

Abteilung II — Seeschifffahrt

Thema 6:

Vorbeugemaßnahmen gegen die Verschmutzung der Häfen und der Küsten. Bekämpfungs- und Abhilfemittel.

Dipl.-Ing. Carl B o e , Baudirektor, Strom- und Hafenbau, Hamburg; Dipl.-Ing. Wilfried B o h l m a n n , Oberbaurat, Strom- und Hafenbau, Hamburg; Dipl.-Ing. Dieter L e r c h , Baurat, Strom- und Hafenbau, Hamburg; Dr. rer. nat. Fritz L u c h t , Wiss. Angestellter, Wasser- und Schifffahrtsdirektion, Hamburg; Dr. rer. nat. Manfred N a u k e , Wiss. Angestellter, Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg; Dipl.-Ing. Horst O e b i u s , Wiss. Angestellter, Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau, Berlin; Dipl.-Ing. Fritz R e u t e r , Präsident der Wasser- und Schifffahrtsdirektion, Hamburg; Dr.-Ing. Heinz W i s m e r , Regierungsbaurat, Wasser- und Schifffahrtsdirektion, Hamburg;

Thema des Berichtes:

Die derzeit bekannten und die zukünftigen Maßnahmen zur Verhinderung und zur Beseitigung von Schäden in Häfen, Zufahrten und der See, die durch die Auswirkung eingeleiteter Schadstoffe hervorgerufen werden.

Zusammenfassung

Als Folge der Bevölkerungszunahme und des steigenden Lebensstandards — zunehmende Industrialisierung und Verkehrsdichte — steigt auch das Maß der schädlichen Veränderungen der natürlichen Umgebung des Menschen. Davon sind besonders betroffen die Flüsse, Kanäle, Häfen, Zufahrten und der nahe Küstenbereich.

Wie in anderen Ländern gibt es in der BRD Gesetze und Regelungen, die einer Zunahme der Verschmutzung vorbeugen sollen. Umfangreiche Untersuchungen durch Behörden, Universitätsinstitute usw. beschäftigen sich mit dem Wesen, der Auswirkung und der möglichen Bekämpfung der einzelnen Schadstoffe.

In der vorliegenden Arbeit wird, ausgehend von einer Definition der Verschmutzung, zunächst zu der Herkunft und der Auswirkung der Schadstoffe allgemein Stellung genommen. Danach wird die gegenwärtige Belastung durch die wichtigsten Schadstoffe in den Häfen, Zufahrten und Küstenbereichen beschrieben. Wir stellen fest, daß der augenblickliche Zustand zwar in einzelnen Bereichen durchaus schädliche Belastungen erkennen läßt, im großen und ganzen jedoch noch keinen Anlaß zur Besorgnis bietet. Es werden aber auch zeitweilig regional begrenzte untragbare Verschmutzungen beobachtet.

Eine erfolgreiche Verbesserung des jetzigen Zustandes bzw. ein Halten der augenblicklichen Situation ist nur dann möglich, wenn Situationsanalysen vorgenommen und Belastbarkeitspläne für die einzelnen Reviere aufgestellt werden. Das dafür zu erstellende Beobachtungsnetz ist regional vorhanden; es muß erweitert und verdichtet werden.

Anschließend werden die bestehenden Regelungen zur Verhinderung und zur Verminderung der Verschmutzungen erörtert. Die Kontrolle der Einhaltung der gesetzlichen Regelungen bereitet Schwierigkeiten.

Ausgehend von der vermuteten zukünftigen Entwicklung der Verschmutzung und ihrem zu erwartenden Umfang werden Maßnahmen zur Überwachung der Gewässerver-

schmutzung, weitergehende Rechtsvorschriften und technische Bekämpfungsmaßnahmen vorgeschlagen, die geeignet sind, eine weitere Zunahme der Schäden zu verhindern. Sie gehen im wesentlichen davon aus, daß auch in der nahen Zukunft eine wirksame Bekämpfung der Verschmutzung nur durch Vorbeugemaßnahmen erfolgen kann, da z. Z. mit wenigen Ausnahmen keine wirkungsvollen, unschädlichen direkten Bekämpfungsmittel und -methoden verfügbar sind. Der Gesetzgeber muß diese Maßnahmen unterstützen.

Inhalt:

	Seite
1. Einleitung	266
2. Die Schadstoffgruppen und ihre Auswirkungen in den einzelnen Regionen	267
2.1. Die Herkunft der Abfallstoffe	267
2.2. Auswirkungen und Umweltbelastung in den einzelnen Regionen durch die wichtigsten Schadstoffe	268
2.3. Zusammenfassende Beurteilung der bisherigen Verschmutzung	273
3. Bestehende Regelungen	274
3.1. Zur Verhinderung und Verminderung einer Verschmutzung	274
3.11. Rechtliche Grundlagen	274
3.12. Überwachung (Kontrolle, Meldung, Warnung)	274
3.13. Technische Maßnahmen	275
3.2. Bestehende Regelungen bei eingetretenen Verschmutzungen	275
3.21. Rechtliche Grundlagen	275
3.22. Technische Maßnahmen	276
4. Vorschläge für zukünftige Maßnahmen	276
4.1. Zukünftige Entwicklung der Verschmutzung	276
4.2. Ziele zur Erhaltung bzw. Verbesserung der Umweltqualität	277
4.3. Rechtsvorschriften	278
4.4. Technische Maßnahmen	279
5. Kritischer Ausblick	281

1. Einleitung

Unter Verschmutzung der Gewässer verstehen wir die Summe der menschlichen Einflüsse durch direkte oder indirekte Maßnahmen, die

- die Ökologie eines Gewässers derart zum Nachteil verändern, daß Schädigungen im Pflanzen- und Tierreich sowie beim Menschen auftreten,
- die Qualität eines Wassers einchränken,
- Arbeiten auf und in den Gewässern beeinträchtigen und
- die Erholungsmöglichkeit des Menschen verringern.

In diesem Bericht werden Maßnahmen behandelt, die zur Verhinderung und Bekämpfung von Verschmutzungen der Häfen und Küsten im Bereich der BRD durchgeführt und geplant werden.

Die Verhältnisse an der Nordsee unterscheiden sich von denen an der Ostsee. Während im Nordseebereich durch die Tide (Tidehub 2.5 m bis 3.8 m) und die relativ große Wasserführung der Ströme der Wasseraustausch und die Turbulenz recht groß sind, herrschen in der Ostsee mit ganz geringem Tideeinfluß die Windströmungen vor. Die Haupthäfen im Nordseebereich liegen verhältnismäßig weit im Binnenland, daher ist hier auch die Verschmutzung der großen Tidenströme als Zufahrten zu den Häfen zu betrachten.

Die im Verhältnis zur Bevölkerungszahl sehr kurze Küstenlänge der BRD hat zur Folge, daß die Strände intensiv als Erholungsgebiet genutzt werden. Außerdem werden die Ästuarien und das flache Küstenmeer sehr stark fischereilich genutzt.

Die Verkehrsdichte auf den deutschen Küstengewässern ist außerordentlich groß.

Der Bericht geht aus von den Verschmutzungen in den Häfen, Zufahrten und Meeren durch verschiedene Schadstoffe.

2. Die Schadstoffgruppen und ihre Auswirkungen in den einzelnen Regionen

2.1. Die Herkunft der Abfallstoffe

Die Abfallstoffe gelangen auf verschiedene Weise in die Gewässer. In der Hauptsache werden die Gewässer verschmutzt durch

Atmosphäre		Biozide radioaktive Substanzen Kohlenwasserstoffe Verbrennungsprodukte	
See	Nutzung des Meeresbodens		
	Schiffe	Unfälle	Öl und Öldispergatoren Chemikalien Behälter und feste Substanzen
		Schiffsbetrieb	Öl und Ölwassergemische Fäkalien feste Abfälle
		Verklappung	Industrieabfälle Faulschlamm Munition
Land	indirekt über Regenabschwemmung	Biozide Düngemittel	
	direkte Einleitung	Industrieabwässer häusliche Abwässer Detergentien radioaktive Substanzen Kühlwasser	

nach GESAMP II/11 Paris 1970

2.2. Auswirkungen und Umweltbelastung in den einzelnen Regionen durch die wichtigsten Schadstoffe

Viele Abfallstoffe verursachen Schäden, die lange unentdeckt bleiben. Die Auswirkungen von Verschmutzungen sind vielfach komplex und treten so langfristig auf, daß es sehr schwer ist, die tatsächlichen Ursachen der Vergiftungen exakt zu bestimmen. Schädigungen können durch langdauernde hohe Anreicherungen von Schadstoffen in Organismen entstehen (Langzeit-Effekte), aber auch durch die Aufnahme z. T. geringer Mengen einer zweiten Substanz ausgelöst werden (Trigger-Effekte).

In der Nordsee wird das Wasser durch Strömungen so gründlich durchmischt, daß Salz- und Sauerstoffgehalte i. a. bis zum Boden relativ ausgeglichen sind. Die Gezeiten- und besonders die Restströme sorgen für rasche Verteilung eingebrachter Schmutzstoffe. Da Sturmwellen den Grund bis zu Tiefen von 60 m aufwühlen können, werden in der südlichen Nordsee abgelagerte feinkörnige Schmutzstoffe mit natürlichen Sedimenten gemischt und verteilt.

In der Ostsee treten vor allem windbedingte Wasserbewegungen auf, die im wesentlichen oberflächennah sind und die zahlreichen tiefen Mulden kaum erfassen. Es kommt zur Ausbildung von ausgeprägten Sprungschichten, und in einzelnen Becken ist zeitweilig kein Sauerstoff vorhanden. Infolge des geringen Wasseraustausches mit den Ozeanen ist die Ostsee daher in besonderem Maße durch Verschmutzungen bedroht.

In den deutschen Häfen wird der Wassergütezustand nicht allein durch die im Hafengebiet erfolgten Einleitungen, sondern auch durch die Wasserqualität der Flüsse, an denen sie liegen, und durch die Tide beeinflusst. Die in die Nordsee mündenden Tideflüsse sind in ihrem Mittellauf bereits stark belastet, was zur Folge hat, daß die trotz einer meist längeren Erholungsstrecke verbleibenden, schwer abzubauenen Restverschmutzungen sich besonders unangenehm auf die am Unterlauf liegenden Häfen auswirken — soweit es sich nicht um Schleusenhäfen handelt. Durch die Tidebewegung findet in vielen Bereichen nur ein verhältnismäßig langsamer Austausch des Wasserkörpers statt. Dadurch wird einerseits der gleiche Wasserkörper mehrfach durch Abwasser-einleitungen belastet. Andererseits bringt die Turbulenz der Tideströmung auch eine bessere Durchmischung mit sich.

Die Belastung der Gewässer der Tidehäfen mit Schmutzstoffen stammt in der Regel aus drei grundlegend verschiedenen Quellen. Es sind dies die Hafenstädte selbst mit ihrem häuslichen Abwasser und dem erheblich verschmutzten (u. a. verölten oder versalzten) Regenwasser aus den Straßenabläufen, ferner Industrie- und Gewerbebetriebe, die Produktionsabwasser und Kühlwasser einleiten und schließlich die Schifffahrt, die zwar auch häusliches Abwasser und Kühlwasser abgibt, tatsächlich aber nur wegen des von ihr unzulässigerweise ins Wasser geleiteten Öls und Unrates größere Bedeutung hat.

Die Verhältnisse in Schleusenhäfen sind gekennzeichnet durch die enge Begrenzung des hier vorhandenen Wasserkörpers und den geringen Wasseraustausch. Der dadurch verminderten Gewässerbelastbarkeit wird durch weitgehende Einschränkung aller Einleitungen von Land entsprochen. Durch intensive Überwachungsmaßnahmen muß der Gefahr begegnet werden, die sich durch unerlaubtes Einleiten von Schmutzstoffen — vor allem von der Schifffahrt — hier besonders ergibt.

Ganz allgemein ermöglichen die verfügbaren Unterlagen kein vollständiges Bild über den Grad der Verschmutzung. Es werden nicht alle Schadstoffe erfaßt; nur in einzelnen Regionen gibt es eine Auswertung in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Eine ausreichend abgestimmte und zentrale Überwachung im Hinblick auf alle Gewässerverunreinigungen fehlt also.

Öl und Oldispergatoren

Man schätzt, daß jährlich 50 000—100 000 t Öl in die deutschen Küstengewässer geleitet werden. Es handelt sich vorwiegend um kleinere, weniger auffällige Öleinleitungen aus häuslichen und industriellen Abwässern. Im Jahresmittel betrachtet gerät dagegen aus Tankerunfällen erheblich weniger Öl in die Küstengewässer. Allerdings können dadurch schwerwiegende lokale Auswirkungen entstehen.

In den Zufahrten werden Ölverschmutzungen außerordentlich häufig beobachtet, wenn sie auch vergleichsweise meist geringen Umfang und im allgemeinen nur lokale Bedeutung haben. Die häufigsten Verschmutzungen durch Öl entstehen durch unerlaubtes Abpumpen aus Schiffen.

Die in die Hafengewässer eingeleitete Schmutzwassermenge von Industrie und Gewerbe besteht — abgesehen von lokalen Ausnahmen — überwiegend aus ölhaltigem Abwasser, das im Hafenwasser so stark vermischt und dadurch verdünnt wird, daß der aus dieser Quelle stammende Ölgehalt innerhalb der Fehlergrenzen der heutigen Untersuchungsmethoden liegt. Dennoch ist die tatsächliche Belastung durch Öl beachtlich, da bei einigen 100 000 cbm Abwasser je Tag sich auch wenige Milligramm Öl pro m³, die mit vernünftigem Aufwand nicht mehr entfernt werden können, noch zu erheblichen Gesamtmengen summieren.

Hinzuzurechnen ist eine beträchtliche, aber schwer abschätzbare Ölmenge, die bei Störung von Reinigungsanlagen oder unerlaubt, vor allem von Schiffen, in das Hafenwasser gelangt und nicht nur zu größeren Verschmutzungen von Hafenanlagen führt, sondern auch wegen der hohen Konzentration die Wasserqualität über einen längeren Zeitraum lokal besonders stark negativ beeinflusst.

Ausgeflossenes Rohöl treibt als 1.5 — 10 × 10⁻⁴ mm dünner Film an der Wasseroberfläche. Etwa 1/3 des Rohöls besteht aus leichten Komponenten, die relativ rasch verdunsten. Die schweren Komponenten sinken allmählich ab. Das zum Boden abgesunkene Öl vernichtet die Bodenfauna und wird nur allmählich von Bakterien abgebaut. Die Larven zahlreicher Tiere werden durch Kohlenwasserstoffe wie Benzol, Toluol, Pentan, Hexan und Heptan vergiftet.

An den deutschen Küsten sterben jährlich viele Tausende Seevögel durch Ölverschmutzung. Das Fanggeschirr von Fischereifahrzeugen wird häufig verschmutzt, und der Geschmack der gefangenen Tiere kann durch Ölderivate wie Phenole und Kresole beeinträchtigt werden. Das Weideland und die Badestrände an den Küsten werden verunreinigt. Zahlreiche Strandbereiche deutscher Nordseebäder weisen an vielen Tagen Ölverschmutzungen auf.

In Sedimenten und in organischen Substanzen wurden Karzinogene festgestellt, die aus Öleinleitungen stammen dürften.

Es hat sich weiter herausgestellt, daß die Benutzung von Oldispergatoren sich äußerst schädlich auf die Organismen auswirken kann.

Pestizide und polychlorierte Biphenyle

Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln zur Bekämpfung von Unkräutern, Pflanzenkrankheiten und tierischen Schädlingen hat weltweit zugenommen. In der Bundesrepublik beträgt der jährliche Gesamtverbrauch über 50 000 t.

Die Schädlingsbekämpfungsmittel werden vom Land in die Gewässer geschwemmt oder gelangen über die Atmosphäre in Seen und Meere. So haben z. B. Messungen er-

geben, daß vergleichsweise erhebliche Mengen an Pestiziden der Elbe aus den ausgedehnten Obstanbaugebieten zufließen.

Die Ostsee ist durch Pestizide besonders stark gefährdet. Das geht aus Messungen der DDT-Gehalte an in der Ostsee gefangenen Seehunden hervor, die 10mal höher als in Seehunden der Nordsee und des Atlantiks auftreten. Die meisten Pestizide werden nur sehr langsam abgebaut (DDT bis zu 30 Jahren, Dieldrin bis zu 25 Jahren).

Innerhalb der Nahrungskette Plankton — Fisch — Vogel bzw. Säugetier reichern sich die Pestizide an. Untersuchungen an Organismen der Nordsee ergaben, daß Plankton durchschnittlich 0,04 mg/kg, Fische aus Küstengebieten etwa 0,7 mg/kg, Seevögel bereits 3,5 mg/kg und Robben 10—40 mg/kg DDT (bezogen auf Frischgewicht) enthalten. In der Ostsee gefangene Seehunde wiesen bis über 300 mg/kg DDT in ihrem Fettgewebe auf.

Durch DDT wird das Enzymsystem in den Organismen und damit die Produktion von Sexualhormonen gestört. Außerdem wird der Kalziumstoffwechsel der Vögel so stark durch DDT beeinflußt, daß infolge mangelnder Kalkproduktion die Eierschalen zerbrechen können.

Laborversuche ergaben, daß DDT an zahlreichen Tiergruppen krebsähnliche Tumore hervorrufen kann.

In den Küstenländern der Nord- und Ostsee ist der Rückgang vieler Vogelarten, insbesondere der Seeschwalben und Eiderenten auf Vergiftung durch Pestizide zurückzuführen.

Die Weltgesundheitsbehörde gibt an, daß der Mensch täglich 0,010 mg DDT pro kg Körpergewicht ohne schädliche Auswirkungen aufnehmen kann. In unseren Bereichen dürften den Menschen demnach selbst bei hohem Fischkonsum hierdurch keine Gefahren erwachsen.

Seit 1966 ist bekannt, daß die polychlorierten Biphenyle (PCB), die in größerem Umfang seit 25 Jahren in der Kunststoff-, Elektro- und Farbindustrie verwendet werden, sich ebenfalls innerhalb der Nahrungskette anreichern. Sie sind noch stabiler als DDT und lagern sich nicht nur im Fettgewebe, sondern auch im Nervensystem und in den Keimdrüsen ab. Zahlreiche Organismen der Nord- und Ostsee haben bereits PCB-Gehalte, die vielfach höher liegen als DDT-Anreicherungen. Die Auswirkungen auf die Organismen sind noch weitgehend unerforscht. Man vermutet, daß sie denen der Pestizide entsprechen.

Schwermetalle

Schon die Zufuhr geringer Mengen von Schwermetallsalzen kann die Konzentration in den Gewässern gefährlich erhöhen. Durch die Abwässer einiger Industriebetriebe werden den Zufahrten, Hafengewässern und deutschen Anteilen der Nord- und Ostsee Schwermetalle zugeführt. Die Gehalte in den Hafen- und Zufahrtsgewässern sind im Vergleich zu denen der Hohen See sehr hoch, jedoch sind direkte Auswirkungen auf die Ökologie in diesen Gewässern bislang nur vereinzelt beobachtet worden. Zahlreiche Untersuchungen ergaben, daß die Metalle und Metallverbindungen von Quecksilber, Blei und Cadmium besonders schädlich sind.

In der Bundesrepublik Deutschland werden jährlich 775 t Quecksilber verbraucht. Davon gelangen allein über den Rhein jährlich 60 t in die Nordsee. Infolge Tätigkeit von Mikroorganismen wird vor allem in sauerstoffarmer Umgebung (Schlamm von Flüssen,

Seen und Meeren) das weniger gefährliche Quecksilber zu dem äußerst giftigen Methylquecksilber umgebaut.

Der jährliche Bleiniederschlag in der Welt beträgt mindestens 500 000 t. Seit Einführung des Bleitetraäthyls als Antiklopfmittel im Autobenzin (1923) stieg der Bleigehalt im Oberflächenwasser der Meere um das 20fache (0,4 µ/l).

Methylquecksilber und Bleitetraäthyl werden im Gehirn und Nervensystem gespeichert. Neben Auswirkungen auf das Nervensystem können sie schwere genetische Schädigungen hervorrufen.

Cadmium ist bereits in einer Verdünnung von 0,6 µg/l schädlich. Es wird außerordentlich lange im Körper (vor allem in Nieren) gespeichert, bevor es Schäden am Zentralnervensystem, den Nieren und am Knochenbau hervorruft.

An nächster Stelle in der Reihe der Gefährlichkeit stehen Zink, Kupfer und Arsen. Auch diese Stoffe können innerhalb der Nahrungskette angereichert werden und zu schweren Vergiftungen führen. Kupfer wurde in Austern um das 7500fache, Zink in Organismen bis um den Faktor 100 000 angereichert vorgefunden.

Die Schwermetallgehalte in deutschen Gewässern wurden nur vereinzelt bestimmt. Nachdem die Gefährlichkeit des Methylquecksilbers bekannt wurde, sind jedoch Fische aus Gewässern der Bundesrepublik auf ihre Quecksilbergehalte untersucht worden. Die Gehalte liegen zumeist unter 0,2 mg/kg (bezogen auf Frischgewicht) und damit weit unter den Toleranzgrenzen, die als schädlich für den Menschen angesehen werden.

An den skandinavischen Ostseeküsten mußten einige Gebiete auf Grund hoher Quecksilberkonzentrationen in den Organismen (bis 3 mg/kg) für den Fischfang gesperrt werden.

Sauerstoffzehrende Stoffe

Durch die häuslichen und gewerblich—industriellen Abwässer gelangen große Mengen von Nitraten und von Phosphaten in die Gewässer. Sie steigern zusammen mit den Nährsalzen aus stickstoff- und phosphorhaltigen Düngemitteln, die aus dem Boden gewaschen werden, das Wachstum von Phytoplankton und höheren Wasserpflanzen. Der Abbau der Pflanzen belastet darüber hinaus den Sauerstoffhaushalt erheblich.

Unvollständig geklärte häusliche Abwässer und Abwässer bestimmter Industriezweige (z. B. Papierfabriken) enthalten organische Reststoffe, zu deren biologischem Abbau ebenfalls Sauerstoff zur Verfügung stehen muß. Ungeklärte Abwässer können darüber hinaus auf Grund ihres Gehaltes an Krankheitserregern Infektionskrankheiten hervorrufen. Ebenso ist die Auslösung von Epidemien über die Infektkette Tiere (Muscheln, Krabben) — Mensch möglich.

In die Nord- und Ostsee werden große Mengen häuslicher Abwässer eingeleitet. Einige Küstengebiete und Förden sind dadurch bereits verschmutzt.

Der Schlamm kommunaler Abwasseranlagen wird von Transportschiffen bei Feuerschiff Elbe 1 (216 000 t/Jahr) und in der Flensburger Außenförde (54 000 t/Jahr) verklappt.

Die Mündungstrichter der Flüsse genügen noch den allgemeinen Anforderungen, wenn man davon ausgeht, daß der Sauerstoffgehalt 50 % des Sättigungswertes nicht unterschreitet. Weiter flußaufwärts und in Nebenflüssen tritt aber zeitweilig eine Überlastung ein.

Auch in die Hafengewässer werden häusliche Abwässer in großem Umfang ungereinigt eingeleitet.

Anorganische Stoffe

Große Mengen anorganischer Abfallstoffe gelangen über die Flüsse in die Küstengewässer und ins offene Meer. Weitere Mengen werden mit Spezialschiffen in das Meer eingebracht und eingeleitet.

In die Nordsee wurden im Jahre 1970 mit Spezialschiffen von den Anlieferstaaten folgende Mengen eingebracht:

Belgien	ca. 272 000 t
Großbritannien	ca. 3 350 000 t
Niederlande	ca. 716 000 t
Bundesrepublik	ca. 653 000 t
Norwegen	ca. 184 000 t

Quantitative Angaben über direkte Einleitungen von Abfallstoffen in die See sind unvollständig.

Man schätzt, daß zur Zeit täglich 20 000 t industrielle und häusliche Abfälle von den Anliegerstaaten in die Nordsee eingeleitet und verklappt werden. Große Mengen industrieller Abfallstoffe gelangen außerdem durch die Flüsse (Themse, Rhein, Elbe) in die Nordsee. Zur Zeit untersuchen mehrere deutsche Institute die Mengen, die der Nordsee über Elbe, Weser und Ems zugeführt werden.

Die Ostsee empfängt kleinere Mengen industrieller Abfallstoffe.

Die anorganischen Abfallstoffe (ohne Schwermetalle) lassen sich in drei Gruppen einteilen:

Schwach toxische Salze, Säuren und Laugen werden im Meer neutralisiert und in unschädliche Salzbestandteile umgewandelt, die ohnehin im Meer vorhanden sind. Auf Grund der großen Pufferkapazität des Seewassers kann das Meer — nach unseren jetzigen Kenntnissen — verhältnismäßig große Mengen an schwach toxischen Salzen, Säuren und Laugen aufnehmen. Demgegenüber ist die Fähigkeit der Flüsse, Säuren und Laugen aufzunehmen, sehr gering. Es wird sogar gefürchtet, daß im Nahbereich solcher Einleitungen gesundheitliche Schäden auftreten. Dieses Problem tritt im hier behandelten Bereich durch die Neuanlage von größeren chemischen Werken besonders stark hervor.

Toxische anorganische Substanzen (z. B. Fluoride und Cyanide) müssen in sehr starkem Maße verdünnt werden, damit ihre Konzentration auch unter Berücksichtigung der Tidebewegung einen unbedenklichen Wert erreicht.

Unlösliche Feststoffe setzen sich je nach Korngrößen und Dichten mehr oder weniger schnell auf dem Boden ab. Unter bestimmten Bedingungen, z. B. bei Sturm in flachen Gewässern und bei stärkeren Strömungen können sie aber wieder aufgewirbelt und weitertransportiert werden. Da sie am Boden ein bestimmtes Areal zudecken, werden auf diese Weise viele Bodenorganismen durch Sauerstoffmangel ersticken. Dieses Problem hat sich bei uns im Zusammenhang mit Untersuchungen zur Unterbringung von Rotschlamm aus der Aluminiumproduktion gestellt.

Feste Abfälle einschließlich verpackter Abfallstoffe

Die Versenkung fester Abfälle, die praktisch unlöslich sind und rasch absinken, wie z. B. Schrott und Autowracks, halten wir auch in Gebieten, die von der Fischerei nicht genutzt werden, und selbst wenn zur Sicherheit der Schifffahrt eine bestimmte Wassertiefe eingehalten wird, für problematisch. Kunststoffmaterialien sollten auf gar keinen

Fall eingebracht werden, da sie größtenteils unzersetzbar sind und z. B. als Folien im Wasser treibend die Kühlsysteme von Schiffen verstopfen und in Schiffsschrauben geraten können.

Zahlreiche Fässer mit Abfallstoffen wurden in Nord- und Ostsee unerlaubt versenkt. Es muß damit gerechnet werden, daß die Behälter nur eine begrenzte Zeit standhalten und selbst so gefährliche Stoffe wie Arsen, chlorierte Kohlenwasserstoffe und Cyanide ins Meer austreten können.

Die Verschmutzung der Zufahrten durch feste Abfälle muß in einigen Revieren als erheblich bezeichnet werden, wobei daran besonders die Passagier-Schiffahrt beteiligt ist.

Radioaktive Substanzen

Bei vielen technischen Prozessen fallen Spaltprodukte an, die in Luft und Wasser gelangen. Auf Grund gesetzlicher Maßnahmen wird bei einem Normalbetrieb eines Reaktors in Deutschland Radioaktivität nur geringfügig abgeführt.

Infolge biologischer Anreicherungen können aber die in stark verdünnter Form eingebrachten Radioaktivitäten wiederum konzentriert werden. Aus diesem Grund wird in Deutschland die Kontaminierung der Gewässer und der in ihnen lebenden Tiere laufend überwacht.

Thermische Belastung durch Kühlwasser

Bei der Energiegewinnung wie auch bei der Produktion der verschiedensten Bedarfsgüter entsteht Wärme, die zu einem Großteil mit Wasser abgeleitet wird. Auswirkungen auf marine Organismen wurden in der Nordsee bislang nicht beobachtet.

In den deutschen Zufahrten ist auf Grund der Genehmigungspraxis die thermische Belastung allgemein unbedeutend. Bei Einleitungen im Tidegebiet ist jedoch zu beachten, daß sie durch die Tidebewegung erhöht und der seewärtige Abtransport des erwärmten Wassers verzögert wird. Dieser Nachteil verstärkt sich noch bei geringer Oberwasserführung.

In den Häfen hat in der Regel das Kühlwasser den größten Anteil am Gesamtabwasser, z. B. beträgt in Hamburg das Verhältnis 1.5 Mio m³ zu 2.5 Mio m³ pro Tag. Die thermische Belastung kann örtliche Nebelbildung hervorrufen und sich damit in den Häfen nachteilig für die Schifffahrt auswirken.

Vorteilhaft ist die Verminderung der Eisbildung. Die Gefahr von Schifffahrtsbehinderungen durch Querströmungen an großen Entnahme- und Rückleitungsstellen wird durch die entsprechende Gestaltung der Bauwerke vermieden.

2.3. Zusammenfassende Beurteilung der bisherigen Verschmutzung

Wir stellen fest, daß der augenblickliche Zustand zwar in einzelnen Bereichen durchaus schädliche Belastungen erkennen läßt, im großen und ganzen jedoch noch keinen Anlaß zur Besorgnis bietet.

Es werden aber auch zeitweilig begrenzte untragbare Verschmutzungen beobachtet.

Bereits jetzt muß aber darauf hingewiesen werden (s. auch 4.1), daß der unverkennbare Trend zu zukünftig weitergehenden Verschmutzungen in diesen Gewässern zusätzliche Maßnahmen erfordert.

3. Bestehende Regelungen

3.1. Zur Verhinderung und Verminderung von Verschmutzungen der Häfen und Küsten

3.1.1. Rechtliche Grundlagen

Maßnahmen zur Verhinderung und Verminderung von Verschmutzungen der Seehäfen, Zufahrten und Küsten stützen sich in der BRD auf Gesetze des Bundes und der Länder. Weitgehende Bestimmungen für die Reinhaltung dieser Gewässer enthalten das Wasserhaushaltsgesetz (Rahmengesetz des Bundes) und die Wassergesetze der Küstländer Bremen, Hamburg, Niedersachsen und Schleswig—Holstein.

Eingriffe auf die Schifffahrt zur Abwehr von Gefahren können auf verschiedene Gesetze und Polizeiverordnungen zurückgeführt werden. Es wird jeweils vom Einzelfall abhängen, auf welche Rechtsgrundlage der notwendige Eingriff auf den Verschmutzer gestützt wird.

Auf folgende Mängel möchten wir hinweisen:

- a) In der Praxis bestehen häufig erhebliche Schwierigkeiten, den Verschmutzer zu überführen,
- b) die Strafen und Bußen sind bisher meist so niedrig, daß keine abschreckende Wirkung von ihnen ausgeht,
- c) die Befugnisse der Wasserbehörden reichen für die Gefahrenabwehr nicht aus. Nur das Hamburgische Wassergesetz enthält weitergehende Befugnisse.
- d) Wir meinen, daß die Auffassung, daß nur der Flaggenstaat bei Verschmutzungen auf Hoher See eingreifen könne, einem überholten Verständnis der Freiheit der Meere entspricht und von seiten der BRD, die durch solche Verschmutzungen in erhöhtem Maße bedroht ist, nicht unterstützt werden sollte.

Der föderative Aufbau der BRD erzwingt eine besonders enge Zusammenarbeit zwischen Bundes-, Landes-, Kommunal- und Hafenverwaltungen. Es haben sich dabei verschiedene Verfahren ergeben, die sich z. T. erst noch bewähren müssen.

Zur Vervollständigung sei noch auf die verschiedenen internationalen Übereinkommen hingewiesen, die durch Bundesgesetze für die BRD verbindlich geworden sind. Besonders zu erwähnen ist dabei auch das Übereinkommen zur Zusammenarbeit bei der Bekämpfung von Ölverschmutzungen der Nordsee.

3.1.2. Überwachung der Verschmutzungen (Kontrolle, Meldung, Warnung)

Eine routinemäßige Kontrolle der Verschmutzung findet bisher nur in einzelnen Revieren statt, jedoch werden alle Gewässer auf Radioaktivität untersucht. Für die Überwachung des Meerwassers auf sonstige schädliche Beimengungen ist das Deutsche Hydrographische Institut in Hamburg ständig tätig. Im allgemeinen werden die akuten Verschmutzungen von Beobachtern (Schifffahrt, Einzelpersonen, überwachenden Behörden) direkt an die Polizei gemeldet, die dann, falls erforderlich, die Bevölkerung und die sonstigen Nutzer und Benutzer des Wassers warnt.

Eine besondere Regelung ist, auch in Erfüllung des in 3.1.1. genannten Übereinkommens der Nordseeanliegerstaaten, bei Ölverschmutzungen eingeführt. Die im allgemeinen von der Schifffahrt und von Flugzeugen beobachteten Ölverschmutzungen werden an einen zentralen Meldekopf, die ständig besetzte Radarzentrale des WSA Cuxhaven, gemeldet. Diese Stelle veranlaßt, falls noch notwendig, die Überprüfung und Spezifizierung der Beobachtung und läßt die Verfrachtung des Öls berechnen. Wenn es sich um

größere Verschmutzungen der Gewässer und Küsten handelt, werden die bedrohten Gebiete gewarnt und eine besondere Einsatzleitungsgruppe aus Fachleuten der Behörden des Bundes und der Küstenländer einberufen, die dann bestimmt, ob und welche Maßnahmen zur Ölbekämpfung ergriffen werden.

3.13. Technische Maßnahmen

Technische Maßnahmen zur Verhinderung und Verminderung von Verschmutzungen durch die Industrie, häusliche Abwässer und beim Umschlag werden, falls notwendig, diesen Verschmutzern im vorgeschriebenen Genehmigungsverfahren auferlegt.

Gegen die aus dem Schiffsverkehr kommenden Gefahren werden auf internationaler und nationaler Grundlage Maßnahmen zur Erhöhung der Verkehrs- und Schiffssicherheit getroffen. Dies sind solche zur

Trennung der Verkehrswege, vor allem in den Ballungsgebieten des Schiffsverkehrs (z. B. Deutsche Bucht, Kieler Förde),

laufenden Verbesserung der Bezeichnung der Verkehrswege durch Schifffahrtszeichen,

seewärtigen Ausdehnung des bestehenden Landradardienstes an Elbe und Weser sowie die Einrichtung solcher Dienste auch an Jade und Ems,

Verkehrslenkung besonders für Schiffe mit gefährlichen und wassergefährdenden Ladungen,

bestmöglichen Ausrüstung aller Handelsschiffe auf dem Gebiet der Navigationshilfen und der Nachrichtenmittel,

besseren Schulung der Kapitäne und Lotsen, die etwa Großtanker führen,

Einführung schiffbaulicher Verbesserungen besonders bei Tankern, z. B. die Begrenzung der Größe der Einzeltanks.

Nach trotzdem eingetretenen Tankerunfällen kommt es entscheidend darauf an, bei festgekommenen Schiffen das Auseinanderbrechen zu verhindern und in jedem Falle schnell und möglichst viel Öl aus dem havarierten Schiff in Leichter umzupumpen. Hierfür wird auf das Schiff polizeilich eingewirkt, etwa um ausreichende Schleppkraft sofort anzunehmen. Zum anderen wird die Einführung eines Systems vorbereitet, das es leicht und sicher erlaubt, auch unter den häufig ungünstigen Wetterverhältnissen der Hohen See Ladungsöl zu leichtern.

3.21. Rechtliche Grundlagen bei eingetretenen Verschmutzungen

Innerhalb der deutschen Hoheitsgrenzen sind dies die Gesetze und Verordnungen, auf die unter 3.11. hingewiesen wurde.

Das auf dem Meer treibende Öl ist niemandes Eigentum und steht unter keiner staatlichen Hoheit. Der Kampf gegen ausgeflossenes und auf internationalem Gewässer treibendes Öl ist jedoch häufig nicht nur Sache eines einzigen Staates; auch Nachbarstaaten können von dieser Verschmutzung betroffen werden. Die aktive Zusammenarbeit mehrerer Staaten ist dann notwendig. Deshalb wurde, auch auf deutsche Initiative, das „Übereinkommen zur Zusammenarbeit bei der Bekämpfung von Ölverschmutzungen der Nordsee“ von den Nordseeanliegerstaaten abgeschlossen. Es enthält die Verpflichtung zur gegenseitigen Unterrichtung über gemeldete Ölverschmutzungen, über die nationalen Bekämpfungsorganisationen, über national geplante neue Bekämpfungsmaßnahmen und verpflichtet die Partner zu gegenseitigem Beistand.

3.22. Technische Maßnahmen bei eingetretenen Verschmutzungen

Bisher bestehen nur bei Ölverschmutzungen Vorstellungen und erste Einrichtungen zur Bekämpfung. Im Einzelfall wird allerdings auch versucht, andere gefährliche, im Meer abgeladene Giftstoffe (etwa Kampfstoffe, verpackte fluorierte Kohlenwasserstoffe), soweit sie bekannt werden, durch Bergung unschädlich zu machen.

Zur Bekämpfung von großen Ölverschmutzungen hat der vom Bund und den Küsternländern der BRD eingesetzte Ölunfallausschuß See/Küste technische und organisatorische Vorschläge erarbeitet. Er nimmt zu den bisher bekannten Bekämpfungsmitteln und -methoden folgende Stellung ein:

- a) Das Emulgieren und Dispergieren sowie das Abbrennen von Öl auf Wasser ist nur unter bestimmten, festgelegten Bedingungen möglich.
- b) Der Einsatz schwimmender Ölbindemittel verbietet sich auf der Hohen See aus wirtschaftlichen und praktisch-technologischen Gründen; er ist in begrenzten ruhigen Gewässern empfehlenswert.
- c) Das Absenken von Öl kommt unter den bei uns vorliegenden Verhältnissen (durchweg Flachgewässer) nicht in Betracht.
- d) Besonders zu empfehlen sind alle Maßnahmen zur mechanischen Entfernung des Öls von der Wasseroberfläche. Der Ausschuß macht für die Entwicklung und Beschaffung solcher Systeme entsprechende Vorschläge.

4. Vorschläge für zukünftige Entwicklungen

4.1. Zukünftige Entwicklung der Verschmutzung

Alle Erfahrungen und Statistiken weisen darauf hin, daß mit der weiteren Zunahme des Seeschiffsverkehrs und der Industrialisierung auch eine Zunahme der entsprechenden Verunreinigungen in den Hafenbereichen zu erwarten ist, es sei denn, die dringend notwendige, genaue Kenntnis aller Verschmutzungsfaktoren, sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht führt in naher Zukunft dazu, daß die Reinhaltung der Umwelt größere Priorität als bisher erhält.

In Deutschland rechnet man für die nächsten 10 Jahre mit einem wirtschaftlichen Wachstum von 40 — 45 %. Die chemische Industrie wird in diesem Zeitraum sehr viel stärker expandieren als andere Industriezweige. Auch der Anfall an häuslichem Brauchwasser wird in ähnlicher Größenordnung zunehmen. Auf Grund dieser Prognosen wächst die Menge der Abfallstoffe jährlich um 5—10 %, sofern man von den heutigen Produktionsabläufen ausgeht.

Z. Z. herrscht in Deutschland seitens der Industrie der Trend vor, neue Produktionsanlagen in Küstennähe zu errichten, da diese dann verkehrsgünstig liegen und die Einleitung der Reststoffe aus dem gereinigten Abwasser (Salze) leichter in die See als in die überlasteten Flüsse des Binnenlandes möglich ist.

Bei den geplanten Werken handelt es sich vorwiegend um Metallhütten (Stahl, Aluminium, Zink), Erdölraffinerien und um chemische Industrie. Allein die sich bereits in Bau befindlichen Aluminiumwerke werden im Jahre 1980 etwa 7 Millionen t Rotschlamm (überwiegend Eisenoxid) als Rückstand ausstoßen. Eine Zinkhütte an der Wesermündung hat bereits eine jährlich Verklappung von 100 000 t Abfallschlamm beantragt, der Gehalte von 2 % Zink und 0,12 % Blei aufweist.

An der Emsmündung beabsichtigten die Niederlande, organisch stark verschmutzte industrielle Abwässer einzuleiten. Erst auf starken Protest der deutschen Bundesregierung war man bereit, eine 85%ige Klärung der Abwässer durchzuführen. Damit verbleibt noch eine Abwasserlast von 3.5 Millionen Einwohnergleichwerten.

Um den steigenden Energiebedarf zu decken, werden laufend Kernkraftwerke geplant, gebaut und erweitert. Zur Zeit sind als Abgaben über die Flüsse an die Nordsee für Spalt- und Korrosionsprodukte etwa 30 Ci pro Jahr vorgesehen. Die Abgabe des schwer kontrollierbaren Tritiums wird in jedem Kraftwerk wesentlich ansteigen. Sie ist zur Zeit noch nicht abzuschätzen (die Abgabe über die Ems betrug im Jahre 1972 32 Ci).

Mit dem rasch steigenden Energiebedarf steigt ebenfalls der Bedarf an Wasser für Kühlzwecke. Da der Verwendung von Flußwasser enge Grenzen gesetzt sind, geht der Trend dahin, auch das Meerwasser für Kühlzwecke heranzuziehen. Man rechnet, daß sich der Ölverbrauch alle 10 Jahre verdoppeln wird. Mit steigendem Ölverbrauch wird der damit verbundene Öltransport zunehmen, wobei der auf Großtanker und pipelines entfallende Anteil wächst.

4.2. Maßnahmen zur Beurteilung der Gewässerverschmutzung in wissenschaftlicher Hinsicht

Das Einbringen von Abfällen in die Gewässer wird sich nie generell vermeiden lassen. Es muß jedoch unser Ziel sein, die Konzentration und die technische Form der Einbringung von Abfallstoffen so zu gestalten, daß den gesundheitlichen und den ästhetischen Aspekten ebenso genügt wird wie den wirtschaftlichen Interessen und dem sozialen Fortschritt. Es sollte zur Regel werden, daß Abfallstoffe „produzierende“ Werke zu allen Entscheidungen, die Ausbau, Erweiterung, Standortwahl und Fabrikationsprogramm betreffen, entsprechende Umweltexperten zu Rate ziehen.

Auf dem Weg zu diesen Zielen gibt es verschiedene Aufgaben zu lösen. Dazu gehört eine gründliche Situationsanalyse, die Feststellung der Belastbarkeit der Gewässer mit Schadstoffen und damit verbunden die Ermittlung von Grenzwerten, bis zu denen ein Einbringen solcher Schadstoffe zugelassen werden kann. Zur Situationsanalyse und zur Feststellung der Belastbarkeit der Gewässer wird bei uns an folgenden Forschungsprogrammen gearbeitet:

- Bestimmung der Konzentrationsverteilung von Schadstoffen in den Gewässern und Gewässerböden, sowie Klärung der biologischen und physikochemischen Anreicherungsprozesse,
- Ermittlung der jährlich in die Gewässer gelangenden Schadstoffmengen,
- Bestimmung des horizontalen und vertikalen Transports der Schadstoffe bei verschiedenen Strömungsbedingungen,
- Bestimmung der letalen und subletalen Konzentrationen für die Organismen der Gewässer und Erforschung der Auswirkungen eingebrachter Schadstoffe auf die Ökologie,
- Bestimmung der Auflösung und Abbaubarkeit von Schadstoffen.

Für eine vollständige Bestandsaufnahme der derzeitigen Schadstoffkonzentrationen sowie auch für die Verfolgung der zeitlichen Änderung und Abschätzung der jährlichen Zuwachsraten ist die Entwicklung und Einrichtung eines Meßsystems erforderlich, das die Verteilung der wesentlichen Schadstoffe ständig registriert. Die Entwicklung, Standardisierung und Automatisierung von Meß- und Analysemethoden sind wichtige Voraussetzungen zur Errichtung eines derartigen Überwachungssystems.

Wird die Einbringung eines Schadstoffes beantragt, so müssen die chemische und mineralogische Zusammensetzung des Abfallstoffes ebenso bestimmt werden wie die Konzentration und die Einbringungsraten pro Zeiteinheit. Die physikalischen Eigenschaften (Löslichkeit, Dichte), die biochemischen Eigenschaften (Sauerstoffzehrung und Nährstoffproduktion) sowie die Belastung mit Viren und Bakterien müssen überprüft werden. Die Wirkungen und Veränderungen im biologischen Bereich (Toxizität, Anreicherung, Abbau) und die chemischen Wechselwirkungen mit anderen gelösten organischen und anorganischen Stoffen müssen bekannt sein.

Bei der Auswahl des Einbringungsareals sind neben gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten auch die Entfernung zu den Küsten, die Lage der Fisch- und Brutgründe sowie hydrologische Parameter und klimatische Effekte ausschlaggebend.

Es muß weiterhin darauf geachtet werden, daß durch das Einbringen von Abfällen andere Gewässerbenutzer nicht geschädigt werden. Gesichtspunkte wie die Verringerung der Qualität des Wassers, das für industrielle Zwecke genutzt werden soll, die Beeinträchtigung der Schifffahrt und Fischerei und die Korrosion von Bauwerken müssen berücksichtigt werden. Daher sind die Öffentliche Hand und die Industriebetriebe gezwungen, in zunehmendem Maße für die Reinigung kommunaler und industrieller Abwässer Sorge zu tragen. Die Industrie muß sich um die Entwicklung neuer Technologien bemühen, mit deren Hilfe die Abfallstoffe erneut in einem Produktionsprozeß Verwertung finden.

Erst nach Klärung aller dieser Faktoren und Prozesse können die Einbringungsbedingungen formuliert und allgemein anerkannte Grenzwerte für die zulässige Konzentration von Schadstoffen festgelegt werden. Die Feststellung von der Belastbarkeit der Gewässer mit Schadstoffen ist also in erster Linie eine Forschungsaufgabe. Zur Zeit sind unsere Kenntnisse von den physikalischen, chemischen und biologischen Vorgängen in den Gewässern im Zusammenhang mit dem Einbringen von Abfallstoffen noch sehr lückenhaft.

Für eine vollständige Bestandsaufnahme der derzeitigen Schadstoffkonzentrationen sowie auch für die Verfolgung der zeitlichen Änderung und Abschätzung der jährlichen Zuwachsraten ist die Entwicklung und Einrichtung eines Überwachungs- und Warnsystems erforderlich. Es sollte die Verteilung der wesentlichen Schadstoffe ständig registrieren. Eine wichtige allgemeine Aufgabe in diesem Bereich ist die Entwicklung, Standardisierung und Automatisierung von Meß- und Analysemethoden.

4.3. Rechtsvorschriften

Wie ausgeführt wurde, sind nur die Vorbereitungen zur Verhinderung und Bekämpfung von Ölverschmutzungen im deutschen See- und Küstengebiet verhältnismäßig weit gediehen, wenn auch die rechtliche Grundlage für die Zusammenarbeit von Bund und Küstenländern noch fehlt. Es gilt nun, diese Maßnahmen auch auf die anderen schädlichen Verunreinigungen auszudehnen. Dies ist besonders deshalb wichtig, weil die Gefahr besteht, daß sich in Wirtschaft und Industrie verstärkt Tendenzen entwickeln, Abfallstoffe in die Hohe See einzubringen, weil die Binnen- und Küstengewässer gesetzlich geschützt sind.

Es wird empfohlen:

ein Abwasserkataster (Registrierung aller Einleiter und der Beschaffenheit der Abwässer) einzurichten,

das direkte Einbringen von bestimmten Schwermetallen, Pestiziden und fluoridierten Kohlenwasserstoffen in das Meer zu verbieten,

die Auflagen bei den kommunalen und industriellen Reinigungsanlagen zu verschärfen, damit das Einbringen von Schwermetallen, Pestiziden, fluorierten Kohlenwasserstoffen und toxischen anorganischen Stoffen zurückgeht und

Verbotzonen für das Einbringen von Schiffsabfällen einzurichten.

Es wird weiter empfohlen, auf ein generelles Verbot des Ablassens von Erdöl und sonstigen Kohlenwasserstoffen hinzuwirken.

International oder regional sind ebenfalls Abmachungen über die Möglichkeit oder das Verbot der Ablagerung von Industrieabfällen im Meer, die bisher auch in großen Mengen als „wenig schädlich“ eingebracht wurden (z. B. Rotschlamm, Aschen, Salze, Säuren und Laugen), dringend notwendig.

Weiter sind, soweit noch nicht vorhanden, die rechtlichen Grundlagen für die Kontrollen von Schiffen auch auf der Hohen See zu schaffen und für die Beteiligung an regionalen, internationalen Übereinkommen über Einrichtung und Betrieb von Überwachungs- und Warnsystemen.

4.4. Technische Maßnahmen

Die technischen Maßnahmen werden am besten in solche zur Verhinderung, zur Frühwarnung und zur Beseitigung von Verunreinigungen der Gewässer eingeteilt.

Die Maßnahmen zur Verhinderung von Verschmutzungen sind im allgemeinen an den Urheber unmittelbar gerichtet und bedürfen daher zu ihrer Durchsetzung gesetzlicher Regelung. Abgesehen von verwaltungstechnischen Schwierigkeiten bei der Realisierung solcher Rechtsvorschriften und der Festlegung der Wirkungs- und Geltungsbereiche sowie bei der polizeilichen Überwachung zur Einhaltung der Gesetze sind sie bei laufenden Verschmutzungen (z. B. bei Brauchwassereinleitungen), bei periodischen Verunreinigungen (z. B. beim Verklappen oder beim Versprühen von Industrieabfällen) oder bei zufälligen (z. B. beim Überlaufen von Tanks und Ventilen), in der Form von technischen Vorbeuge- bzw. Vorhaltemaßnahmen vorstellbar. In diesem Zusammenhang wurden in Deutschland auch besondere Regelungen getroffen, sind in Vorbereitung oder sind geplant, worauf in Kapitel 3 und 4.3 eingegangen wurde.

Die Schifffahrt als Träger von wassergefährdender und gefährlicher Ladung kann durch solche Regelungen und Vorschriften in zweierlei Hinsicht betroffen werden.

Auf verkehrstechnischem Sektor bedeutet das eine Intensivierung der Sicherheitsvorkehrungen durch eine bessere Kennzeichnung der Verkehrswege, durch die Beseitigung von gefährlichen Wracks, durch den Ausbau des Landradarsystems und sonstiger Navigationshilfen, durch Verkehrstrennung in Küstennähe sowie gegebenenfalls durch Verkehrslenkungsmaßnahmen.

Auf der schiffbautechnischen Seite kann die Sicherheit gegen Verschmutzungen dadurch erhöht werden, daß einerseits stärkere Bauelemente, z. B. Doppelwände und Doppelböden eingeführt, ein besseres Zellensystem in Anlehnung an den IMCO-Vorschlag, besondere Schnellverschlüsse an allen Laderaumöffnungen und sonstigen Auslässen eingerichtet werden, andererseits dadurch, daß für bessere Manövriereigenschaften der Schiffe gesorgt wird.

Trotz aller Sicherheitsvorkehrungen wird es aber dennoch besonders bei Unglücksfällen zu Verunreinigungen der Hydrosphäre kommen. In diesem Fall — und natürlich auch in den Fällen andersartig eintretender Verschmutzung — ist eine wichtige Vorbedingung für ein wirkungsvolles Eingreifen ein frühzeitiges Erkennen und Bewerten der Gefahr, und zwar möglichst zu einem Zeitpunkt, zu dem die Ursprungsstruktur des Schadstoffes noch erhalten und nicht in den Dispersionszustand übergegangen ist. Die-

ses Ziel ist allerdings nur schwer zu erreichen. Bei kontrollierbaren laufenden Verunreinigungen macht es der Stand der Technik möglich, mit durch den Menschen als auch automatisch eingesetzten und gesteuerten Meßsystemen laufend die Art und den Grad der Verschmutzung festzustellen. Auf diesem Gebiet ist bereits ein routinemäßig arbeitendes Überwachungsprogramm vorhanden. Es muß jedoch räumlich erweitert und zeitlich verdichtet werden.

Bei unvorhersehbaren Verunreinigungen werden die Möglichkeiten der Detektion dadurch eingeschränkt, daß wir keine Mittel besitzen, alle Arten der Verschmutzungen unabhängig voneinander auf gleich schnelle und einfache Weise festzustellen, sondern außer bei visueller Detektion in den meisten Fällen zu zeitaufwendigen und kostspieligen Probe- und Analyseverfahren gezwungen werden. Hinzu kommt, daß das Kontrollgebiet zu groß ist, um in diesem Fall ein genügend eng gestecktes Beobachtungsnetz unter finanziell tragbaren Bedingungen aufbauen zu können.

Das bedeutet, daß bis auf weiteres nur visuell feststellbare Verunreinigungen einer erfolgreichen regulären Kontrolle unterzogen werden, wie es hinsichtlich der Verschmutzungen durch Öl und feste Abfälle bereits geschieht. Hier steht an oberster Stelle der Detektion auch auf lange Sicht der Mensch selbst, da z. Z. nur er in der Lage ist, die Kontrollfunktion vertretbar durchzuführen. Zur Verfügung stehen ihm dabei Schiffe und Flugzeuge als Fortbewegungsmittel und zusätzliche Detektionsgeräte.

Darüber hinaus ist geplant, in Anlehnung an das „Integrated Global Ocean Station System“ (IGOSS) die verfügbaren festen und beweglichen Stationen in Küstennähe und auf Hoher See mit entsprechenden Sensoren und Monitoren auszurüsten und sie in das Beobachtungsnetz miteinzubeziehen.

Technische Maßnahmen zur Bekämpfung von Meeresverschmutzungen sind bis auf wenige Ausnahmen z. Z. nur bei Erdölen und festen Abfallstoffen möglich, solange diese an der Oberfläche der Gewässer bleiben und sich kohäsiv verhalten. Andere Schadstoffe wie Pestizide, Schwer- und Halbmetalle, organische und anorganische Stoffe und radioaktive Substanzen sind praktisch nicht zu beseitigen, sobald sie in Lösung gegangen sind.

Aus diesem Grunde ist in der BRD bisher auch nur für die Bekämpfung der Ölverschmutzung geplant und gearbeitet worden. Auch zur Ölbekämpfung sollten z. Z. vor allem nur mechanische Geräte eingesetzt werden, da die angebotenen physikalischen und chemischen Mittel nur eine Modifikation der Kohlenwasserstoffe bewirken und daher in gewissem Umfang selbst zu Verunreinigungen führen.

Für die nahe Zukunft sind deshalb für alle Schadstoffgruppen neue Bekämpfungsmittel und -verfahren zu entwickeln, wobei allerdings die aus der Ölbekämpfung gewonnenen Erkenntnisse durchaus auf die Beseitigung anderer Schadstoffe übertragen werden können. Im besonderen sind dies

- Detektions-, Identifizierungs- und Bekämpfungsmittel für Schadstoffe, insbesondere Pestizide, Kohlenwasserstoffe, Toxide, Schwer- und Halbmetalle, radioaktive Substanzen usw.,
- Entwicklung und Beschaffung von Geräten zur Feststellung und Identifizierung von Ölverschmutzungen bei unsichtigem Wetter vom Flugzeug aus,
- Entwicklung und Beschaffung von Geräten zur Feststellung und Identifizierung von Verschmutzungen anderer Art auch in größeren Meerestiefen,
- Entwicklung, Standardisierung und Bereitstellung von Bekämpfungsverfahren, -geräten und -mitteln, insbesondere Entwicklung und Beschaffung von schwimmenden

Kläranlagen, Beschaffung von Abschöpfgeräten, Sperren, Bindemitteln, Vorhaltung von Dispergatoren und Emulgatoren etc.

Diese Entwicklungen gelten für alle Schadstoffe im gleichen Umfang und gleichzeitig. Bis zu ihrer Realisierung und auch danach bleibt das wirksamste Bekämpfungsverfahren allerdings die Vorbeugemaßnahme.

5. Kritischer Ausblick

Trotz wiederholter Warnung ist es Wissenschaftlern und Technikern, die sich mit den Problemen der Umweltverschmutzung befassen und denen die Gefahren, die uns bedrohen, bekannt sind, bislang noch nicht gelungen, mit ihren Mahnungen in das Bewußtsein der Gesellschaft zu dringen. Die Gesellschaft muß sich darüber im klaren sein, daß mit zunehmendem Lebensstandard auch die Umweltverschmutzung zunimmt, wenn nicht mit dem Lebensstandard auch die Ausgaben für die Reinhaltung zumindest proportional steigen.

Die vollen Auswirkungen einer ungehindert fortschreitenden Verschmutzung werden nach neuesten Erhebungen wahrscheinlich erst in 50 bis 70 Jahren auftreten. Dann allerdings wird es zu spät sein, die angerichteten Schäden zu beseitigen.

Hinderlich bei der Anerkennung und der Durchsetzung der in notwendigen Belastbarkeitsplänen festgelegten Belastungsgrenzen werden der föderative Aufbau der BRD und wirtschaftspolitische Interessenkonflikte sein. Regelungen auf nationaler Ebene werden auch internationale Interessen beachten müssen, da die Häfen im nationalen und internationalen Wettbewerb stehen. Es darf also nicht damit gerechnet werden, daß Gesetze oder Bestimmungen, die in diesem Konkurrenzkampf die eine oder andere Seite gewollt oder ungewollt bevorzugen, widerspruchslos hingenommen werden.