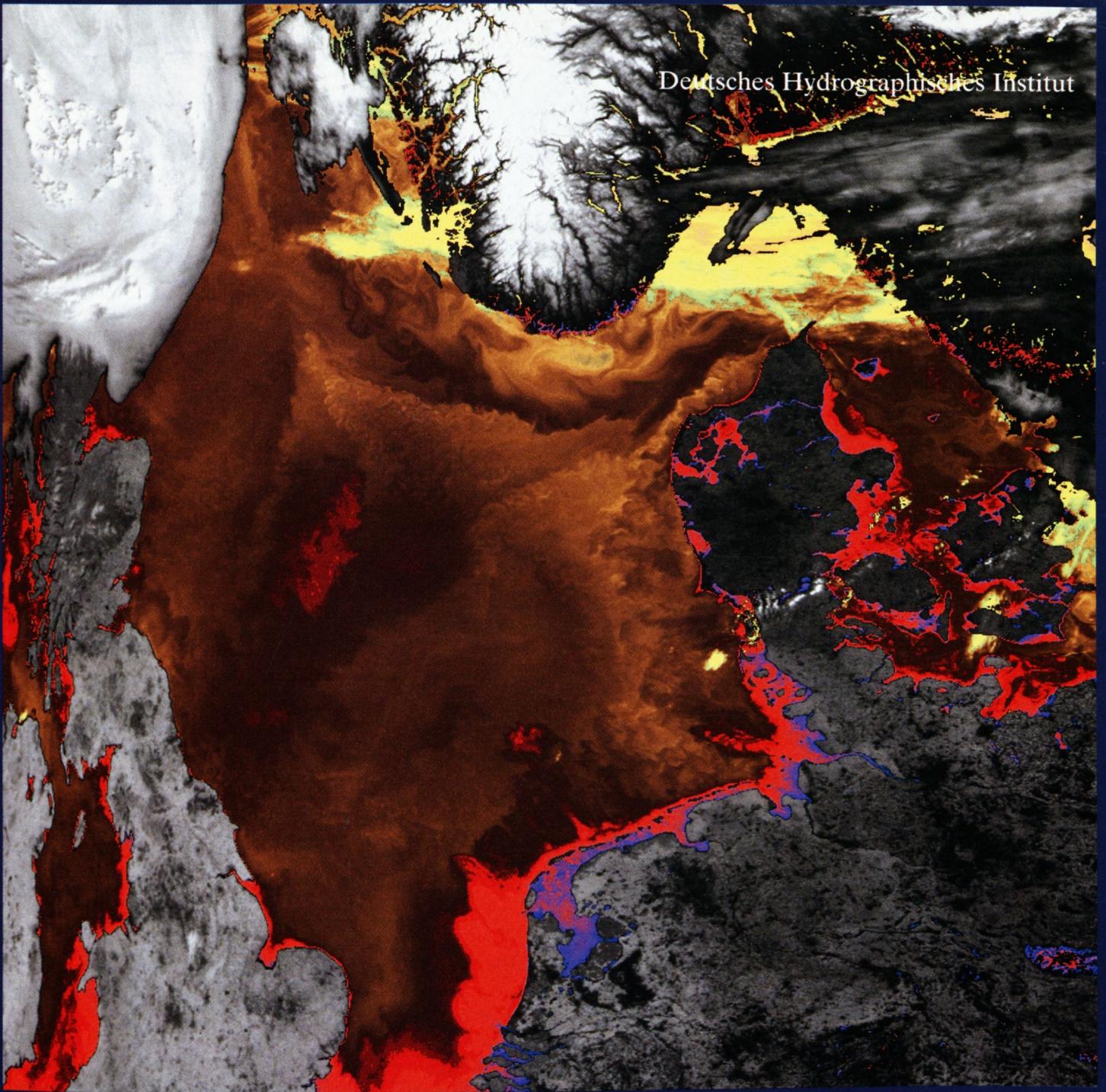


Y 2370  
Deutsches Hydrographisches Institut



## Wissenschaftlich-Technische Berichte



1988 – 4

Öleintrag in die Nordsee

Gerhard Dahlmann, Norbert Theobald

ISSN 0936-0298

Zum Titelbild:

NOAA-8-Aufnahme (AVHRR) vom 25. April 1984, 0730 UTC Pseudofarbdarstellung der relativen Oberflächentemperatur der Nordsee (Temperaturskala in Grad Kelvin)

Mit freundlicher Genehmigung der DLR, Oberpfaffenhofen

Das Deutsche Hydrographische Institut gibt außer den amtlichen Veröffentlichungen (Seehandbücher, periodische nautische Schriften, Seekarten, Jahresberichte, Jahrbücher, Deutsche Hydrographische Zeitschrift mit wissenschaftlichen Abhandlungen und Mitteilungen) nunmehr ab 1988 auch wissenschaftlich-technische Berichte heraus.

In dieser neuen Reihe erscheinen Abhandlungen, die im Zuge der Bearbeitung gesetzlicher Aufgaben beim Deutschen Hydrographischen Institut entstanden sind. Vielfach ist der Gegenstand nicht für eine Veröffentlichung in einer wissenschaftlichen oder technischen Zeitschrift geeignet, weil der potentielle Leserkreis so interdisziplinär zusammengesetzt ist, daß er mit **einer** Zeitschrift nicht erreichbar ist, oder die Bearbeitung des Themas, z. B. in der Ausführlichkeit der Darstellung, den Zielsetzungen wissenschaftlicher Publikationen nicht entspricht.

Die Manuskripte wurden vom Präsidenten des DHI zur Veröffentlichung freigegeben; sie sind jedoch nicht von Gutachtern geprüft worden. Die Berichte erscheinen in zwangloser Folge, jeweils für ein Jahr durchnummeriert.

Herausgeber:

Deutsches Hydrographisches Institut  
Bernhard-Nocht-Straße 78  
Postfach 30 12 20  
2000 Hamburg 36

Vervielfältigung ist nur mit Genehmigung des Deutschen Hydrographischen Instituts gestattet.

Y 2310

## Öleintrag in die Nordsee

Bearbeiter: Gerhard Dahlmann und Norbert Theobald

Bibliothek  
im  
Deutschen Hydrographischen Institut  
Hamburg

### Einleitung:

Zur Vorbereitung des Tagesordnungspunktes "Entscheidung über die Erklärung der Nordsee zum MARPOL-Sondergebiet" der 2. Nordseeschutz-Konferenz in London (24.-25.11.87) fand vom 9. bis 10. Dezember 1986 die Sitzung der Untergruppe "Sondergebiet" ("Special Area Status" Sub-Group, SASG) in Hamburg statt.

Im folgenden handelt es sich um die Übersetzung der von der Bundesrepublik Deutschland vorgebrachten Arbeitspapiere: "Total Input of Oil into the North Sea", SASG (86) 1-4.1, und "Legal and Illegal Discharges from Shipping Operations", SASG (86) 1-4.2/1. Die hier angegebenen Zahlen über die Eintragsmengen werden weiterhin jährlich aktualisiert.

Es wird aber besonderer Wert auf die Feststellung gelegt, daß eine Abschätzung des Öleintrags aus den einzelnen Quellen - wegen der sehr komplexen und unterschiedlichen Zusammensetzungen der Kohlenwasserstoff-Gemische und der unterschiedlichen Art der Einbringung - äußerst problematisch ist. So ist gerade die Reduzierung, die sich ergeben würde, wenn die Nordsee zum MARPOL-Sondergebiet erklärt werden würde, nicht einfach mit dem hier abgeschätzten - relativ geringen - Anteil der legalen Einleitungen gleichzusetzen. Dies kommt in den folgenden Arbeitspapieren klar zum Ausdruck.

## Gesamteintrag von Öl in die Nordsee

### Vorbemerkungen:

In der Literatur finden sich vielfältige Mengenangaben über den Eintrag von Erdöl-Kohlenwasserstoffen (EKWs) in das Meer. Dabei werden häufig summarische Meßgrößen zur Grundlage von Hochrechnungen herangezogen.

Der Begriff EKWs umfaßt äußerst komplexe Gemische von Kohlenwasserstoffen, deren chemische Zusammensetzung je nach Herkunft (Schiffahrt, Atmosphäre, Flüsse) grundsätzlich unterschiedlich ist. Darüber hinaus ist der physikalische Zustand einzelner Einträge unterschiedlich. Abschätzungen über den Eintrag von EKWs in das Meer beinhalten damit nicht nur Schätzfehler, sondern betreffen ein Hauptproblem: Angaben über den Eintrag von Schadstoffen in das Meer können grundsätzlich nur stoffspezifisch erfolgen. Der quantitative Vergleich von Einträgen aus unterschiedlichen Quellen ist irreführend, da die qualitativen Unterschiede erheblich sind. Der Beitrag jeder einzelnen Quelle muß getrennt betrachtet werden, sowohl in bezug auf die rein quantitative Abschätzung als auch die Beurteilung der ökologischen Auswirkungen.

Für jedermann sichtbar führen massive lokale Einleitungen zu Ölfilmen auf der Wasseroberfläche, zur Verölung von Seevögeln und zur Verschmutzung von Stränden, während verdünnte chronische Einträge in die Wassersäule nicht sichtbar und ihre Auswirkungen wesentlich schwieriger zu beurteilen sind. Diese Einträge sind damit eher mit den Einträgen anderer Schadstoffe vergleichbar.

## Einträge von EKWs in die Nordsee

Beispiele von Abschätzungen des Eintrags von Kohlenwasserstoffen in die Nordsee sind in Tab. 1 wiedergegeben:

**Tabelle 1:** EKW-Einträge in die Nordsee (Tonnen/Jahr)

Quellen	Literaturzitat		
	1	2	3
Atmosphäre	10000	19000	
Flüsse	280000	40000-80000	
Direkt- einleitung		18800-29800	
Schiffs- Betrieb	100000	100000	
legal			max. 10000 (a)
illegal			6000-60000 (b)
Offshore Förderung	2200	23000	27000 (c)
Unfälle		5000-12000	
natürliche Quellen	3000	300-800	

1 Norweg. Delegat., Paris-Comm. (1978)

2 Inst. of Offshore Engineer., Heriot-Watt Univers. (1984)

3 (a) und (b): Deutsches Hydrogr. Inst. (1986), STWG 27 No. 3 and 4 (s.b.)  
(c): Paris-Comm. (1986)

Für die Beurteilung der Einträge wesentliche Parameter sind in der folgenden Tab. 2 zusammengefaßt.

Tabelle 2

Quelle	Ursprung lokal diffus	Einträge in das Meer lokal diffus	Wirkung phys. chem.
Atmosphäre (a)	X	X	X
Flüsse (b)	X	X	X
Direkteinleitung (c)	X	X	X
Schiffsbetrieb (d)	X	X	X
legal	X	X	X
illegal	X	X	X
Offshore Förderung (e)	X	X	X
Unfälle (f)	X	X	X

- a) Bei den atmosphärischen Einträgen handelt es sich vorwiegend um unsubstituierte, polycyclische Aromaten aus Verbrennungsprozessen fossiler Brennstoffe. Die meisten dieser Verbindungen besitzen stark toxische und karzinogene Eigenschaften. In Mineralöl sind diese Komponenten in vergleichsweise geringer Konzentration vorhanden.
- b) In den Flußmündungen sind die meisten Erdöl-Komponenten bereits stark abgebaut. Paraffine aus Mineralöl treten gemeinsam mit biogenen Paraffinen auf, die z. T. in wesentlich höheren Konzentrationen vorhanden sind. Die toxisch wirksameren Aromaten sind z. T. bakteriell abgebaut, z. T. chemisch verändert (z. b. durch Photooxidation). Wegen ihrer guten Absorptionseigenschaften erfolgt vornehmlich eine Anlagerung an Schwebstoffe und eine Anreicherung im Flußsediment ("Sedimentfalle"). Messungen im Elbwasser haben bestätigt, daß der Gehalt an mineralölytypischen Aromaten im Vergleich mit Paraffinen und anderen organischen Schadstoffen gering ist.
- c) Für die Direkteinleitungen gilt ähnliches wie für Einträge aus Flüssen.
- d) Einträge aus dem Schiffsverkehr (s. getrennte Ausführungen über legale und illegale Einträge)
- e) Der mengenmäßig größte legale Anteil von EKWs aus der Offshore Förderung fällt in Form von ölhaltigen Drilling Muds und Cuttings während der Explorationsphase an und wird in unmittelbarer Nähe der

Plattformen auf dem Meeresgrund abgelagert. Dadurch entstehen lokal sehr hohe Ölkonzentrationen im Sediment, was dort zu erheblichen ökologischen Effekten führt. Von den kleinen deutschen Plattformen gelangt kein Öl in das Meer, da diese vollständig an Land entsorgt werden.

- f) Ölunfälle können zu erheblichen - wenn auch meist lokal begrenzten - Auswirkungen auf das Ökosystem führen.

#### Folgerungen:

Einträge von EKWs aus unterschiedlichen Quellen sind nicht miteinander vergleichbar. Eine direkte Ursache-Wirkung-Beziehung ist - von Unfällen abgesehen - einzig zwischen illegalen Einleitungen von Schiffen und Strandverölungen sowie verölten Seevögeln zu erkennen. Eine unumstrittene Gegenmaßnahme ist die Überwachung der Einhaltung der MARPOL-Regelungen.

Die Auswirkungen einer chronischen Belastung des Meeres durch gelöste, dispergierte und an Feststoffen adsorbierte EKWs sind derzeit nicht faßbar. Insbesondere sind auch die Wirkungen von Oxidations- sowie biologischen und chemischen Umwandlungsprodukten weitgehend unbekannt. Tatsache ist, daß in Küstennähe und besonders in den Ästuarien erhöhte Konzentrationen von EKWs vorhanden sind, d. h. gerade in denjenigen Gebieten, in denen ebenfalls erhöhte Konzentrationen von anderen Schadstoffgruppen (z. B. Schwermetalle und chlorierte Kohlenwasserstoffe) vorliegen.

In der Deutschen Bucht sind dies die für die gesamte Nordsee ökologisch bedeutsamen Wattengebiete. Nur durch vorsorgliches Handeln sind schleichende Veränderungen in diesen Gebieten, die möglicherweise zu drastischen Veränderungen des Ökosystems der Nordsee führen können, zu vermeiden.

#### Legale Einleitungen aus dem Schiffsbetrieb

Ölrückstände aus dem Schiffsbetrieb (Brennstoff- und Schmierölreste) dürfen derzeit außerhalb 12 sm vom nächsten Land nur dann in die Nordsee eingeleitet werden, wenn die maximale Konzentration von 100 ppm nicht überschritten wird.

Über schiffstechnische Daten und die Anzahl der Schiffe, die sich pro Jahr in der Nordsee aufhalten, ist folgende grobe Abschätzung des Gesamteintrags durch legale Einleitungen möglich:

#### Deutsche Bucht

Jährlich laufen etwa 100.000 Schiffe die deutschen Nordseehäfen an bzw. fahren durch den Nord-Ostsee-Kanal. Bei annahme einer mittleren Schiffsgeschwindigkeit von 10 bis 15 kn befinden sich diese Schiffe etwa 10 Stunden außerhalb der 12-sm-Zone. Der maximale Durchsatz durch den Entöler beträgt im Normalfall 10 t/h.

Damit ergibt sich aus legalen Einleitungen in die Deutsche Bucht eine maximale Gesamtmenge von

$$0.001 \text{ t} * 10 * 100000/a = 1000 \text{ t/a.}$$

## Gesamte Nordsee

Eine grobe Abschätzung des erlaubten Öleintrags aus dem Schiffsbetrieb in die Nordsee erfolgt unter folgenden Annahmen:

jährliches Schiffsaufkommen : 200000 Schiffe

Verweilzeit außerhalb der 12-sm-Zone maximal : 50 h

Daraus errechnet sich eine Gesamtmenge von 10000 t/a aus legalen Einleitungen in die gesamte Nordsee.

## Diskussion

Da die Randbedingungen der Abschätzung des legalen Eintrags aus dem Schiffsbetrieb in die Nordsee sehr weit gefaßt sind, ist nur eine größenordnungsmäßige Abschätzung möglich. Unter anderem ist nicht berücksichtigt, daß die Lenzvorgänge nicht kontinuierlich, d. h. während der gesamten Aufenthaltsdauer der Schiffe in der Nordsee stattfinden. Andererseits ist davon auszugehen, daß während der Revierfahrten und innerhalb der 12-sm-Zone größere Anteile an eingedrungenem Seewasser und Schweißwasser anfallen, die dann außerhalb der 12-sm-Zone gelenzt werden. In die Abschätzung ist auch nicht eingegangen, daß auch innerhalb der 12-sm-Zone das Lenzen von Wasser mit einem maximalen Anteil von 15 ppm Öl erlaubt ist. Von wesentlich größerer Bedeutung ist allerdings die Tatsache, daß eine exakte Bestimmung der Konzentration von "ÖL" im Lenzwasser nicht möglich ist.

An Bord fallen Ölrückstände der unterschiedlichsten Art an: Brennstoffrückstände von den Separatoren, Brennstoffverbrennungs- und Schmierölrückstände aus der Bilge. Vermischt mit Wasser treten Lösungen, Dispersionen, mehr oder weniger stabile Emulsionen und Feststoffe auf. Die derzeit vorhandenen Konzentrationsmeßsysteme können dieser Vielfalt nicht gerecht werden. Zudem kann die Zusammensetzung der Rückstände in weiten Grenzen variieren. Farb-, Rost- und Staubpartikel können das Meßergebnis verfälschen. Dies verführt dazu, Messungen überhaupt zu umgehen.

Es ist daher anzunehmen, daß der tatsächliche Gesamteintrag, der sich daraus ergibt, daß nach dem MARPOL-Abkommen ein Grenzwert von 100 ppm "Öl" im Lenzwasser vorgegeben ist, wesentlich größer ist, als hier abgeschätzt worden ist.

#### Illegale Einleitungen

Die ökologischen Auswirkungen von unerlaubten Einträgen durch die Schifffahrt lassen sich unmittelbar und eindeutig anhand verölter Seevögel und Strandverölungen nachweisen. Dies zeigen umfangreiche Untersuchungen in der Deutschen Bucht, bei denen weit überwiegend Schwerölrückstände aus dem Schiffsbetrieb gefunden worden sind.

Zur Abschätzung des Gesamteintrags aus unerlaubten Einleitungen aus der Schifffahrt können Ergebnisse der Überwachung der Deutschen Bucht durch Flugzeuge, Hubschrauber und Schiffe herangezogen werden. In Abb. 1 sind exemplarisch die im Jahr 1984 durch die Flugüberwachung

beobachteten Ölverschmutzungen in der Deutschen Bucht dargestellt; das gehäufte Auftreten der Ölfilme entlang der Schifffahrtsrouten wird hier deutlich.

Ähnliche Überwachungsdaten liegen aus den niederländischen und britischen Küstenbereichen vor.

Aus den Ausdehnungen und Ölfilmschichtdicken der beobachteten Verschmutzungen läßt sich eine mittlere Ölmenge pro Verschmutzung abschätzen. Die im DHI im Rahmen von Strafverfahren untersuchten Fälle von Ölverschmutzungen zeigen die in Abb. 2 dargestellten Häufigkeitsverteilungen der Längen-, Breiten- und Flächenausdehnungen. Mit der daraus ermittelten mittleren Fläche von  $1 \text{ km}^2$  und einer mittleren Schichtdicke von  $5 \text{ }\mu\text{m}$  errechnet sich eine mittlere Ölmenge von 5 t pro Ölfilm. Zu ganz ähnlichen Ergebnissen gelangt man mit den Daten aus der Flugüberwachung. Auch bei Betrachtung schiffstechnischer Daten erscheint diese Menge realistisch.

Eine größere Unsicherheit besteht allerdings bei der Hochrechnung der tatsächlichen Einleitungen ausgehend von den beobachteten Verstößen. Bei der durchgeführten Berechnung wurde davon ausgegangen, daß nur 10 % aller illegalen Öleinleitungen von Schiffen entdeckt wurden, was eine eher pessimistische Abschätzung darstellt.

#### Berechnung

Mittlere Ölmenge pro Verschmutzung aus dem "normalen" Schiffsbetrieb: 5 t

Beoachtete Ölverschmutzungen pro Jahr:

Bundesrepublik Deutschland	260
Niederlande	500
Vereinigtes Königreich	366

---

ca. 1200

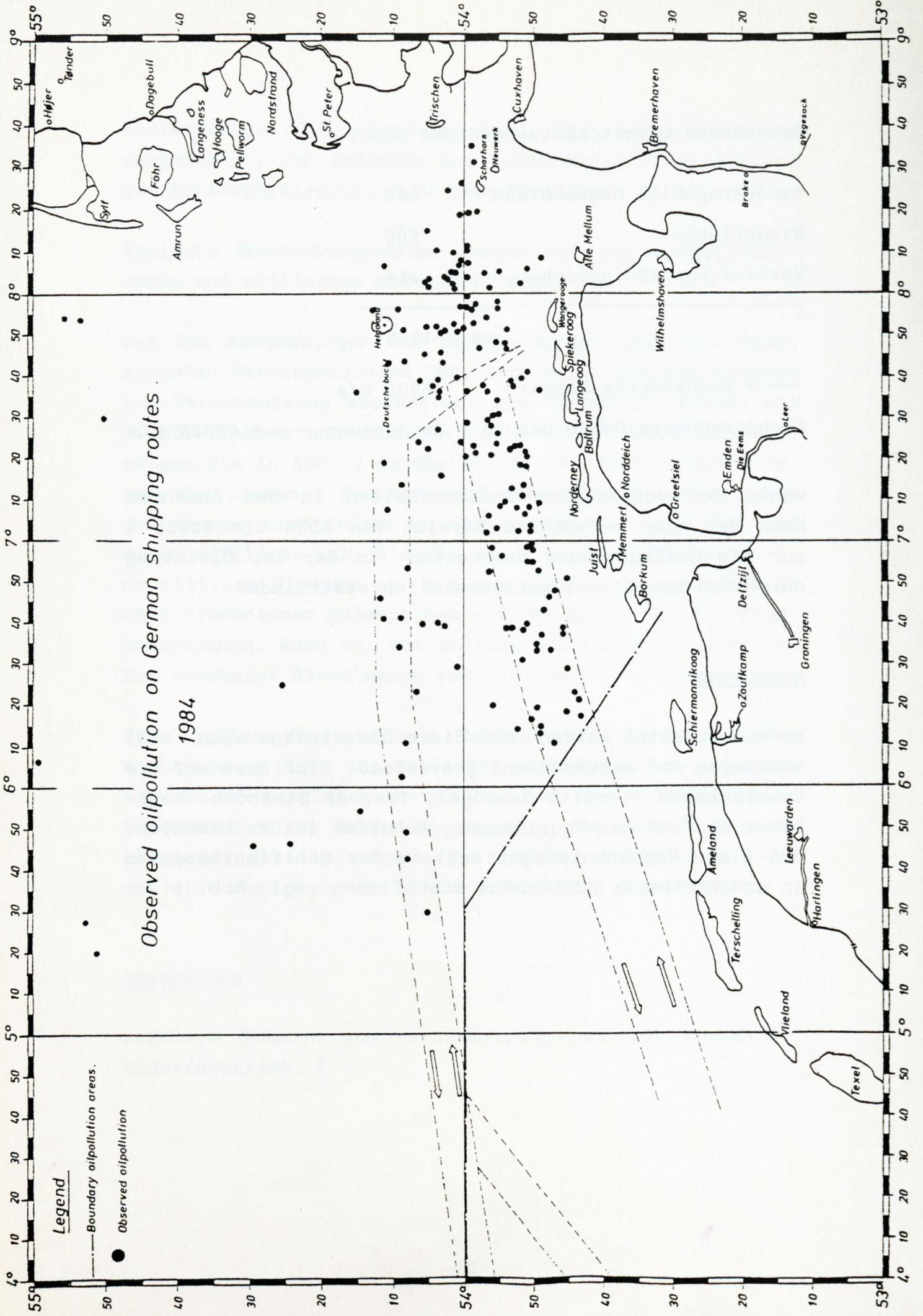
→ beobachtete Menge: 6000 t/a

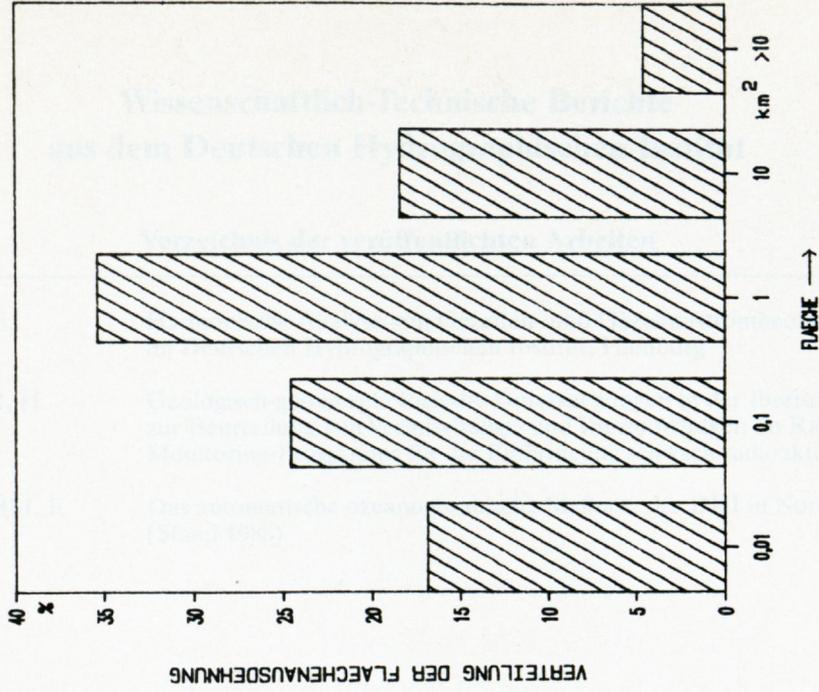
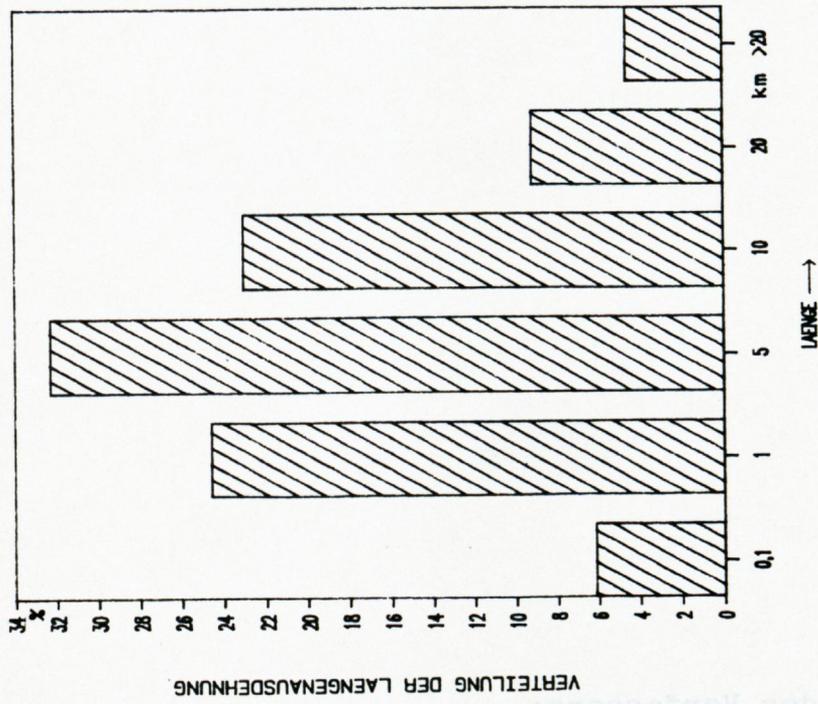
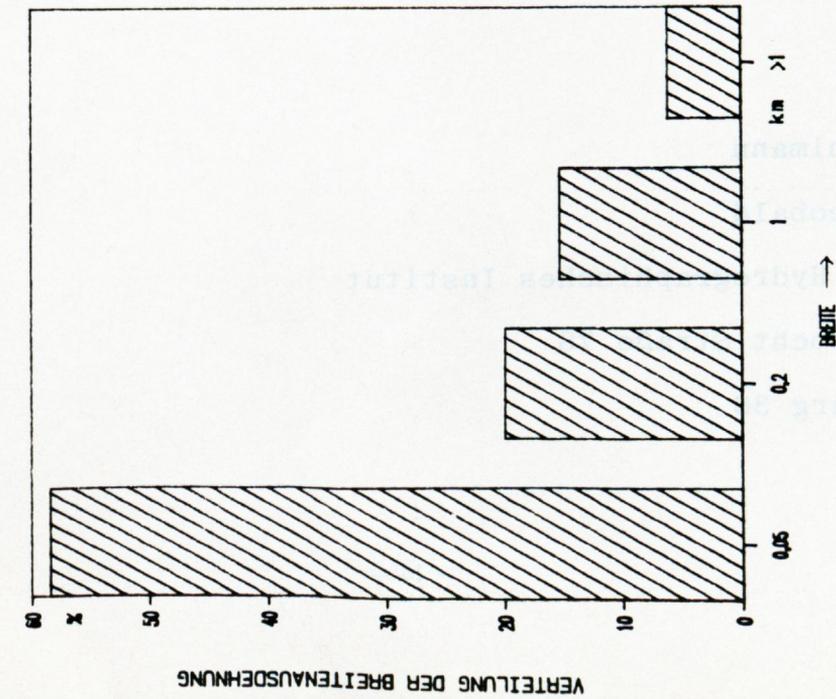
hochgerechnete Menge bei 10 % Entdeckung → 60000 t/a

Wegen der vorhandenen Unsicherheiten in den Annahmen kann der hier berechnete Bereich von 6000 bis 60000 t nur die Größenordnung darstellen, in der der Öleintrag durch die Schifffahrt wahrscheinlich stattfindet.

Anmerkung:

Es muß beachtet werden, daß diese Öleinträge sich lokal massieren und entsprechend gravierende Einflüsse auf die Umwelt haben (verölte Seevögel, Teer an Stränden, negativer Einfluß auf Tourismus). Außerdem ist zu beachten, daß diese Verschmutzungen entlang der Schifffahrtsrouten in unmittelbarer Küstennähe stattfinden (vgl. Abb. 1).





Anschrift des Verfassers:

Dr. G. Dahlmann

Dr. N. Theobald

Deutsches Hydrographisches Institut

Bernhard Nocht Straße 78

2000 Hamburg 36

**Wissenschaftlich-Technische Berichte  
aus dem Deutschen Hydrographischen Institut**

**Verzeichnis der veröffentlichten Arbeiten**

---

- |          |              |   |
|----------|--------------|---|
| 1988 – 1 | PANSCH, E.   | Harmonische Analyse von Gezeiten- und Gezeitenstrombeobachtungen im Deutschen Hydrographischen Institut, Hamburg  |
| 1988 – 2 | HEINRICH, H. | Geologisch-geomorphologische Untersuchungen in der Iberischen Tiefsee zur Beurteilung von Vermischungs- und Transportfragen im Rahmen eines Monitoring-Programms für die Einbringung schwach radioaktiver Abfälle |
| 1988 – 3 | HOLZKAMM, F. | Das automatische ozeanographische Meßnetz des DHI in Nord- und Ostsee (Stand 1988)  |