitsschuhe	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	
Entledigung der Arbeitskleidung	Blaumann, Handschuhe / Arbeitsschuhe	Draeger Vollmaske bei allen Arbeiten	
Bitte geben Sie stichwortartig die Arbeitsschritte zur Entfernung alter Antifoulinganstriche an.	HD Waschen (lose Schichten platzen ab)		mechanisches Entfernen durch schaben, schleifen oder strahlen im Feuchtstrahl-verfahren
Bei welchem dieser Arbeitsschritte kommen Personen am stärksten in Kontakt mit alter Farbe, Farbpartikeln oder mit Farbpartikeln behafteten Substanzen, die zur Entfernung verwendet wurden?	HD Waschen (lose Schichten platzen ab)		schleifen
Bei welchen dieser Arbeitsschritte könnten Farbpartikel eingeatmet werden?	HD Waschen (lose Schichten platzen ab)		schleifen
Welche Arbeitskleidung oder Ausrüstung wird bei der Entfernung von Antifoulingfarben getragen bzw. verwendet?	Schutzanzug, Handschuhe, Arbeitsschuhe, Augenschutz, Atemschutzmaske		Schutzanzug, Atemschutz min.P3

Handling (potentially) contaminated objects (DEO unit 1)		<i>Scroll down to see the remainder!</i>	
<i>You can move the input messages with the input fields by dragging and dropping</i>			
Question	Answer	Additional explanation	
What is the task or scenario done with the product or substance?	(Manual) mixing and diluting of large amounts of liquids		
What is the quality of the ventilation related to the task done?	Normal or good ventilation	Good (mechanical) ventilation and/or proper local exhaust ventilation	
What is the frequency of (skin) contact with the contaminant?	More than rare contact	It happens on average once or more per scenario	
What kind of (skin) contact with the contaminant occurs?	More than light contact		
What type of product is handled?	Liquid	The product handles is a liquid	
Are significant amounts of aerosols or splashes generated in the task?	No	Task does not lead to substantial interaction between product and air, nor to dropping of product on a hard surface <i>Scroll up or down to see the remainder</i>	
What is the level of automation of the task done by the worker?	Manual task	The task is largely done manually with substantial interaction between worker and package, contaminated installation or product	
What is the use rate of the product (if relevant)?	4	Give "1" if this is not a relevant parameter, e.g. if no use rate can be established.	
Percentile for the exposure rate distribution to be assessed	75,0%	percentile	
		median	percentile distribution
Resulting exposure rate hands	34,3	107,	µL/min or mg/min
Resulting exposure rate body	102,	242,	µL/min or mg/min
What is the cumulative duration of the scenario during a shift?	50	minutes	
		median	percentile distribution
Exposure loading per shift hands	1710,000	5350,000	µL or mg
Exposure loading per shift body	5100,000	12100,000	µL or mg
<i>Scroll down to see possible warning messages</i>			

Anh. 1, Abb. 1 mixing and loading – Dermal Exposure – DEO-unit 1; 75-Perzentil

Handling (potentially) contaminated objects (DEO unit 1)			<i>Scroll down to see the remainder!</i>	
<i>You can move the input messages with the input fields by dragging and dropping</i>				
Question	Answer	Additional explanation		
What is the task or scenario done with the product or substance?	(Manual) mixing and diluting of large amounts of liquids			
What is the quality of the ventilation related to the task done?	Normal or good ventilation	Good (mechanical) ventilation and/or proper local exhaust ventilation		
What is the frequency of (skin) contact with the contaminant?	More than rare contact	It happens on average once or more per scenario		
What kind of (skin) contact with the contaminant occurs?	More than light contact			
What type of product is handled?	Liquid	The product handles is a liquid		
Are significant amounts of aerosols or splashes generated in the task?	No	Task does not lead to substantial interaction between product and air, nor to dropping of product on a hard surface <i>Scroll up or down to see the remainder</i>		
What is the level of automation of the task done by the worker?	Manual task	The task is largely done manually with substantial interaction between worker and package, contaminated installation or product		
What is the use rate of the product (if relevant)?	4	Give "1" if this is not a relevant parameter, e.g. if no use rate can be established.		
Percentile for the exposure rate distribution to be assessed	95,0%	percentile		
		<b>median</b>	<b>percentile distribution</b>	
Resulting exposure rate hands		34,3	549,	µL/min or mg/min
Resulting exposure rate body		102,	839,	µL/min or mg/min
What is the cumulative duration of the scenario during a shift?	50	minutes		
		<b>median</b>	<b>percentile distribution</b>	
Exposure loading per shift hands		1710,000	27500,000	µL or mg
Exposure loading per shift body		5100,000	41900,000	µL or mg
<i>Scroll down to see possible warning messages</i>				
The 'percentile distribution' exposure loading per shift for hands is higher than what is considered reasonable. Use this result with caution!				

Anh. 1, Abb. 2      mixing and loading – Dermal Exposure – DEO-unit 1; 95-Perzentil

<b>Model for spray application (DEO unit 4)</b> <i>You can move the input messages with the input fields by dragging and dropping</i>		<i>Scroll down to see the remainder</i>
Question	Answer	Additional explanation
Where is spray application done?	Indoors	
Is spraying done overhead, level or downward?	Overhead	The major direction of application is overhead
What is the direction of airflow that comes from the source?	Not clearly away from the worker	The airflow does not clearly move the contamination emitted from the source away from the worker
Is the worker segregated from the source?	No	
How far is the source from the worker?	Up to 1 meter	
What is the volatility of the carrier liquid?	Highly volatile	The volatility is higher than that of water, e.g. comparable with high volatile solvents, such as acetone
Is the product sprayed a liquid or a solid?	Liquid	
What is the application rate of the product?	2.2	L/min or Kg/min
Percentile for the exposure rate distribution to be assessed	75,0%	percentile
<b>Resulting exposure rate hands</b> <b>Resulting exposure rate body</b>	median 159, 1060,	percentile distribution 552, 3680, µL/min µL/min
What is the cumulative duration of spraying during a shift?	90	minutes
<b>Exposure loading per shift hands</b> <b>Exposure loading per shift body</b>	median 14300, 95800,	percentile distribution 48600, 332000, µL µL
The median exposure loading per shift for hands is higher than what is considered reasonable. Use this result with caution The 'percentile distribution' exposure loading per shift for hands is higher than what is considered reasonable. Use this result with caution The 'percentile distribution' exposure loading per shift for body is higher than what is considered reasonable. Use this result with caution		

Anh. 1, Abb. 3      Spraying – Dermal Exposure – DEO-unit 4; 75er Perzentil

Model for spray application (DEO unit 4)		Scroll down to see the remainder	
Question	Answer	Additional explanation	
Where is spray application done?	Indoors		
Is spraying done overhead, level or downward?	Overhead	The major direction of application is overhead	
What is the direction of airflow that comes from the source?	Not clearly away from the worker	The airflow does not clearly move the contamination emitted from the source away from the worker	
Is the worker segregated from the source?	No		
How far is the source from the worker?	Up to 1 meter		
What is the volatility of the carrier liquid?	Highly volatile	The volatility is higher than that of water, e.g. comparable with high volatile solvents, such as acetone	
Is the product sprayed a liquid or a solid?	Liquid		
What is the application rate of the product?	2,2	L/min or Kg/min	
Percentile for the exposure rate distribution to be assessed	95,0%	percentile	
Resulting exposure rate hands	median 159,	percentile distribution 3290,	
Resulting exposure rate body	1060,	22000,	
What is the cumulative duration of spraying during a shift?	90	minutes	
Exposure loading per shift hands	median 14300,	percentile distribution 296000,	
Exposure loading per shift body	95800,	1980000,	
<p>The median exposure loading per shift for hands is higher than what is considered reasonable. Use this result with caution</p> <p>The 'percentile distribution' exposure loading per shift for hands is higher than what is considered reasonable. Use this result with caution</p> <p>The 'percentile distribution' exposure loading per shift for body is higher than what is considered reasonable. Use this result with caution</p>			

Anh. 1, Abb. 4

Spraying – Dermal Exposure – DEO-unit 4; 95er Perzentil

Dispersion of a product with a hand held tool (e.g. brush, roller, comb) (DEO unit 3)	
Question	Answer
Is application done downward or level or overhead?	Level or overhead
What is the viscosity of the product applied?	Viscosity like syrup or honey
What is the application rate of the product?	0,05 L/min
What kind of tools are used for application?	Tools with handles < 30 cm in length
Percentile for the exposure rate distribution to be assessed	75,0% percentile
Resulting exposure rate hands Resulting exposure rate body	median 54,7 µL/min 110, µL/min percentile distribution 189, µL/min 381, µL/min
What is the cumulative duration of the scenario during a shift?	8 minutes
Exposure loading per shift hands Exposure loading per shift body	median 438,000 µL 880,000 µL percentile distribution 1520,000 µL 3050,000 µL

Question	Answer	Additional explanation
<p><b>Dispersion of a product with a hand held tool (e.g. brush, roller, comb) (DEO unit 3)</b>  <i>You can move the input messages with the input fields by dragging and dropping</i></p>		
Is application done downward or level or overhead?	Level or overhead	The major direction of application is level or overhead
What is the viscosity of the product applied?	Viscosity like syrup or honey	
What is the application rate of the product?	0.05	L/min
What kind of tools are used for application?	Tools with handles < 30 cm in length	
Percentile for the exposure rate distribution to be assessed	95.0%	percentile
<b>Resulting exposure rate hands</b>	median 54.7	percentile distribution 1130, µL/min
<b>Resulting exposure rate body</b>	110,	2270, µL/min
What is the cumulative duration of the scenario during a shift?	8	minutes
<b>Exposure loading per shift hands</b>	median 438,000	percentile distribution 9040,000 µL
<b>Exposure loading per shift body</b>	880,000	18200,000 µL



**Anh. 1, Tab. 2**      Datenübersicht Mixing and loading

Kontaminationskategorien: vollständig, stark (&gt;50 %), mäßig (10-50 %), gering (&lt;10 %)

Szenario Nr.	1	2	3	4	5	6
Kurzbeschreibung	Farbeimer öffnen, Verdünnen in einen Farbeimer schütten, mit elektrischem Rührstab umrühren, Ansaugschlauch in den Farbeimer hängen	Farbeimer öffnen, mit elektrischem Rührstab umrühren, Ansaugschlauch in den Farbeimer hängen	Farbeimer öffnen, mit elektrischem Rührstab umrühren, in Ansatzbehälter umschütten	Abnehmen des Deckels, Umschütten der Farbe in Farbwanne	Abnehmen des Deckels, Umrühren mit Küchenmixer, Umschütten in Sprühgerät, Umrühren mit Küchenmixer, ggf. wiederholen	Aufschneiden des Beutels mit Biozid, Öffnen der Farbdose, Umschütten des Biozidpulvers in die Farbdose, Umrühren mit Küchenmixer
Örtlichkeit	Reparaturwerft, Außendock, teilweise am Rand des Sprühnebelbereichs	Neubau Kreuzfahrtschiffe, Innendock, Landbereich	Neubau Containerschiffe, Beschichtungshalle, überwiegend außerhalb Sprühnebelzone	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt
Aggregatzustand	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Pulver
Konzentration Wirkstoff max. [%]	2,5-10	25-50	25-50	15-25	15-25	50-100
Gehandhabte Produktmenge [l]	20	25	20	0,185	0,75-1,1	150 g!
Dauer ca. [min]	5	5	39205	39114	2	39142
Häufigkeit pro Person pro Schicht	10-20	10-15	10	39143	1	2
Schichten mit diesem Szenario pro Person pro Jahr	Max. 45 (variabel, abh. von Personalaufteil.)	Ca. 12 (pro Monat sehr variabel)	Ca. 80-100	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)
<b>Verwendete Schutzausrüstung</b>	Chemikalienhandschuhe					
	Sonstige Handschuhe	x	x	x	x	x
	Einwegoverall (auch nur einmal getragen)			x		
	Sicherheitsschuhe	x	x	x		
	Vollmaske		x	x		
	Halbmaske					
	Papiermaske (nur Partikelfilter)				x	x

Anh. 1, Tab. 2 (Fortsetzung)

Szenario Nr.	1	2	3	4	5	6	
<b>Exposition</b>	Hände	Handinnen- seite voll- ständig	Gering	Mäßig	Stark	Stark	Gering
	Oberkörper	Gering	Keine	Gering	Gering	Gering	Gering
	Kopf	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine	Keine
	Füße	Mäßig	Gering	Mäßig	Keine	Keine	Keine
	Beine	Stark	Gering	Mäßig	Keine	Keine	Keine
	inhalativ	Durch Sprühnebel					Mäßig
Arbeitsschritt mit höchster Exposition	Umrühren, Umschütten	Wechsel des Ansaug- schlauchs	Transfer des Rührstabs	Umschütten, Kontakt mit kontaminier- ter Farbdose	Umschütten, Umrühren, Kontakt mit kontaminier- ter Farbdose und Reservoir	Umschütten (Pulverstaub)	
Anmerkung				Mixing ist separates Szenario (6)	In ROD im Sprühscen. enthalten. Mixing ist separates Szen.(6)	Nur mixing!	

Anh. 1, Tab. 3 Datenübersicht Spraying

Szenario Nr.	1	2	3	4	
Kurzbeschreibung	Mittels Sprühlanze alle erreichbaren Flächen sprühen (Position am Boden Schiffsunterseiten und Seitenteile, von Hebebühne aus Seitenteile)	Von Fixposition (Hebebühne) aus mittels Sprühpistole alle erreichbaren Flächen sprühen, Umsetzen der Hebebühne	Unter ständigem Positionswechsel (Gehen auf dem Boden) mittels Sprühpistole ein Schiffsteil beschichten; ständiges Sprühen über Kopf	Sprühen eines Bootes mit elektrischem Haushalts-sprühgerät, An- und Abstecken des Netzkabels	
Örtlichkeit	Reparaturwerft, Außendock	Neubau Kreuzfahrtschiffe, Innendock, Wasserbereich	Neubau Containerschiffe, Beschichtungshalle	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt	
Aggregatzustand	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	
Konzentration Wirkstoff max. [%]	2,5-10	25-50	25-50	15-25	
Gehandhabte Produktmenge [l]	300	80-100	200	0,75-1,1	
Beschichtete Fläche [m <sup>2</sup> ]	Ca. 3000	400	400	Ca. 20	
Dauer ca. [min]	Ca. 150	Ca. 120	Ca. 90	20-30	
Häufigkeit pro Person pro Schicht	1 (-2)	2-3	1	1 (-2)	
Schichten mit diesem Szenario pro Person pro Jahr	Max. 45 (variabel, abh. Von Personalaufteilung)	Ca. 12 (pro Monat sehr variabel)	Ca. 80-100	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)	
Verwendete Schutzausrüstung	Chemikalienhandschuhe				
	Sonstige Handschuhe	x	x	x	
	Einwegoverall (auch nur einmal getragen)		x	x	
	Sicherheitsschuhe	x	x	x	
	Vollmaske		x	x	
	Halbmaske	x			
	Papiermaske (nur Partikelfilter)	x <sup>1)</sup>			x
Exposition	Hände	Stark	Stark	Stark	Stark
	Oberkörper	Stark	Stark	Stark	Gering
	Kopf	Stark	Stark	Stark	Gering
	Füße	Mäßig	Stark	Mäßig	Gering
	Beine	Mäßig	Stark (Vorderseite)	Mäßig	Stark
	inhalativ	Durch Sprühnebel, stark	Durch Sprühnebel, stark	Durch Sprühnebel, stark	Durch Sprühnebel, mäßig
Arbeitsschritt mit höchster Exposition	Sprühen des Schiffsbodens über Kopf in beengter Umgebung		Justierung und Freisprühen des Sprühkopfes	Hände: Berührung der kontaminierten Utensilien; Beine: kniende Fortbewegung auf kontaminiertem Boden	
Anmerkung	gleichmäßig feiner Sprühnebel <sup>1)</sup> ein Arbeiter trug nur FFP3-Filter	gleichmäßig feiner Sprühnebel, räuml. Enge hohe Aerosolkonzentration	gleichm. feiner Sprühnebel, Sedimentation besonders auf Gesicht u. Schultern	Es wird konventionell gesprüht.	

**Anh. 1, Tab. 4** Reinigung des Sprühgeräts und Entsorgung (Cleaning Spraygun and Disposal)

	Cleaning Spraygun			Disposal	
	1	2	3	1	2
Szenario Nr.					
Kurzbeschreibung	Mittels Sprühlanze alle erreichbaren Flächen sprühen (Position am Boden Schiffsunterseiten und Seitenteile, von Hebebühne aus Seitenteile)	Von Fixposition (Hebebühne) aus mittels Sprühpistole alle erreichbaren Flächen sprühen, Umsetzen der Hebebühne	Sprühen eines Bootes mit elektrischem Haushalts-sprühgerät, An- und Abstecken des Netzkabels	Farbeimer öffnen, Verdünner in einen Farbeimer schütten, mit elektrischem Rührstab umrühren, Ansaugschlauch in den Farbeimer hängen	Eintauchen der Rolle in die Farbwanne, Abrollen überschüssiger Farbe auf dem Brett der Farbwanne, Abrollen der Farbe auf nachzubessernde Stellen
Örtlichkeit	Reparaturwerft, Außendock,	Neubau Kreuzfahrtschiffe, Innendock, Wasserbereich	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt	Reparaturwerft, Außendock, teilweise am Rand des Sprühnebelbereichs	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt
Aggregatzustand	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)
Konzentration Wirkstoff max. [%]	2,5-10	25-50	15-25	2,5-10	15-25
Gehandhabte Produktmenge [l]	Reste im System	Reste im System	Reste im System	Reste im Gebinde, wenige cl	Reste im Gebinde, wenige ml
Dauer ca. [min]	Ca. 5	Ca. 5	1-2	5	3
Häufigkeit pro Person pro Schicht	1 (-2)	2	1	10-20	1
Schichten mit diesem Szenario pro Person pro Jahr	Max. 45 (variabel, abh. von Personalaufteilung)	Ca. 12 (pro Monat sehr variabel)	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)	Max. 45 (variabel, abh. Von Personalaufteilung)	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)
<b>Verwendete Schutzausrüstung</b>	Chemikalienhandschuhe				
	Sonstige Handschuhe	x	x	x	x
	Einwegoverall (auch nur einmal getragen)		x		
	Sicherheitsschuhe	x	x		x
	Vollmaske		x		
	Halbmaske				
	Papiermaske (nur Partikelfilter)			x	
<b>Exposition</b>	Hände	Stark	Stark	Stark	Stark
	Oberkörper	Gering	Keine	Gering	Gering
	Kopf	Keine	Keine	Keine	Keine
	Füße	Mäßig	Gering	Gering	Gering
	Beine	Mäßig	Gering	Gering	Gering
	inhalativ	Mäßig gegenüber LSM	Mäßig gegenüber LSM	Mäßig gegenüber LSM	Keine

Anh. 1, Tab. 4 (Fortsetzung)

Szenario Nr.	Cleaning Spraygun			Disposal	
	1	2	3	1	2
Arbeitsschritt mit höchster Exposition	Abdrehen des Sprühkopfes, Starten der Pumpe (Spritzgefahr)	Abdrehen des Sprühkopfes, Starten der Pumpe (Spritzgefahr)	Abdrehen der Sprühvorrichtung vom Reservoir	Ineinandersetzen der Eimer	Entnahme der Farbreste mit der Rolle
Anmerkung	Bei der Verführung extreme Belastung durch Verspritzen, abgeschätzter Normalfall wird dargestellt	Szenario zu Beginn und Ende der Schicht, Belastung beim ersten Mal gering, beim zweiten Mal hoch	Es wird konventionell gesprüht		Szenario Stark variabel, abhängig von der Menge der Farbreste

Anh. 1, Tab. 5 Rollen und Pinseln (Rolling/Brushing)

		Rolling			Brushing
Szenario Nr.	1	2	3	1	
Kurzbeschreibung	Abkleben des zu streichenden Bereichs, Eintauchen der Rolle in Farbeimer, ggf. Abstreifen am Eimerrand, Abrollen der Farbe auf dem Schiff entlang der Grenzkannte, Abziehen des Klebebandes, Umsetzen der Hebebühne	Eintauchen der Rolle in die Farbwanne, Abrollen überschüssiger Farbe auf dem Brett der Farbwanne, Abrollen der Farbe auf die Farbgrenze (zuvor mit Klebeband abgeklebt)	Eintauchen der Rolle in die Farbwanne, Abrollen überschüssiger Farbe auf dem Brett der Farbwanne, Abrollen der Farbe auf nachzubessernde Stellen	Eintauchen des Pinsels in die Farbdose, Abstreifen am Dosenrand, Pinseln kleiner Ecken und Kanten	
Örtlichkeit	Reparaturwerft, Außendock,	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt	Reparaturwerft Binnensegelboote, Werkstatt	
Aggregatzustand	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	Flüssig (Farbe)	
Konzentration Wirkstoff max. [%]	2,5-10	15-25	15-25	15-25	
Gehandhabte Produktmenge [l]	20	Ca. 0,4	0,1	Ca. 0,2	
Beschichtete Fläche [m <sup>2</sup> ]	Ca. 250	Ca. 2	<1 m <sup>2</sup>	< 1	
Dauer ca. [min]	Ca. 30	5-8	2-4	02. Mai	
Häufigkeit pro Person pro Schicht	Ca. 3-6	2	2	2	
Schichten mit diesem Szenario pro Person pro Jahr	Max. 45 (variabel, abh. von Personalaufteilung)	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)	36-48 (in Zeitraum von 2 Monaten)	
Verwendete Schutzausrüstung	Chemikalienhandschuhe				
	Sonstige Handschuhe	x	x	x	
	Einwegoverall (auch nur einmal getragen)				
	Sicherheitsschuhe	x			
	Vollmaske				
	Halbmaske				
	Papiermaske (nur Partikelfilter)		x	x	x
Exposition	Hände	Stark	Stark	Stark	Stark
	Oberkörper	Mäßig	Mäßig	Mäßig	Gering
	Kopf	Gering	Keine	Keine	Keine
	Füße	Mäßig	Mäßig	Mäßig	Gering
	Beine	Mäßig	Mäßig	Mäßig	Gering
	inhalativ	Gering (evtl. Spritzer)	Gering (evtl. Spritzer)	Gering (evtl. Spritzer)	Gering (evtl. Spritzer)

Anh. 1, Tab. 5 (Fortsetzung)

Szenario Nr.	Rolling			Brushing
	1	2	3	1
Arbeitsschritt mit höchster Exposition	Abstreifen der Rolle	Hände: Berührung der kontaminierten Utensilien; Beine und Füße durch Tropfen	Hände: Berührung der kontaminierten Utensilien; Beine und Füße durch Tropfen	Hände: Berührung der kontaminierten Utensilien; Beine und Füße durch Tropfen
Anmerkung		Aufgrund vorangegangener mixing and loading Tätigkeiten mit hoher Exposition kann die hinzugekommene Farbmenge schwer abgeschätzt werden.	Aufgrund vorangegangener mixing and loading und spraying - Tätigkeiten mit hoher Exposition kann die hinzugekommene Farbmenge schwer abgeschätzt werden.	Aufgrund vorangegangener mixing and loading Tätigkeiten mit hoher Exposition kann die hinzugekommene Farbmenge schwer abgeschätzt werden.

## **Anhang 2**


### **Datenblätter**





## Mixing and Loading

Produktart 21 Szenario Mixing and loading		Reparaturwerft 15.12.2006 Nr. 1	
Relius Antifoulin Ecoship/(Jotun Thinner)		Einstufung: T, N	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Dikupferoxid		1,1-2,5 %	
Chlorothalonil		2,51-10 %	
Diuron		1,01-2,5 %	
Anwendungsort			
Beschreibung		Außendock	
Lufttemperatur:		5 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
Arbeitsprozess			
Befüllung eines Airless-Sprühgerätes			
Verwender			
Mitarbeiter der Beschichtungsfirma (Sub-Unternehmer der Werft)			
Produktangaben			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Eimer	20 l
Arbeitsschritte			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Neuer Farbeimer (Gebinde unverschmutzt) wird zur Pumpe getragen</li> <li>2. Neuer Eimer wird geöffnet (ggf. unter Zuhilfenahme von Schraubenzieher o.ä.)</li> <li>3. Ggf. werden Farbreste zusammengeschüttet</li> <li>4. Verdünnung (Jotun Thinner) wird hinzugekippt; Dosierung nach Augenmaß</li> <li>5. Umrühren mit elektrischem Rührstab</li> <li>6. Rührstab wird am Eimer abgeklopft und in einen anderen Farbeimer gestellt</li> <li>7. Ansaugschlauch wird aus dem restentleerten Gebinde entnommen</li> <li>8. Vorbereitetes Gebinde wird an die Pumpe gehängt</li> <li>9. Ansaugschlauch wird in das neue Gebinde gehängt ODER</li> <li>10. Verdünnte Farbe wird in den Eimer, in dem der Ansaugschlauch hängt, umgefüllt (dann entfallen Schritte 8 und 9)</li> </ol>			
Fotodokumentation			
			
Wechsel des Rührstabs		Umsetzen des Ansaugschlauchs	

<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>	
Gehandhabte Menge pro Szenario:	20 l
Handhabungsdauer pro Szenario:	Ca. 5 Minuten
Häufigkeit des Szenarios:	Ca. 15- bis 25-mal pro Schicht (abhängig von Schiffsgröße/Farbmenge und Anzahl der Pumpen/Befüller (1-2 Pumpen, 1-2 Personen) in 45 Schichten pro Jahr (Tag- und Nachtschicht, insgesamt ca. 90 Antifouling-Anstriche pro Jahr)
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>	
Überwiegend nach unten, teilweise gleiche Ebene	
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt mit Farbe am Deckel des neuen Gebindes (überwiegend Hände)</li> <li>• Kontakt mit Farbe am restentleerten Gebinde und am Ansaugschlauch (überwiegend Hände)</li> <li>• Anfassen des farbverschmutztem Geräts (Schläuche, Griff des Rührstabs), (überwiegend Hände und vordere Beine)</li> <li>• Kontakt der Beine bei Überlaufen des Eimers</li> <li>• Farbspritzer/überschwappende Farbe beim Umfüllen und Umrühren (überwiegend Füße und Beine)</li> <li>• Arbeitsbereich am Rand der Sprühnebelzone, je nach Windverhältnissen und Nähe zum Sprühenden Exposition durch Sprühnebel</li> </ul>	
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Im Winter (eigene) warme Kleidung darüber</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> <li>• Sicherheitshelm</li> <li>• Einfache Arbeitshandschuhe</li> </ul>	
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Nein, lt. Sicherheitsdatenblatt sind Schutzbrille und -handschuhe erforderlich.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<p>Die Arbeiten finden in der Nähe zum Sprühvorgang statt, daher ist ständig die Gefahr einer Exposition zum Sprühnebel gegeben, auch wenn der Arbeiter sich bemüht, soweit außerhalb wie möglich zu arbeiten. Bei Sprühvorgängen auf beiden Schiffsseiten ist unabsehbares Verwehen des Sprühnebels unter dem Kiel hindurch expositionsrelevant (mehrmals pro Schicht beobachtet).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerät ist stark verschmutzt und bereits leicht korrodiert</li> <li>• „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien</li> <li>• Insbesondere die private Winterkleidung, die über dem Overall (Baumwoll-Arbeitsanzug) getragen wird, wird häufig getragen. Sekundärkontakt mit verschmutzter Kleidung findet somit ständig statt</li> <li>• Blaue Overalls können täglich zur Wäsche gegeben bzw. bei extrem starker Verschmutzung entsorgt werden, was de facto aber selten von den Arbeitern wahrgenommen wird („Wieso, ist doch noch gar nicht so dreckig“)</li> <li>• Durch hohe Sprühnebel und somit Biozid- und Lösungsmittelbelastung im Dockkasten wäre Atemschutz erforderlich (Überschreitung der Grenzwerte wahrscheinlich)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
<p>Die Arbeiter wechseln sich mit den Tätigkeiten auch während der Schicht ab, daher sind genaue Anzahlen der Szenarien pro Schicht pro Person variabel. Es wurde eine Nachtschicht beobachtet. Bis auf einen, kommen alle Arbeiter aus dem osteuropäischen Raum oder aus Griechenland/der Türkei. Sie sprechen stark akzentuiertes deutsch und haben einige Verständnislücken.</p> <p>Die Umkleide und Pausenräume sind beengt; dort ist Kontakt mit kontaminierter Kleidung auch anderer Kollegen (z. B. Tagschicht) möglich. Hygiene wird trotz Unterweisung persönlich stark unterschiedlich und i.d.R. nicht den Anweisungen konform ausgeführt. Unterweisungen erfolgen bei Einarbeitung der Mitarbeiter und nach Bedarf bzw. ca. alle 3 Monate bei vorhandener Zeit; die Arbeiter handeln jedoch bewusst gegen die Anweisung, da sie viele Aspekte daraus nicht nachvollziehen können.</p>	

<b>Produktart 21</b>		<b>Neubauwerft 1</b>	
<b>Szenario</b>		29.01.2007	
<b>Mixing and Loading</b>		Nr. 2	
International Intersmooth 465 SPC		Einstufung: <b>Xn, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer-(I)-oxid		25-< 50 %	
Pyrithionzink		2,5-< 10 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Trockendock, Landbereich	
Lufttemperatur:		10 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Befüllung eines Airless-Sprühgerätes			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter der Beschichtungsfirma (Sub-Unternehmer der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Eimer	25 l
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Neuer Farbeimer (Gebinde unverschmutzt) wird zur Pumpe getragen</li> <li>2. Neuer Eimer wird geöffnet (ggf. unter Zuhilfenahme von Schraubenzieher o.ä.)</li> <li>3. Farbe wird mit elektrischem Rührstab umgerührt</li> <li>4. Der Ansaugschlauch wird aus dem restentleerten Gebinde entnommen</li> <li>5. Der Ansaugschlauch wird in das neue Gebinde gehängt</li> <li>6. Altes, restentleertes Gebinde wird an die Seite gestellt und später zur zentralen Sammelstelle für Sondermüll gebracht</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
		<p>Links: Umrühren der Farbe mit einem elektrischen Rührstab, im linken Eimer hängt der Ansaugschlauch, der im Anschluss in den Farbeimer transferiert wird.</p>	
<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>			
Gehandhabte Menge pro Szenario:		25 l	
Handhabungsdauer pro Szenario:		Ca. 5 Minuten	
Häufigkeit des Szenarios:		10-mal pro Schicht (abhängig von Größe der zu besprühenden Fläche, hier 400 m <sup>2</sup> )	

<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>	
nach unten	
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt mit Farbe am Deckel des neuen Gebindes (Hände)</li> <li>• Kontakt mit Farbe am restentleerten Gebinde und am Ansaugschlauch (überwiegend Hände, weniger Vorderbeine)</li> <li>• Farbspritzer/überschwappende Farbe beim Umfüllen und Umrühren (überwiegend Füße und Beine)</li> </ul>	
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitshelm</li> <li>• Handschuhe aus Gummi und Textil</li> <li>• Vollmaske</li> <li>• Einweg-Poly-Propylen-Anzug (mehrmals getragen)</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt: Nicht vollständig, lt. Sicherheitsdatenblatt sind nitrile Schutzhandschuhe zu verwenden.	
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Arbeiten sind räumlich vom Sprühvorgang getrennt, daher keine potenzielle Exposition zum Sprühnebel</li> <li>• Gerät und Arbeitsbereich sind sauber</li> <li>• Saubere Arbeitskleidung wird getragen</li> <li>• „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien</li> <li>• Es wird sorgfältig gearbeitet, kaum Spritzer oder verschüttete Farbe</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
Die Düse wird nicht gereinigt, sondern nach Schichtende bzw. nach 10 bis 12 Eimern entsorgt, da sich die Düse ausschartet und die Qualität des Sprühstrahls danach unkontrolliert abnimmt (hohe Qualitätsanforderung der Reedereien).	

<b>Produktart 21</b>		<b>Neubauwerft 2</b>	
<b>Szenario</b>		20.03.2007	
<b>Mixing and loading</b>		Nr. 3	
Jotun Antifouling Sea Force 60		Einstufung: <b>T, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Dikupferoxid		25-50 %	
Zinkoxid		10-25 %	
Zineb		2,5-10 %	
Bis(1-hydroxy-1h-pyridin-1thionato-o,s)Kupfer		1-2,5 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Beschichtungshalle	
Lufttemperatur:		19 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal (eher trocken)	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Umrühren und Umfüllen von Antifoulingfarbe in den Ansatzbehälter zum Airless-Sprühen			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter des Anstrichunternehmens (Sub-Unternehmen der Farbfirma der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Eimer	20 l
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Neuer Farbeimer (Gebinde unverschmutzt) wird zur Pumpe getragen</li> <li>2. Neuer Eimer wird geöffnet (ohne zusätzliche Hilfsmittel)</li> <li>3. Entnahme des Rührstabs aus dem Ansatzbehälter</li> <li>4. Umrühren mit der elektrischem Rührstab</li> <li>5. Zurückstellen des Rührstabs in den Ansatzbehälter</li> <li>6. Umschütten eines Teils der Farbe in den Ansatzbehälter</li> <li>7. Bei Bedarf kurzes Durchrühren der Farbe im Ansatzbehälter</li> <li>8. Erneutes Umschütten eines Teils der Farbe in den Ansatzbehälter, bis das Gebinde vollständig umgefüllt ist</li> <li>9. Bei Bedarf kurzes Durchrühren der Farbe im Ansatzbehälter</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Ansatzbehälter mit Entnahmelanze		Umrühren, Exposition Vorderbein	





Umfüllen der Farbe in den Ansatzbehälter



Umrühren mit dem elektrischen Rührstab



Exposition Vorderkörper, Handinnenflächen



Exposition Handoberseite

**Produktmengen und Expositionszeit**

Gehandhabte Menge pro Szenario: 20 l

Handhabungsdauer pro Szenario: Ca. 3-5 Minuten

Häufigkeit des Szenarios: 10-mal pro Schicht (abhängig von Größe der zu besprühenden Fläche, hier 400 m<sup>2</sup>), ca. 2-mal pro Woche pro Person**Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils**

nach unten

**Kontaktmöglichkeiten**

- Kontakt mit Farbe am Deckel des neuen Gebindes (überwiegend Hände)
- Kontakt mit Farbe am restentleerten Gebinde (überwiegend Hände)
- Kontakt mit Farbe am Rührstab (vordere Beine)
- Farbspritzer/überschwappende Farbe beim Umfüllen und Umrühren (überwiegend Füße und Beine)

**Kleidung und persönliche Schutzausrüstung**

- Overall
- Sicherheitsschuhe
- Normale Arbeitshandschuhe
- Vollmaske (A2P3-Filter)
- Einweg-Tritex-Anzug

Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Teilweise, lt. Sicherheitsdatenblatt sind Handschuhe aus Polyvinylalkohol oder Nitril „bei wiederholter Anwendung“ zu verwenden.
---	--

#### **Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko**

- Die Arbeiten sind räumlich weitgehend vom Sprühvorgang getrennt, potenzielle Exposition zum Sprühnebel möglich, wenn der Sprayer den Bauteilbereich nahe der Pumpe bearbeitet
- Gerät und Arbeitsbereich sind sauber
- Saubere Arbeitskleidung wird getragen
- „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien
- Es wird überwiegend sorgfältig gearbeitet, jedoch war das rechte Vorderbein (wahrscheinlich vom Kontakt mit dem Stiel des Rührstabs durch Unachtsamkeit) stark kontaminiert

#### **Sonstige Anmerkungen**

Sprühgerät:

Graco 1:63 bzw. 1:68, Ausgangsdruck 350 bar, Düse 5/21, Sprühdrate 2-4 l/min

Beschichtungshalle mit 30 100 m<sup>3</sup> Raumvolumen (40 m breit, 35 m lang, 21,5 m hoch) und automatischer Belüftung; die Anlage saugt 150 000 m<sup>3</sup> pro Stunde ab (somit Luftwechselzahl = 5); Lösungsmittel werden zurückgewonnen.

Düse und Pumpe werden nach dem Farbauftrag nicht gespült, da die Einkomponenten-Farbe nicht zum Zusetzen von Düse und Schläuchen führt.

Einweg-Overall wird am Ende der Schicht entsorgt, der darunter getragene blaue Arbeitsanzug wird 1- bis 2-mal mal pro Woche entsorgt (waschen rentiert sich nicht).

Hautprobleme durch den Umgang mit Antifoulingfarben sind bisher nicht aufgetreten; es liegt ein Hautschutzplan vor; die Hautschutzmittel befinden sich in den Waschräumen.

Umkleide und Waschräume sind geräumig und sauber.

Betriebsanweisungen hängen am schwarzen Brett.

Schulungen werden ca. 1-mal pro Monat durchgeführt.



<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Mixing</b>		Nr. 4	
International VC 17 m		Einstufung: <b>F, Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>50-100 %</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Werkstatt	
Lufttemperatur:		Ca. 10 °C (anhängig von Außentemperatur)	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Mischen von Kupferpulver (Biozid) in die Grundfarbe für den Antifouling-Anstrich			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Pulver und Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)		Beutel Dose	150 g 750 ml
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Öffnen einer Farbdose mit Hilfe eines Schraubenziehers (Deckel abhebeln)</li> <li>2. Aufschneiden des mitgelieferten Beutels mit Kupferpulver mit einer Haushaltsschere</li> <li>3. Schütten des Kupferpulvers in die Farb-Basis</li> <li>4. Entnahme eines Handrührgerätes aus dem Lagerungsgefäß (das Rührgerät steht mit dem Rührstab in einer Dose mit Lösungsmittel) und Einstecken des Steckers</li> <li>5. Umrühren des Farb-Kupferpulver-Gemischs mit Hilfe des Handrührgerätes</li> <li>6. Zurückstellen des Rührgerätes in das Lagerungsgefäß, Ziehen des Steckers</li> <li>7. Ggf. Dose mit vorbereiteter Farbe mit dem Dosendeckel bis zur Verwendung abdecken</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Öffnen der Farbdose		Umfüllen des Kupferpulvers	



Links:  
Verrühren von Farb-Basis mit dem Kupferpulver mit Hilfe eines Handrührgerätes

#### Produktmengen und Expositionszeit

Gehandhabte Menge pro Szenario:	230 g
Handhabungsdauer pro Szenario:	1-3 Minuten
Häufigkeit des Szenarios:	2-mal pro Schicht = Tag (1,5 bis 2 m Dosen Antifouling pro Schiff, 1 Schiff pro Tag, von März bis Ende April (6-8 Wochen, 6 Tage/Woche)

#### Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils

nach unten

#### Kontaktmöglichkeiten

- Kontakt mit Kupferstaub beim Öffnen des Beutels und Weiten der Öffnung vor dem Umfüllen (dermal)
- Kontakt der Hände und der Unterarme mit Kupferstaub beim Umschütten (dermal)
- Inhalative Exposition beim Umschütten des Kupferstaubs
- Kontakt mit überlaufender Farbe oder Farbe an der Dosenöffnung beim Festhalten der Dose während des Umrührens (dermal, Hände)
- Kontakt durch Farbspritzer beim Umrühren (Hände, Vorderkörper, Unterarme), weniger wahrscheinlich inhalativ bei starken Spritzern
- Kontakt mit Farbe am Rührgerät (dermal, sekundär)

#### Kleidung und persönliche Schutzausrüstung


- |                   |   |
|-------------------|---|
| • Straßenkleidung | • Atemmaske FFP2                                |
| • Turnschuhe      | • Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse) |

Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Baumwolle; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.
---	--



#### Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko

- Für die inhalative Exposition ist das Umfüllen des Kupferpulvers der belastungsintensivste Schritt, außerdem verteilt sich Pulverstaub auf den Flächen; der komplette Arbeitsschritt könnte ausfallen, wäre das Biozid direkt in die verkaufsfertige Farbe integriert (ist bei den meisten anderen Mitteln der Fall)
- Die Arbeiten sind räumlich vom Streich- oder Sprühvorgang getrennt
- Gerät und Arbeitsbereich sind flächig mit Farbe behaftet
- Von Dosendeckeln und Gerät tropft Farbe auf die Arbeitsfläche
- Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)

#### Sonstige Anmerkungen

<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Loading Paint Tray</b>		Nr. 5	
International VC 17 m		Einstufung: <b>Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>10-25%</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Werkstatt	
Lufttemperatur:		Ca. 10 °C (abhängig von Außentemperatur)	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Befüllen der Farbwanne mit Antifoulingfarbe			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)		Dose	750 ml
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abnehmen und Beiseitelegen des lose auf der Farbdose liegenden Deckels</li> <li>2. Schütten von Farbe in die dafür vorgesehene Vertiefung der Farbwanne</li> <li>3. Beiseitestellen der Farbdose</li> <li>4. Abdecken der Farbdose durch loses Auflegen des Deckels</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
		<p>Umschütten der angemischten Farbe in die Farbwanne</p>	
<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>			
Gehandhabte Menge pro Szenario:		Ca. 185 ml	
Handhabungsdauer pro Szenario:		1-2 Minuten	
Häufigkeit des Szenarios:		2- bis 3-mal pro Schicht = Tag (1 Schiff pro Tag, Streichen der Grenzkannte zwischen Unterwasser- und Oberwasseranstrich, von März bis Ende April (6-8 Wochen, 6 Tage/Woche)	
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>			
nach unten			
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt der Hände mit kontaminierter Außenseite der Farbdose (insbesondere beim zweiten Arbeitsgang)</li> <li>• Inhalative Exposition gering, gegenüber Lösungsmittel und (selten) Farbspritzern</li> <li>• Kontakt durch Farbspritzer beim Umschütten (Hände, Vorderkörper, Unterarme), weniger wahrscheinlich inhalativ bei starken Spritzern (keine starken Spritzer beobachtet, aber möglich)</li> <li>• Kontakt mit Farbe an der Farbwanne beim Bereitstellen und Zurechtrücken (dermal, sekundär). Beim ersten Ausführen des Szenarios am Tag ist die Farbe angetrocknet, beim Nachfüllen Kontakt mit frischer Farbe</li> </ul>			

<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenkleidung</li> <li>• Turnschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemmaske FFP2</li> <li>• Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse)</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Textil; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Arbeiten sind räumlich vom Streichvorgang getrennt</li> <li>• Farbwanne und Arbeitsbereich sind flächig mit Farbe behaftet, Farbdose insbesondere beim Nachfüllen (zweites Mal Ausführen des Szenarios)</li> <li>• Von der Dose tropft beim Abstellen Farbe auf die Arbeitsfläche bzw. läuft an der Dose herunter auf die Arbeitsfläche</li> <li>• Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	

<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Loading Spray Gun</b>		Nr. 6	
International VC 17 m		Einstufung: <b>Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>10-25%</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung	Werkstatt		
Lufttemperatur:	Ca. 10 °C (anhängig von Außentemperatur)		
Luftfeuchtigkeit:	Normal		
Platzverhältnisse:	Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden		
<b>Arbeitsprozess</b>			
Befüllen des Sprühgeräts mit Antifoulingfarbe			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:	Gebindeform:	Gebindegröße:	
Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)	Dose	750 ml	
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abnehmen und Beiseitelegen des lose auf der Farbdose liegenden Deckels</li> <li>2. Entnahme eines Handrührgeräts aus dem Lagerungsgefäß (Rührgerät steht mit den Rührstäben in einer Dose mit Lösungsmittel)</li> <li>3. Umrühren der Farbe mit Hilfe des Handrührgeräts</li> <li>4. Zurückstellen des Handrührgeräts in das Lagerungsgefäß</li> <li>5. Schütten von Farbe in den Behälter/das Reservoir des Sprühgerätes</li> <li>6. Beiseitestellen der Farbdose</li> <li>7. Entnahme eines Handrührgeräts aus dem Lagerungsgefäß (Rührgerät steht mit den Rührstäben in einer Dose mit Lösungsmittel)</li> <li>8. Umrühren der Farbe mit Hilfe des Handrührgeräts</li> <li>9. Zurückstellen des Handrührgeräts in das Lagerungsgefäß</li> <li>10. Ggf. Abdecken der Farbdose durch loses Auflegen des Deckels</li> <li>11. Ggf. Schritte 1-10 wiederholen mit zweiter Farbdose</li> <li>12. Aufschrauben des Sprühgeräts auf das Reservoir</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Umfüllen der Farbe in das Reservoir des Sprühgeräts		Umrühren der Farbe im Reservoir des Sprühgeräts	





Zusammenschrauben des Sprühgeräts

Sprühgerät Wagner W 180 P

**Produktmengen und Expositionszeit**

Gehandhabte Menge pro Szenario: Ca. 750 – 1100 ml (hier 750 ml)

Handhabungsdauer pro Szenario: Ca. 2 Minuten

Häufigkeit des Szenarios: 1-mal pro Schicht = Tag (1 Schiff pro Tag, von März bis Ende April, 6-8 Wochen, 6 Tage/Woche)  
Das Umschütten kann auch 2-mal hintereinander erfolgen, wenn der Inhalt der ersten Farbdose nicht ausreicht.

**Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils**

nach unten

**Kontaktmöglichkeiten**

- Kontakt der Hände mit kontaminierter Außenseite der Farbdose (durch zeitlich vorausgegangenes Befüllen der Farbwanne zum Rollen kontaminiert), des Reservoirs des Sprühgeräts (eingetrocknete und frische Farbe) und des Griffs des Mixers (durch mit frischer Farbe behaftete Handschuhe bei vorherigen Arbeiten sowie mit eingetrockneter Farbe kontaminiert)
- Inhalative Exposition gering, gegen Lösungsmittel und (selten) gegen Farbspritzer
- Kontakt durch Farbspritzer beim Umschütten (Hände, Vorderkörper, Unterarme), weniger wahrscheinlich inhalativ bei starken Spritzern (keine starken Spritzer beobachtet, aber möglich)
- Kontakt mit Farbe am Sprühgerät beim Zusammenschrauben der Sprühvorrichtung (dermal). Beim Umfüllen der Farbe in das Reservoir lief Farbe am Außenrand des Behälters hinunter

**Kleidung und persönliche Schutzausrüstung**

- Straßenkleidung
- Turnschuhe
- Atemmaske FFP2
- Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse)

Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt: Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Textil; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.





**Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko**

- Die Arbeiten sind räumlich vom Sprühvorgang getrennt
- Arbeitsgerät und Arbeitsbereich sind flächig mit Farbe behaftet, Farbdose und Reservoir sind außen vor bzw. nach dem Umfüllen mit frischer Farbe sowie mit eingetrockneter Farbe kontaminiert
- Von der Dose tropft beim Abstellen Farbe auf die Arbeitsfläche bzw. läuft an der Dose herunter auf die Arbeitsfläche
- Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)
- Die beobachtete Person gibt sich keine Mühe, Kontakt mit frischer Farbe zu vermeiden (hängt z.B. den Zeigefinger in den Dosenrand beim Umschütten)

**Sonstige Anmerkungen**

Zum Sprühen wird eine konventionelle elektrische „Haushaltsspritze“ mit Sprühdruck von 2-3 bar gemäß Anweisung im technischen Datenblatt zur Farbe verwendet (s. Szenario Nr. 7 „spraying“).

## **Spraying**

<b>Produktart 21</b>		<b>Reparaturwerft</b>	
<b>Szenario</b>		15.12.2006	
<b>Spraying</b>		Nr. 1	
Relius Antifoulin Ecoship/ Jotun Thinner)		Einstufung: <b>T, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Dikupferoxid		1,1-2,5 %	
Chlorothalonil		2,51-10 %	
Diuron		1,01-2,5 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Außendock	
Lufttemperatur:		5 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Beschichtung mit Airless-Sprühgerät > 100 bar			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter der Beschichtungsfirma (Sub-Unternehmer der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Befüllte Pumpe	Ständige Nachfüllung
<b>Arbeitsschritte</b>			
1. Mittels Knopfdruck wird der Sprühvorgang ausgelöst und von einer Fixposition aus mit einer Sprühlanze alles gesprüht, was von dort aus erreichbar ist			
2. Beim Sprühen von einer automatischen Hebebühne wird diese bei Bedarf zwischendurch versetzt			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Sprühen vom Boden aus		Sprühen von der Hebebühne	
			
Beschichtung der Kielunterseite		Persönliche Schutzausrüstung beim Sprühen	



<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>	
Gehandhabte Menge pro Szenario:	300 l
Handhabungsdauer pro Szenario:	Ca. 2,5 Stunden (1,5-3 Stunden, dann Pause)
Häufigkeit des Szenarios:	Ca. 1- bis 2-mal pro Schicht (Arbeiter wechseln sich nach der Pause zumeist ab) in maximal 45 Schichten pro Jahr (Tag- und Nachtschicht, insgesamt ca. 90 Antifouling-Anstriche pro Jahr)
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>	
Über Kopf, gleiche Ebene, nach unten	
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontamination durch Overspray und Sprühnebel, der durch Windverwirbelungen entsteht: Vorderkörper, Gesicht, vordere Beine, Arme, Hände, Füße sowie inhalative Exposition</li> <li>• Handflächen werden durch Kontakt mit verschmutztem Lanzenstiel kontaminiert</li> <li>• Vorderkörper durch Kontakt mit benetztem Hebewagengeländer kontaminiert</li> <li>• Kontakt der hinteren Arme und des Rückens beim Sprühen unter dem Schiff</li> </ul>	
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Im Winter (eigene) warme Kleidung darüber</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitshelm</li> <li>• Einfache Arbeitshandschuhe</li> <li>• Halbmaske</li> <li>• Ein Arbeiter: einfacher Staubschutz</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Nein, lt. Unterweisung sind Vollmaske und Gummihandschuhe erforderlich.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerät ist stark verschmutzt und bereits leicht korrodiert</li> <li>• „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien</li> <li>• Vollmaske wäre erforderlich</li> <li>• Augenschutz wäre erforderlich</li> <li>• Insbesondere die private Winterkleidung, die über dem Overall (Baumwoll-Arbeitsanzug) getragen wird, wird häufig getragen. Sekundärkontakt mit verschmutzter Kleidung findet ständig statt</li> <li>• Blaue Overalls können täglich zur Wäsche gegeben bzw. bei extrem starker Verschmutzung entsorgt werden, was de facto aber selten von den Arbeitern wahrgenommen wird („Wieso, ist doch noch gar nicht so dreckig“)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
<p>Angaben der Mitarbeiter: Werden an mehreren Tagen hintereinander Antifouling-Sprüharbeiten ausgeführt, leiden manche Mitarbeiter unter Schlaflosigkeit und Kopfschmerzen. Als Barrierecreme wird beim Sprühen Vaseline auf das Gesicht aufgetragen, da die Farbe sonst brennt. Angeblich verhindert diese Vaseline auch den Augenkontakt. Nach der Arbeit werden Öl-Extrakt-Cremes verwendet – das Bewusstsein über die Schutzfunktion intakter Haut ist vorhanden. Keine offensichtlichen Hautprobleme festzustellen. Manchmal treten leichte Hautprobleme auf. Die vorgeschriebenen Gummihandschuhe werden nicht getragen, da sie bei Farbkontakt glitschig werden und die Handhabung der Geräte erschweren. „Ab und zu“ gelangt Farbe in die Augen, was ebenfalls brennt, aber Vollmasken (vorhanden) und Schutzbrillen engen lt. Aussage der Arbeiter die Sicht zu stark ein und werden daher nicht getragen. Arbeiter stellen Gewöhnungseffekt fest: Nach dem Urlaub treten anfangs Augen- und Atemwegsreizungen auf.</p> <p>Es wird im Akkord gearbeitet.</p> <p>Die Arbeiter wechseln sich mit den Tätigkeiten auch während der Schicht ab, daher sind die Anzahlen der Szenarien pro Schicht pro Person geschätzt bzw. gemittelt. Es wurde eine Nachtschicht beobachtet. Bis auf einen kommen alle Arbeiter aus dem osteuropäischen Raum oder aus Griechenland/der Türkei. Sie sprechen stark akzentuiertes deutsch und haben teilweise Verständnislücken.</p> <p>Die Umkleide und Pausenräume sind beengt; dort ist Kontakt mit kontaminierter Kleidung auch anderer Kollegen (z B. Tagschicht) möglich. Hygiene wird trotz Unterweisung persönlich stark unterschiedlich und i.d.R. nicht den Anweisungen</p>	

konform ausgeführt.

Unterweisungen erfolgen bei Einarbeitung der Mitarbeiter und nach Bedarf bzw. ca. alle 3 Monate bei vorhandener Zeit; die Arbeiter handeln jedoch teilweise bewusst gegen die Anweisung, da sie viele Aspekte daraus nicht nachvollziehen können („Wieso soll ich den Overall waschen, ist doch nicht so dreckig“) oder die Schutzmaßnahmen sie bei der Arbeit behindern (Gummihandschuhe, Brille).

Sprühgerät:




Graco 63:1 und 68:1

6 atü,

4,19 mm Düse

sowie WiWa 7000 mit derselben Förderleistung

Sprührate ca. 2 l/min

<b>Produktart 21</b>		<b>Neubauwerft Kreuzfahrtschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		<b>29.01.2007</b>	
<b>Spraying</b>		<b>Nr. 2</b>	
International Intersmooth 465 SPC		Einstufung: <b>Xn, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer-(I)-oxid		25-<50%	
Pyrithionzink		2,5- < 10 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Trockendock, Wasserbereich	
Lufttemperatur:		10 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal bis trocken	
Platzverhältnisse:		Überwiegend ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden; im oberen Rumpfbereich des Schiffes wird Bewegungsraum der Hebebühne durch abgespannte Planen eingeengt	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Farbauftrag mit Airless-Sprühgerät			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter der Beschichtungsfirma (Sub-Unternehmer der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Eimer	25 l
<b>Arbeitsschritte</b>			
1. Mittels Knopfdruck wird der Sprühvorgang ausgelöst und von einer Fixposition (Hebebühne) aus alles mit einer Sprühpistole gesprüht, was von dort aus erreichbar ist			
2. Umsetzen des Podests			
3. Schritt 1			
<b>Fotodokumentation</b>			
Rechts: Schutzausrüstung vollständig angelegt			
			
			
Anlegen der Arbeitskleidung vor dem Sprühen		Sprühen mit Pistole	



Sprühvorgang: Rechts abgespannte Plane

Rot: Overspray im Blitzlicht

**Produktmengen und Expositionszeit**

Gehandhabte Menge pro Szenario:	80-100 l
Handhabungsdauer pro Szenario:	Ca. 2 Stunden
Häufigkeit des Szenarios:	2- bis 3-mal pro Schicht (abhängig von Größe der zu besprühenden Fläche. Hier 400 m <sup>2</sup> )

**Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils**

Über Kopf, gleiche Ebene, nach unten

**Kontaktmöglichkeiten**

- Kontamination durch Overspray: inhalativ und dermal: besonders Vorderkörper, Gesicht, vordere Beine, Arme, Hände, Körperrückseite weniger stark
- Handflächen werden durch Kontakt mit verschmutzter Pistole und Geländer der Hebebühne sekundär kontaminiert
- Kontakt der hinteren Arme und des Rückens beim Sprühen unter dem Schiff

**Kleidung und persönliche Schutzausrüstung**

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitshelm</li> <li>• Lange Lederhandschuhe</li> <li>• Vollmaske</li> <li>• Einweg-Poly-Propylen-Anzug mit Kapuze, darüber weiterer Overall (dieser mehrmals getragen)</li> </ul> |
|--|---|

Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt: Ja

**Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko**

- Gerät ist vor Arbeitsbeginn sauber, die abgehängten Planen mit diversen Farbstäuben behaftet. Diese werden frei, wenn in den beengten oberen Sprühbereichen mit der Hebebühne dagegen gefahren wird
- Der Einweg-Anzug zwischen Arbeitsoverall und äußerstem Overall wird nach jeder Schicht entsorgt
- Durch abgespannte Planen, die der Stabilisierung der Lufttemperatur und -feuchtigkeit zum Erlangen der bestmöglichen Anstrichqualität dienen, ist die Luft des Arbeitsbereichs stark mit Lösungsmitteldämpfen und Overspray angereichert

**Sonstige Anmerkungen**

Außer dem Sprüher hält sich maximal eine Person im abgehängenen Sprühbereich auf (Messung der Luftwerte zur Sicherung der Anstrichqualität)

Befragte Mitarbeiter (Schichtleiter und ein weiterer Arbeiter) beklagen keine Haut- oder Atemwegsprobleme. Der Schichtleiter sieht die größere Belastung in Haltungsschäden bzw. Rücken- und Gelenkschmerzen durch den beengten Arbeitsraum und extreme Körperhaltung während der Arbeit.

Sprühgeräte:





Graco 63:1 und 68:1

6 atü,

4,19 mm Düse

sowie WiWa 7000 mit derselben Förderleistung

Sprührate ca. 1 l/min

<b>Produktart 21</b>		<b>Neubauwerft 2</b>	
<b>Szenario</b>		<b>20.03.2007</b>	
<b>Spraying</b>		<b>Nr. 3</b>	
Jotun Antifouling Sea Force 60		Einstufung: <b>T, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Dikupferoxid		25-50 %	
Zinkoxid		10-25 %	
Zineb		2,5-10 %	
Bis(1-hydroxy-1h-pyridin-1thionato-o,s)Kupfer		1-2,5 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Beschichtungshalle	
Lufttemperatur:		19 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal (eher trocken)	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Auftrag von Antifoulingfarbe mittels Airless-Sprühgerät			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter des Anstrichunternehmens (Sub-Unternehmen der Farbfirma der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Eimer	20 l
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Besprühen des Bauteils durch Betätigung des Hebels an der Sprühpistole</li> <li>2. Messen der Schichtstärke mit Hilfe einer gezähnten Messplatte: Zacken in die Farbe stechen, abtupfen der Farbe auf dem Ärmel des Einweg-Overalls, Vergleich mit der Skala auf der Messplatte</li> <li>3. Weitersprühen</li> <li>4. Zwischendurch Freispritzen der verstopften Düse auf den Hallenboden und Justierung der Düse</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Sprühen des Bauteils		Sprühen und Sprühnebel im Blitzlicht	
			
Exposition: Sedimentiertes Aerosol auf Schultern, Kopf und Atemmaske		Exposition der Handoberseite durch Justierung der Sprühdüse	





Exposition der Handflächen und des Vorderkörpers durch Justierung der Sprühdüse	Exposition: Messung der Schichtdicke durch Abstreifen der Messplatte auf dem Ärmel
<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>	
Gehandhabte Menge pro Szenario:	Hier: 200 l (für 400 m <sup>2</sup> besprühte Fläche)
Handhabungsdauer pro Szenario:	Ca. 1,5 Stunden
Häufigkeit des Szenarios:	Ca. 2-mal pro Woche pro Person
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>	
Über Kopf	
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalativ: Overspray und Sprühnebel</li> <li>• Sedimentierter Overspray auf Schultern, Händen und Kopf/Gesicht</li> <li>• Weniger starke Overspray-Belastung des übrigen Körpers (aber der Sprühnebel/Overspray verteilt sich weit im Raum, siehe Foto)</li> <li>• Farbe von der Messplatte wird auf dem Ärmel abgestreift</li> <li>• Aufgrund der verstopften Düse (kommt nicht bei jedem Szenario vor) Kontamination von Händen und Bauch durch Freisprühen und Justierung der Düse</li> </ul>	
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normale Arbeitshandschuhe</li> <li>• Vollmaske (A2P3-Filter)</li> <li>• Einweg-Tritex-Anzug</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Teilweise, lt. Sicherheitsdatenblatt sind Handschuhe aus Polyvinylalkohol oder Nitril „bei wiederholter Anwendung“ zu verwenden.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposition von Kopf und Gesicht sowie des Schulterbereichs durch das Arbeiten über Kopf während des gesamten Szenarios besonders hoch. Hohe Exposition gegenüber Overspray durch geringen Abstand des Arbeitnehmers zur besprühten Fläche</li> <li>• Gerät und Arbeitsbereich sind sauber</li> <li>• „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien</li> <li>• Die Verwendung einer (teilweise) verstopften Düse führt zu offensichtlicher erhöhter Exposition, die aus Freisprühen und Justierung der Düse resultiert</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
<p>Sprühgerät: Graco 1:63 bzw. 1:68, Ausgangsdruck 350 bar, Düse 5/21, Sprühdüse 2-4 l/min</p> <p>Beschichtungshalle mit 30 100 m<sup>3</sup> Raumvolumen (40 m breit, 35 m lang, 21,5 m hoch) und automatischer Belüftung; die Anlage saugt 150 000 m<sup>3</sup> pro Stunde ab (somit Luftwechselzahl = 5); Lösungsmittel werden zurückgewonnen.</p> <p>Düse und Pumpe werden nach dem Farbauftrag nicht gespült, da die Einkomponenten-Farbe nicht zum Zusetzen von Düse und Schläuchen führt.</p> <p>Einweg-Overall wird am Ende der Schicht entsorgt, der darunter getragene blaue Arbeitsanzug wird 1- bis</p>	



2-mal pro Woche entsorgt (waschen rentiert sich nicht).

Hautprobleme durch den Umgang mit Antifoulingfarben sind bisher nicht aufgetreten; es liegt ein Hautschutzplan vor; die Hautschutzmittel befinden sich in den Waschräumen.

Umkleide und Waschräume sind geräumig und sauber.

Betriebsanweisungen hängen am schwarzen Brett.



Schulungen werden ca. 1-mal pro Monat durchgeführt

<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Spraying</b>		Nr. 4	
International VC 17 m		Einstufung: <b>Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>10-25%</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung	Werftgelände, Außenbereich		
Lufttemperatur:	Ca. 10 °C (jeweils Außentemperatur, Arbeiten werden erst ab ca. 10 °C ausgeführt)		
Luftfeuchtigkeit:	Erhöht, zwischendurch Schneeregen		
Platzverhältnisse:	Wechselnd: Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden bis beengt		
<b>Arbeitsprozess</b>			
Farbauftrag mittels konventionellem Sprühen			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:	Gebindeform:	Gebindegröße:	
Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)	Reservoir des Sprühgerätes (Originalgebinde: Dose)	Fassungsvermögen 800 ml (Originalgebinde: 750 ml)	
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbeitragen des Sprühgerätes aus der Werkstatt</li> <li>2. Verbindung des Netzkabels mit der Steckdose</li> <li>3. Besprühen des Unterwasserschiffs mittels Knopfdruck; dabei Bewegung entlang des Schiffes (teilweise kniend)</li> <li>4. Ziehen des Steckers aus der Dose und Zusammenrollen des Kabels</li> <li>5. Tragen des Sprühgerätes in die Werkstatt</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Sprühen im Stehen		Sprühen auf den Knien	
<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>			
Gehandhabte Menge pro Szenario:	Ca. 750 - 1100 ml (hier 750 ml)		
Handhabungsdauer pro Szenario:	20 - 30 min (hier 20 min)		
Häufigkeit des Szenarios:	1-mal pro Schicht = Tag (1 Schiff pro Tag, von März bis Ende April, 6-8 Wochen, 6 Tage/Woche)		
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>			
nach unten, waagrecht			
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt der Hände mit kontaminiertem Sprühgerät</li> <li>• Kontakt mit Overspray: Hände, Vorderkörper, Gesicht, Füße</li> <li>• Inhalative Exposition durch Sprühnebel (Aerosolpartikel und Lösungsmittel)</li> <li>• Kontakt des Kopfes mit besprühten oder gestrichenen Flächen möglich (nicht beobachtet)</li> <li>• Kontakt von Vorderseite der Unterschenkel und Knien mit Farbnebel und -spritzern auf dem Boden durch Ausführen der Arbeit im Knie</li> <li>• Kontakt des Vorderkörpers mit dem kontaminierten Sprühgerät beim Abziehen des Steckers und Auf-</li> </ul>			




rollen des Kabels	
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenkleidung</li> <li>• Turnschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemmaske FFP2</li> <li>• Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse)</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Textil; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lt. eigener Aussage bekommt der Ausführende wenig Kontakt mit dem Sprühnebel, da er „als Segler weiß, woher der Wind kommt“ und sich entsprechend entgegen der Windrichtung positioniert</li> <li>• Arbeitsgerät ist flächig mit – teils eingetrockneter – Antifoulingfarbe behaftet</li> <li>• Die Oberseiten der Handschuhe bieten keinen ausreichenden Schutz (Textil)</li> <li>• Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
<p>Zum Sprühen wird eine konventionelle elektrische „Haushaltsspritze“ mit Sprühdruck von 2-3 bar gemäß Anweisung im technischen Datenblatt zur Farbe verwendet.</p> <p>Es wird ein Sprühgerät Wagner W 180 P mit folgenden technischen Daten verwendet:  Leistung: 110 W  Kolben: 5 mm aus hartverchromtem Spezialstahl  Zylinder: aus Spezialstahl  max. Fördermenge: 270 g/min  max. Spritzdruck: 150 bar  max. Viskosität: 80 DIN-sec  Behältervolumen: 800 ml  Standarddüse: 0,8 mm</p>	

## **Cleaning spraygun**

<b>Produktart 21</b>		<b>Reparaturwerft</b>	
<b>Szenario</b>		<b>15.12.2006</b>	
<b>Cleaning Spraying Equipment</b>		<b>Nr. 1</b>	
Relius Antifoulin Ecoship/(Jotun Thinner)		Einstufung: <b>T, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Dikupferoxid		1,1-2,5 %	
Chlorothalonil		2,51-10 %	
Diuron		1,01-2,5 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Außendock	
Lufttemperatur:		5 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Reinigung des Airless-Sprühgeräts am Schichtende			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter des Anstrichunternehmens Kocks-Opt (Sub-Unternehmer der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Farbreste im Sprühgerät	Nicht anwendbar
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verdünner wird in einen restentleerten Eimer gefüllt (der außen stark mit AF kontaminiert ist)</li> <li>2. Sprühkopf wird von der Lanze abgeschraubt</li> <li>3. Lanze und Ansaugschlauch werden in den Eimer mit der Verdünnung gehalten</li> <li>4. Pumpe wird mit angestellt, sodass die Verdünnung durch das System gezogen wird (Sprühkopf wird abgeschraubt, damit die Pumpe zur Reinigung mit höherem Druck laufen kann)</li> <li>5. Sprühkopf wird wieder aufgeschraubt</li> <li>6. Pumpe wird wieder aktiviert (mit niedrigerem Druck), sodass der Sprühkopf ebenfalls gereinigt wird</li> <li>7. Geräte werden weggeräumt</li> <li>8. Lösungsmittel mit Farbe wird in dafür bestimmten Behälter entsorgt</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Spülen der Pumpe		Abdrehen des Sprühkopfes	
<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>			
Gehandhabte Menge pro Szenario:		Reste aus dem Sprühgerät	
Handhabungsdauer pro Szenario:		Ca. 5 Minuten	
Häufigkeit des Szenarios:		Ca. 1- bis 2-mal pro Schicht (1 oder 2 Sprühgeräte, 1-2 Personen) in maximal 45 Schichten pro Jahr (Tag- und Nachtschicht, insgesamt ca. 90 Antifouling-Anstriche pro Jahr)	
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>			
gleiche Ebene, nach unten			
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handflächen durch Farben an Gebinden, Lanze und Sprühkopf</li> <li>• Vordere Beine durch Kontakt mit Gerät</li> <li>• Vordere Beine, Füße und Vorderkörper durch hochspritzende Farbe bei falscher Druckeinstellung</li> </ul>			




<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Im Winter (eigene) warme Kleidung darüber</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Sicherheitshelm)</li> <li>• (Einfache Arbeitshandschuhe)</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Nein, lt. Unterweisung sind Vollmaske und Gummihandschuhe erforderlich.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<p>Bei der Vorführung war der Druck bei Schritt 6 viel zu hoch, sodass die Verdünnung mit der darin gelösten Farbe aus dem Eimer hoch spritzte und die Beine des Arbeiters flächig kontaminierte. Laut Information des Arbeiters war dies der Vorführeffekt, normalerweise würde mehr auf den Druck geachtet.</p> <p>Der Vorführer war extra zur Demonstration der Reinigung aus der bereits angetretenen Pause zurückgekehrt und trug weder die o.a. Schutzhandschuhe noch Helm und war seiner eigenen Angabe zufolge etwas nachlässig. Die Arbeitskleidung wird von ihm am Ende der Schicht entsorgt.</p> <p>Im Gegensatz zur Demonstration (ohne Handschuhe) werden im Normalfall lt. Angabe des Vorführenden bei dieser Tätigkeit Handschuhe (normale Arbeitshandschuhe wie bei allen anderen Arbeiten) getragen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerät ist stark verschmutzt und bereits leicht korrodiert</li> <li>• „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien</li> <li>• Insbesondere die private Winterkleidung, die über dem Overall (Baumwoll-Blaumann) getragen wird, wird häufig getragen. Sekundärkontakt mit verschmutzter Kleidung findet statt</li> <li>• Blaue Overalls können täglich zur Wäsche gegeben bzw. bei extrem starker Verschmutzung entsorgt werden, was de facto aber selten von den Arbeitern wahrgenommen wird („Wieso, ist doch noch gar nicht so dreckig“)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
<p>Die Arbeiter wechseln sich mit den Tätigkeiten auch während der Schicht ab, daher sind die Anzahlen der Szenarien pro Schicht pro Person geschätzt bzw. gemittelt.</p> <p>Es wurde eine Nachtschicht beobachtet.</p> <p>Bis auf einen kommen alle Arbeiter aus dem osteuropäischen Raum oder aus Griechenland/der Türkei. Sie sprechen stark akzentuiertes deutsch und haben teilweise Verständnislücken.</p> <p>Die Umkleide und Pausenräume lassen sind beengt; dort ist Kontakt mit kontaminierter Kleidung auch anderer Kollegen (z.B. Tagschicht) möglich.</p> <p>Hygiene wird trotz Unterweisung persönlich stark unterschiedlich und i.d.R. nicht mit den Anweisungen konform ausgeführt.</p> <p>Unterweisungen erfolgen bei Einarbeitung der Mitarbeiter und nach Bedarf bzw. ca. alle 3 Monate bei vorhandener Zeit; die Arbeiter handeln jedoch bewusst gegen die Anweisung, da sie viele Aspekte daraus nicht nachvollziehen können.</p>	

<b>Produktart 21</b>		<b>Neubauwerft 1</b>	
<b>Szenario</b>		<b>29.01.2007</b>	
<b>Cleaning Spraying Equipment</b>		<b>Nr. 2</b>	
International Intersmooth 465 SPC, Verdüner		Einstufung: <b>Xn, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer-(I)-oxid		25-<50%	
Pyrethionzink		2,5- < 10 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Trockendock, Landbereich	
Lufttemperatur:		10 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Spülung eines Airless-Sprühgerätes			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter der Beschichtungsfirma (Sub-Unternehmer der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Farbreste im Sprühgerät	
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verdüner wird in einen restentleerten Verdünerseimer gefüllt (der außen mit Farbe kontaminiert ist)</li> <li>2. Düsenaufsatz und Ansaugschlauch werden in den Eimer mit der Verdünerung gehalten</li> <li>3. Pumpe wird mit niedrigem Druck betrieben, so dass die Verdünerung durch das System gezogen wird</li> <li>4. Im Anschluss: mixing and loading</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
		<p>links: Spülen der Pumpe.</p> <p>Hinweis: Der lange, auf dem Bild um die Pumpe gewickelte Schlauch wird zum Sprühen über das Gelände in den Wasserbereich des Docks abgerollt, so dass die Arbeitsbereiche vollständig voneinander getrennt sind.</p>	
<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>			
Gehandhabte Menge pro Szenario:		Reste im System	
Handhabungsdauer pro Szenario:		Ca. 5 Minuten	
Häufigkeit des Szenarios:		2-mal pro Schicht (vor und nach Pumpenbetrieb)	
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>			
nach unten			
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Handflächen und vordere Beine durch Farben an Gebinden, Lanze und Sprühvorrichtung</li> <li>• Kontakt durch falsches Einstellen des Pumpendrucks und Verspritzen des Lösungsmittel-Farb-Gemischs möglich</li> </ul>			
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Sicherheitshelm</li> <li>Einfache Arbeitshandschuhe</li> <li>Einweg-Poly-Propylen-Anzug (mehrmals getragen)</li> </ul>	
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:		Nein, lt. Sicherheitsdatenblatt sind Schutzbrille und Chemikalienhandschuhe erforderlich.	

**Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko**

- Die Arbeiten sind räumlich vom Sprühvorgang getrennt, daher keine potenzielle Exposition zum Sprühnebel
- Gerät und Arbeitsbereich sind sauber
- Beim zweiten Ausführen des Szenarios am Ende der Schicht ist mehr Farbe im System und die Schläuche mit Farbe behaftet, sodass die Exposition der Hände und Beine (durch Spritzer) höher ist
- Saubere Arbeitskleidung wird getragen
- „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien
- Es wird sorgfältig gearbeitet



**Sonstige Anmerkungen**

<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Cleaning Spraying Equipment</b>		Nr. 3	
International VC 17 m, International VC General Thinner		Einstufung: <b>Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>10-25%</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Werkstatt	
Lufttemperatur:		Ca. 10 °C (abhängig von Außentemperatur)	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Reinigung des konventionellen Sprühgeräts			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)		Reservoir des Sprühgerätes (Originalgebinde: Dose)	Farbreste (Fassungsvermögen 800 ml) (Originalgebinde: 750 ml)
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abschrauben des Sprühaufsatzes</li> <li>2. Transfer des Sprühaufsatzes in einen Behälter mit Lösungsmittel</li> <li>3. Spülen des Gerätes mit Lösungsmittel durch Betätigung eines Hebels</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Entnahme des Sprühaufsatzes		Einsetzen des Sprühgerätes in den Behälter mit Lösungsmittel	
		Links: Lagerung des Sprühgerätes in einem Behälter mit Lösungsmittel	



<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>	
Gehandhabte Menge pro Szenario:	Farbreste im Sprühgerät (wenige ml), Farbreste im Reservoir (variabel)
Handhabungsdauer pro Szenario:	1-2 Minuten
Häufigkeit des Szenarios:	1-mal pro Schicht = Tag (1 Schiff pro Tag, von März bis Ende April, 6-8 Wochen, 6 Tage/Woche)
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>	
nach unten	
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt der Hände mit kontaminiertem Sprühgerät, Kabel</li> <li>• Inhalative Exposition gering, gegen Lösungsmittel und (selten) gegen Farbspritzer beim Abschrauben der Sprühvorrichtung</li> <li>• Kontakt durch Farbspritzer insbesondere beim Abklopfen der Entnahmeverrichtung am Rand des Reservoirs und am Reservoir herunter laufende Farbe beim Abschrauben der Sprühvorrichtung (Hände, Vorderkörper, Unterarme), weniger wahrscheinlich inhalativ bei starken Spritzern (keine starken Spritzer beobachtet, aber möglich)</li> </ul>	
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenkleidung</li> <li>• Turnschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemmaske FFP2</li> <li>• Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse)</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Textil; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Arbeiten sind räumlich vom Sprühvorgang getrennt</li> <li>• Arbeitsgerät und Arbeitsbereich sind flächig mit Farbe behaftet, Sprühgerät und Reservoir sind außen mit frischer Farbe durch den Sprühvorgang sowie mit eingetrockneter Farbe kontaminiert; beim Abschrauben läuft Farbe an der Außenseite des Reservoirs herunter</li> <li>• Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)</li> <li>• Die beobachtete Person gibt sich keine Mühe, Kontakt mit frischer Farbe zu vermeiden (fasst Gerät ohne Beachtung vorhandener frischer Kontamination an)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
<p>Zum Sprühen wird eine konventionelle elektrische „Haushaltspritze“ mit Sprühdruck von 2-3 bar gemäß Anweisung im technischen Datenblatt zur Farbe verwendet.</p> <p>Es wird ein Sprühgerät Wagner W 180 P mit folgenden technischen Daten verwendet:  Leistung: 110 W  Kolben: 5-mm aus hartverchromtem Spezialstahl  Zylinder: aus Spezialstahl  max. Fördermenge: 270 g/min  max. Spritzdruck: 150 bar  max. Viskosität: 80 DIN-sec  Behältervolumen: 800 ml  Standarddüse: 0,8 mm</p>	



## Disposal

<b>Produktart 21</b>		<b>Reparaturwerft</b>	
<b>Szenario</b>		15.12.2006	
<b>Disposal</b>		Nr. 1	
Relius Antifoulin Ecoship/(Jotun Thinner)		Einstufung: <b>T, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Dikupferoxid		1,1-2,5 %	
Chlorothalonil		2,51-10 %	
Diuron		1,01-2,5 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Außendock	
Lufttemperatur:		5 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Transport leerer Farbeimer zur zentralen Sammelstelle			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter der Beschichtungsfirma (Sub-Unternehmer der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Eimer	20 l (hier restentleert)
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mehrere restentleerte Eimer werden durch Fußtritt eingedellt</li> <li>2. Eimer werden ineinander gestapelt</li> <li>3. Deckel werden hineingesteckt</li> <li>4. Eimer werden auf eine Sackkarre gestellt</li> <li>5. Sackkarre wird zur Sammelstelle gefahren</li> <li>6. Eimer werden von der Sackkarre abgeladen</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Eingedellter Farbeimer mit Deckelverschlüssen		Ineinanderstellen restentleerter Farbeimer	

<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>	
Gehandhabte Menge pro Szenario:	Wenige cl (restentleerte 20-l-Eimer)
Handhabungsdauer pro Szenario:	Ca. 5 Minuten
Häufigkeit des Szenarios:	Ca. 10- bis 20-mal pro Schicht (abhängig von Schiffsgröße/Farbmenge und Anzahl der Pumpen/Befüller (1-2 Pumpen, 1-2 Personen) in 45 Schichten pro Jahr (Tag- und Nachtschicht, insgesamt ca. 90 Antifouling-Anstriche pro Jahr)
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>	
Nach unten	
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt mit Farbe am Deckeln und Eimern</li> <li>• Arbeitsbereich am Rand der Sprühnebelzone, je nach Windverhältnissen und Nähe zum Sprüher Exposition durch Sprühnebel</li> </ul>	
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Im Winter (eigene) warme Kleidung darüber</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> <li>• Sicherheitshelm</li> <li>• Einfache Arbeitshandschuhe</li> </ul>	
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Nein, lt. Sicherheitsdatenblatt sind Schutzbrille und -handschuhe erforderlich.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<p>Die Arbeiten finden in der Nähe zum Sprühvorgang statt, daher ist ständig die Gefahr einer Exposition zum Sprühnebel gegeben, auch wenn der Arbeiter sich bemüht, soweit außerhalb wie möglich zu arbeiten. Bei Sprühvorgängen auf beiden Schiffsseiten ist unabsehbares Verwehen des Sprühnebels unter dem Kiel hindurch expositionsrelevant (wurde mehrmals pro Schicht beobachtet).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerät ist stark verschmutzt und bereits leicht korrodiert</li> <li>• „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien</li> <li>• Insbesondere die private Winterkleidung, die über dem Overall (Baumwoll-Arbeitsanzug) getragen wird, wird häufig getragen. Sekundärkontakt mit verschmutzter Kleidung möglich</li> <li>• Blaue Overalls können täglich zur Wäsche gegeben bzw. bei extrem starker Verschmutzung entsorgt werden, was de facto aber selten von den Arbeitern wahrgenommen wird („Wieso, ist doch noch gar nicht so dreckig“)</li> <li>• Durch hohe Sprühnebel und somit Biozid- und Lösungsmittelbelastung im Dockkasten wäre Atemschutz erforderlich (Überschreitung der Grenzwerte wahrscheinlich)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
<p>Die Arbeiter wechseln sich mit den Tätigkeiten auch während der Schicht ab, daher sind genaue Anzahlen der Szenarien pro Schicht pro Person variabel. Es wurde eine Nachtschicht beobachtet. Bis auf einen kommen alle Arbeiter aus dem osteuropäischen Raum oder aus Griechenland/der Türkei. Sie sprechen stark akzentuiertes deutsch und haben teilweise Verständnislücken.</p> <p>Die Umkleide und Pausenräume lassen sind beengt; dort ist Kontakt mit kontaminierter Kleidung auch anderer Kollegen (z. B. Tagschicht) möglich. Hygiene wird trotz Unterweisung persönlich stark unterschiedlich und i.d.R. nicht mit den Anweisungen konform ausgeführt. Unterweisungen erfolgen bei Einarbeitung der Mitarbeiter und nach Bedarf bzw. ca. alle 3 Monate bei vorhandener Zeit; die Arbeiter handeln jedoch bewusst gegen die Anweisung, da sie viele Aspekte daraus nicht nachvollziehen können.</p>	

<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Disposal</b>		Nr. 2	
International VC 17 m		Einstufung: <b>Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>10-25%</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung	Werkstatt		
Lufttemperatur:	Ca. 10 °C (anhängig von Außentemperatur)		
Luftfeuchtigkeit:	Normal		
Platzverhältnisse:	Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden		
<b>Arbeitsprozess</b>			
Entleeren und sammeln von Farbresten, Entsorgung der Farbdosen			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:	Gebindeform:	Gebindegröße:	
Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)	Dose, Farbreste aus Sprühgerät und Farbwanne	Nicht anwendbar	
<b>Arbeitsschritte</b>			
Hinweis: Je nach Menge der Farbreste können einzelne Arbeitsschritte entfallen oder variieren.			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Abnehmen und Beiseitelegen des lose auf der Farbdose liegenden Deckels einer fast leeren Dose</li> <li>2. Entnahme von Farbresten aus der fast restentleerten Dose mit Hilfe der Farbrolle und Abstreifen der Farbrolle in der Farbwanne (dann Szenario X „Rollen von Farbresten“)</li> <li>3. Umschütten von Farbresten aus dem Reservoir des Sprühgeräts in die Farbwanne (dann Szenario „Rollen von Farbresten“)</li> <li>4. Umschütten der Farbreste aus der Farbwanne in eine Farbdose mit Restinhalt</li> <li>5. Umschütten der Farbreste aus einer fast restentleerten Farbdose in eine andere (vollere) Farbdose</li> <li>6. Aufsetzen des Reservoirs „kopfüber“ auf die Öffnung einer Farbdose mit den gesammelten Farbresten zur Restentleerung mit Hilfe der Gravitation</li> <li>7. Aufstecken des Deckels auf die restentleerte(n) Farbdose(n)</li> <li>8. Überführung der restentleerten Farbdosen in einen blauen Müllsack</li> </ol>			
Wenn der Müllsack voll ist, wird er dem Sondermüll zugeführt			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Entnahme von Farbresten aus einer Farbdose mit Hilfe der Rolle		Umschütten von Farbresten aus der Farbwanne in eine Farbdose	



Aufstecken des Deckels auf eine restentleerte Farbdose

Entsorgung einer restentleerten Farbdose in einen Müllsack

#### Produktmengen und Expositionszeit

Gehandhabte Menge pro Szenario: Wenige ml bis schätzungsweise 300 ml

Handhabungsdauer pro Szenario: 2-5 Minuten

Häufigkeit des Szenarios: 1-mal pro Schicht = Tag am Ende der Beschichtungsarbeiten

#### Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils

nach unten, Brust-/Gesichtshöhe

#### Kontaktmöglichkeiten

- Kontakt der Hände mit kontaminierten Farbdosen, Rollenstielen, Farbwannen, Sprühgeräte-Reservoirs, Arbeitsflächen, Müllsack
- Inhalative Exposition gering, gegen Lösungsmittel und (selten) gegen Farbspritzer
- Kontakt durch Farbspritzer und Tropfen beim Umschütten (Hände, Vorderkörper, Unterarme), weniger wahrscheinlich inhalativ bei starken Spritzern (keine starken Spritzer beobachtet, aber möglich)

#### Kleidung und persönliche Schutzausrüstung

- Straßenkleidung
- Turnschuhe
- Atemmaske FFP2
- Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse)

Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt: Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Textil; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.

#### Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko




- Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)
- Die beobachtete Person gibt sich keine Mühe, Kontakt mit frischer Farbe zu vermeiden (hängt z.B. den Zeigefinger in den Dosenrand oder greift in die Farbwanne beim Umschütten)

#### Sonstige Anmerkungen

Die einzelnen Arbeitsschritte variieren sehr stark je nach Füllstand der Behältnisse am Ende der Beschichtungsarbeiten. Die einzelnen Arbeitsschritte dauern jeweils ca. 1-2 Minuten


## Rolling




<b>Produktart 21</b>		<b>Reparaturwerft</b>	
<b>Szenario</b>		<b>15.12.2006</b>	
<b>Rolling</b>		<b>Nr. 1</b>	
Relius Antifoulin Ecoship/(Jotun Thinner)		Einstufung: <b>T, N</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Dikupferoxid		1,1-2,5 %	
Chlorothalonil		2,51-10 %	
Diuron		1,01-2,5 %	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Außendock	
Lufttemperatur:		5 °C	
Luftfeuchtigkeit:		Normal	
Platzverhältnisse:		Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Streichen von Antifoulingfarbe an den Farbübergängen mit einer Rolle			
<b>Verwender</b>			
Mitarbeiter des Anstrichunternehmens Kocks-Opt (Sub-Unternehmer der Werft)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssig mit Festpartikeln (Farbe)		Eimer	20 l
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Öffnen des Eimers und Tragen des Eimers zur Hebebühne</li> <li>2. Abkleben der Grenzfläche</li> <li>3. Eintauchen der Rolle (ggf. Abstreichen am Eimer)</li> <li>4. Streichen der Farbe</li> <li>5. Wiedereintauchen der Rolle</li> <li>6. Abziehen des Klebebandes</li> <li>7. Weiterlenken des automatisch steuerbaren Hebebühnenwagens und der Hebebühne</li> <li>8. Schritt 2 ...</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Abkleben des Farbübergangs		Rollen der Antifouling-Farbe	
		links: Abziehen des Klebestreifens	

<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>	
Gehandhabte Menge pro Szenario:	20 l
Handhabungsdauer pro Szenario:	Ca. 30 Minuten
Häufigkeit des Szenarios:	Ca. 6-mal pro Schicht (abhängig von Schiffsgröße) in 45 Schichten pro Jahr (Tag- und Nachtschicht, insgesamt ca. 90 Antifouling-Anstriche pro Jahr)
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>	
Über Kopf, teilweise gleiche Ebene	
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt mit Farbe am Deckel des neuen Gebindes (überwiegend Hände)</li> <li>• Kontakt mit abgestreifter Farbe am Gebinde (Hände, Vordere Beine)</li> <li>• Anfassen des farbverschmutzten Hebebühnengeländers (Hände und vordere Beine, Bauch)</li> <li>• Kontakt durch Farbspritzer beim Farbauftrag (Gesicht, vorderer Oberkörper, Arme)</li> <li>• Kontakt mit Farbe beim Abziehen des Klebebandes (frische Farbe, Hände und Arme, Spritzer im Gesicht, Vorderkörper)</li> <li>• Kontakt mit angetrockneter Farbe auf dem Schiffsrumpf beim Abkleben</li> <li>• Arbeitsbereich am Rand der Sprühnebelzone, je nach Windverhältnissen und Nähe zum Sprühenden Exposition durch Sprühnebel</li> </ul>	
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Overall</li> <li>• Im Winter (eigene) warme Kleidung darüber</li> <li>• Sicherheitsschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitshelm</li> <li>• Einfache Arbeitshandschuhe</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Nein, lt. Sicherheitsdatenblatt sind Schutzbrille und -handschuhe erforderlich.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<p>Farbe kleckert manchmal auf die Beine; es werden Farbüberschüsse aus größerer Höhe auf den Boden gespritzt oder auch Deckel eines neuen Eimers nach unten geworfen. -&gt; Gefahr der Kontamination anderer durch Tritt in die Deckel oder durch heruntergeschlagene (absichtlich) oder -getropfte Farbe.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Normale“ Arbeitshandschuhe bieten keinen Schutz vor Chemikalien</li> <li>• Insbesondere die private Winterkleidung, die über dem Overall (Baumwoll-Arbeitsanzug) getragen wird, wird häufig getragen. Sekundärkontakt mit verschmutzter Kleidung möglich</li> <li>• Blaue Overalls können täglich zur Wäsche gegeben bzw. bei extrem starker Verschmutzung entsorgt werden, was de facto aber selten von den Arbeitern wahrgenommen wird („Wieso, ist doch noch gar nicht so dreckig“)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
<p>Die Arbeiter wechseln sich mit den Tätigkeiten auch während der Schicht ab, daher sind genaue Anzahlen der Szenarien pro Schicht pro Person variabel. Es wurde eine Nachtschicht beobachtet. Bis auf einen kommen alle Arbeiter aus dem osteuropäischen Raum oder aus Griechenland/der Türkei. Sie sprechen stark akzentuiertes deutsch und haben teilweise Verständnislücken.</p> <p>Die Umkleide und Pausenräume lassen sind beengt; dort ist Kontakt mit kontaminierter Kleidung auch anderer Kollegen (z. B. Tagschicht) möglich. Hygiene wird trotz Unterweisung persönlich stark unterschiedlich und i.d.R. nicht mit den Anweisungen konform ausgeführt. Unterweisungen erfolgen bei Einarbeitung der Mitarbeiter und nach Bedarf bzw. ca. alle 3 Monate bei vorhandener Zeit; die Arbeiter handeln jedoch bewusst gegen die Anweisung, da sie viele Aspekte daraus nicht nachvollziehen können.</p>	





<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Rolling</b>		Nr. 2	
International VC 17 m		Einstufung: <b>Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>10-25%</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung		Werftgelände, Außenbereich	
Lufttemperatur:		Ca. 10 °C (jeweils Außentemperatur, Arbeiten werden erst ab ca. 10 °C ausgeführt)	
Luftfeuchtigkeit:		Erhöht, zwischendurch Schneeregen	
Platzverhältnisse:		Wechselnd: Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden bis beengt	
<b>Arbeitsprozess</b>			
Farbauftrag durch Rollen			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:		Gebindeform:	Gebindegröße:
Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)		Farbwanne (Originalgebinde: Dose)	Ca. 185 ml (Originalgebinde: 750 ml)
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbeitragen der Farbwanne mit der Rolle aus der Werkstatt</li> <li>2. Eintauchen der Farbrolle in den Behälter der Farbwanne</li> <li>3. Abrollen der Farbrolle auf dem dafür vorgesehenen Bereich der Farbwanne</li> <li>4. Rollen der Grenzfläche zum Oberwasseranstrich</li> <li>5. Wiederholung der Schritte 2-4 bis der Grenzbereich umlaufend gestrichen ist</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
		Links: Rollen des Grenzbereichs zum Oberwasseranstrich	
<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>			
Gehandhabte Menge pro Szenario:		Ca. 185 ml	
Handhabungsdauer pro Szenario:		Ca. 5-10 Minuten	
Häufigkeit des Szenarios:		2-mal pro Schicht = Tag (1 Schiff pro Tag, Farbtablett mit je 185 ml Inhalt, 2 Farbtablett-Füllungen pro Schiff, von März bis Ende April, 6-8 Wochen, 6 Tage/Woche)	
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>			
Gleichgerichtet (Brusthöhe)			
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt der Hände mit kontaminiertem Farbtablett und Rollenstiel</li> <li>• Kontakt durch Farbspritzer/-kleckse: Hände, Vorderkörper, insbesondere vordere Beine, (Gesicht), Füße (viele Farbtropfen auf den Schuhen sowie auf dem Boden)</li> <li>• Inhalative Exposition durch Lösungsmittel und Farbspritzer (gering, Außenbereich, keine Aerosole)</li> </ul>			
<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenkleidung</li> <li>• Turnschuhe</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemmaske FFP2</li> <li>• Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse)</li> </ul>	

Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Textil; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Lt. eigener Aussage des Ausführenden ist die inhalative Exposition gering, da er „als Segler weiß, woher der Wind kommt“ und sich entsprechend entgegen der Windrichtung positioniert</li><li>• Arbeitsgerät ist flächig mit – teils eingetrockneter – Antifoulingfarbe behaftet</li><li>• Die Oberseiten der Handschuhe bieten keinen ausreichenden Schutz (Textil)</li><li>• Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)</li></ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
Die Moltoprenrolle wird an mehreren Tagen verwendet. Sie kann über Nacht liegen bleiben und wird durch die Lösungsmittel im VC 17 m am nächsten Tag wieder weich. Die Rolle wird nicht gereinigt, einige Tage hintereinander verwendet und dann als Sondermüll entsorgt.	

<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Rolling</b>		Nr. 3	
International VC 17 m		Einstufung: <b>Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>10-25%</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung	Werftgelände, Außenbereich		
Lufttemperatur:	Ca. 10 °C (jeweils Außentemperatur, Arbeiten werden erst ab ca. 10 °C ausgeführt)		
Luftfeuchtigkeit:	Erhöht, zwischendurch Schneeregen		
Platzverhältnisse:	Wechselnd: Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden bis beengt		
<b>Arbeitsprozess</b>			
Farbauftrag durch Rollen (Farbreste)			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:	Gebindeform:	Gebindegröße:	
Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)	Farbwanne (Originalgebinde: Dose)	wenige ml (Reste aus Sprühgerät-Reservoir (Originalgebinde: 750 ml))	
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbeitragen der Farbwanne mit der Rolle aus der Werkstatt</li> <li>2. Eintauchen der Farbrolle in den Behälter der Farbwanne</li> <li>3. Abrollen der Farbrolle auf dem dafür vorgesehenen Bereich der Farbwanne</li> <li>4. Nachbessern diverser Stellen am vollständig beschichteten (durch vorheriges Rollen/Sprühen) Schiff durch Rollen</li> <li>5. Wiederholung der Schritte 2-4 bis die Farbe in der Farbwanne aufgebraucht ist oder alle Stellen nachgebessert sind</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
		Links: Nachbessern des Anstrichs durch Rollen	
Gehandhabte Menge pro Szenario:	Variabel, mehrere ml bis schätzungsweise 50-100 ml		
Handhabungsdauer pro Szenario:	Ca. 2 Minuten		
Häufigkeit des Szenarios:	2-mal pro Schicht = Tag (1 Schiff pro Tag, 2-mal werden Farbreste aus Dosen oder aus dem Sprühgerät verstrichen, von März bis Ende April, 6-8 Wochen, 6 Tage/Woche)		
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>			
Gleichgerichtet (Brusthöhe), nach unten			
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt der Hände mit kontaminiertem Farbtablett und Rollenstiel</li> <li>• Kontakt durch Farbspritzer/-kleckse: Hände, Vorderkörper, insbesondere vordere Beine, (Gesicht), Füße (viele Farbtropfen auf den Schuhen sowie auf dem Boden)</li> <li>• Inhalative Exposition durch Lösungsmittel und Farbspritzer (gering, Außenbereich, keine Aerosole)</li> </ul>			

<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenkleidung</li> <li>• Turnschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemmaske FFP2</li> <li>• Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse)</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Textil; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Gegensatz zum Rollen des Grenzbereichs zwischen Unter- und Oberwasserschiff wird die Rolle sehr schnell abgerollt. Die Farbe wird auf Stellen des gesamten Unterwasserschiffs aufgetragen. Dadurch besteht die Gefahr des Kontaktes von Kopf, Armen und Oberkörper mit dem bereits beschichteten Schiff (obwohl nicht beobachtet). Durch das schnelle Abrollen der Farbe können feine Spritzer entstehen.</li> <li>• Lt. eigener Aussage des Ausführenden ist die inhalative Exposition gering, da er „als Segler weiß, woher der Wind kommt“ und sich entsprechend entgegen der Windrichtung positioniert</li> <li>• Arbeitsgerät ist flächig mit – teils eingetrockneter – Antifoulingfarbe behaftet</li> <li>• Die Oberseiten der Handschuhe bieten keinen ausreichenden Schutz (Textil)</li> <li>• Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
Die Moltoprenrolle wird an mehreren Tagen verwendet. Sie kann über Nacht liegen bleiben und wird durch die Lösungsmittel im VC 17 m am nächsten Tag wieder weich. Die Rolle wird nicht gereinigt, einige Tage hintereinander verwendet und dann als Sondermüll entsorgt.	

## Brushing

<b>Produktart 21</b>		<b>Bootswerft Binnenschiffe</b>	
<b>Szenario</b>		21.03.2007	
<b>Brushing</b>		Nr. 1	
International VC 17 m		Einstufung: <b>Xn</b>	
Wirkstoff:		Konzentration im Biozid-Produkt:	
Kupfer		<b>10-25%</b>	
<b>Anwendungsort</b>			
Beschreibung	Werftgelände, Außenbereich		
Lufttemperatur:	Ca. 10 °C (jeweils Außentemperatur, Arbeiten werden erst ab ca. 10 °C ausgeführt)		
Luftfeuchtigkeit:	Erhöht, zwischendurch Schneeregen		
Platzverhältnisse:	Wechselnd: Ausreichend Bewegungsfreiheit vorhanden bis beengt		
<b>Arbeitsprozess</b>			
Farbauftrag durch Pinseln			
<b>Verwender</b>			
Bootsbauer (Werft-Inhaber)			
<b>Produktangaben</b>			
Aggregatzustand:	Gebindeform:	Gebindegröße:	
Flüssigkeit mit Festpartikeln (Farbe)	Dose	750 ml	
<b>Arbeitsschritte</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Herbeitragen von Dose und Pinsel aus der Werkstatt</li> <li>2. Eintauchen Pinsels in die Farbdose</li> <li>3. Abstreifen des Pinsels am Rand der Dose</li> <li>4. Pinseln von kleinen Stellen (Ecken, Kanten) an der Grenze zum Oberwasseranstrich, die mit der Rolle nicht erreicht werden konnten</li> <li>5. Wiederholung der Schritte 2-4 bis alle Stellen nachgebessert sind</li> <li>6. Zurücktragen von Pinsel und Farbdose in die Werkstatt</li> <li>7. Ablegen des Pinsels in einem Becher mit Lösungsmittel</li> </ol>			
<b>Fotodokumentation</b>			
			
Streichen von Ecken und Nischen mit einem Pinsel		Kontaminierte Farbdose und Handschuhe	
<b>Produktmengen und Expositionszeit</b>			
Gehandhabte Menge pro Szenario:	Ca. 10-20 ml		
Handhabungsdauer pro Szenario:	Ca. 2-5 Minuten		
Häufigkeit des Szenarios:	1-mal pro Schicht = Tag (1 Schiff pro Tag, von März bis Ende April, 6-8 Wochen, 6 Tage / Woche)		
<b>Ausrichtung des Werkzeugs oder Arbeitsteils</b>			
Gleichgerichtet (Brusthöhe)			
<b>Kontaktmöglichkeiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt der Hände mit kontaminierter Farbdose und kontaminiertem Farbstiel</li> <li>• Kontakt durch Farbspritzer/-kleckse: Hände, Vorderkörper, (Gesicht), Füße (Farbtropfen auf den Schuhen sowie auf dem Boden)</li> <li>• Inhalative Exposition durch Lösungsmittel und Farbspritzer (gering, Außenbereich, keine Aerosole)</li> </ul>			

<b>Kleidung und persönliche Schutzausrüstung</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßenkleidung</li> <li>• Turnschuhe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atemmaske FFP2</li> <li>• Handschuhe (EN 388 für mechanische Einflüsse)</li> </ul>
Ausrüstung gemäß SDB/Betriebsanweisung angewandt:	Lt. SDB Schutzbrille erforderlich. Nitrile Handschuhe werden zwar getragen, aber großer Bereich auf dem Handrücken nur Textil; Angaben zu Handschuhen im SDB unpräzise.
<b>Beobachtung zur Exposition und zum Sicherheitsrisiko</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lt. eigener Aussage des Ausführenden ist die inhalative Exposition gering, da er „als Segler weiß, woher der Wind kommt“ und sich entsprechend entgegen der Windrichtung positioniert</li> <li>• Arbeitsgerät ist mit – teils eingetrockneter – Antifoulingfarbe behaftet</li> <li>• Die Oberseiten der Handschuhe bieten keinen ausreichenden Schutz (Textil)</li> <li>• Farbe an den Handschuhen wird bei allen Arbeitsschritten inkl. anderer Szenarien auf weitere Utensilien verteilt, da Handschuhe nur ca. einmal pro Woche gewechselt werden (werden abends nur mit Lösungsmittel abgerieben, um Großteil der Farbe zu entfernen)</li> </ul>	
<b>Sonstige Anmerkungen</b>	
Der Pinsel wird mehrfach verwendet und zwischen den Anstrichen in einem Behälter mit Lösungsmittel gelagert. (International VC General Thinner)	