

Sonderdruck: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Erlangen 1974.

ÜBER DAS AUSMAß DER MEERESVERSCHMUTZUNG

S.A. GERLACH

Abstract

Since six years research on problems of marine pollution has been done in the Federal Republic of Germany, like in other maritime nations. Now one can assess that local damage by industrial wastes or sewage can be prevented by legal, control and water purification activities. Global, however, is the threat by heavy metals and chlorinated hydrocarbons.

Vorspann

Seit sechs Jahren wird in der Bundesrepublik Deutschland — wie in allen maritimen Nationen — über Probleme der Meeresverschmutzung geforscht. Inzwischen läßt sich abschätzen, daß durch gesetzgeberische Maßnahmen, Kontrollen und Abwasser-Reinigung lokale Schäden durch industrielle und häusliche Abwässer verhindert werden können. Weltweit dagegen ist die Gefährdung durch Schwermetalle und chlorierte Kohlenwasserstoffe.

1. Einleitung

Es sind gerade 15 Jahre vergangen seit dem 1. wissenschaftlichen Kongress über Meeresverschmutzung. Er fand 1959 in Berkeley, USA statt; wenn man die Verhandlungen liest, dann wird klar, daß das Problem Meeresverschmutzung, abgesehen von der Ölpest und der radioaktiven Verseuchung durch die Atombombentests, damals erst ganz fern am Horizont sichtbar war: Konkrete Beispiele wurden kaum gebracht.

Es sind nur 8 Jahre vergangen, da waren 1966 vorausschauende Politiker schon so aufgestört, daß sie die Deutsche Forschungsgemeinschaft zur Einrichtung eines Schwerpunktprogramms „Abwässer in Küstennähe“ anregten. Zwar fehlte damals noch, wie es Professor SPEER im Zwischenbericht 1973 (CASPER 1973) über dieses Programm formulierte, „der Rückenwind der öffentlichen Meinung“, aber dieser kam in den nächsten Jahren reichlich, und die Massenmedien sind noch heute scharf auf das Thema Meeresverschmutzung.

Ich möchte Rückschau halten über die letzten Jahre, möchte die Problemkreise benennen und den aktuellen Stand ihrer Bewältigung durch Forschung aufzeigen. Nach nur etwa 6 Jahren Forschung auf diesem Gebiet mag das zu früh sein; andererseits ist es erforderlich, schon in Anbetracht der eingesetzten Mittel, immer wieder zu resümieren, um die zukünftigen Arbeiten vernünftig planen zu können. Günstig für eine Zusammenfassung ist auch, daß in den letzten drei Jahren sich vieles bestätigt hat, aber nur wenig grundsätzlich Neues in die Diskussion eingeführt worden ist (GERLACH 1973).

2. Industrielle Meeresverschmutzung

Nachdem man 1964/65 Fisch- und Vogelsterben als Folge von giftigen Abwässern der Pflanzenschutzmittelabriken an der dänischen und holländischen Küste beobachtet hatte und eine Wagenladung Kupfersalz wochenlang als Abwasserfahne an der holländischen Küste verfolgen konnte, schwand der Irrglaube, die Verdünnungskraft des Meeres werde mit allem fertig. In der Bundesrepublik begann 1966 die Diskussion um die Abwässer der Titandioxid-Fabrikation, um die „Verbringung“ von täglich 1.800 t 8-9% Schwefelsäure und 14% Eisensulfat in die Nordsee; mit Pragmatismus erteilte man damals die Genehmigung, und seit 1969 wird verkappt, Schäden sind nicht bekannt geworden. 1968 erhielten wir Kunde von der Quecksilberverseuchung von Küstengewässern in der Nähe chemischer Fabriken, wie bei Minamata in Japan, wo bereits 1956 43 Menschen starben, weil sie verseuchten Fisch gegessen hatten; auch in der Nähe von Chlor-Alkali-Fabriken und Papierabriken in Schweden und Kanada erkannte man Quecksilber-Anreicherungen, doch konnten Maßnahmen ergriffen werden, bevor es zu ernstesten Vergiftungen kam. 1970 wurde bekannt, daß jahrelang auch die chemische Industrie der Bundesrepublik teerige, chlorhaltige Reststoffe in Fässer gefüllt und im Meer versenkt hatte. Es gelang schließlich skandinavischen Wissenschaftlern, solche Stoffe in Nordeewasser und in Organismen zu analysieren, und die Öffentlichkeit war dadurch so beunruhigt, besonders die Fischer, daß im Juli 1971 der Frachter „Stellamaris“ gezwungen wurde, nach Rotterdam zurückzulaufen und 600 t Giftfracht wieder an Land zur Verbrennung zu geben. Erst 1971 wurde das Ausmaß der DDT-Verseuchung der Küstengewässer vor Los Angeles bekannt, wo zwischen 1953 und 1971 etwa 300 kg DDT täglich als Fabrikationsabwässer eingeleitet wurden; Ergebnis war, daß bestimmte Fischprodukte verboten wurden, Pelikane und Seelöwen Fortpflanzungsprobleme haben (MAC GREGOR 1974). An bestimmten Küstenzonen von Guatemala hatten 1970 Meeräschen 36 mg/kg DDT: Baumwollfelder waren intensiv mit DDT behandelt worden (KEISER et al. 1974).

Das sind einige Schlaglichter, welche die Entwicklung der letzten Jahre erhellen, wobei man nicht vergessen soll, daß schon seit Jahrzehnten Ölkatastrophen auftreten, wenn Tanker verunglückten oder auf der Rückreise ihre Bunker reinigten, oder daß Schiffe Altöl ins Meer pumpeten, oder daß man die Tiefsee als legitimen Lagerplatz für radioaktiven Müll und Kampfstoffe ansah, oder daß Atombombentests die Atmosphäre und über Niederschläge auch das Meer radioaktiv verseuchten. Die Beispiele eindeutiger Schädigung durch industrielle Meeresverschmutzung sind so klar, daß inzwischen ein ganzes Bündel von Gesetzen und Abkommen in Arbeit ist, welche in Zukunft ähnliche Katastrophen verhindern werden: Die IMCO, die Welt-Verkehrsbehörde, hat ihre Bestimmungen über Öltransport auf See verschärft und andere gefährliche Ladungen eingeschlossen. Die Anliegerstaaten des Nord-Atlantik haben ein Abkommen geschlossen, welches die Versenkung von Abfällen auf See regelt (**Oslo-Abkommen**). Es ist in Kraft, nachdem am 6. April 1974 der 7. Vertragsstaat ratifiziert hat. Ein ähnliches Abkommen von internationaler Geltung (**London-Abkommen**) ist in Arbeit. Nachdem bereits seit 1967 das Wasserhaushaltsgesetz der Bundesrepublik die Küstengewässer einschließt, arbeiten gegenwärtig die Staaten der Europäischen Gemeinschaft an einer gemeinsamen Regelung der Abwasser-Einleitung von Land aus (**Paris-Abkommen**). Schließlich sind die Ostsee-Anliegerstaaten dabei,

für die Ostsee besondere Bestimmungen zu erarbeiten (**Helsinki-Abkommen**). Vielen dieser Verträge sind schwarze Listen angefügt von Stoffen, welche wie Quecksilber, Cadmium und chlorierte Kohlenwasserstoffe gar nicht eingeleitet werden dürfen, und graue Listen von Stoffen, wo von Fall zu Fall über Menge und Ort der Einleitung entschieden werden muß.

Die wissenschaftliche Arbeit an diesem Problemkreis der Meeresverschmutzung kommt damit in etwas weniger aufregende, aber gleichermaßen wichtige Bahnen. Es gilt, die vielen möglichen Schadstoffe zu klassifizieren, eine Sisyphus-Arbeit, die nur deswegen Aussicht auf Erfolg hat, weil es sich nicht um ein nationales Problem handelt, sondern Forscher auf der ganzen Welt Ergebnisse beisteuern.

Für die Grundlagenforschung steht die Verbesserung der Analysemethoden, der Testarrangements, der Testorganismen im Vordergrund. Wichtig ist auch die Frage, ob in nennenswertem Maße die marinen Organismen empfindlicher sind gegenüber Schadstoffen als Süßwasserorganismen. Dazu kommt die Aufgabe, nach neuen, noch unbekanntem Schadstoffen Ausschau zu halten und das Phänomen der Akkumulation zu erforschen.

3. Häusliche Abwässer

Häusliche Abwässer im Meer sind vor allem ein Hygiene-Problem; zwar wird vom Meerwasser in bakteriologischer Hinsicht keine Trinkwasserqualität verlangt, aber dort, wo Muschelkulturen angelegt sind, hat man schon seit Jahrzehnten zunehmend strengere Maßstäbe an die Coli-Zahlen gelegt, denn es ist seit langem bekannt, daß Austern pathogene Keime speichern.

Inzwischen wissen wir, daß sich im Zuge des Massentourismus nicht nur an den Mittelmeerstränden die Verhältnisse verschlechtert haben, sondern auch an der Ostsee, daß aber andererseits durch den Bau von Kläranlagen oder die Pasteurisierung der Abwässer die Verhältnisse sich wieder ins Lot bringen lassen, sodaß für die Zukunft Hoffnung besteht.

Die wissenschaftliche Basis des Gewässerstandards jedoch ist nach wie vor dunkel; vor wenigen Jahren noch gab es Wissenschaftler mit der Ansicht, man könne sich beim Baden in stark verschmutztem Meerwasser nicht infizieren; das ist inzwischen nicht mehr haltbar. Welche Coli-Zahlen jedoch bedenklich sind und welche ein Badeverbot provozieren, darüber sind von Nation zu Nation, von Jahr zu Jahr die Meinungen veränderlich. Es hängt das mit unzureichenden Kenntnissen über die bakterizide Wirkung des Meerwassers zusammen. Im übrigen ist *Escherichia coli* ja nur ein Testorganismus, die eigentlichen Zielgruppen dagegen sind pathogene Bakterien und Viren, deren Bearbeitung außerhalb der Möglichkeiten der Meeresbakteriologie liegt. Eine Forschungslücke klafft, denn erst jetzt beginnen medizinische Hygieniker und Meeresbiologen in größerem Umfang zusammenzuarbeiten.

Die organische Fracht häuslicher Abwässer wird im Meerwasser ähnlich wirkungsvoll aerob abgebaut wie im Süßwasser. Unter echt marinen Bedingungen ist der Verdünnungseffekt auch so groß, daß es kaum zu Sauerstoffschwund kommt, sodaß am Meeresboden allenfalls unmittelbar um die Einleitungsstelle Faulschlamm sich ablagert. In den Förden und Flußmündungsgebieten jedoch sind die Verhältnisse lokal ungünstiger, vergleichbar Binnengewässern. Am Beispiel der Weser läßt sich zeigen, daß gerade unterhalb der Brackwassergrenze naturgegeben ein hoher Anfall

an absterbender organischer Substanz erfolgt. Wenn zusätzlich vom Menschen organische abbaufähige Abwässer eingeleitet werden, wie es von Bremerhaven geschieht, dann wird im Sommer der Sauerstoffgehalt regelmäßig unter 4 mg/l, also gefährlich gesenkt. Daß es zu anoxischen Bedingungen kommen kann, lehren englische Ästuare; die Themse ist aber zugleich ein Beispiel, daß Kläranlagen den Strom wieder in Ordnung bringen.

Die Eutrophierung der Küstengewässer und Randmeere durch die Fracht der Flüsse wird gegenwärtig von den Meeresbiologen mit Aufmerksamkeit verfolgt, ohne daß hinreichend Material vorläge, welches Konsequenzen erzwingen würde. Die Meere in ihrer Gesamtheit sind oligotroph: das lehrt der Blick auf eine Karte der Welt-Meeresproduktion. In den Weiten der tropisch warmen Meere verfügt die lichtdurchflutete Deckschicht warmen Oberflächenwassers, die allein produktiv sein könnte, nicht über hinreichend Nährstoffe, um üppiges Pflanzenwachstum zu erzeugen. Die Küstenregionen und Flachmeerregionen jedoch sind eutroph durch den Kontakt mit dem Sediment und durch die Zulieferung von Nährstoffen aus den Flüssen. Schätzungen besagen, daß 1/7 der Phosphatlieferung in die Nordsee aus den Flüssen und damit z. T. aus Abwasser stammt. Ob sich das aber in veränderten Lebensbedingungen für das Phytoplankton auswirkt, ist noch offen. Vor der holländischen Küste soll es jetzt mehr Phytoplankton geben als früher, der Phosphathaushalt ist durcheinandergekommen, Silizium stellt jetzt den Minimumfaktor dar, meldet Herr Professor POSTMA aus Texel. Wenn er großräumig recht hat, ist das alarmierend. Umstritten ist auch noch die Ansicht, das Auftreten giftiger Peridineen, also von Red Tides in der Nordsee sei Ausdruck geänderter Lebensbedingungen im Zuge der Eutrophierung.

In einigen Jahren wird man mehr darüber wissen, und dann wird auch die Frage entschieden sein, ob die anthropogen bedingte Eutrophierung, welche unbestritten vorhanden ist, nennenswert dazu beiträgt, die Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser der Ostsee zu vergrößern. Tatsache ist, daß immer häufiger anoxische Verhältnisse dort auftreten und Schwefelwasserstoffzonen entstehen. Es kann aber auch sein, daß überwiegend klimabedingt eine Verschlechterung des Einstroms von sauerstoffreichem Wasser aus dem Skagerrak in die Ostsee stattfindet, sodaß weniger Sauerstoff in die Tiefen der Ostsee gelangt, ohne daß der Mensch einen nennenswerten Einfluß hätte. Was aber bedeutet „nennenswert“? Darüber wird in den kommenden Jahren in internationaler Zusammenarbeit geforscht.

4. Globale Meeresverschmutzung

Als 1968 erste Meldungen über DDT in Pinguinen und Robben der Antarktis, Tausende von Kilometern von jedem Feld, jedem Obstgarten entfernt bekannt wurden, waren die Experten ratlos. Heute hat sich bestätigt, daß DDT weltweit verbreitet ist, in einem Maße, daß man zu Recht sagen kann, es gibt keinen Organismus, weder an den Polen noch in der Tiefsee, wo der Analytiker mit seinen modernen Methoden diesen Stoff nicht nachweisen könnte; es ist inzwischen auch bekannt, daß die weltweite Verbreitung über die Atmosphäre erfolgt.

DDT steht dabei nur als Sinnbild für eine Reihe weiterer chlorierter Kohlenwasserstoffe, die teils als Pflanzenschutzmittel, teils, wie PCB, als vielseitiger industrieller Stoff Verwendung finden. Sie sind widerstandsfähig gegen Veränderung und

Abbau und sammeln sich in den Ökosystemen der Erde an.

Die Tatsache, daß es dem Menschen gelang, in 30 Jahren mit 2 Mio t DDT den Planeten Erde total zu verseuchen, ist bestürzend. Nur wenig beruhigt es mich, daß die Mengen, welche sich beispielsweise im Speisefisch aus Nordsee und Nordatlantik finden, nach dem heutigen Stand der Wissenschaft gesundheitlich unschädlich für den Menschen sind.

Allein auf der Nordhalbkugel werden jährlich 350.000 t Blei mit den Auspuffgasen der Kraftfahrzeuge in die Luft entlassen. Blei ist möglicherweise nicht nur in solchen Schichten des grönländischen Gletschereises stärker konzentriert, die nach 1940 als Schnee fielen (CARR & WILKNESS 1973), sondern auch im Oberflächenwasser von Nordatlantik, Mittelmeer und Nordpazifik. Aber Blei ist ein recht flüchtiges Element und gegenwärtig noch nicht einwandfrei quantitativ im Meerwasser zu analysieren, wie kürzlich Ringuntersuchungen verschiedener Labors ergaben (Anon. 1974); so läßt sich noch nicht mit Sicherheit der Verdacht erhärten, das Wasser der Ozeane würde anthropogen bedingt von Jahr zu Jahr höhere Bleikonzentrationen erhalten.

Wie es weltweit mit anderen Schwermetallen steht, muß auch noch erforscht werden. Cadmium, Selen, Antimon, Wismut und andere sind verdächtig, und natürlich auch Quecksilber, welches von sich reden macht, weil ganz regelmäßig das Fleisch von Thunfisch und Schwertfisch, von Haien, Robben und Walen mehr als 0,5 mg/kg enthält, also mehr, als nach dem Standard vieler Nationen in Fischwaren zulässig ist. Es ist jedoch nicht möglich, hier mit Überzeugung von anthropogen bewirkter Umweltverschmutzung zu reden, wenn es auch sicher ist, daß ein beträchtlicher Teil der jährlich auf der Welt geförderten 9.000 t Quecksilber in die Umwelt, damit in die Ozeane gelangt. Aber diese Menge erscheint gering gegenüber den Wassermassen der Ozeane, und mischte man alles seit 70 Jahren in Bergwerken gewonnene Quecksilber mit dem Wasser der Ozeane, dann würde dort die Quecksilber-Konzentration gerade um 1% ansteigen (PETERSON et al. 1973). Es ist noch eine offene Frage, ob durch Kohle- und Ölverbrennung, durch Verhüttung von Erz und durch Brennen von Zement soviel Quecksilber freigesetzt wird, daß eine spürbare Anreicherung im Ozeanwasser erfolgen kann. Wahrscheinlich ist, daß der Quecksilbergehalt in großen, langlebigen Organismen auch ohne menschliche Aktivität so hoch ist, weil Quecksilber allgegenwärtig ist und akkumuliert wird.

Auch hier sind Meßprobleme ausschlaggebend, wird doch bestritten, daß die Bestimmung des Quecksilbergehalts von Museumsfischen, welche vor 80 Jahren gefangen wurden, relevante Werte ergibt (VENRICK et al. 1973), weil das flüchtige Quecksilber teils in der Konservierungsflüssigkeit vagabundiert, teils aus Metallketten herauskommen kann. Etwas mit Fragezeichen sind also Angaben zu lesen, wonach Thunfisch vor 80 Jahren genausoviel Quecksilber enthielt wie heute, wenn das auch durchaus stimmen kann.

Die Probleme der globalen Meeresverschmutzung, die ich hier nur andeuten kann, sind Probleme der Forschung, sie fordern die Phantasie des Forschers heraus, neue Gesichtspunkte zu entdecken und zu verfolgen. Organisieren kann man hier nur wenig, allenfalls weltweite Meßprogramme, um die Schadstoffbelastung in den verschiedenen Regionen dieses Planeten zu vergleichen, und Dauermeßprogramme, welche über Jahrzehnte hinweg Analysen und Bestandsaufnahmen garantieren, damit auch schleichende Veränderungen aufgespürt werden können.

5. Folgerungen

Als Fazit dieser Übersicht möchte ich die Hoffnung äußern, daß die regionalen Probleme der Meeresverschmutzung durch industrielle und häusliche Abwässer regional gelöst werden können, und daß die zahlreichen Abkommen wirkungsvoll sind.

Sollte Eutrophierung eine Gefahr darstellen, lassen sich ja auch Phosphate in Kläranlagen zurückhalten. Auf lange Sicht bedrohlich sind die Aspekte der globalen Meeresverschmutzung, weil ihre Ursachen nur durch weltweite Umstellung von industriellen Verfahren zu ändern sind, und weil Maßnahmen sich erst nach Jahrzehnten auswirken. Hier ist noch keine internationale Konvention abzusehen. Die Meeresforschung ist aufgerufen, weitere Befunde zu erbringen, damit die Bedeutung der globalen Meeresverschmutzung richtig erkannt wird und Gegenmaßnahmen durchgesetzt werden können.

Für Quecksilber wäre jede Erhöhung der natürlichen Konzentrationen kritisch, denn wir wissen nicht, ob wir Menschen uns wie die Robben an Quecksilber gewöhnen können. Ausschließlich fischfressende Seevögel und Seesäuger weisen Quecksilbergehalte in ihrem Körper auf, welche eigentlich jenseits der Toxizitätsgrenze liegen müßten. Vielleicht wird die Giftwirkung des Quecksilbers durch Selen kompensiert. Schon eine Verdoppelung des Quecksilbergehaltes im Seewasser würde einen Teil der Küstenfische ungenießbar machen, und würde auch eventuell empfindliche Organismen im Meer direkt schädigen. Quecksilber ist eben auch in den geringsten Mengen, wie sie sich allgegenwärtig in der Natur finden, ein Gift (Tabelle 1.)

Tabelle 1. Quecksilbergehalt bezogen auf Feuchtgewicht

| | |
|--|------------------|
| Hochsee-Speisefisch | unter 0.05 mg/kg |
| Küsten-Speisefisch | 0.1 – 0.2 |
| Thunfisch | 0.1 – 1.0 |
| Hochsee-Robben | 3 – 19 |
| Küstenrobben | 60 – 700 |
| Seevögel | 50 – 500 |
| Toleranzgrenze für den Gehalt in Speisefisch | 0.5 |

Quecksilbergehalt des Meerwassers 0.03 µg/L
 Toxität eventuell nachweisbar bei 0.1 – 0.2 µg/L

Über Blei wissen wir noch zu wenig, eine Verdoppelung der Werte im Seewasser könnten wir uns vielleicht erlauben, weil Seefisch nur unwesentlich zur Bleibelastung des Menschen beiträgt, und weil die Toxizität dieses Elements für Wassertiere, gemessen an Quecksilber, gering ist.

Tabelle 2. DDT (und Metaboliten) bezogen auf Feuchtgewicht

| | |
|---------------------------------|-----------------|
| Hochsee-Speisefisch | unter 0.1 mg/kg |
| Küsten-Speisefisch | unter 0.5 mg/kg |
| Toleranzgrenze (BRD) | |
| Aal, Lachs, Stör | 3.5 mg/kg |
| sonstige Speisefische | 2.0 mg/kg |
| Dorschleber Nordsee | 1-3 mg/kg |
| Ostsee teilweise über | 15 mg/kg |
| Toleranzgrenze (BRD) Fischleber | 5 mg/kg |

Bei DDT sind wir gegenwärtig noch um einen Faktor 4-10 von der Grenze entfernt, wo Speisefische ungenießbar werden (Tabelle 2). Es darf aber nicht übersehen werden, daß Seevögel und Seesäuger schon bedroht sind, wenn Sie sich mit Fischen von 0,1-1 mg/kg DDT-Gehalt ernähren. Seevögeleier haben dann 25 mg/kg DDT und werden dünnchalig, Robben neigen wahrscheinlich zu Frühgeburten. Falls es nicht gelingt, den Eintrag von chloriertem Kohlenwasserstoff in das Meer drastisch zu stoppen, werden wir durch das Aussterben der fischfressenden Seevögel und Seesäuger ein Warnzeichen gesetzt bekommen. PCB ist an dieser Bedrohung beteiligt; vielfach ist seine Konzentration höher als die des DDT.

Wie weit der Mensch es inzwischen auf einem anderen, harmloseren Sektor mit der globalen Meeresverschmutzung gebracht hat, zeigten Wissenschaftler eines US-Forschungsschiffes, welches im Nord-Pazifik außerhalb aller Schiffsfahrtswege fuhr. Sie notierten 8 Stunden lang alles, was sie auf der Wasseroberfläche sahen: 22 Plastikfragmente, 12 Fischerkugeln, 6 Plastikflaschen, 4 Glasflaschen, 3 Papierstücke, 1 Tau, 1 Ballon, 1 bearbeitetes Holz, 1 Schuhbürste, 1 linke Sandale und 1 Kaffeekanne (VENRICK et al. 1973). Auf 2 km² kommt eine Plastikflasche, für den Nordpazifik insgesamt wären das 35 Millionen Plastikflaschen. Da die Jahresweltproduktion 5.000 Mio Stück sein soll, ist das glaubhaft.

Summary

Considerations regarding contemporary marine pollution

After six years of marine pollution research in the Federal Republic of Germany, a review is provided on the actual situation of problems and their control. It is well known that pollution from industrial sources can be dangerous for the seas, but it is hoped that by legislation and control future damages can be avoided; there are several multilateral or international conventions at present in all stages of negotiations. Damage resulting from domestic sewage can, as in freshwater, be reduced by waste water treatment, up to the elimination of phosphates. It is still an open scientific question to what extent eutrophication of coastal areas in the Federal Republic of Germany means any danger. The world wide, global marine pollution, however, has not been diminished by legal or control measures during the past years. It can be guessed that contamination with DDT differs by the factor of 4-20 from concentrations which would be dangerous; marine birds and mammals may be threatened by the present concentrations. Mercury, in spite of spectacular casualties at local industrial marine pollution, — obviously is not a global marine pollution problem. One should realize, however, that any increase in mercury concentrations will give rise to damages, and one can suppose that even the inevitable natural concentration of this element in the biosphere has toxic effects.

LITERATUR

- ANON. (1974): Meeting report interlaboratory lead analyses of standardized samples of sea water. *Mar. Chemistry* 2: 69-74
CARR, R.A. & P.E. WILKNISS (1973): Mercury in the Greenland ice sheet: further data. *Science* 81: 843-844

- CASPERS, H. (1973): Forschungsbericht Litoralforschung – Abwässer in Küstennähe. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Harald Boldt-Verlag Boppard: 93 S.
- GERLACH, S.A. (1973): Das Meer in Gefahr. In: ILLIES, J. und W. KLAUSEWITZ (Herausg.) Unsere Umwelt als Lebensraum. Grzimeks Tierleben, Sonderband Ökologie, Kindler Verlag Zürich: 596–618.
- GIBBS, R.H. et al. (1974): Heavy metal concentrations in museum fish specimens: effects of preservation and time. *Science* 184: 475–477
- GRASSHOFF, K. (1974): Wie krank ist die Ostsee wirklich? *Schriftenreihe Schlesw.-Holsteinischen Fischwirtschaft* 13: 29–92
- KEISER, R.K. et al. (1974): Pesticide levels in estuarine and marine fish and invertebrates from the Guatemalan Pacific coast. *Bull. Mar. Sc.* 23: 905–924.
- MAC GREGOR, J.S. (1974): Changes in the amount and proportions of DDT and its metabolites DDE and DDD, in the marine environments off Southern California, 1949–1972. *Fishery Bull.* 72: 275–293
- VENRICK, E.L. et al. (1973): Man-made objects on the surface of the central North Pacific Ocean. *Nature* 241: 271

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. SEBASTIAN GERLACH, Marinbiological Laboratory, DK 3000 Helsingør, Dänemark.