

Nickel

Elemente in der aquatischen Umwelt I

Biotische und abiotische Systeme

F. R. Atri



Gustav Fischer Verlag · Stuttgart/New York · 1987

Schriftenreihe des Vereins für
Wasser-, Boden- und Lufthygiene

73

Herausgegeben von **R. Leschber** und **G. von Nieding**

Der 1902 gegründete gemeinnützige Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene E.V. fördert das gleichnamige Institut des Bundesgesundheitsamtes.

Außerdem tritt er über das Institut mit wissenschaftlichen Veranstaltungen auf den einschlägigen Gebieten der Umwelthygiene und der Gesundheitstechnik an die Öffentlichkeit.

Er gibt für seine Mitglieder die Schriftenreihe und die Literaturberichte für Wasser, Abwasser, Luft und feste Abfallstoffe (Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York) heraus.

Geschäftsführender Vorstand:

Oberstadtdirektor Hans-Diether Imhoff, Dortmund

Direktor Dr.-Ing. Günther Annen, Essen

Direktor Dr.-Ing. Heinz Tessendorff, Berlin

Geschäftsführung:

Dipl.-Ing. Helmut Schönberg, Postfach, 1000 Berlin 33

Alle Rechte der Übersetzung vorbehalten

© Copyright 1987 by Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene,
Berlin-Dahlem

Printed in Germany

ISBN 3-437-30 564-6

Herstellung: Schönwald Druck, Berlin 61

Schriftenreihe des Vereins für
Wasser-, Boden- und Lufthygiene

73

Nickel

Elemente in der aquatischen Umwelt I

Biotische und abiotische Systeme

F. R. Atri



Gustav Fischer Verlag · Stuttgart/New York · 1987

Die Arbeit wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes im Rahmen des Umweltforschungsplans des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erstellt.

Ü B E R S I C H T

I.	Einleitung.....	1
II.	Karten- und Abbildungsverzeichnis, Begriffe, Abkürzungen.....	2-6
III.	Textteil.....	7-48
IV.	Datenteil.....	49-275
V.	Organismenlisten.....	276-287
	Liste der pflanzlichen Organismen.....	276-278
	Liste der tierischen Organismen.....	279-284
VI.	Literaturliste.....	285-316

I. Einleitung

Bereits seit geraumer Zeit wird die Frage des Vorkommens von Schwermetallen in Gewässern (im marin und im Süßwasser-Bereich) sowie die zunehmende Tendenz zu höheren Konzentrationen zur Diskussion gestellt. Dabei stellen die Anreicherung in biologischem Material und in abiotischen Lebensräumen, sowie Elimination und Toxizität die Hauptthemen dar. Um die Frage der Bioakkumulation und Biomagnifikation zu beantworten, sind Erkenntnisse über Konzentrationen in den Lebensräumen (Wasser, Sediment) und deren Bewohner notwendig. Unter anderem sind der Konzentrations-Level und die Stoff-Persistenz neben der Empfindlichkeit der jeweiligen Organismen-Art wichtige Faktoren für die (Öko-)Toxizität. Aus diesem Grund wurden möglichst viele und auch unterschiedliche Ergebnisse über Wasser, Sediment und Organismen aus der Literatur zusammengetragen.

Die Werte wurden in der Datenliste in geordneter Form zusammengestellt. Die Zusammenstellung der Organismen erfolgte nach der Pflanzen- und zoologischen Systematik.

Im Textteil erfolgte eine Zusammenfassung der Ergebnisse; um eine bessere Übersicht zu schaffen, wurden die ausgewählten Konzentrationswerte in zwei Tabellen wiedergegeben.

Neu hinzugekommene Daten, die während der späten Bearbeitungszeit eintrafen, wurden ergänzt.

II. Karten- und Abbildungsverzeichnis, Begriffe, Abkürzungen

Karten

- 1 Lage der Meßstellen im Einzugsgebiet der Elbe
- Wasser -
- 2 Probenahmestellen in der Deutschen Bucht, 1974
- Wasser -
- 3 Wasserentnahmestellen in der südwestlichen Ostsee, 1974
- Wasser -
- 4 Probenahmestellen im Atlantik
- Wasser -
- 4a Meßstellen am Rhein
- Wasser -
- 5 Stationsnetz für die Überwachung der Deutschen Bucht auf Schwermetalle
- Wasser -
- 6 Untersuchungsbereich in der Leine
- höhere Pflanzen, Algen, Wasser -
- 7 Probenahmegebiete im Kattegat und Skagerrak
- Wasser -
- 8 Untersuchungsbereiche in Gebieten der Niederlande, die durch die Flüsse Rhein und Meuse beeinflußt werden: IJsselmeer, Haringvliet und Hafen von Rotterdam
- Schwebeteilchen -
- 9 Probenahmegebiete in britischen Küstengewässern
- Wasser -
- 10 Untersuchungsgebiete im Cardigan Bay, Wales (Großbritannien)
- Algen -
- 11 Probenahmestationen in der Ostsee
- Wasser -
- 12 Probenahmestationen im Indischen Ozean
- Wasser -
- 13 Algenentnahmestellen im Kattegat (Dänemark)
- Algen -
- 14 Algenentnahmestellen im Kattegat (Dänemark)
- Algen -
- 15 Algenentnahmestellen im Kattegat (Dänemark)
- Algen -

- 16 Probenahmestandorte im Øresund, Sund (Dänemark)
- Organismen -
- 17 Probenahmestandorte im Øresund, Sund (Dänemark)
- Organismen -
- 18 Nickel-Konzentrationen im Meerwasser der ICNAF/NAFO-Gebiete (Osloer Kommission)
- Wasser -
- 19 Das Rheineinzugsgebiet
- Wasser -
- 20 Untersuchungsgebiet am Humber-Ästuar, Großbritannien
- Sediment -
- 21 Probenahmestationen in der Kieler Bucht, Eckernförder Bucht und Flensburger Bucht
- Wasser -
- 22 Konzentrationen in Oberflächensedimenten (00-02 cm) der Ostsee, 1974-76
- Sediment -
- 23 Konzentrationen in Oberflächensedimenten ((00-02)-(05-07)cm) der Ostsee
- Sediment -
- 24 Plankton-Probenahmgebiete in der südlichen Ostsee
- Organismen -
- 25 Probenahmestellen in der Irischen See, Großbritannien, 1970
- Wasser, Algen -
- 26 Probenahmestellen in Küstengebieten der Britischen Inseln, 1970
- Algen -
- 27 Probenahmestellen im Bereich der Elbe, 1972-1976
- Sediment -
- 28 Untersuchungsgebiet (A) für Kamm-Muscheln (sea scallops)
- Organismen -
- 29 Der Byfjord mit Standpunkten für benthische Probenahmen
- Organismen -
- 30 Konzentrationen ($\mu\text{g}/\text{l}$) im Wasser der Nordsee und des Nordatlantiks
- Wasser -
- 31 Probenahmestandorte im Southampton Water und im Solent, U.K., 1977, 1978 und 1979 (s. auch Abb. 4)
- Wasser -
- 32 Lage der Probenahmestellen in Teilgebieten der Ostsee, August/September 1982
- Wasser -

Organismen: tierische Organismen

- 33 Probenahmestandorte an der Elbe, 1972/73
- Sediment -
- 34 Verteilung der Probenentnahmestellen in Flüssen der Bundesrepublik Deutschland
- Sediment -
- 35 Sedimententnahmestellen an der Wupper, Mai 1972
- Sediment -
- 36 Entnahmestellen am Rhein und seinen Nebenflüssen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, Winter 1971/72
- Sediment -
- 37 Lage der Probenahmestandorte in der Nordsee, Niederlande
- Sediment -
- 38 Nickel-Konzentrationen in der Nordsee, Niederlande
- Sediment -
- 39 Probenahmestandorte im Dumpinggebiet des Humber-Ästuars
- Sediment -
- 40 Nickel-Konzentrationen in Sedimenten der Themse, U.K.
- Sediment -

Abbildungen

- 1 Histogramm der Nickel-Konzentrationen in Ostsee und Nordsee
- 2 Nickel in der Tonfraktion von Sedimenten wichtiger Flüsse im Bereich der Bundesrepublik Deutschland
- 3 Nickel-Konzentrationen im Rhein, 1980-1984
- 4 Jahresmittelwerte ($\mu\text{g/l} \pm 2$ Standardfehler) an verschiedenen Standorten im Southampton Water und im Solent, U.K., 1977-1979 (s. auch Karte 31)

Toxikologische Begriffe

- LC_0 Letale Konzentration, die innerhalb eines gegebenen Zeitraums keinen der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen tötet.
- LC_{10} Letale Konzentration, die innerhalb eines gegebenen Zeitraums 10 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen tötet.
- LC_{50} Letale Konzentration, die innerhalb eines gegebenen Zeitraums 50 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen tötet.

- LC₉₀ Letale Konzentration, die innerhalb eines gegebenen Zeitraums 90 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen tötet.
- LC₁₀₀ Letale Konzentration, die innerhalb eines gegebenen Zeitraums 100 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen tötet.
-
- TLM Median Tolerance Limit. Die Konzentration eines toxischen Stoffes im Wasser unter gegebenen Testbedingungen, bei der 50 % der Versuchorganismen überleben.
-
- LD₀ Letale Dosis, die keinen der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen innerhalb eines gegebenen Zeitraums tötet.
- LD₁₀ Letale Dosis, die 10 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen innerhalb eines gegebenen Zeitraums tötet.
- LD₅₀ Letale Dosis, die 50 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen innerhalb eines gegebenen Zeitraums tötet, auch mittlere letale Dosis genannt.
- LD₉₀ Letale Dosis, die 90 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen innerhalb eines gegebenen Zeitraums tötet.
- LD₁₀₀ Letale Dosis, die 100 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen innerhalb eines gegebenen Zeitraums tötet.
-
- EC₀ Effektive Konzentration, bei der keiner der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen den geprüften Effekt zeigt.
- EC₅₀ Effektive Konzentration, bei der 50 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen den geprüften Effekt zeigen.
- EC₁₀₀ Effektive Konzentration, bei der 100 % der den Testbedingungen ausgesetzten Organismen den geprüften Effekt zeigen.

Abkürzungen

A	Art
AAS	Atomabsorptionsspektroskopie
Ä	Ästuar
AG	Aschegewicht
mCi	Milli-Curie (10^{-3} Curie)
pCi	Piko-Curie (10^{-12} Curie)
D.O.	Dissolved Oxygen (gelöster Sauerstoff)
FG	Feuchtgewicht
G	Gattung
K	Klasse
M	marin
n	Anzahl der Probenahmestellen, der Proben im Jahr, u.a.
NOK	Nord-Ostsee-Kanal
s	Standardabweichung
S	Süßwasser
sp.	Species, Art
spp.	Species (Plural), Arten
t 1/2	Halbwertzeit
TG	Trockengewicht
\bar{x}	Mittelwert

ICNAF International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries
NAFO Northwest Atlantic Fisheries Organisation

Perzentil

"Häufig wird als Maß für eine mittlere Belastung der arithmetische Mittelwert benutzt. Dies führt zu einem verzerrten Bild, wenn die Meßergebnisse unsymmetrisch um den Mittelwert verteilt sind, also stark von der Normalverteilung abweichen, wie dies bei zahlreichen physikalisch-chemischen Parametern im Gewässer der Fall ist. Problematisch wird die Ermittlung des arithmetischen Mittelwertes vor allem, wenn die Gehalte häufig unter der analytischen Bestimmungsgrenze liegen. Für solche Meßwerte wird dann rechnerisch die halbe Bestimmungsgrenze angesetzt. Zur Beschreibung der Gewässerbeschaffenheit besser geeignet sind Quantile, die nach den Regeln der verteilungsfreien Statistik (VDI-Richtlinien-Entwurf, 2450, Blatt 5 'Methoden zur Behandlung einzelner Variablen, Quantile, September 1977') aus den Ergebnissen der Meßreihen eines Jahres ermittelt werden. In den Gewässergüteberichten des Landesamtes für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen (LWA) werden seit 1981 die Repräsentatoren des 50- und des 90-Perzentils als Kenngrößen angegeben. Diese Kenndaten besagen, daß 50 % bzw. 90 % der möglichen Meßwerte den angegebenen Zahlenwert unterschreiten oder zumindest enthalten. Das 50-Perzentil ist ein Maß für die durchschnittlichen Gehalte, während das 90-Perzentil Aussagen über überdurchschnittliche Belastungszustände macht." (aus: Lit. L39, S. 12)

III. Textteil

1.	Vorbemerkung.....	8
2.	Nickel-Konzentrationen.....	8-17
2.1	Wasser.....	8-12
2.2	Wasser - marin.....	12-14
2.3	Sediment.....	15-17
3.	Nickel-Konzentrationen, pflanzliche Organismen...	17-20
3.1	Phycophyta (Algen).....	17-18
3.2	Spermatophyta (Samenpflanzen).....	18
3.3	Akkumulation	19-20
4.	Nickel-Konzentrationen, tierische Organismen.....	21-25
4.1	Mollusca (Weichtiere).....	21-23
4.1.1	Gastropoda (Schnecken).....	21
4.1.2	Lamellibranchiata (Muscheln).....	21-23
4.2	Annelida (Ringelwürmer).....	23
4.3	Crustacea (Crustaceen).....	23-24
4.4	Echinodermata (Stachelhäuter).....	24
4.5	Pisces (Fische).....	24
4.6	Akkumulation, Biomagnifikation	25
5.	Toxizität.....	26-35
5.1	Phycophyta (Algen).....	26-29
5.2	Crustacea (Crustaceen) und andere Invertebrata...	29-32
5.3	Pisces (Fische).....	32-35
6.	Elimination.....	35
7.	Ergänzung: Indikator-Organismen für das Element Nickel.....	35
8.	Tabellen.....	36-48
	Tab. 1 Nickel-Konzentrationen in Algen.....	36-41
	Tab. 2 Nickel-Konzentrationen in tierischen Organismen.....	42-48

1. Vorbemerkung

Die in der Datenliste angegebenen Werte und Informationen wurden aus Originalarbeiten und Sekundärliteraturen unter besonderen Qualitätskriterien ausgewählt. Obwohl zu vielen Aspekten der Nickel-Problematik in der Literatur nicht ausreichend Angaben gemacht wurden bzw. vorhandene Angaben nicht genügend ausdiskutiert wurden, wird hier der Versuch unternommen, unter Berücksichtigung ausgewählter Daten möglichst repräsentative Aussagen über Nickel-Konzentrationen im biotischen und abiotischen Bereich sowie über Nickel-Effekte zu machen. Zahlreiche Werte werden hier nicht berücksichtigt, da sie den festgelegten Auswahlkriterien nicht entsprachen; trotzdem können derartige Angaben mit Quellenhinweisen in der Datenliste erfaßt sein. In den Tabellen 1 und 2 wurde für Tier- und Pflanzenwelt ein Teil der Daten zusammengestellt. Abschließend können einige Organismen als Bioindikatoren für Nickel angegeben werden. Durch die erfaßten etwaigen Nickel-Konzentrationsbereiche soll ein grober Überblick geschaffen werden.

Für die im folgenden gemachten inhaltlichen Aussagen sei generell auf die Literaturliste sowie auf den gesonderten Literaturband, der noch veröffentlicht wird, verwiesen; in Einzelfällen wurden Literaturen auch direkt zitiert.

2. Nickel-Konzentrationen

2.1 Wasser

Im Rahmen der Gewässergüteüberwachung vom Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein werden bei ständigen Wasserqualitätsuntersuchungen auch Schwermetalle bestimmt. Die zahlreichen Meßstellen sind im Einzugsgebiet der

Elbe, der Nordsee und der Ostsee sowie in der Nordsee, Ostsee und Schlei verteilt. Neben anderen Schwermetallen wurden Nickel-Konzentrationen für NOK Brunsbüttel und Braake für das Jahr 1982 berichtet. Beide Meßstellen befinden sich im Einzugsgebiet der Elbe (s. Karte 1, Datenbericht). Abgesehen von einigen Werten liegt die Nickel-Konzentration in der ersten Hälfte des Jahres zwischen 5,5 und 7,3 µg/l und in der zweiten Hälfte zwischen 3,6 und 5,3 µg/l. Diese Gewässer wurden nach dem Gewässer-Index als chemisch mäßig bis stark belastet eingestuft. Im Gewässergüteindex nach dem O₂-Haushalt werden sie als ausreichend bis sehr schlecht interpretiert (Gewässergüteindex, Landesamt für Wasserhaus-halt und Küsten Schleswig-Holstein, 1983 (L02, L03)). Die Nickel-Konzentration des Donauwassers (Ulm und Regensburg) wurde im Bereich von 2 bis 17 µg/l (Anfang der 70er Jahre) angegeben. Interessant sind die Nickel-Konzentrationen des Donauwassers (Ulm-Leipheim) mit 8,3 µg/l in gelöster Form gegenüber dem an Schwebeteilchen gebundenen Nickel mit 2 µg/l. Der Wert für die gelöste Form erscheint sehr hoch. Im Bodenseewasser bei Lindau wurde eine Nickel-Konzentration zwischen 1 und 6 µg/l gemessen (Q01).

Die Nickel-Konzentration des Leinewassers (filtrierte Proben) betrug unterhalb und oberhalb von Göttingen etwa zwischen 2 und 6 µg/l, wobei die zweite Meßstelle (s. Karte 6, Standort 2, Datenbericht), hinter der Kläranlage, den höheren Mittelwert von 3,8 µg/l aufwies (A17).

Die Nickel-Konzentrationen im Wasser und Sediment mehrerer Talsperren (Ruhrgebiet) betrugen im Durchschnitt etwa 5,5 µg/l bzw. 59 ppm (D11).

Entlang des Rheins, von Bimmen bis Rhein-km 640, befinden sich mehrere Meßstationen, von denen regelmäßig Wasserproben entnommen werden. Die Ergebnisse der Nickelmessungen von 1979 sind in der Datenliste aufgeführt. Die Konzentrationen bewe-

gen sich zwischen 4 und 35 $\mu\text{g}/\text{l}$; (L30). Die Konzentrationen waren vom jeweiligen Standort und Probenahmedatum abhängig. Die Ergebnisse des Gütemeßprogramms Rhein-Nebenflüsse (Mai-Oktober 1979) waren wie folgt:

Lippe	0,004 - 0,011 mg/l
Emscher	0,029 - 0,054 mg/l
Ruhr	0,014 - 0,035 mg/l
Wupper	0,025 - 0,105 mg/l
Sieg	0,002 - 0,009 mg/l

Die Sieg weist die geringsten, die Wupper die höchsten Nickel-Konzentrationen auf.

Es liegen unterschiedliche Nickel-Konzentrationen im Wasser des Niederrheins Anfang der 70er Jahre vor; die Werte bewegen sich zwischen 2 (Durchschnittswert) und 40 $\mu\text{g}/\text{l}$ (B86, F32, K22, R27). Diese Konzentrationsschwankungen sind insbesondere auf unterschiedliche Probenahmemethodik, Standorte, Termine und Analytik zurückzuführen. Würde man eine Konzentration von 3 $\mu\text{g}/\text{l}$ für Normalwasser annehmen, so ist ein maximaler Anreicherungsfaktor für Nickel von etwa 10 für die damaligen Verhältnisse anzutreffen (F32).

Der statistische Mittelwert des Rheinwassers von vier Probenahmestellen auf 280 km Länge nördlich Wiesbaden-Schierstein betrug zwischen 1968 und 1970 2,1 $\mu\text{g}/\text{l}$ (K22).

Im Bereich der Internationalen Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes von 1978 und 1983 wurden u.a. folgende Nickel-Konzentrationen ($\mu\text{g}/\text{l}$) im Rheinwasser wiedergegeben (R01, R28; s. Karte 19 im Datenbericht):

	Minimum		Maximum		Mittelwert	
	1978	1983	1978	1983	1978	1983
Rheinwasser bei Lek						
filtrierte Proben	4	3	13	9	8	6
unfiltrierte Proben	< 1	5	50	15	11	8
IJsselmeerwasser bei Andijk						
filtrierte Proben	-	2	-	15	-	6
unfiltrierte Proben	1	2	41	12	9	6

Eine Abnahme der Konzentration von 1978 auf 1983 ist im allgemeinen der Fall. Die Konzentration im IJsselmeerwasser wurde hier zum Vergleich herangezogen. Für 1983 kann eine Konzentration des Niederrheinwassers zwischen < 1 und 15 µg/l vorgemerkt werden. Die stark belasteten Hauptnebenflüsse des Rheins können Werte bis etwa 100 µg/l (Gesamt-Nickel) erreichen. Für sonstige Meßstellen in Schleswig-Holstein sind im Einzugsgebiet der Elbe, der Ostsee und Nordsee Werte bis etwa 7 µg/l festzustellen.

Die geometrischen Monatsmittelwerte der Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr an verschiedenen Probeentnahmestellen liegen für 1983 zwischen 3,0 und 56,0 µg/l (bei Echthausen, März bzw. Westhofen, Dez.), für 1984 zwischen 0,6 und 59,0 µg/l (bei Hengsen, Jan. bzw. Hengsteysee Einl., Juni). Die Nickel-Jahresmittelwerte der Ruhr bei Essen ("Zornige Ameise") wurden wie folgt angegeben:

1978	36	µg/l
1979	32	µg/l
1980	32	µg/l
1981	24	µg/l
1982	24,0	µg/l

1983	21,5 $\mu\text{g/l}$
1984	19,2 $\mu\text{g/l}$

Weitere Einzelwerte sind in der Datenliste zusammengestellt.

Die in Wasserproben von verschiedenen Strom-Kilometern der Elbe zwischen Schnackenburg und Scharhörn in verschiedenen Monaten des Jahres 1984 gemessenen Nickel-Konzentrationen liegen zwischen 3,4 und 24,1 $\mu\text{g/l}$.

2.2 Wasser - marin

Es wurden Schwermetall-Konzentrationen, die im Rahmen der Überwachungsprogramme für die Joint Monitoring Group (JMG) der Übereinkommen von Oslo und Paris sowie für das Bund/Länder-Meßprogramm (BLMP) für die Küstengewässer der Nordsee für das Jahr 1981 ermittelt wurden, wiedergegeben (s. Karte 5 im Datenbericht). Die Nickel-Konzentrationen an verschiedenen Meßstellen bewegten sich sowohl bei den filtrierten als auch bei den unfiltrierten Proben sowie bei unterschiedlichen Wassertiefen mit einigen Ausnahmen zwischen 0,20 und 0,95 $\mu\text{g/l}$; (D20). Die Werte sind, berücksichtigt man, daß die filtrierten

Proben im Durchschnitt höhere Nickel-Konzentrationen aufweisen als die nicht filtrierten Proben, schwer interpretierbar. Allerdings sind diese Werte insgesamt vergleichbar etwa mit den für 1980 berichteten Nickel-Konzentrationen des Oberflächenmeerwassers der ICNAF/NAFO-Gebiete (Nordseebereich) (s. Karte 18, Datenbericht); (T20). Die Ergebnisse von anderen Meßprogrammen aus dem Jahr 1974 wiesen Nickel-Konzentrationen bis etwa $2 \mu\text{g}/\text{l}$ in filtrierten und bis etwa $11 \mu\text{g}/\text{l}$ in unfiltrierten Proben auf (s. Karte 2 und Abb. 1 im Datenbericht) (S39). Die Probenahmestellen in der Deutschen Bucht lagen im Dumping-Gebiet für TiO_2 -Abwärsser und für Klärschlämme der Stadt Hamburg, was bei der Bewertung der genannten Konzentrationen berücksichtigt werden muß.

Als präzise Analysenwerte werden für die nördliche und zentrale Nordsee mittlere Konzentrationen von gelöstem Nickel von $5,44 \pm 1,76 \text{ nmol/kg}$ ($5,44 \text{ nmol Ni/kg}$ entsprechen etwa $0,32 \mu\text{g Nickel/kg}$) Meerwasser angegeben. Die Werte für die kontinentalen Küstengewässer der Nordsee liegen mit $14,66 \text{ nmol/kg}$ wesentlich höher; (A14, K16). Die mittlere Nickel-Konzentration im (Englischen) Kanal betrug etwa $9,61 \text{ nmol/kg}$ (A14).

Die Nickel-Konzentrationen des Ostsee-Wassers (berichtet 1978) lagen an verschiedenen Meßstellen und bei Meerestiefen zwischen 1 und 440 m (s. Karte 11 im Datenbericht) zwischen $0,6$ und $0,9 \mu\text{g}/\text{l}$ (M30). Für filtriertes bzw. unfiltriertes Ostsee-Wasser wurden für das Jahr 1974 Nickel-Konzentrationen von etwa 6 bzw. etwa $4 \mu\text{g}/\text{l}$ berichtet (S39).

Zuverlässigere Untersuchungen (berichtet 1984) weisen für die zentrale Ostsee mittlere Konzentrationen von gelöstem Nickel von $13,8 \pm 2,1 \text{ nmol/kg}$ Meereswasser (entspricht etwa $0,8 \mu\text{g}/\text{kg}$) aus.

Die Nickel-Konzentrationen des Meeresswassers der ICNAF/NAFO-Gebiete sind in der Karte 18 des Datenberichts wiedergegeben. Der Konzentrations-Bereich für Oberflächenwasser liegt etwa zwischen 0,16 und 23 µg/l (T20). Die Nickel-Konzentration von filtrierten Proben aus dem Küstengebiet der Irischen See weist Werte zwischen 0,9 und 9,8 µg/l auf (P05). Für den Kattegat und Skagerrak (s. Karte 7 im Datenbericht) wurden Konzentrationen (Oberflächenwasserproben) zwischen 5,3 und 9,9 nmol/kg (entspricht etwa 0,3 - 0,6 µg/l) berichtet (M30). Zuverlässigere Untersuchungen weisen für den Kattegat mittlere Konzentrationen von gelöstem Nickel von 8,9 nmol/kg (entspricht etwa 0,5 µg/kg) aus (A14).

Die Angaben über Nickel-Konzentrationen im Meeresswasser sind zahlreich und erfassen viele Küsten-, Ästuarien- und offene Meeresgewässer. Die Konzentrationsschwankungen sind in denselben Gebieten teilweise sehr hoch. Bei einer Literatur-Studie wurde für das offene Meer ein Konzentrations-Bereich von 0,13 - 43 µg/l angegeben, in einer anderen Arbeit werden Konzentrationen von 0,3 - 5,2 µg/l für Ozeane genannt. Ähnliche Konzentrationen werden von anderen Quellen wiedergegeben (s. Datenbericht). Erwähnt werden soll an dieser Stelle noch die Angabe über die Variationsbreite im offenen Ozean über alle Tiefen von 2 bis 12 nmol/kg (B45).

Die Nickel-Konzentrationen sind in der Nordsee, dem (Englischen) Kanal und in der Irischen See höher als im Atlantik. Es ist eine Tendenz steigender Konzentrationen vom Atlantik (etwa 0,2 µg/kg) zur Nordsee (etwa 0,3 µg/kg) und weiter zum Küstengewässer der Nordsee (etwa 0,9 µg/kg) festzustellen. Die Nickel-Konzentration der zentralen Ostsee beträgt 0,8 µg/kg. Die erhöhte Nickel-Konzentration in den Küstengewässern entsteht in erster Linie durch Zumischung von kontaminiertem Flusswasser.

2.3 Sediment

Die Nickel-Konzentrationen der Tonsedimente an zwei Stellen des Bodensees wurden mit 116 und 113 ppm angegeben (berichtet 1972). Die Schwermetall-Konzentrationen dieser Sedimente werden hierbei mit dem Sedimenteintrag durch die Bodenseezuflüsse in Verbindung gebracht. Die Konzentrationen der Zufluß-Ton-sedimente betragen 52 und 362 ppm; (A22). Zum Vergleich beträgt der geochemische "background" in Tongestein durchschnittlich 68 ppm (T21). Die Nickel-Konzentrationen der Rheinsedimente aus 19 Standorten (Bodensee bis holländische Grenze) liegen zwischen 102 und 175 ppm. Die gemessenen Nickel-Konzentrationen in der Tonfraktion von Sedimenten wichtiger Flüsse im Bereich der Bundesrepublik Deutschland (s. Abb. 3 im Datenbericht) sind graphisch wiedergegeben. Die in Sedimenten der rechtsrheinischen Flüsse Sieg, Wupper, Ruhr bzw. Lippe gemessenen Nickel-Konzentrationen wurden mit 106 - 175, 87 - 292, 114 - 520 bzw. 57,4 - 79,4 ppm angegeben. Die höchsten berichteten Nickel-Konzentrationen befinden sich in den Ablagerungen der Rheinzuflüsse Ruhr mit 300 ppm, Weschnitz mit 450 ppm, Ill mit 680 ppm und Wupper mit 830 ppm. Im allgemeinen liegen die Werte zwischen 100 und 150 ppm. Die Reihenfolge des Belastungsgrades einiger Flüsse (mittlere Konzentration in der Tonfraktion der Sedimente) wurde wie folgt angegeben: Neckar (190 ppm) — Unterrhine (175 ppm) — Oberrhine (152 ppm) — Main (126 ppm) — Donau (125 ppm) — Ems (104 ppm) — Weser (98 ppm) — Elbe (50 ppm).

Die Mittelwerte der berechneten Anreicherungsfaktoren der in den Tonsedimenten der Hauptflüsse gemessenen niedrigsten, mittleren und höchsten Nickel-Gehalte verglichen mit dem geochemischen "background" (68 ppm; Tongesteins-Standard nach Turekian und Wedepohl 1961, T21 zit. in F32) wurden 1974 wiedergegeben: Minimum 1, Durchschnitt 2, Maximum 6. Bei einer Klassifizierung der Schwermetalle unter Zugrundelegung ihrer Anreicherungsfaktoren in Tonsedimenten wichtiger Flüsse der

Bundesrepublik Deutschland in vier Klassen (extreme, starke, mäßige, geringe Anreicherung) gehörte Nickel zu den Elementen mit geringer Anreicherung (F32).

Eine besondere Stellung nimmt die Nickel-Konzentration der Schwebstoffe (Schwebe-Teilchen) im Wasser ein. Aus ihr ist die Schwermetallfrachtmenge zu berechnen, so daß die Ablagerungen durch Sinkstoffe besser interpretierbar werden. Die Konzentrationsverhältnisse zwischen Sediment und Schwebeteilchen sind bei den verschiedenen Schwermetallen unterschiedlich. An einer Meßstelle im Main-Mündungsgebiet wurden Nickel-Mittelwerte in den Schwebeteilchen von 155 ppm gegenüber 266 ppm im dortigen Sediment festgestellt. Die Nickel-Anreicherung im Sediment ist höher als in den Schwebeteilchen, bei Cadmium und Zink verhält es sich umgekehrt. Das Verhältnis des Nickelgehaltes des Wassers zu dem der Schwebeteilchen lag mit 1:0,3 gegenüber anderen Schwermetallen am niedrigsten (F32).

Der jährliche Abtransport von Nickel im Rhein-Mündungsgebiet, berechnet aus einem Wasserabfluß von $2200 \text{ m}^3/\text{sec.}$ und einem mittleren Schwebegehalt von 45 mg/l, wurde mit 765 t/Jahr in der Lösung und 235 t/Jahr in den Schwebeteilchen angegeben (berichtet 1973) (D29).

Die Durchschnittskonzentration in den Tonsedimenten der Oberelbe (etwa zwischen Gorleben und Hamburg) bzw. der Unterelbe (ab Hamburg bis zur Mündung) betrug 95 ppm bzw. 55 ppm (F32). Die geringe Nickel-Konzentration in den Sedimenten (und im Wasser) der Unterelbe ist durch Mischung mit Nordseewasser zu erklären.

Die Nickel-Konzentration im Sediment (stark belasteter Standort) des Hamburger Hafens (und z.T. Geesthacht) betrug 173 ppm (L21). Die Sedimentproben der Weser nördlich Bremerhaven bis hinter Verden/Aller (1980) wiesen Konzentrationen von 25 bis 55 ppm auf, im Fedderardersiel (überwiegend marines Sediment) wurden 14 ppm gemessen (G28). An den Standorten Haringvliet (Rhein-Meuse-Ästuar) bzw. Leerort (Ems-Ästuar)

wurden Konzentrationen von 30,8 bzw. 33,3 ppm gemessen.

Die Konzentrationen in den Sedimenten des IJsselmeeres betragen im Jahre 1977 67 ppm gegenüber 39 ppm im Jahre 1933 (S55). Interessanterweise lagen die Konzentrationen in den Schwebeteilchen der Standorte Haringvliet und IJsselmeer höher. Die Werte stimmen im allgemeinen mit den berichteten Nickel-Konzentrationen von Sedimenten ausländischer mariner Bereiche überein.

3. Nickel-Konzentrationen — pflanzliche Organismen

3.1 Phycophyta (Algen)

Es wurde über Nickel-Konzentrationen in mehreren Braun-, Grün- und Rotalgenproben berichtet. Die in einem norwegischen Fjord und in britischen Gewässern untersuchten Proben der Braunalge *Ascophyllum nodosum* (Knotentang) wiesen Konzentrationen bis 22 mg/kg TG auf. Für *Fucus*-Arten aus europäischen marinen Gewässern und Japan wurden Nickel-Konzentrationen bis 84 mg/kg TG angegeben. *Sargassum*-Arten (Beerentang) aus japanischen und amerikanischen Küstengewässern enthielten Konzentrationen bis 30,0 mg/kg TG. Nickel-Konzentrationen für weitere Braunalgen-Arten sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Die Anzahl der aus europäischen Gewässern stammenden untersuchten Rotalgen-Arten ist gering. Proben von *Porphyra umbilicalis* (Purpurkelp) aus der Irischen See enthielten Nickel-Konzentrationen bis etwa 10 mg/kg TG. Für *Dumontia incrassata* im Kattegat wurde eine Konzentration von 5 mg/kg TG angegeben.

Auch die meisten der untersuchten Grünalgen-Arten stammen aus dem marinen Bereich. *Enteromorpha intestinalis* (Darmalge) und *Acrosiphonia centralis* aus dem Kattegat weisen Konzentrationen

nen bis etwa 27 mg/kg TG auf. Die Süßwasseralge *Cladophora glomerata* aus der Leine weist ebenfalls hohe Nickel-Konzentrationen von etwa 24 mg/kg TG auf. Weitere Nickel-Konzentrationen für Grünalgen-Arten sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Unter Berücksichtigung zahlreicher Kriterien können folgende Konzentrationsbereiche angegeben werden:

Phaeophyceae	bis etwa 84 mg/kg TG
Chlorophyceae	bis etwa 27 mg/kg TG
Rhodophyceae	bis etwa 10 mg/kg TG

3.2 Spermatophyta (Samenpflanzen)

Die Anzahl der auf Nickel-Konzentrationen oder Nickelanreicherungen untersuchten aquatischen Makrophyten ist gering, und die Angaben sind teilweise ungenau. Eine allgemeine Aussage kann daher nicht getroffen werden. Unter den Schwimmblattpflanzen ist *Potamogeton pectinatus* mit Konzentrationen bis etwa 15 mg/kg TG zu nennen. Die ermittelten Konzentrationen reichen bis zu mehr als 300 mg/kg TG.

Für die untersuchten Wasserpflanzen *Ranunculus fluitans* (Flutender Wasserhahnenfuß) und *Myriophyllum* spp. (Tausenblatt-Arten) wurde ein Anreicherungsfaktor von mehr als 300, für *Nuphar lutea* (Gelbe Teichrose) von mehr als 500 und für *Sagittaria sagittifolia* (Gemeines Pfeilkraut) ein Mittelwert von 120 bestimmt.

Die aquatischen Makrophyten weisen eine unterschiedliche Aufnahme und Verteilung von Nickel durch bzw. in die verschiedenen Pflanzenorgane auf. Dies steht hauptsächlich im Zusammenhang mit der jeweiligen Pflanzenart, dem Lebensraum (Wachstumssubstrat) und der verfügbaren Form an austauschbarem Nickel (A17, A28, D32, L09, S49).

3.3 Akkumulation

Um die Bioakkumulationswerte für Organismen zu bestimmen, ist die Kenntnis der ökologischen Faktoren ihrer Lebensräume unerlässlich.

Bei den höheren Wasserpflanzen (submerse, emerse) sind, abgesehen von der systematischen Differenzierung, die Stoffaufnahme-Bereiche der unterschiedlichen Pflanzenteile zu berücksichtigen. Bei tierischen Organismen müssen die Art des Futters und die Form der Nahrungsaufnahme aus dem jeweiligen Medium (Wasser, Sediment) bei der Ermittlung der Bioakkumulations- oder Biomagnifikationswerte in Betracht gezogen werden.

Was die Pflanzen betrifft, so ist die biologische Verfügbarkeit der Stoffe für die jeweilige Pflanze und die Organe im Hinblick auf die Bioakkumulation (Biokonzentration) und damit auch für die Erfassung der Biomagnifikation von besonderer Bedeutung.

Nicht zuletzt sind die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Biotops (Wasser, Sediment) und die Art der Biozönose als maßgebende Faktoren für die Stoffakkumulation zu nennen.

Dies sind lediglich die wichtigsten Gesichtspunkte, neben denen ergänzend noch andere Faktoren wie z.B. geographische Lage und geologische Beschaffenheit der jeweiligen Untersuchungsgebiete zu berücksichtigen sind.

Für marine Organismen kommen noch Salinität und Temperatur als für die Akkumulation wichtige Faktoren hinzu.

Eine besondere Stellung nimmt das Phytoplankton (Süßwasser, marines) ein. Hierbei ist außer den obengenannten Kriterien auch der Faktor Licht und damit verbunden die Photosynthese-Aktivität zu berücksichtigen.

Nach mühsamer Überprüfung der in der Literatur mitgeteilten Bioakkumulationswerte konnte ein großer Teil der Angaben nicht angenommen werden, weil die überwiegende Mehrheit der Werte für verschiedene Makro- und Mikroorganismen auf der Grundlage allgemeiner, z.T. geschätzter Arsen-Konzentrationen in marinem Wasser oder in Süßwasser berechnet wurden und nicht unter Heranziehung der standorts- und terminspezifischen Konzentrationen im Medium der geographisch (und auch in anderen Meßparametern) differierenden Organismen-Entnahmestellen.

Im Folgenden werden einige Biokonzentrationsfaktoren für verschiedene Organismen wiedergegeben.

Für *Fucus vesiculosus*, aus Großbritannien, wird unter Zugrundelegung einer Nickel-Konzentration im Wasser von $1,2 \mu\text{g}/\text{l}$ ein Biokonzentrationsfaktor von $6,8 \times 10^3$ mitgeteilt (Lit. B 105).

Für verschiedene Meeresalgen wurden Konzentrationsfaktoren (bezogen auf FG) von 100 - 1 000 angegeben, wobei eine Nickel-Konzentration im Wasser von $0,5 \mu\text{g}/\text{l}$ zugrundegelegt wurde (Lit. Y01).

Bei einer Reihe von Untersuchungen über Schwermetalle, darunter auch Nickel, in Wasser und Organismen aus Küstengebieten der Britischen Inseln wurden für Proben aus der Irischen See auch Biokonzentrationsfaktoren berechnet. Für die Braunalge *Fucus vesiculosus*, die Rotalge *Porphyra umbilicalis* und die Schnecke *Patella vulgata* wurden Werte von $2,8 \times 10^3$, $1,1 \times 10^3$ bzw. $3,6 \times 10^3$ angegeben.

Zusammenfassung

Pflanzen in aquatischen Lebensräumen (mariner und Süßwasser-Bereich) können, teilweise in höheren Mengen, Nickel akkumulieren. Die in der Literatur für pflanzliche Organismen angegebenen Biokonzentrationsfaktoren liegen im Bereich von $< 1 \times 10^1 - > 1 \times 10^3$, was allerdings durch genauere Untersuchungen präzisiert werden muß.

4. Nickel-Konzentrationen — tierische Organismen

4.1 Mollusca (Weichtiere)

4.1.1 Gastropoda (Schnecken)

Von den Schnecken können einige Arten, wie *Littorina littorea* oder *Littorina littoralis*, als mögliche Bioindikatoren für Schwermetalle, z.B. Cadmium, genannt werden. Für das Element Nickel wird *Patella vulgata* als Indikator in Erwägung gezogen. *Nucella lapillus* aus unterschiedlich kontaminierten Standorten wies auch unterschiedliche Nickel-Konzentrationen auf. Als Höchstwert wurden 3,40 mg/kg TG, als niedrigster Wert 0,06 mg/kg TG (Fuß) mitgeteilt.

Für *Littorina*-Arten wurden Konzentrationen bis etwa 25 mg/kg TG angegeben. *Patella*-Arten aus unterschiedlichen Standorten wiesen auch recht unterschiedliche Nickel-Konzentrationen bis zu 76 mg/kg TG auf. Weitere Konzentrationen wurden in Tab. 2 zusammengefaßt. Für Schnecken insgesamt ist ein Konzentrationsbereich von < 0,1 - 850 mg/kg TG zu nennen.

4.1.2 Lamellibranchiata (Muscheln)

Bei den Muscheln gibt es Arten, die zunehmend für experimentelle Untersuchungen von Interesse sind. Für *Scrobicularia plana* wurde zum Zweck der Untersuchung eine Anzahl von 5 bis 6 als repräsentativ bezeichnet. Auch die gleiche Länge der für die Experimente verwendeten Organismen ist von Bedeutung, da die Konzentration im Körper der Organismen mit dem Wachstum der Muscheln steigt. Für die Probenahme nicht empfohlen wird die Zeit der Gonadenentwicklung, da es währenddessen zu einer Veränderung (Abnahme) der Schwermetall-Konzentrationen im Körper des Tieres kommt. Die gemessenen Nickel-Konzentrationen bewegen sich zwischen 1,0 und 43,1 mg/kg TG, wobei die Höchstwerte in Proben der Mitteldarmdrüsen bestimmt wurden.

Aufgrund von Erfahrungen wird für Experimente mit *Macoma balthica* eine Organismenanzahl von 10 bis 15 und eine Körper-

größe von 12 bis 18 mm empfohlen. Die gemessenen Nickel-Konzentrationen liegen zwischen 0,3 und 12,7 mg/kg TG. Ein Vergleich der Schwermetallaufnahme durch *Scrobicularia plana* und *Macoma balthica* aus gleichem Standort (Freiland-Untersuchung, Großbritannien) ergab für *Scrobicularia plana* etwa doppelt so hohe Kobalt- und Nickel-Konzentrationen und etwa viermal so hohe Cadmium- und Bleikonzentrationen wie für *Macoma balthica* (B105).

Mytilus edulis wird in zahlreichen Arbeiten als Indikator für bestimmte Schwermetalle vorgeschlagen und verwendet. So-wohl in experimentellen als auch in Freiland-Untersuchungen wurde die Widerspiegelung der Nickel-Konzentrationen des Wassers durch die Organismen diskutiert. Die für *Mytilus edulis* in einem experimentellen Versuch ermittelten Akkumulationsfaktoren sanken von etwa 600 (56 µg/l, 4 Wochen) über etwa 380 (107 µg/l, 4 Wochen) bis auf 10 (80 mg/l, 96h). Die Akkumulationswerte beziehen sich auf Trockengewicht (Weichkörper) und erreichten einen Höchstwert von etwa 800 mg/kg TG (F35).

Für *Mytilus edulis* wurden Nickel-Konzentrationen von 0,4 bis etwa 55 mg/kg TG mitgeteilt.

In *Cerastoderma edule* wurden hohe Nickel-Konzentrationen bis zu 174 mg/kg TG gemessen. Im allgemeinen sind die in diesem Organismus festgestellten Nickel-Konzentrationen verglichen mit denen anderer Muscheln sehr hoch. Im Vergleich zu *Mytilus edulis* wird *Cerastoderma edule* weniger als Indikator-Organismus in Erwägung gezogen.

Zahlreiche Arbeiten liefern Hinweise dafür, daß *Ostrea edulis* als ein brauchbarer Indikator für Schwermetalle angesehen werden kann. Die gemessenen Konzentrationen für Nickel reichen bis zu 6 mg/kg TG, wobei auch hier bei der Probenahme auf die Körpergröße zu achten ist. Aussagen über Zusammenhänge zwischen den Nickel-Konzentrationen dieser Organismen und ihrer Körpergröße sind jedoch erst nach Ermittlung

weiterer Ergebnisse möglich.

Bezüglich der Nickel-Konzentrationen weiterer Muschel-Arten sei auf die Datenliste hingewiesen. Ein Konzentrationsbereich von < 0,1 bis ungefähr 170 mg/kg TG kann vorgemerkt werden (s. Tab. 2).

4.2 Annelida (Ringelwürmer)

Von den Ringelwürmern (Annelida) wurden insbesondere zwei Arten, nämlich *Nereis diversicolor* und *Nephtys hombergi*, die an der Nordsee verbreitet sind und in der Ostsee häufig vorkommen, in Hinsicht auf Schwermetall-Aspekte untersucht. *Nereis diversicolor* ist geographisch weit verbreitet und kommt häufig in Ästuarsedimenten und an Flussmündungen vor und ist somit im Hinblick auf Schwermetalle von Interesse. Bei *Nephtys hombergi* zeigen zahlreiche Schwermetalle (z.B. Cu, Pb, ...) laut Freiland-Beobachtungen signifikante Beziehungen zwischen den Konzentrationen im Organismus und im Sediment. Die Nickel-Konzentrationen von *Nereis diversicolor* aus zahlreichen Ästuaren (U.K.) lagen zwischen 2,1 und 13,3 mg/kg TG, die von *Nephtys hombergi* aus anderen Standorten waren mit 2,5 - 4,7 mg/kg TG niedriger. Höhere Werte bis etwa 60 mg/kg TG wurden für *Pectinaria koreni* (Øresund, Dänemark) mitgeteilt.

Im allgemeinen wurden für Polychaeten unter Berücksichtigung der untersuchten Arten Nickel-Konzentrationen von etwa 2 bis 540 mg/kg TG gemessen.

4.3 Crustacea (Crustaceen)

Hinsichtlich der Nickel-Konzentration in Crustaceen liegen recht unterschiedliche Angaben vor, was u.a. durch Artenverschiedenheit und geographische Lage zu begründen ist. Anhand

des vorhandenen Datenmaterials, das allerdings nicht als ausreichend anzusehen ist, sind in verhärteten Teilen wie Skelett oder Panzer (z.B. beim Hummer) im Vergleich zu weicheren Gewebe-Komplexen (wie Fleisch) erhöhte Nickel-Konzentrationen festzustellen. Die in drei Arten im nordeuropäischen Raum (Dänemark, Lillebaelt und Øresund). gemessenen Nickel-Konzentrationen lagen zwischen 3,3 und 32,7 mg/kg TG.

Insgesamt kann unter Berücksichtigung der vorliegenden Daten für Crustaceen allgemein ein Bereich von 3,3 bis 60,0 mg/kg TG angesetzt werden.

4.4 Echinodermata (Stachelhäuter)

Für Stachelhäuter ist ein Konzentrationsbereich von < 0,2 - 78 mg/kg TG zu nennen.

4.5 Pisces (Fische)

Es liegen zahlreiche unterschiedliche Nickel-Werte für Fische vor. Die in der Literatur für einzelne Organe und Gesamtorganismen angegebenen Konzentrationswerte wurden in der Datenliste zusammengestellt. Beim Vergleich von Mittelwerten oder vergleichbaren Werten tauchen Schwierigkeiten nicht nur aufgrund der Artenvielfalt sowie methodischer Differenzierungen auf. Vielmehr entstehen auch dadurch Probleme, daß nur ungenügende Angaben zur geographischen Lage und der Verunreinigung der jeweiligen Sammelgebiete gemacht wurden. Nach der Selektion der Informationen wurden für Fische Konzentrationsbereiche wiedergegeben (s. Tab. 2) und hier auf eine Aufzählung der einzelnen Organismen mit ihren jeweiligen Konzentrationen verzichtet. Im allgemeinen können für Knorpelfische Werte bis 6 mg/kg TG und für Knochenfische Werte von < 0,1 - etwa 11 mg/kg FG angegeben werden.

4.6 Akkumulation, Biomagnifikation

Die wichtigsten Kriterien und Voraussetzungen zur Akkumulation von Stoffen in Organismen sind unter 3.3 (Akkumulation in Pflanzen) beschrieben worden und gelten auch hier. Im folgenden werden einige Ergebnisse wiedergegeben.

Es wurde festgestellt, daß bestimmte zweischalige Muscheln und Gastropoden beträchtliche Nickel-Mengen aus Meerwasser aufnehmen und konzentrieren können; so wurde für Austern und Muscheln ein Konzentrationsfaktor von 4 000 oder höher mitgeteilt (Lit. G48, aus: Lit. S17).

Für die Muscheln *Pecten maximus* und *Chlamys opercularis*, die aus dem Ärmelkanal entnommen worden waren, wurden unter Zugrundelegung einer Nickel-Konzentration des Wassers von $0,38 \mu\text{g/l}$ Biokonzentrationsfaktoren (bezogen auf FG) von $2,4 \times 10^2$ bzw. $5,6 \times 10^2$ für Gesamtorganismen ohne Schale berechnet; in Niere bzw. Mitteldarmdrüse waren die Konzentrationsfaktoren um die Faktoren 10^2 bzw. 10^1 höher.

Unter Zugrundelegung einer Nickel-Konzentration von $2,0 \mu\text{g/l}$ in marinem Wasser wurden für Phyto- bzw. Zooplankton Konzentrationsfaktoren von 41 bzw. 149 berechnet (Lit. W20).

Zusammenfassung

Tiere in aquatischen Lebensräumen (mariner und Süßwasser-Bereich) können Nickel, teilweise in höheren Mengen, akkumulieren. Die in der Literatur für Organismen angegebenen Biokonzentrationsfaktoren bewegen sich zwischen $< 1 \times 10^1$ und 1×10^4 , was allerdings durch genauere Untersuchungen präzisiert werden muß.

Angaben zur Biomagnifikation liegen nicht vor, jedoch ist eine Magnifikation in der Nahrungskette zu erwarten.

5. Toxizität

5.1. Phycophyta (Algen)

Algen nehmen bei den Biotests eine besondere Stellung ein. Berichtet wurde über eine Wachstumshemmung bei Chlorella vulgaris bis zu einer Konzentration von 0,5 mg Nickel/l. Konzentrationen von 0,5 - 0,7 mg NiSO₄/l bzw. 0,05 - 0,7 mg NiSO₄/l führten zu einer Wachstumshemmung bei Chlamydomonas eugametos bzw. Haematococcus capensis und Scenedesmus acuminatus (D31, H37, I13, U03, aus S83). Bei den Blaugrünenalgen Nostoc muscorum, Anacystis nidulans, Gleocapsa apicola und Merismopedia glauca f. insignis, die verschiedenen Nickel-Konzentrationen ausgesetzt wurden, trat eine Wachstumshemmung bei 5,0 bis 10,0 mg/l ein (S84, aus S83). Keinen Einfluß auf das Wachstum von Chlamydomonas-Arten übten 120 mg Nickelacetat/l aus; allerdings wurde eine Hemmung der Geißelbewegung bei Chlamydomonas reinhardtii bei 45 mg Nickelacetat/l beobachtet (F34, aus S83). Eine Veränderung des Schwimmverhaltens und eine Verringerung der Schwimmgeschwindigkeit sowie eine Abnahme des Orientierungsvermögens konnten bei Chlamydomonas reinhardtii bei Nickel-Konzentrationen von 11,7 mg/l festgestellt werden (B101, aus S83).

Keine Wachstumshemmung trat bei den Blaualgen Anabaena flos-aquae und Anabaena cylindrica bei Konzentrationen von etwa 0,6 mg/l auf (S81). Eine Photosynthese-Reduktion um 50 % wurde bei der marinen Braunalge Macrocystis pyrifera bei einer Nickel-Konzentration von 2,0 mg/l festgestellt (C27).

Ein Wachstumsrückgang bei der marinen Diatomee *Phaeodactylum tricornutum* wurde bei 1,0 mg/l beobachtet (E03).

Die Empfindlichkeit und Toleranz verschiedener Mikroalgen gegenüber Nickel ist unterschiedlich. Dies äußert sich auch in der Artenzusammensetzung und -häufigkeit innerhalb der Pflanzengesellschaften. Vertreter der Flußalgen (Diatomeen, Grünalgen und Blaugrünalgen) wurden in einem Durchfluß-System natürlichen Licht-, Temperatur- und Nährstoffverhältnissen ausgesetzt. Nickel (als NiNO_3) wurde zu mehreren Terminen innerhalb eines Jahres in Konzentrationen von 0,002 - 1,0 mg/l bei Versuchen angewendet. Bei steigendem Nickel-Gehalt im Wachstumsmedium nahm die Vielfalt der Diatomeen-Arten ab, während die Grünalgen und Blaugrünalgen häufiger und in Massen auftraten.

Grünalgen (*Ankistrodesmus falcatus*, *Ankistrodesmus falcatus* var. *aciculatus*, *Pediastrum tetras*, *Scenedesmus quadricauda*) und Diatomeen (*Navicula pelliculosa*) wurden bei niedrigen Konzentrationen von 0,1 mg Ni^{2+} /l in ihrem Wachstum stärker beeinträchtigt als Blaugrünalgen (*Anabaena flos-aquae*, *Anabaena cylindrica*).

Die Empfindlichkeit und Toleranz einer Algenart gegenüber Schwermetallen ist u.a. von ihrem Lebensraum abhängig. Bei einem Vergleich von *Scenedesmus*-Spezies aus einem kontaminierten Gewässer mit Labor-Kulturen zeigte sich die erste Gruppe gegenüber Nickel toleranter. (P54, S85, S86, aus S83).

Daß die Toxizität eines Elementes für Organismen in einem Wachstumsmedium durch Vorkommen von anderen Kationen oder Anionen synergistisch oder antagonistisch erfolgen kann, ist bekannt. Berichten zufolge kann die hemmende Wirkung von Nickel auf Chlorella durch Zugabe von Kupfer beseitigt werden. Eine synergistische Wirkung bzgl. der Wachstumshemmung von Chlorella wurde durch eine kombinierte Zugabe von Kupfer

und Nickel beobachtet. Ähnliches wurde auch für Haemato-coccus capensis berichtet (B101, H37, H39, S87, U03, aus S83).

Chelatoren üben Einfluß auf die Nickeltoxizität von Algen aus. Zum Beispiel wurde eine Verringerung der toxischen Effekte des Nickels für *Scenedesmus quadricauda* und *Ankistrodesmus falcatus* var. *acicularis* bei Zufügung von EDTA im Wachstumsmedium festgestellt. Bei einer chemischen Reaktion von Ni^{++} und EDTA entsteht die Verbindung Ni-EDTA. Auch die unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Algen-Spezies ist zum Teil auf das angewendete EDTA und nicht auf artspezifische Eigenschaften der Organismen zurückzuführen. Unter Berücksichtigung dieser Angaben ist die Frage, ob Blaugrünalgen gegenüber Nickel toleranter sind als andere Algen, nicht eindeutig zu beantworten. Zudem ist das Vorkommen von natürlichen Chelatoren in verschiedenen Meeresswasserproben in Bezug auf die toxische Wirkung von Nickel gegenüber Mikroalgen zu berücksichtigen. (B102, B103, B104, S82, S84, S85, S86, W44, aus S83).

Als toxische Grenzkonzentration für *Entosiphon sulcatum* und *Chilomonas paramecium* (freilebende Flagellaten) sowie *Uronema parduczi* (bakterienfressendes und saprozoisches Protozoon) werden Nickel-Konzentrationen von 0,14 mg/l und 0,82 mg/l bzw. 0,042 mg/l mitgeteilt. Für *Paramecium caudatum* (Pantofeltierchen) wird ein $\text{LC}_{24\text{h}}$ -Wert von 3,7 mg/l und ein LC_0 -24h-Wert von 0,5 mg/l angegeben. Für Bakterien der Art *Pseudomonas putida* wurde im Zellvermehrungshemmtest eine toxische Grenzkonzentration von 0,003 mg/l ermittelt (B40, B41, B42, N07).

Die toxische Wirkung von Nickel für Algen ist u.a. abhängig von der Organismen-Art und der Ni^{++} -Konzentration. Der Konzentrationsbereich, der bestimmte Effekte hervorruft, liegt etwa zwischen < 0,1 und 1 mg/l; auch Konzentrationen über

1 mg/l werden in der Literatur zitiert. Diese Konzentrations-Level entsprechen berechneten Nickel-Gehalten; andere im Wachstumsmedium vorliegende chemische Verbindungen können in neue Verbindungen übergehen und zu einer Wirkungsreduzierung führen. Die marin Algen sind im Vergleich zu Süßwasseralgen nickeltoleranter. Die Konzentrationen, die zu einer Veränderung der Artenzusammensetzung einer Zönose führen können, liegen unter 0,01 mg/l.

Eine Übertragung der Nickel-Toxizitätswerte für Mikroalgen aus Laboruntersuchungen auf natürliches Süßwasser und marine Gewässer ist problematisch. Hierbei sind die bekanntesten Faktoren wie Ca-Gehalt des Wassers, pH-Wert, Chelatoren und das Vorkommen von anderen Elementen von besonderer Bedeutung für die toxikologische Bewertung des Nickels. Inwieweit taxonomische Unterschiede eine Rolle spielen, steht nicht fest; es sind allerdings Unterschiede bzgl. der Nickel-Toleranz in breiteren Gruppierungen zu erwarten.

5.2 Crustacea (Crustaceen) und andere Invertebrata

Von den Crustaceen ist Daphnia magna der am häufigsten für Biotoxins zur Ermittlung der Nickel-Toxizität bevorzugte Testorganismus. Der in einem Test mit Daphnia magna festgestellte kleinste akute Toxizitätswert (ohne Fütterung, Weichwasser) liegt etwa bei 0,5 mg/l und für gefütterte Organismen etwa bei 1,12 mg/l. Die akuten Toxizitätswerte (chronisch-akut) für Daphnia pullicaria (Weich-Hartwasser) sollen etwa zwischen 1,8 und 4,0 mg/l liegen. Für Daphnia hyalina wird ein LC₅₀-Wert (48h) von 1,9 mg/l mitgeteilt.

Für Daphnia magna reicht der Wert (Mittelwert) für die chronische Nickel-Toxizität etwa bis 0,15 mg/l; bei 0,03 mg/l wurde eine 16%ige Reproduktionsbeeinträchtigung festgestellt. Allgemein können die chronischen Toxizitätswerte, die in Bio-

tests mit Weichwasser ermittelt wurden, bis zu mehr als 25mal höher liegen als solche aus Versuchen mit Hartwasser (Karbonathärte). Auch das Verhältnis von akuten zu chronischen Toxizitätswerten ist in Weichwasser mit bis zu 80 im allgemeinen deutlich höher als in Hartwasser mit 15. Damit ist auch hier eine Parallelität der Wirkungsweise der Karbonathärte (und des pH-Werts) des Wassers auf die Nickel-Toxizität gegenüber Daphnien und Fischen festzustellen; insgesamt liegen jedoch die für Fische ermittelten Verhältnisse von akuten zu chronischen Toxizitätswerten weitgehend höher als die für Daphnien berechneten. Es muß erwähnt werden, daß extrem hohe und niedrige Werte nicht berücksichtigt wurden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die Toxizitätswerte für Daphnien je nach Art des Biotaests und Versuchsanordnung im allgemeinen zwischen 0,1 und etwa 5 mg/l liegen. Die Härte des Wassers (Karbonathärte) ist als wirksamer Faktor an dieser großen Streubreite der Toxizitäts-Konzentrationen beteiligt.

Aus dem marinen Bereich wird für *Carcinus maenas* (L.) (Strandkrabbe) ein akuter Toxizitätswert (LC_{50} , 48h) von 300 mg/l mitgeteilt. Dem können als Vergleich die LC_{50} -Werte (48h) der zu den Decapoda (Zehnfüßern) zählenden, sehr häufig vorkommenden Nordsee-Garnele *Crangon crangon* (bis 60 mm) mit 150 mg/l, sowie *Pandalus montagui* (Nordsee, bis 70 mm) mit 200 mg/l gegenübergestellt werden. (B01, B39, B82, B87, B95, C30, E03, E24, H01, L31, R30, ...)

Für *Cyclops abyssorum* aus der Familie Cyclopidae, Gattung *Cyclops*, wird ein LC_{50} -Wert (48h) von 15,0 mg/l mitgeteilt. Für *Endiaptomus padanus* (bis etwa 2 mm, Ruderfüßer) wird ein LC_{50} -Wert (48 h) von 3,6 mg/l angegeben. Unter den Amphipoden wird für eine *Gammarus* sp. ein TLm-Wert (96h) von 13 mg/l mitgeteilt.

Von den zu den Crustaceen gehörenden untersuchten Organismen

reagieren Daphnien am empfindlichsten gegenüber Nickel-Konzentrationen. Im Verhältnis dazu sind andere Organismen mit größerer Körpergröße weniger empfindlich. Diese Feststellung trifft sowohl auf marine Organismen als auch auf Süßwasser-Arten zu, allerdings liegen die Nickel-Toxizitätswerte der Salzwasser-Arten im allgemeinen wesentlich höher als die der Süßwasser-Organismen.

Für die Wasserinsekten *Ephemerella subvaria* und *Acroneuria lycoria* werden LC₅₀-Werte (96h) von 4,0 bzw. 33,5 mg/l mitgeteilt. Von einer Beeinträchtigung der Fortbewegung bei *Tropisternus lateralis* (Käfer-Art) bei einer Nickel-Konzentration von 5,9 mg/l wird berichtet. Abschließend kann eine Reihe von TLm-Werten (24-96h) (entspr. LC₅₀- oder EC₅₀-Werten) wiedergegeben werden: *Nais* sp. (Ringelwurm-Art) 16,2 - 14,1 mg/l, *Gammarus* sp. (Flohkrebs-Art) 15,2 - 13,0 mg/l, eine Köcherfliegen-Art (Tricopetera) 48,4 - 30,2 mg/l, eine Kleinlibellen-Art (Zygoptera) 26,4 - 21,2 mg/l, *Chironomous* sp. (Zweiflügler-Art) 10,2 - 8,6 mg/l, Eier bzw. adulte Organismen der *Amnicola* sp. (Gastropoda) 26,0 - 11,4 bzw. 21,2 - 14,3 mg/l. (R26, R30, R39, W01, W40 ...)

Berichten zufolge soll bei der Meeresmuschel *Mya arenaria* in statischen Tests (Salzkonzentration 30 %, Expositionsdauer 1 Woche) mit einer Nickel-Konzentration von 50 mg/l keine signifikante Sterblichkeit festgestellt worden sein (E23 aus B87). Toxische Wirkungen bereits bei geringen Nickel-Konzentrationen werden für befruchtete Eier mitgeteilt. So wurden z.B. befruchtete Eier von *Mercenaria mercenaria* 42-48h mit Nickel-Chlorid in Salzwasser (20 %) behandelt. Als Ergebnisse dieser Untersuchungen werden LC₀-, LC₅₀- bzw. LC₁₀₀-Werte von 0,10, 0,31 bzw. 0,60 mg/l angegeben. Ähnliche Versuchsführungen ergaben für amerikanische Austern *Cassostrea virginica* im embryonalen Stadium LC₀-, LC₅₀- bzw. LC₁₀₀-Werte von 0,10, 1,18 bzw. 3,0 mg/l. (C26, C28, aus B87). Ein sehr hoher LC₅₀-Wert (48h) von 500 mg/l wird für

die Herzmuschel-Art *Cardium edule* angegeben.

5.3 Pisces (Fische)

Berichten zufolge soll sich Nickel für Fische im allgemeinen als weniger toxisch erwiesen haben als Kupfer, Quecksilber, Blei, Zink und Cadmium. Im Rahmen toxikologischer Untersuchungen mit Nickel(-Verbindungen) im aquatischen Bereich wurden diverse Biotoxests angewandt, bei denen eine begrenzte Anzahl von überwiegend im Süßwasser vorkommenden Fischarten zum Einsatz gelangte. Die in den letzten 45 Jahren zur Bestimmung der Fischtoxizität verwendeten Methoden und Vorgehensweisen sind recht unterschiedlich. Dies erschwert den Vergleich von Ergebnissen früherer Jahre (Beginn der 30er-Jahre bis 50er-Jahre) zur akuten und chronischen Toxizität (A23, B92, F22, J13, 003...). Eine etwas günstigere Situation bietet sich bei Toxizitäts-Werten, die seit den 60er-Jahren ermittelt wurden. Bei ihnen besteht aufgrund von teilweise verbesserten oder vereinheitlichten Test-Parametern wie z.B. pH-Wert und Alkalität eher eine Vergleichs- und Aussagefähigkeit, wobei jedoch nach wie vor Probleme aufgrund der unterschiedlichen für die Tests verwendeten Fischarten auftreten. Trotz dieser Schwierigkeiten soll hier erwähnt werden, daß im allgemeinen für Nickel Letale-Dosis-Konzentrationen (24-96h) zwischen 5 und 50 mg Ni/l mitgeteilt werden (B89, M35, P46, S78 ...); allerdings werden auch Konzentrationen bis 100 mg/l (LC_{50} , 48-96h) für erwachsene Fische angegeben (M47). Für Fischeier, -larven oder Jungfische werden im allgemeinen LC_{50} -Werte von etwa 0,1 - 5 mg Ni/l berichtet, wobei innerhalb dieses Konzentrationslevels Beeinträchtigungen wie z.B. Mißbildungen der Larven hervorgerufen wurden (A25, B87, B91, B97, P02 ...). Insgesamt nur wenig berücksichtigt wurde ein für die Interpretation von Toxizitäts-werten wichtiger Faktor: die Konzentration des jeweiligen ge-

löst Stoffes im Testmedium. Im Falle von Nickel kann es durch Zugabe des häufig verwendeten Nickel-Chlorids oder Nickel-Sulfats rasch zur Bildung weiterer Salzkomplexe kommen. Für einen Vergleich von Toxizitätswerten eignen sich daher vor allem die in 24stündigen Labortests ermittelten Werte, wogegen für Vergleiche und Übertragung auf Freilandverhältnisse - soweit diese überhaupt möglich wären - eher Ergebnisse von Bedeutung sind, die bei längerer Versuchsdauer wie z.B. 96h, festgestellt wurden. Es liegen Laborversuche vor, die auf einen Einfluß der Salze (Verbindungen) auf die Toxizitätswirkung von Nickel hinweisen. So wurde bei zunehmender Karbonathärte (oder Härte) des Wassers eine eindeutige Verringerung der Nickel-Toxizität festgestellt (B91, HO3, M35, P52, R29, W39 ...). Einige aus Datenberichten ausgewählte Angaben wurden in mg Ni/l wiedergegeben (gerundet); Ausnahmewerte wurden nicht berücksichtigt.

	Weichwasser	Hartwasser
Pimephales promelas (Am. Elritze) LC ₅₀ , 96h, statisch	5 mg/l	45 mg/l
Lepomis macrochirus (Blauer Sonnenbarsch) LC ₅₀ , 96h, statisch	5 mg/l	40 mg/l
Lebistes reticulata (Guppy)	5 mg/l	-
Carassius auratus (Goldfisch) LC ₅₀ , 96h	10 mg/l	-
Leuciscus idus melanotus (Goldorfe) LC ₅₀ , 48h	-	-

Beeinträchtigung von Fisch-Larven, Eiern, Jungfischen:		
etwa 0,1 - 5 mg/l		

Für Fisch-Arten, die auch in Salz- und Brackwasser vorkommen, liegen - methodisch bedingt - sehr unterschiedliche Nickel-Toxizitäts-Werte vor. So werden für *Salmo gairdneri* LC₅₀-Werte von 0,05 aber auch 35 mg/l mitgeteilt.

Die für die chronische Fischartoxizität angegebenen Nickel-Konzentrationen liegen unter 1 mg/l. Bei *Pimephales promelas* (Am. Elritze) beträgt der mitgeteilte Wert etwa 0,5 mg/l (Hartwasser), bei *Salmo gairdneri* (Regenbogenforelle) etwa 0,4 mg/l (Weichwasser). Aus den Untersuchungsergebnissen geht hervor, daß die Nickel-Toxizität in Weichwasser (niedriger pH-Wert, um 6) höher ist als in Hartwasser (hoher pH-Wert, ab 7). Dies gilt sowohl für die akute als auch für die chronische Toxizität. Die Nickel-Konzentrationen, bei denen chronische Wirkungen festzustellen waren, liegen deutlich unter denen, die akute toxische Auswirkungen nach sich zogen.

Es liegen Laborexperimente vor, die darauf hinweisen, daß sich die toxische Wirkung von Nickel in Anwesenheit anderer Elemente verändert. So sollen die Elemente Kupfer, Zink und Nickel eine additive Wirkung auf die akute Toxizität bei der Regenbogenforelle haben. Synergistische Wirkungen sollen bei Nickel-Zink- oder Nickel-Kupfer-Kombinationen entstehen. Hinweise auf Wirkungsveränderungen bei Mischungen verschiedener Schwermetallsalze liegen auch aus anderen Laborergebnissen vor (B87, B90, B92, D30, L31 ...).

Verglichen mit den angegebenen Nickel-Konzentrationen für Süß- und Salzwasser liegen die akuten Toxizitätswerte für Fische wesentlich höher. Auf das Auftreten einer chronischen Fischartoxizität ist in hiesigen Wässern vor allem bei Nickel-Konzentrationen von mehr als 100 µg/l zu achten. Inwieweit additive Effekte oder antagonistische Wirkungen durch Nickel und andere Elemente (oder Stoffe) bei Fischen auftreten können, ist anhand der Laborergebnisse nur schwer auszumachen;

auch eine Übertragung der Ergebnisse auf Freilandsituationen ist problematisch. Abschließend sind im allgemeinen LC₅₀-Werte von etwa 0,1 - 5 mg/l für Fischeier, -larven oder Jungfische festzuhalten. Innerhalb dieses Konzentrationsbereiches können Beeinträchtigungen wie z.B. Mißbildung der Larven auftreten.

6. Elimination

Daten zur Elimination liegen z.Z. nicht vor.

7. Ergänzung: Indikator-Organismen für das Element Nickel

Die folgenden Organismen können vorläufig für eine Diskussion über ihren Akkumulations-Indikator-Wert vorgeschlagen werden. Sie wurden innerhalb der untersuchten marinen Pflanzen und Tiere unter Berücksichtigung der in der Literatur mitgeteilten Ergebnisse mit einem mittleren bis guten Indikator-Wert bewertet und ausgewählt:

<i>Fucus vesiculosus</i>	Blasentang
<i>Patella vulgata</i>	Schnecken-Art
<i>Mytilus edulis</i>	Miesmuschel
<i>Scrobicularia plana</i>	Pfeffermuschel
<i>Nereis diversicolor</i>	Wurm-Art

8. Tabellen Tab. 1 Nickel-Konzentrationen in Algen

Wiss. Name	Konzentration (von/bis) mg/kg	Vorkommen/ Gewässerart	Name (G, A) od. Familien-Name	Literatur
<u>Braunalgen</u>				
<i>Ascophyllum nodosum</i>	1,0 - 22,0 mg/kg TG	Norw. (Fjord), U.K. (Menai Straits) (M)	Knotentang (A)	L14, F03, B105
<i>Desmarestia viridis</i>	3,0 mg/kg TG	Japan, Küsten (M)	Desmarestiaceae	I05
<i>Fucus spp.</i>	1,8 - 18,0 mg/kg TG	U.K. (M, A)	Fucaceae	B09, P05
<i>Fucus vesiculosus</i>	bis 36 mg/kg TG	Norw. (Fjord), U.K. (Astuare), Irische See, Japan, Küsten, U.K. (Bucht), Skand. (Katte- gat) (M, A)	Blasentang (A)	L14, B10, P05, B81, F28, F02, H30
<i>Fucus serratus</i>	bis 84 mg/kg TG	U.K. (Bucht), Skand. (Katte- gat) (M)	Sägetang (A)	F28, H30, W26
<i>Fucus inflatus</i>	bis 25,0 mg/kg TG	Skand. (Katte- gat) (M)	Fucaceae	H30

Tab. 1 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration (von/bis) mg./kg	Vorkommen/ Gewässerart	Name (G, A) od. Familien-Name	Literatur
<u>Braunalgen (Forts.)</u>				
<i>Pelvetia canaliculata</i>	1,0 mg/kg TG	Norw. (Fjord) (M)	Fucaceae	L14
<i>Sargassum</i> sp.	5,3 - 30,0 mg/kg TG	USA (Texas), Karibik, Puerto Rico (M)	Beerentang (G)	P14, F20, L24
Sargassum und versch. Arten	0,9 - 15,6 mg/kg TG	Golf von Mexiko (M)	Beerentang (G)	T02
<i>Sargassum thunbergii</i>	2,74 - 7,92 mg/kg TG	Japan. Küsten (M)	Beerentang (G)	I05
<i>Sargassum giganteifolium</i>	0,36 - 0,72 mg/kg TG	Japan. Küsten (M)	Beerentang (G)	I05
<i>Sargassum tenuifolium</i>	5,54 mg/kg TG	Japan. Küsten (M)	Beerentang (G)	I05
<i>Sargassum tortile</i>	0,59 - 1,08 mg/kg TG	Japan. Küsten (M)	Beerentang (G)	I05
<i>Dictyopteris justiciae</i>	3,93 mg/kg FG	Japan (M)	Dictyotaceae	I05

Tab. 1 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration (von/bis) mg/kg	Vorkommen/ Gewässerart	Name (G, A) ex. Familien-Name	Literatur
Braunalgen (Forts.)				
<i>Dictyota divaricata</i>	9,71 mg/kg FG	Japan (M)	Dictyotaceae	I05
<i>Padina</i> sp.	5,0 - 9,0 mg/kg FG 40,0 - 55,0 mg/kg TG	Puerto Rico (M)	Dictyotaceae	I24
<i>Scytopsiphon lomentaria</i>	8,5 - 10,3 mg/kg TG	Skand. (Katte- gat) (M)	Eingeschnürter Schlautang (A)	H30
<i>Chorda filum</i>	10,3 mg/kg TG	Skand. (Katte- gat) (M)	Meersaita (A)	H30
<i>Laminaria digitata</i>	< 0,2 - 24,3 mg/kg TG	Skand. (Katte- gat) (M)	Fingertang (A)	H30, W26, W27, W28
<i>Laminaria saccharina</i>	< 0,2 - 1,9 mg/kg TG	Skand. (Katte- gat) (M)	Zuckertang (A)	H30, W26, W27, W28
<i>Halidrys siliquosa</i>	< 2 mg/kg TG	Skand. (Katte- gat) (M)	Schotentang (A)	W26

Tab. 1 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration (von/bis) mg/kg	Vorkommen/ Gewässerart	Name (G, A) od. Familien-Name	Literatur
Rotalgien				
<i>Corallina virgata</i>	5,8 mg/kg TG	-	Korallenmoos (G)	R05
<i>Porphyra umbilicalis</i>	0,2 - 9,7 mg/kg TG	(Irische See (M))	Purprtang (G)	P05
<i>Gracilaria</i> sp.	2,0 mg/kg TG	-	Graciliaceae	P14
<i>Ceratodictyum spongiosum</i>	5,04 mg/kg TG	Japan. Küsten (M)	-	I05
<i>Polysiphonia ureoclata</i>	3,68 mg/kg TG	Japan. Küsten (M)	Rhodomelaceae	I05
<i>Spyridia filamentosa</i>	1,7 mg/kg FG 17,0 mg/kg TG	Puerto Rico (Cayo Enriquez) (M)	Ceramiaceae	L25
<i>Dumontia incrassata</i>	5,0 mg/kg TG	Skand. (Katte- gat) (M)	Dumontiaceae	H30

Tab. 1 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration (von/bis) mg/kg	Vorkommen/ Gewässerart	Name (G, A) od. Familien-Name	Literatur
<u>Heterogeneatae</u>				
<i>Eisenia bicyclis</i>	0,44 - 1,7 mg/kg TG	Japan	-	I05
<u>Grünalgen</u>				
<i>Codium tomentosum</i>	5,2 - 5,5 mg/kg TG	Mittelmeerküste Israel (M)	Codiaceae	R05
<i>Cladophora glomerata</i>	11,9 u. 23,8 mg/kg TG	Bundesrepublik Deutschland (Leine) (S)	Cladophoraceae	A17
<i>Chaeatomorpha crassa</i>	0,75 mg/kg TG (M)	Japan (M)	Cladophoraceae	I05
<i>Chaeatomorpha spiralis</i>	1,66 mg/kg TG (M)	Japan (M)	Cladophoraceae	I05
<i>Cladophora fascicularis</i>	1,0 mg/kg FG (M)	Puerto Rico (Punta Higuera)	Cladophoraceae	S49
<i>Codium isthmocladum</i>	19,77 mg/kg FG (M)	Puerto Rico (Punta Higuera)	Codiaceae	S49

Tab. 1 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration (von/bis mg/kg)	Vorkommen/ Gewässerart	Name (G, A) od. Familien-Name	Literatur
Grünalgen				
<i>Enteromorpha compressa</i>	6,41 mg/kg TG	Japan	Ulvaceae	I05
<i>Monostroma nitidum</i>	1,43 mg/kg TG	Japan. Küsten (M)	Ulvaceae	I05
<i>Udotea flabellum</i>	25,0 - 150,0 mg/kg TG	Puerto Rico (Joyuda) (M)	Codiaceae	I09
<i>Ulva conglobata</i>	1,57 mg/kg TG	Japan. Küsten (M)	Ulvaceae	I05
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	bis 26,7 mg/kg TG	Skand. (Kattegat) (M)	Darmalge (A)	HJ0
<i>Acrosiphonia centralis</i>	8,7 mg/kg TG	Skand. (Kattegat) (M)	Acrosiphoniaceae	HJ0
<i>Ulva</i> sp.	9,0 mg/kg TG	-	Ulvaceae	P14
<i>Scenedesmus acutiformis</i> var. <i>alternans</i>	-	Ontario (Kanada) (S)	Scenedesmaceae	S28
<i>Chlorella fusca</i> vacuolata	-	Ontario (Kanada) (S)	Oocystaceae	S28

G = Gattung, A = Art

Tab. 2 Nickel-Konzentrationen in tierischen Organismen

Wiss. Name	Konzentration mg/kg	Häufigkeit	Literatur
<u>Rhilopoda</u> (Wurzelfüßler)	ca. 15,7 und ca. 23,9 mg/kg TG	3 Arten	K06
<u>Onidaria</u> (Nesseltiere)	3,3 - 55,0 mg/kg TG	3 Arten	RO7, LO9
<u>Anthozoa</u>	< 2,0 - 23,0 mg/kg TG	1 Art	L11
Korallen 24 spp.	< 1,0 mg/kg AG	1 Art	NO2
<u>Syphozoa</u>	11 - 58,0 mg/kg TG	3 Arten	E19, LO9
<u>Hydrozoa</u>			
<u>Mollusca</u> (Weichtiere)			
<u>Gastropoda</u> (Schnecken)	1,3 - 24,6 mg/kg TG	3 Angaben	B105, B70, B09
<u>Littorina littorea</u>			

Konzentrationen in einzelnen Organen oder Gesamtkörper

Tab. 2 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration mg/kg	Häufigkeit	Literatur
<u>Buccinum undatum</u>	~ 0,1 - 21,9 mg/kg TG	2 Angaben	S15, B70
<u>Littorina littoralis</u>	1,5 - 16,4 mg/kg TG	1 Angabe	B81
Gattung: Patella			
Weichteile	1,7 - ~ 76 mg/kg TG	2 Arten	S17, P05, S15, L14, B09
Schale	~ 0,5 - 7,0 mg/kg TG	1 Art	
Gastropoda, gesamt	0,06 - 850 mg/kg TG	zahireiche Angaben siehe Datenliste	
Lamellibranchiata (Muscheln)			
<u>Anodontia</u> sp.			
Schale	1,2 mg/kg TG	1 Angabe	S15
Weichteile	~ 0,4 mg/kg TG	1 Angabe	S15
<u>Mya arenaria</u>	0,1 - 2,3 mg/kg FG	1 Angabe	P36
<u>Mya truncata</u>	3,5 mg/kg TG	1 Art	E19

Konzentrationen in einzelnen Organen oder Gesamtkörper

Tab. 2 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration mg/kg	Häufigkeit	Literatur
<u>Mytilus edulis</u>	0,4 bis ~ 55 mg/kg TG	zahlreiche Angaben	siehe Datenliste
Gattung: <u>Mytilus</u>	< 1,0 bis ~ 55 mg/kg TG	3 Arten, zahlreiche Angaben	siehe Datenliste
Gattung: <u>Cardium</u>	bis 12 mg/kg TG	2 Arten	S15, E19
Gattung: <u>Ostrea</u>	< 0,1 - 7,3 mg/kg TG	2 Arten	W08, G05, B114, B105
Gattung: <u>Pecten</u>	< 0,1 bis 106,0 (Niere) mg/kg TG	3 Arten	B15, B70, B49, S15
Gattung: <u>Crassostrea</u> Weichteile	1,0 - 5,4 mg/kg TG	2 Arten	W07, W08, G05
Lamellibranchiata, gesamt	< 0,1 - 174 mg/kg TG	zahlreiche Angaben	siehe Datenliste

Konzentrationen in einzelnen Organen oder Gesamtkörper

Tab. 2 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration mg/kg	Häufigkeit	Literatur
<u>Annelida (Ringelwürmer)</u>			
Gattung: Nephtys	bis ~ 75 mg/kg TG	3 Arten	E19, B70, B112
<u>Pectinaria koreni</u>	5,0 bis ~ 59 mg/kg TG	2 Angaben	E19, B70
<u>Polychaeta</u>	~ 2 - 540,0 mg/kg TG	13 Arten	E19, B70, B09, B112, B111
<u>Crustacea</u>			
<u>Malacostraca</u>			
<u>Pallinurus argus</u>	4,5 - 60,0 mg/kg TG	3 Angaben	L24, L25
Crustacea, gesamt	3,3 - 60,0 mg/kg TG	zahlreiche Angaben	siehe Daten- liste
<u>Insecta</u>			
Gattung: Halobates (flügellose Gattung, in warmen Meeren, auch fern von Küsten)	11,0 u. 18,0 mg/kg TG	2 Arten	C13
Konzentrationen in einzelnen Organen oder Gesamtkörper			+

Tab. 2 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration mg/kg	Häufigkeit	Literatur
<u>Chaetognatha (Pfeilwürmer)</u>			
Gattung: Sagitta	480,0 mg/kg AG	1 Angabe	
<u>Echinodermata (Stachelhäuter)</u>			
Asteroidea (Seesterne)	< 0,3 - 4,0 mg/kg TG	4 Arten	RO7
Echinoidea (Seigel)			
Echinometra lucunter		1 Angabe	S49
Skelett	42,0 - 78,0 mg/kg TG		
<u>Tripneustes esculentus</u>			
Skelett	18,0 - 54,0 mg/kg TG	1 Angabe	S49
Echinoidea, gesamt	< 0,2 - 78,0 mg/kg TG	8 Arten	S49, RO7, B70, LO9, S24, S25

Konzentrationen in einzelnen Organen oder Gesamtkörper

Tab. 2 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration mg/kg	Häufigkeit	Literatur
<u>Tunicata (Manteltiere)</u>			
<u>Thaliacea</u> (Salpen und Feuerwalzen)			
<u>Salpa fusiformis</u>	60,0 mg/kg	1 Angabe	N02
<u>Ascidiae</u> (Seescheiden)			
<u>Ciona intestinalis</u>	11 mg/kg TG	1 Angabe	E19
<u>Pisces (Fische)</u>			
<u>Chondrichtyes</u> (Knorpelfische)	4,0 - 6,0 mg/kg TG	3 Arten	L14
<u>Osteichthyes</u> (Knochenfische)	< 0,1 - 10,8 mg/kg FG	zahlreiche Angaben siehe Datenliste	

Konzentrationen in einzelnen Organen oder Gesamtkörper

Tab. 2 (Forts.)

Wiss. Name	Konzentration mg/kg	Häufigkeit	Literatur
<u>Tetrapoda</u> (Landwirbeltiere)			
<u>Aves</u> (Vögel)			
<u>Sterna hirundo</u> (Flußseeschwalbe)	< 2,0 - 35,6 mg/kg TG	1 Angabe	C29
<u>versch. Organe</u>			
<u>Podiceps ruficollis</u> (Zwergtaucher)	0,56 mg/kg FG	1 Angabe	H24
<u>Aythya ferina</u> (Tafelente)	2,72 mg/kg FG	1 Angabe	H24
<u>Fulica atra</u> (Bleßhuhn)	3,1 - ~ 8,2 mg/kg FG	1 Angabe	H24

Konzentrationen in einzelnen Organen oder Gesamtkörper

IV.	<u>Datenteil</u>	
1.	Vorbemerkung.....	51
2.	Nickel-Konzentrationen.....	52-110
2.1	Meer-, Brack- und Süßwasser.....	52-91
2.2	Sediment.....	92-110
3.	Nickel-Konzentrationen, pflanzliche Organismen	111-142
3.1	Spermatophyta (Samenpflanzen).....	111-113
3.1.1	Monocotyledoneae - Einkeimblättrige.....	111-112
3.1.2	Dicotyledoneae - Zweikeimblättrige.....	113
3.2	Pteridophyta (Gefäß-Sporenpflanzen).....	113
3.3	Phycophyta (Algen).....	114-136
3.3.1	Diatomophyceae - Kieselalgen.....	114
3.3.2	Phaeophyceae - Braunalgen.....	115-128
3.3.3	Rhodophyceae - Rotalgen.....	129-130
3.3.4	Chlorophyceae - Grünalgen.....	131-135
3.3.5	Heterogeneratae.....	136
3.3.6	Nachtrag.....	136-137
3.4	Mycophyta (Pilze).....	137
3.5	Allgemeines und Konzentrationsfaktoren.....	138-142
4.	Nickel-Konzentrationen, tierische Organismen..	143-216
4.1	Protozoa (Einzeller).....	143
4.2	Metazoa (Vielzeller).....	144-209
4.2.1	Cnidaria (Nesseltiere).....	144-146
4.2.1.1	Hydrozoa.....	144
4.2.1.2	Scyphozoa.....	145
4.2.1.3	Anthozoa.....	145-146
4.2.2	Ctenophora (Rippenquallen).....	146
4.2.3	Aschelminthes (Nemathelminthes).....	146
4.2.4.	Mollusca (Weichtiere).....	147-177
4.2.4.1	Gastropoda - Schnecken.....	147-152
4.2.4.2	Lamellibranchiata - Muscheln.....	153-177
4.2.4.3	Cephalopoda - Kopffüßer.....	177

4.2.5	Annelida (Ringelwürmer).....	178-182
4.2.5.1	Polychaeta.....	178-181
4.2.5.2	Clitellata.....	182
4.2.6	Crustacea.....	182-185
4.2.6.1	Copepoda - Ruderfußkrebse.....	182
4.2.6.2	Malacostraca.....	183-185
4.2.7	Insecta.....	186
4.2.8	Chaetognatha (Pfeilwürmer).....	186
4.2.9	Echinodermata (Stachelhäuter).....	187-189
4.2.9.1	Asteroidea - Seesterne.....	187
4.2.9.2	Ophiuroidea - Schlangensterne.....	187
4.2.9.3	Echinoidea - Seeigel.....	188-189
4.2.10	Tunicata (Manteltiere).....	190
4.2.10.1	Ascidiae - Seescheiden.....	190
4.2.10.2	Thaliacea - Salpen und Feuerwalzen.....	190
4.2.11	Pisces (Fische).....	191-203
4.2.11.1	Chondrichthyes (Knorpelfische).....	191
4.2.11.2	Osteichthyes (Knochenfische).....	192-203
4.2.12	Tetrapoda (Landwirbeltiere).....	204-209
4.3	Allgemeines und Konzentrationsfaktoren.....	210-216
5.	Toxizität.....	217-249
5.1	Phycophyta.....	217-219
5.2	Crustacea.....	220-228
5.3	Pisces.....	229-240
5.4	Mollusca.....	241-242
5.5	Annelida.....	243
5.6	Echinodermata.....	244
5.7	Insecta.....	245-246
5.8	Amphibia.....	246
5.9	Bacteria.....	247
5.10	Protozoa.....	248
5.11	Verschiedenes.....	249
6.	Karten und Abbildungen.....	250-275

1. Vorbemerkung

Bei der Datenbeschaffung (im In- und Ausland) wurde auf folgende Quellen zurückgegriffen: Dokumentationsstellen, Forschungsberichte und sonstige Veröffentlichungen, Anfragen bei wissenschaftlichen Einrichtungen, Universitäten, Behörden, Recherchen am eigenen Literatur-Bestand, private Mitteilungen.

Die wiedergegebenen Daten und Informationen entstammen recht unterschiedlichen Quellen und wurden nach bestimmten Qualitätskriterien ausgewählt. Es wurden Angaben aus Originalarbeiten übernommen, in Einzelfällen aber auch zitierte Werte berücksichtigt. Zum Teil war es möglich, die Probenahmestandorte durch Wiedergabe von Karten zu verdeutlichen.

Obwohl die Literatur-Angaben zu der hier zu behandelnden Problematik mangelhaft sind oder zum Teil ganz fehlen, wurde in der vorliegenden Arbeit versucht, möglichst viele Informationen, z.B. zu Standort, Probenahmedatum, Methodik, usw. kurz wiederzugeben. Konzentrationen im Wasser wurden möglichst in µg/l, Konzentrationen in biologischem Material in mg/kg, bezogen auf TG oder FG, wiedergegeben. In Einzelfällen, wo eine Nachprüfung nicht vorgenommen werden konnte, wurde trotzdem die Maßeinheit ppm übernommen (z.B. bei Sedimenten). Daten über Konzentrationen im Süßwasserbereich und im marinen Bereich wurden möglichst getrennt zusammengefaßt. Die Einordnung der Pflanzen und Tiere im Teil Konzentration in Organismen erfolgte alphabetisch.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit und, um einen möglichst schnellen Zugriff zu den einzelnen Teilen zu ermöglichen, wurde die Datenliste nach relativ strengen Gesichtspunkten gegliedert und zusammengestellt.

2. NICKEL-KONZENTRATIONEN

2.1 Meer-, Brack- und Süßwasser

Einzugsgebiet Elbe (s. Karte 1):

Meßstelle/ Bezeichnung	Datum	Konz. ($\mu\text{g/l}$)
51-011-5.5	11.3.82	84.
NOK, Brunsbüttel	12.5.82	5,5
51-011-5.1	11.3.82	6,4
Braake	12.5.82	7,3

(Lit. L02)

Einzugsgebiet Elbe (s. Karte 1):

Meßstelle/ Bezeichnung	Datum	Konz. ($\mu\text{g/l}$)
51-011-5.5	23. 8.82	5,3
NOK, Brunsbüttel	4.10.82	4,6
51-011-5.1	23. 8.82	3,6
Braake	4.10.82	4,9

(Lit. L03)

Nickel-Konzentration im IJsselmeerwasser bei Andijk im Jahre 1978:

n = 48
$\mu\text{g/l}$ in unfil- trierter Probe
Minimum
Mittelwert
Maximum

n = Anzahl der Proben im Jahr

(Lit. R01)

Nickelkonzentration des IJsselmeerwassers bei Andijk im Jahre 1983:

	n = 49 / μ g/l	n = 52 / μ g/l in unfiltrierter Probe
Minimum	2	2
Mittelwert	6	6
Maximum	15	12

n = Anzahl der Proben im Jahr (Lit. R28)

Eintrag in das IJsselmeer, Niederlande:

durch fließende Wässer	83,1 t/Jahr
durch die Atmosphäre	0,9 t/Jahr
	(Lit. S41)

Mittlere Konzentrationen in Wasserproben aus Kieler Förde, Eckernförder Bucht und Flensburger Bucht, Untersuchungszeitraum Januar 1977 bis Juni 1978 (s. Karte 21):

	Wassertiefe über Grund	Anzahl der Proben	Konzentration (μ g x dm ⁻³)
Kieler Förde	3-5 m	21	2,61 ± 1,46
	1-3 m	20	2,17 ± 1,10
Eckernförder Bucht	3-5 m	27	2,00 ± 1,25
	1-3 m	22	2,42 ± 0,94
Flensburger Förde	3-5 m	40	1,73 ± 0,66
	1-3 m	35	2,04 ± 0,88

(Lit. K33)

Konzentrationen in der Deutschen Bucht, 1981 (Probenahmestellen s. Karte 5):¹

Station-Nr.	Meßtiefe Meter	unfiltriert / $\mu\text{g/l}$	filtriert / $\mu\text{g/l}$
1	2	0,47	0,56
	10	0,36	0,55
2	2	0,35	0,38
	15	0,20	0,33
	22	0,30	0,39
4	2	0,74	0,56
	10	0,54	0,53
5a	2	0,55	0,76
	10	0,53	0,70
	24	0,64	0,95
19	2	0,30	0,59
	20	0,30	1,12
	30	0,46	0,49
19a	2	0,41	
	10	0,54	
	12	0,59	
	15	0,47	
	20	0,25	
20	25	0,42	0,80
	30	0,86	2,05
	35	0,26	0,38
	40	0,46	0,58

¹ Methodik: elektrochemische (flammenlose) Atomabsorptions-spektralphotometrie
(Lit. D20)

Konzentrationen im filtrierten Wasser von Zuflüssen des Bristol Channel, U.K. (Flußunterläufe, die nicht mehr den Gezeiten ausgesetzt sind), November 1971 (Probenahmetiefe 3-5 m):¹

River Taf	1,47	/ug/l
Tywi	0,73	/ug/l
Loughor	0,72	/ug/l
Tane	27,08	/ug/l
Neath	1,23	/ug/l
Ogmore	0,97	/ug/l
Taff	3,58	/ug/l
Usk	0,44	/ug/l
Wye	0,73	/ug/l
Avon	1,67	/ug/l
Axe	0,53	/ug/l
Parret	1,01	/ug/l
Doniford Stream	0,23	/ug/l
Hornet Water	0,29	/ug/l
River Washford	0,02	/ug/l
Lyn	0,23	/ug/l
Umber	0,02	/ug/l
Yew	0,23	/ug/l
Taw	0,59	/ug/l
Torridge	0,96	/ug/l
	(Lit. A15)	

Konzentrationen im filtrierten Wasser des Bristol Channel, U.K., April und Juni 1971 (Anzahl der Probenahmestationen n = 44; Probenahmetiefe 3-5 m):¹

Bereich (Min. - Max.)	0,20 - 3,04	/ug/l
	(Lit. A15)	

¹ Filtration durch 0,45 µm Membran-Filter; Bestimmung: AAS

Küstenwasser der Irischen See (s. Karte 25), filtriertes Oberflächenwasser (1970):¹

Gebiet 2 (Anzahl der Probenahmestellen n = 9)

Bereich	0,9 - 3,1 /ug/l
geom. Mittel	1,4 /ug/l

Gebiet 3 (Anzahl der Probenahmestellen n = 11)

Bereich	1,3 - 9,8 /ug/l
geom. Mittel	2,6 /ug/l

(Lit. P05)

Konzentrationen im Wasser des Ärmelkanals:

Calais, Frankreich (Mai 1978)

2 km östlich vom Hafen, Gebiet
mit Einleitungen metallhaltiger
Industrieabwässe

2,0 - 3,3 /ug/l

Brixham, Gebiet von Torbay, Devon, U.K. (Jan. 1977)

relativ unkontaminiertes
Kontroll-Gebiet

2,0 /ug/l

(Lit. N05)

außerhalb von Conway, U.K.²

filtriert, Mittelwert

3,7 /ug/l

(Lit. E15)

tropischer Nordost-Atlantik²

filtriert, 10 - 2500 m, n = 101

1,1 - 4,0 /ug/l

(Lit. R18)

¹ Bestimmung: AAS

² aus: Lit. B31

Konzentrationen ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) in britischen Küstengewässern und angrenzendem Nordost-Atlantik (Probenahmegebiete s. Karte 9):

Gebiet	geometr. Mittelwert	Bereich	Anzahl der Untersuchungen
(1)	0,38	0,22 - 0,95	4
(2)	0,38	0,22 - 0,55	10
(3)	0,71	0,32 - 22,9	21
(4)	0,53	0,36 - 0,79	8
(5) ¹	0,84	0,16 - 5,4	43
Nordost-Atlantik			
(4 a)	0,43	0,29 - 0,66	5

¹ Dutton, J.W. et al. (weitere Angaben liegen nicht vor)
(Lit. P45)

Nordsee und Nordatlantik; Meerwasser, berichtet 1981:¹

s. Karte 30 (Lit. L43)

Southampton Water und Solent, U.K.; Jahresmittel 1977, 1978 und 1979:

s. Karte 31 und Abb. 4 (Lit. C49)

Skagerrak (unfiltriertes Wasser aus drei Transekten), 1982:¹

Mittelwert	0,284 $\mu\text{g/l}$
	(Lit. E34)

¹ aus: Lit. C49

Deutsche Bucht, Nordsee (unterschiedliche Probenahmetiefen),
 1974 (Probenahmestellen s. Karte 2; Ergebnisse s. Abb. 1):¹

filtriert (0,4 μm -Membranfilter)	0,3 - 1,6 $\mu\text{g/l}$
(Anzahl der Proben n = 71)	
unfiltriert	
(Anzahl der Proben n = 71)	
70 Proben	0,2 - 1,9 $\mu\text{g/l}$
1 Probe	10,8 $\mu\text{g/l}$ (Lit. S39)

Schleswigholsteinisches Wattenmeer, November 1980:

Minimum	1,9 $\mu\text{g/l}$
Maximum	4,2 $\mu\text{g/l}$
	(Lit. A35)

Südwestlicher Teil der Ostsee (unterschiedliche Probenahmetiefen),
 1974 (Probenahmestellen s. Karte 3, Ergebnisse s. Abb. 1):¹

filtriert (0,4 μm -Membranfilter)	0 - 1,6 $\mu\text{g/l}$
(Anzahl der Proben n = 61)	
58 Proben	3,62/3,62/8,59 $\mu\text{g/l}$
3 Proben	
unfiltriert	
(Anzahl der Proben n = 61)	
56 Proben	0 - 1,7 $\mu\text{g/l}$
5 Proben	2,25 - 3,62 $\mu\text{g/l}$ (Lit. S39)

Filtriertes und unfiltriertes Oberflächenwasser (0,45 μm -Filter)
 der Ostsee, März 1978 (Anzahl der Proben n = 21, Probenahme-
 stationen s. Karte 11):¹

unfiltriert	0,71 $\mu\text{g/l}$
filtriert	0,73 $\mu\text{g/l}$
	(Lit. M30)

¹ Bestimmung: AAS

Unfiltriertes Wasser der Ostsee, März 1978 (128 Proben aus 21 Stationen, Probenahmetiefe 1-440 m, Probenahmestationen s. Karte 11):¹

Bereich	0,6 - 0,9 µg/l (Lit. M30)
---------	------------------------------

Filtriertes Oberflächenwasser (0,4 µm-Filter, Wasser aus 6 m Tiefe) aus Teilgebieten der Ostsee, August/September 1982 (Probenahmestellen s. Karte 32):¹

Entnahmegeriebiet	Salzgehalt (x 10 ³)	Anzahl der Proben	Konzentration (nmol/kg)
Bottnische Bucht	3,19 - 3,87	10	15,1 ± 1,8
Bottnische/ Åland-See	3,79 - 6,26	24	13,8 ± 2,9
Gotland/ Bornholm-See	6,34 - 7,93	34	13,8 ± 2,1
Arkona/ Belt-See	8,00 - 22,52	17	10,9 ± 3,0

(Lit. K17)

Filtriertes Wasser (0,45 µm-Millipore-Filter) des Kattegat, September 1980 (Probenahmetiefe 10 m, Salzgehalt 20 %.):¹

Mittelwert 1 (Anzahl der Proben n = 5)	0,44 ± 0,02 µg/l
Mittelwert 2 (Anzahl der Proben n = 4)	0,49 ± 0,02 µg/l
	(Lit. M21)

¹ Bestimmung: AAS

Hardangerfjord-Komplex, West-Norwegen, und Skjerstadfjord-Komplex, Nord-Norwegen (berichtet 1974):

Hardangerfjord		
5 Probenahmestellen		2,5 - 3,75 mg/l
Skjerstadfjord		
4 Probenahmestellen		1,25 - 2,75 mg/l (Lit. S08)

Konzentrationen in verschiedenen Wassermassen um Dänemark:

Gebiet	Zeitraum/ berichtet	zusätzliche Informationen	Konzentration (ug/l)	Lit.
Ostsee	berichtet 1980	Bestimmung: AAS	0,5 - 0,6	K40
Dänische Sunde (großer und kleiner Belt)	Sept. 1980	Salzgehalt 19-30 %; Bestimmung: AAS	0,48(0,42-0,54)	M21
Süd-Kattegat	Sept. 1980	filtrierte Proben(0,45 um-Filter), Salzgehalt 19-20 %; Bestimmung: AAS	0,42(0,32-0,46)	M21
Nord-Kattegat berichtet 1981 (obere Wasser- massen)		säure-auswasch-0,52(0,45-0,58) bares Ni, Salz- gehalt 24-31 %.		M26
Nord-Kattegat berichtet 1981 (tieferer Wassermassen)		säure-auswasch-0,45(0,31-0,53) bares Ni, Salz- gehalt 34-35 %.		M26

(Lit. M21)

Konzentrationen im Meerwasser, Atlantische Küste, Südwest-Spanien und Portugal, März und April 1972:

Bereich

1,3 - 10,8 ng/l
(Lit. S09)

Konzentrationen in Oberflächenwässern:

Gebiet	Zeitraum	zusätzliche Informationen	Konzentration (nmol/kg)	Lit.
offener Nord-Atlantik, Stat. zw. 35° und 57°N (s. Karte 4)	1981 u. 1982	Proben aus 6 m Tiefe; Bestimmung:AAS	3,40 ± 0,61	K16
Ärmelkanal Stat. 76-87 (M60)(s.Karte4)	März/April 1982	Proben aus 6 m Tiefe, filtriert(0,4 µm-Filter); Bestimmung:AAS	9,61 ± 1,17	K16
Kontinentale Küstengewässer Stat. 88-95 (M60)(s.Karte4)	März/April 1982	Proben aus 6 m Tiefe, filtriert(0,4 µm-Filter); Bestimmung:AAS Salzgehalt: 27,4-33,9 %.	14,66 ± 2,4	K16
Nördliche und zentrale Nord-see, Stat. 47-58 (M57)(s.Karte4)	Aug./Sept. 1981	Proben aus 6 m Tiefe, filtriert(0,4 µm-Filter); Bestimmung:AAS	5,44 ± 1,76	K16
Küstensockel des West-Atlantik	berichtet 1983	-	5,9	B120

(Lit. K16)

Meerwasser, unfiltriert:

Karibisches Meer

n = 18

0,46 - 6,0 $\mu\text{g/l}$
(Lit. S48)

Golf von Mexiko

n = 4

1,30 - 3,1 $\mu\text{g/l}$
(Lit. S48)

Labrador-See

n = 7

1,9 - 8,5 $\mu\text{g/l}$
(Lit. S48)

Nordwest-Atlantik

n = 34

0,43 - 18,0 $\mu\text{g/l}$
0,69 - 5,9 $\mu\text{g/l}$
(Lit. S48)

n = 20

Südwest-Atlantik

n = 24

0,92 - 18,7 $\mu\text{g/l}$
5,2 - 43,8 $\mu\text{g/l}$
(Lit. S48)

n = 6

Indischer Ozean

n = 14

>1,6 - 11,8 $\mu\text{g/l}$
(Lit. S48)

Zentral-Pazifik

n = 8

9,2 - 34,4 $\mu\text{g/l}$
(Lit. S48)

Östlicher Pazifik

n = 16

1,0 - 22,0 $\mu\text{g/l}$
(Lit. S48)

aus: Lit. B31

Meerwasser, unfiltriert:

Antarktis¹

unfiltriert

n = 6

1,4 - 8,3 µg/l
(Lit. S48)

West-Karibik¹

0 - 1 000 m Tiefe

n = 23

0,2 - 1,4 µg/l
(Lit. F20)

Ost-Karibik¹

n = 36

0,3 - 3,8 µg/l
(Lit. F20)

Südost-Atlantik, außerhalb von Florida¹

n = 35

0,2 - 2,8 µg/l
0,2 - 1,4 µg/l
(Lit. W09)

Ostsee¹

0 - 7,25 µg/l
(Lit. G31)

Golf von Maine, Sargasso-See¹

0,7 - 1,9 µg/l
(Lit. S33)

Oberflächendaten Pazifik/Antarktis (berichtet 1976):

69° 5' S, 173° 30' W

7,5 nmol/kg

50° 38' S, 179° 59' W

4,7 nmol/kg

(Lit. S73)

¹ aus: Lit. B31

Konzentrationen im Wasser des Indische Ozeans, März - Juni 1976
(Probenahmestationen s. Karte 12):²

Mittel	
Probenahmetiefe 0-100 m	0,30 / μ g/l
Probenahmetiefe >100 m	0,55 / μ g/l (Lit. D24)

Konzentrationen im Wasser des Indischen Ozeans, März-Juni 1976
(Anzahl der Probenahmestationen n = 5, Anzahl der Proben n = 52,
Probenahmetiefe 0 - 3686 m):²

Bereich (Min. - Max.)	0,18 - 0,95 / μ g/l (Lit. D24)
-----------------------	---------------------------------------

Konzentrationen im Wasser zahlreicher Seen in Kanada (berichtet 1985):²

(filtriert)	n.d. - 247 / μ g/l (Lit. B74)
-------------	--------------------------------------

Nickel-Konzentrationen im Meerwasser (Osloer Kommission, ICNAF/
NAFO-Gebiete, s. Karte 18) (berichtet 1980).

(Lit. T20)

Sargasso-See, Oberflächenwasser (berichtet 1976): < 0,10 / μ g/l
(Lit. B84)

¹ Wasserproben (filtriert und unfiltriert) wurden an zahlreichen Stellen im Bereich der Nordsee (s. Karte 2) und westlichen Teil der Ostsee (s. Karte 3) im Jahr 1974 entnommen (versch...Tiefen) und Ni und Cu (sowie Cd, Fe, Mn) mittels AAS bestimmt. Die Ergebnisse sind als Histogramm (s. Abb. 1) dargestellt.

² Bestimmung: AAS

Konzentrationen im Meerwasser, Indien (berichtet 1973):

Bombay 0,8 µg/l

Tarapur

Gebiet, in das Abwässer aus
einem Kernkraftwerk geleitet
werden ($19^{\circ} 54' N$, $72^{\circ} 41' O$) 1 µg/l
(Lit. Pl4)

Konzentrationen in filtriertem Oberflächenwasser aus drei
Probenahmestellen entlang der Küste der Bucht von Haifa,
Mittelmeer, Israel (20.10. - 10.11.1974):¹

Acre (Anzahl der Proben n = 6)

Bereich (Min.-Max.)	2,7 - 3,8 µg/l
Mittel	3,3 µg/l

Kiryat Yam (Anzahl der Proben n = 5)

Bereich (Min.-Max.)	2,7 - 5,0 µg/l
Mittel	3,6 µg/l

Haifa (Anzahl der Proben n = 6)

Bereich (Min.-Max.)	2,3 - 3,1 µg/l
Mittel	2,8 µg/l

(Lit. R05)

Konzentrationen in filtriertem Oberflächenwasser aus acht
Probenahmestellen entlang der Küste von Ras Beirut, Libanon
(Juli 1977):¹

Bereich	0,10 - 0,49 mg/l
Mittel	0,27 mg/l

(Lit. S17)

¹ Bestimmung: AAS

Nickelkonzentration des Rheinwassers bei Bergambacht (Lek) im Jahr 1978 (s. Karte 19):

	$n = 12$ / $\mu\text{g/l}$	$n = 51$ / $\mu\text{g/l}$ in unfilterter Probe	
Minimum	4	< 1	
Mittelwert	8	11	
Maximum	13	50	(Lit. R01)

Nickelkonzentration des Rheinwassers bei Bergambacht (Lek) im Jahr 1983, Strom-km 978 (s. Karte 19):

	$n = 5$ / $\mu\text{g/l}$	$n = 23$ / $\mu\text{g/l}$ in unfilterter Probe	
Minimum	3	5	
Mittelwert	6	8	
Maximum	9	15	(Lit. R28)

Nickel-Konzentration des Rheinwassers bei Bergambacht (Lek) im Jahr 1983, Strom-km 863 (s. Karte 19):

	$n = 12$ / $\mu\text{g/l}$	$n = 52$ / $\mu\text{g/l}$ in unfilterter Probe	
Minimum	< 1	3	
Mittelwert	3	5	
Maximum	4	13	(Lit. R28)

Nickelkonzentration des Rheinwassers bei Hagestein (Lek) im Jahr 1983, Strom-km 947 (s. Karte 19):

	$n = 52$ / $\mu\text{g/l}$	$n = 51$ / $\mu\text{g/l}$ in unfilterter Probe	
Minimum	2	2	
Mittelwert	4	5	
Maximum	7	8	(Lit. R28)

n = Anzahl der Proben im Jahr

Konzentrationen im Wasser des Rheins (4 Probenahmestellen auf ca. 280 km Länge, südlichste Entnahmestelle Wiesbaden-Schierstein), Januar 1968 - Dezember 1970:¹

statistisches Mittel	2,1 µg/l
	(Lit. K22)

Konzentrationen im Oberflächenwasser des Rheins im Bereich von Nordrhein-Westfalen, Mai - Oktober 1979 (monatliche Messungen, säurelösliche Gesamtanteile):

Bimmen (km 865)	11 - 25 µg/l
Duisburg (km 776)	4 - 35 µg/l
Düsseldorf (km 729)	4 - 11 µg/l
Leverkusen (km 698)	4 - 9 µg/l
Bad Honnef (km 640)	4 - 30 µg/l
	(Lit. L30)

Konzentrationen im Oberflächenwasser von Rhein-Nebenflüssen im Bereich von Nordrhein-Westfalen, Mai - Oktober 1979 (monatliche Messungen, säurelösliche Gesamtanteile):

Lippe	4 - 11 µg/l
Emscher	29 - 54 µg/l
Ruhr	14 - 35 µg/l
Wupper	25 - 105 µg/l
Sieg	< 2 - 9 µg/l
	(Lit. L30)

Mittelwerte und Schwankungsbreiten im Wasser der oberen Leine:²

Standort 1 (s. Karte 6)	(2 - 4) 3,0 µg/l
Standort 2, stärker belastet (s. Karte 6)	(2 - 6) 3,8 µg/l
	(Lit. A17)

¹ Bestimmung: Röntgenspektrometrie

² filtrierte Proben; Bestimmung: AAS

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1979 (Einzelwerte,
bei mehreren Messungen im Monat geom. Mittel)

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel (mmol/m ³)
164	vor Wildshausen	Sept.	0,090
160	Oeventrop Brück.	Sept.	0,090
138	Neheim Fußg.-Br.	Sept.	0,090
107	Hengsen Obergr.	Jan.	0,100
		Febr.	0,190
		März	0,270
		Mai	0,090
		Juni	0,610
		Aug.	0,440
		Sept.	0,680
		Okt.	0,490
		Nov.	1,070
		Dez.	0,360
102	Villigst Stau	Jan.	0,140
		Febr.	0,220
		März	0,270
		Mai	0,090
		Juni	0,680
		Aug.	0,490
		Sept.	0,990
		Okt.	0,750
		Nov.	0,970
		Dez.	0,510
95	Westhofen WW Do.	Jan.	0,190
		Febr.	0,190
		März	0,340
		Mai	0,150
		Juni	0,830
		Aug.	0,490
		Sept.	0,720
		Okt.	0,680
		Nov.	0,800
		Dez.	0,680

Fortsetzung nächste Seite

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1979 (Einzelwerte,
bei mehreren Messungen im Monat geom. Mittel) (Fortsetzung)

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel (mmol/m ³)
42	Essen-Rellingh.	Sept.	0,510
30	Baldeneysee Ausl.	Sept.	0,510
5	Duisburg Aakerf.	Sept.	0,510

(Lit. R38)

Nickel-Mittelwerte der Ruhr bei Essen, "Zornige Ameise", 1978/79

November 1978	48	µg/l
Dezember 1978	37	µg/l
1979: Januar	27	µg/l
Februar	32	µg/l
März	28	µg/l
April	20	µg/l
Mai	24	µg/l
Juni	25	µg/l
Juli	33	µg/l
August	26	µg/l
September	38	µg/l
Oktober	51	µg/l
Mittel Winterhalbjahr 1979	32	µg/l
Mittel Sommerhalbjahr 1979	33	µg/l
Jahresmittel 1979	32	µg/l
Jahresmittel 1978	36	µg/l

(Lit. R38)

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1983 (geom. Monatsmittelwerte)

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel (µg/l)
162,20	vor Wildshausen	März	6,0
		Sept.	5,0
157,30	Oeventrop Brück.	März	6,0
		Sept.	5,0
135,80	Neheim Fußg. Br.	März	13,0
		Sept.	15,0
123,78	Echthausen Uw.	März	3,0
		Juni	9,0
111,52	Halingen Gelsenw.	Sept.	11,0
		Okt.	5,0
106,24	Hengsen Obergrab.	Dez.	5,0
		März	8,0
100,49	Stau Villigst.	Juni	14,0
		Sept.	22,0
100,49	Stau Villigst.	Okt.	14,0
		Jan.	16,0
100,49	Stau Villigst.	Febr.	11,0
		März	12,0
100,49	Stau Villigst.	April	9,0
		Mai	17,0
100,49	Stau Villigst.	Juni	6,0
		Juli	7,0
100,49	Stau Villigst.	Aug.	12,0
		Sept.	12,0
100,49	Stau Villigst.	Okt.	15,0
		Nov.	30,0
100,49	Stau Villigst.	Dez.	21,0
		Jan.	17,0
100,49	Stau Villigst.	Febr.	13,0
		März	17,0
100,49	Stau Villigst.	April	11,0
		Mai	28,0

Fortsetzung nächste Seite

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1983 (geom. Monatsmittelwerte)
 (Fortsetzung)

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel ($\mu\text{g/l}$)
100,49	Stau Villigst.	Juni	9,0
		Juli	8,0
		Aug.	12,0
		Sept.	14,0
		Okt.	21,0
		Nov.	37,0
		Dez.	29,0
93,25	Westhofen WW-Do.	Jan.	19,0
		Febr.	16,0
		März	20,0
		April	13,0
		Mai	15,0
		Juni	9,0
		Juli	10,0
		Aug.	27,0
		Sept.	20,0
		Okt.	25,0
		Nov.	21,0
		Dez.	56,0
90,09	Hengsteisee Einl.	Aug.	12,9
		Sept.	24,4
		Okt.	26,0
		Nov.	32,0
		Dez.	36,5
87,09	Hengsteisee Ausl.	Aug.	19,0
		Sept.	28,6
		Okt.	30,2
		Nov.	39,0
		Dez.	45,5
71,30	Witten-Gelsenwas.	März	13,0
		April	18,0
		Mai	16,0

Fortsetzung nächste Seite

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1983 (geom. Monatsmittelwerte)
 (Fortsetzung)

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel ($\mu\text{g}/\text{l}$)
71,30	Witten-Gelsenwas.	Juni	28,0
		Sept.	36,0
		Okt.	27,9
		Dez.	20,0
61,77	Stiepel Entn. Wm.	März	16,0
		Juni	25,0
		Sept.	27,0
		Okt.	33,0
46,28	Steele-Horst Gel.	März	14,0
		Juni	24,0
		Sept.	27,0
		Okt.	30,0
42,22	Essen-Rellinghau.	März	23,0
		Sept.	22,0
30,54	Baldeneysee Ausl.	März	23,0
		Sept.	25,0
5,40	Duisburg Aakerfa.	März	22,0
		Sept.	22,0

(Lit. R39)

Vergleich der Beschaffenheit des Ruhrwassers mit der des Rheinwassers ($\mu\text{g}/\text{l}$):

	Ruhr	Rhein
1981	22	9
1982	26	13

(Lit. R46)

Nickel-Mittelwerte der Ruhr bei Essen, "Zornige Ameise", 1982/83

November 1982	28,3 /ug/l
Dezember 1982	22,4 /ug/l
1983: Januar	18,8 /ug/l
Februar	21,3 /ug/l
März	14,0 /ug/l
April	17,0 /ug/l
Mai	23,3 /ug/l
Juni	20,4 /ug/l
Juli	22,0 /ug/l
August	19,2 /ug/l
September	23,1 /ug/l
Oktober	27,5 /ug/l
Mittel Winterhalbjahr 1983	20,3 /ug/l
Mittel Sommerhalbjahr 1983	22,6 /ug/l
Jahresmittel 1983	21,5 /ug/l
Jahresmittel 1982	24,0 /ug/l (Lit. R39)

Ruhrwassergüte an der Mündung: Nickel

Wasserwirtschaftsjahr 1983	
Winterhalbjahr	20 /ug/l
Sommerhalbjahr	22 /ug/l
Wasserwirtschaftsjahr	21 /ug/l
Wasserwirtschaftsjahr 1982	24 /ug/l
Mittelwert Jahresreihe 1979-1983	26 /ug/l
Extremwert Wasserwirtschaftsjahr 1983	
17.9.	40 /ug/l (Lit. R39)

Nickel-Mittelwerte der Ruhr bei Essen, "Zornige Ameise", 1983/84	
November 1983	32,8 µg/l
Dezember 1983	21,5 µg/l
1984: Januar	15,1 µg/l
Februar	18,2 µg/l
März	23,4 µg/l
April	18,2 µg/l
Mai	20,4 µg/l
Juni	16,9 µg/l
Juli	20,6 µg/l
August	16,3 µg/l
September	16,4 µg/l
Oktober	11,9 µg/l
Mittel Winterhalbjahr 1984	21,5 µg/l
Mittel Sommerhalbjahr 1984	17,0 µg/l
Jahresmittel 1984	19,2 µg/l
Jahresmittel 1983	21,5 µg/l (Lit. R40)
Ruhrwassergüte an der Mündung: Nickel	
Wasserwirtschaftsjahr 1984	
Winterhalbjahr	22 µg/l
Sommerhalbjahr	19 µg/l
Wasserwirtschaftsjahr	21 µg/l
Wasserwirtschaftsjahr 1983	21 µg/l
Mittelwert Jahresreihe 1979-1984	25 µg/l
Extremwert Wasserwirtschaftsjahr 1984	
Februar, mehrfach	31 µg/l (Lit. R40)

Ruhrwassergüte an der Mündung: Nickel

Wasserwirtschaftsjahr 1982

Winterhalbjahr	23	µg/l
Sommerhalbjahr	25	µg/l
Wasserwirtschaftsjahr	24	µg/l
Wasserwirtschaftsjahr 1981	25	µg/l
Mittelwert Jahresreihe 1979 - 1982	27	µg/l
Extremwert Wasserwirtschaftsjahr 1982	100	µg/l
7.2.1980		(Lit. R46)

Nickel-Mittelwerte der Ruhr bei Essen, "Zornige Ameise", 1979/1980:

1979: November	53	µg/l
Dezember	34	µg/l
1980: Januar	26	µg/l
Februar	30	µg/l
März	47	µg/l
April	27	µg/l
Mai	26	µg/l
Juni	34	µg/l
Juli	25	µg/l
August	23	µg/l
September	29	µg/l
Oktober	34	µg/l
Mittel Winterhalbjahr 1980	36	µg/l
Mittel Sommerhalbjahr 1980	29	µg/l
Jahresmittel 1980	32	µg/l
Jahresmittel 1979	32	µg/l
		(Lit. R44)

Nickel-Mittelwerte der Ruhr bei Essen, "Zornige Ameise", 1980/81:

1980:	November	33	µg/l
	Dezember	22	µg/l
1981:	Januar	20	µg/l
	Februar	24	µg/l
	März	25	µg/l
	April	20	µg/l
	Mai	22	µg/l
	Juni	26	µg/l
	Juli	24	µg/l
	August	20	µg/l
	September	26	µg/l
	Oktober	25	µg/l
	Mittel Winterhalbjahr 1981	25	µg/l
	Mittel Sommerhalbjahr 1981	24	µg/l
	Jahresmittel 1981	24	µg/l
	Jahresmittel 1980	32	µg/l
		(Lit. R45)	

Nickel-Mittelwerte der Ruhr bei Essen, "Zornige Ameise", 1981/82:

1981:	November	22	µg/l
	Dezember	21	µg/l
1982:	Januar	21	µg/l
	Februar	24	µg/l
	März	23	µg/l
	April	22	µg/l
	Mai	24	µg/l
	Juni	24	µg/l
	Juli	22	µg/l
	August	28	µg/l
	September	28	µg/l
	Oktober	30	µg/l
	Mittel Winterhalbjahr 1982	22	µg/l
	Mittel Sommerhalbjahr 1982	26	µg/l
	Jahresmittel 1982	24	µg/l
	Jahresmittel 1981	24	µg/l
		(Lit. R46)	

Perzentilwerte als Kenngrößen für die Wasserqualität der Ruhr
an der Mündung im Jahr 1984

5-Perzentil	15,00	µg/l
10-Perzentil	16,00	µg/l
50-Perzentil	20,00	µg/l
90-Perzentil	29,00	µg/l
95-Perzentil	31,00	µg/l

(Lit. R40)

Einfluß der Oese auf die Wasserqualität der Hönne (Untersuchung 1984): Nickel

Hönne

oberhalb Oese	8	µg/l
unterhalb Oese	36	µg/l

(Lit. R40)

Konzentrationen im Wasser der Ruhr:¹

Echthausen, 1972-1974

Median	16	µg/l
95 %	22	µg/l

Westhofen, 1972-1974

Median	44	µg/l
95 %	72	µg/l

Wetter, 1972-1978

Median	58	µg/l
95 %	98	µg/l

Kettwig, 1972-1978

Median	44	µg/l
95 %	72	µg/l

(Lit. D11)

¹ Median = 50 %-Wert der Summenhäufigkeitsverteilung
95 % = 95 %-Wert

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1984 (geom. Monatsmittelwerte)

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel ($\mu\text{g/l}$)
162,20	vor Wildshausen	April	6,0
		Sept.	5,0
157,30	Oeventrop Brück.	April	6,0
		Sept.	5,0
135,80	Neheim Fußg. Br.	April	9,0
		Sept.	8,0
123,78	Echthausen-Uw.	Jan.	6,0
		Febr.	9,0
		März	8,4
		April	7,0
		Juni	1,0
		Juli	12,0
		Aug.	17,0
		Sept.	4,0
		Okt.	9,0
		Nov.	4,0
		Dez.	6,0
		Febr.	11,0
111,52	Halingen Gelsenw.	März	30,0
		April	12,0
		Juni	3,0
		Aug.	17,0
		Sept.	7,0
		Okt.	13,0
		Dez.	9,0
		Jan.	0,6
106,24	Hengsen Obergrab.	Febr.	14,0
		März	19,0
		April	24,0
		Mai	16,0
		Juni	6,0
		Juli	16,0

Fortsetzung nächste Seite

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1984 (geom. Monatsmittelwerte)
 (Fortsetzung)

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel ($\mu\text{g/l}$)
106,24	Hengsen Obergrab.	Aug.	17,0
		Sept.	10,0
		Okt.	8,0
		Nov.	6,0
		Dez.	10,0
100,49	Stau Villigst	Jan.	2,0
		Febr.	11,0
		März	41,0
		April	30,0
		Mai	12,0
		Juni	7,0
		Juli	19,0
		Aug.	29,0
		Sept.	15,0
		Okt.	10,0
		Nov.	8,0
		Dez.	13,0
93,25	Westhofen WW-Do.	Jan.	7,0
		Febr.	13,0
		März	49,0
		April	32,0
		Mai	17,0
		Juni	6,0
		Juli	29,0
		Aug.	20,0
		Sept.	14,0
		Okt.	9,0
		Nov.	12,0
		Dez.	12,0
90,09	Hengsteysee Einl.	Jan.	3,0
		Febr.	9,0
		März	36,5

Fortsetzung nächste Seite

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1984 (geom. Monatsmittelwerte) (Fortsetzung)

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel ($\mu\text{g}/\text{l}$)
90,09	Hengsteysee Einl.	April	21,5
		Mai	53,0
		Juni	59,0
		Juli	39,0
		Aug.	6,0
		Sept.	31,0
		Okt.	12,0
		Nov.	32,5
		Dez.	12,0
		Jan.	10,5
		Febr.	4,0
		März	29,5
87,09	Hengsteysee Ausl.	April	15,0
		Mai	33,5
		Juni	41,0
		Juli	49,5
		Aug.	9,5
		Sept.	36,0
		Okt.	14,0
		Nov.	17,5
		Dez.	13,5
		Jan.	17,0
		Febr.	18,0
		März	24,5
71,30	Witten-Gelsenwas.	April	16,0
		Juni	5,0
		Juli	22,0
		Aug.	15,0
		Sept.	14,0
		Okt.	12,0
		Nov.	9,0
		Dez.	11,0

Fortsetzung nächste Seite

Nickel-Konzentrationen im Wasser der Ruhr, 1984 (geom. Monatsmittelwerte
(Fortsetzung))

Ruhr-km	Probeentnahmestelle	Monat	Nickel ($\mu\text{g}/\text{l}$)
61,77	Stiepel Entn. Wm.	März	25,0
		Juni	5,0
		Sept.	17,0
		Dez.	11,0
46,28	Steele-Horst Gel.	Febr.	25,0
		März	25,0
		April	15,0
		Juni	4,0
		Aug.	16,0
		Sept.	15,0
		Okt.	11,0
		Dez.	11,0
42,22	Essen-Rellinghau.	April	21,0
		Sept.	21,0
30,54	Baldeneysee Ausl.	April	22,0
		Sept.	25,0
5,40	Duisburg Aakerfa.	April	24,0
		Sept.	24,0

(Lit. R40)

Einfluß des Baarbaches auf die Beschaffenheit des Ruhrwassers
(Untersuchung 1981):

Ruhr oberhalb Zufluß Baarbach	< 5 $\mu\text{g}/\text{l}$
Baarbach vor Einleitung in die Ruhr	554 $\mu\text{g}/\text{l}$
Ruhrwasser nach völliger Durchmischung	
Konzentration	23 $\mu\text{g}/\text{l}$
% Zunahme	575 %

(Lit. R45)

Nickel-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$) im Wasser der Mündungen rechtsrheinischer Nebenflüsse (Probenahme 13x jährlich):

Sieg-km 2,6

	50-Perzentil	90-Perzentil	Mittelwert
1980	7	31	11
1981	14	34	16
1982	13	20	14
1983	12	22	14
1984	9	16	10

Wupper-km 0,6

	50-Perzentil	90-Perzentil	Mittelwert
1980	41	79	48
1981	24	57	29
1982	23	36	26
1983	26	38	25
1984	24	47	29

Ruhr-km 1,0

	50-Perzentil	90-Perzentil	Mittelwert
1980	22	41	25
1981	20	42	24
1982	17	29	19
1983	11	16	11
1984	18	23	18

Lippe-km 2,5

	50-Perzentil	90-Perzentil	Mittelwert
1980	7	13	7
1981	6	20	8
1982	10	13	11
1983	9	12	9
1984	9	10	9

Emscher-Mündung

	50-Perzentil	90-Perzentil	Mittelwert
1983	21	29	21
1984	22	28	23

(Lit. L39)

Nickel-Konzentrationen (ug/l) im Wasser der Elbe von Schnackenburg bis Scharhörn, 1984¹

Strom-km	Jan.	März	Mai	Juli	Sept.	Nov.
474,5 N	7,7	-	9,4	11,6	10,0	7,3
474,5 S	6,7	12,1	9,0	10,7	9,3	12,5
490,0	7,8	11,3	10,5	12,6	11,4	9,4
525,0	7,4	12,7	10,3	12,0	10,2	7,2
550,0	7,4	14,0	7,0	11,0	10,5	8,4
569,0	9,3	9,9	7,4	11,5	9,9	6,7
584,5	-	-	9,6	10,4	10,6	-
585,9	7,3	10,0	-	-	-	20,6
			Wehr Geesthacht			
589,0	11,2	9,7	11,6	10,5	11,7	10,4
609,0	16,6	10,4	8,9	9,8	10,2	12,3
621,3	6,3	8,9	9,5	9,8	10,4	9,3
617,5 SE	14,5	7,5	8,6	8,5	10,0	8,7
630,1	11,8	8,3	10,4	8,8	9,5	6,7
645,5	13,0	4,0	5,3	8,1	10,5	7,0
653,0	12,3	6,4	6,6	8,1	11,1	9,0
657,5	22,0	7,2	7,9	8,5	16,3	8,3
Pagen. NE	18,8	10,6	9,5	8,3	10,5	4,1
662,7	17,2	9,8	7,6	10,0	11,3	10,0
670,0	16,3	10,4	8,4	7,1	14,4	8,6
681,4	24,1	15,7	8,7	8,1	14,7	11,3
693,0	20,5	14,5	9,9	10,7	7,7	7,5
704,0	22,3	10,2	11,6	5,6	7,9	6,0
727,0	10,6	18,3	5,4	4,6	4,8	3,4
745,0 N	11,7	5,3	7,5	5,4	4,7	3,4
745,0 S	3,9	4,1	4,0	4,8	4,0	3,6

(Lit. A33)

¹ Bestimmung: AAS

Nickel-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$) im Wasser von Nebenflüssen der Elbe, 1984:¹

	Jan.	März	Mai	Juli	Sept.	Nov.
Ilmenau bei Stöckte	3,8	2,5	4,8	3,1	3,7	2,9
Seeve unterh. der Mün- dung Ashauser Mühlengraben	5,5	5,1	5,3	3,0	3,9	4,1
Dove Elbe oberh. Taten- berger Schleuse	6,6	3,6	5,7	3,7	5,5	4,6
Este bei Klein-Hove	13,0	12,5	10,7	2,9	5,3	5,9
Lühe bei Mitteln- kirchen	7,2	2,9	4,2	8,0	6,3	6,4
Schwinge oberh. der Hoch- spannungsmasten	16,4	8,1	7,5	6,8	7,4	6,5
Pinnau bei Klevendeich	12,2	8,5	8,4	19,8	17,9	11,9
Krückau bei Kronsnest	22,8	8,7	8,3	23,9	13,9	9,4
Rhin am Zusammenfluß Kemper Rhin - Herzhorner Rhin	8,0	3,5	5,9	6,0	5,3	3,1
Stör bei Beidenfleth	10,9	7,3	10,5	12,4	13,7	8,9
Oste bei Geversdorf	18,0	11,4	8,2	6,3	9,5	6,2

(Lit. A33)

¹ Bestimmung: AAS

Einfluß des Helkenberger Baches auf die Wasserqualität der Ennepe (Untersuchung vom 28. Juni 1983): Nickel

Ennepe oberhalb Altenvörde, ca. 1 km oberhalb Zufluß Helkenberger Bach	22 /ug/l
Helkenberger Bach vor Einlauf in die Ennepe	900 /ug/l
Ennepe unterhalb Zufluß Helkenberger Bach (errechnet)	28 /ug/l
Zunahme absolut	6 /ug/l
relativ	27 %
	(Lit. R39)

Nickel-Konzentration im Wasser der Elbe, 1984 (Wochenmischproben, für 4 der 52 Wochen des Jahres liegt kein Wert vor):¹

Meßstation Schnackenburg, Strom-km 474,5	4,9 - 17,8 /ug/l
	(Lit. A33)

Konzentrationen im Wasser der Elbe im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, Februar 1973 (Probenahmestellen s. Karte 33):¹

Oberelbe (Stat. 1-11)	12 /ug/l
Unterelbe (Stat. 12-19)	4 /ug/l
	(Lit. F32)

¹ Bestimmung: AAS

Nickel-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$) im Wasser der Niers bei Wachtendonk:

	50-Perzentil	90-Perzentil	Mittelwert
1983/84	< 10	50	15
(Lit. L39)			

Nickel-Konzentrationen ($\mu\text{g/l}$) im Wasser der Weser bei Petershagen:

	50-Perzentil	90-Perzentil	Mittelwert
1983	8,5	23,0	11,3
1984	4,8	9,6	5,4
(Lit. L39)			

Konzentrationen in Talsperren gewässern, berichtet 1982 (Anzahl der Proben jeweils $n = 18$):

Verse	$2,1 \pm 1,5 \mu\text{g/l}$
Henne	$6,3 \pm 3,6 \mu\text{g/l}$
Lister	$2,2 \pm 1,4 \mu\text{g/l}$
Bigge	$5,3 \pm 2,5 \mu\text{g/l}$
Sorpe	$6,6 \pm 1,8 \mu\text{g/l}$
Möhne	$10,7 \pm 2,0 \mu\text{g/l}$
im Durchschnitt ($n = 108$)	$5,5 \mu\text{g/l}$
	(Lit. D11)

Konzentrationen im Wasser der Wupper, Mai 1972:¹

1 Opladen	$120 \mu\text{g/l}$
2 Leidlingen	$125 \mu\text{g/l}$
3 Solingen-Südwest	$120 \mu\text{g/l}$
4 Solingen-Süd	$85 \mu\text{g/l}$
5 Burg a.d.Wupper	$83 \mu\text{g/l}$
6 Cronenberg	$130 \mu\text{g/l}$
7 Wuppertal-Barmen	$20 \mu\text{g/l}$
8 Radevormwald	$22 \mu\text{g/l}$
	(Lit. F32)

86 ¹ Bestimmung: AAS

Konzentrationen gelösten und an Schwebstoffe gebundenen Nickels im Wasser der Donau, Juni - Dezember 1972:¹

Ulm-Leipheim

gelöst	8,3 /ug/l
gebunden	2 /ug/l

Regensburg-Abbach

gelöst	7,5 /ug/l
gebunden	1 /ug/l

(Lit. Q01)

Konzentrationen im Wasser der Donau (Ulm und Regensburg) und des Bodensees bei Lindau, berichtet 1974:¹

Donau, Rohwasser

Bereich	2 - 17 /ug/l
Mittel	10 /ug/l

Bodensee, Rohwasser

Bereich	3 - 7 /ug/l
Mittel	5,0 /ug/l

Bodensee, Trinkwasser

Bereich	1 - 6 /ug/l
Mittel	4,2 /ug/l

(Lit. Q01)

Fließgewässer Österreichs²

Überwiegend	< 1 /ug/l
	(Lit. L27)

Seen in der Umgebung von Sudbury, Ontario, Kanada (Gebiet mit Abbau und Verhüttung von Schwermetallen), Juni 1970:¹

Long Lake (relativ unbelastet)	119 /ug/l
Baby Lake (stark belastet)	2 650 /ug/l
Boncher Lake (stark belastet)	2 530 /ug/l

(Lit. S28)

¹ Bestimmung: AAS

² Wasserproben aus verschiedenen Flüssen Niederösterreichs, der Steiermark und Salzburgs, 1977, 1978; Bestimmung: AAS

Konzentration im Wasser (unfiltriert) des Kattegat und Skagerrak
(s. Karte 7):

Station	Position und Gesamttiefe	Probenahme-tiefe (m)	Salzgehalt %	Konz. nmol x l ⁻¹
1	57°39'N	10	31,2	8,7
	11°24'E	70	34,4	9,0
	80 m			
2	57°33'N	Oberfläche	24,9	9,9
	11°11'E	10	30,9	8,5
	40 m			
3	57°32'N	10	31,0	7,7
	10°53'E	35	33,6	8,7
	50 m			
4	57°31'N	Oberfläche	25,9	8,7
	10°44'E	10	29,6	9,9
	35 m	30	33,8	7,3
5	57°52'N	Oberfläche	31,9	6,6
	10°47'E	15	33,6	9,5
	110 m	35	34,3	5,3
		100	34,9	5,3

Oberflächenwasser wurde von Hand aus einem Schlauchboot entnommen, Proben aus dem tieferen Wasser mit einem Teflon beschichteten GO-FLO-Sammler; Bestimmung: AAS (Lit. M26)

Rhein bei Bad Honnef, Leverkusen, Düsseldorf, Duisburg und Kleve-Bimmen, 1980 bis 1984; Werte s. Abb. 3. (Lit. L39)

Konzentrationen im Oberflächenwasser des Rheins (Strom-km 420 - 852), berichtet 1972:¹

Mittel

25 µg/l
(Lit. B149)

¹ aus: Lit. F32

Konzentrationen im Zu- und Ablauf von Kläranlagen, berichtet
1980:¹

Bereich (Min.-Max.)

Zulauf

1 - 700 µg/l

Ablauf

1 - 410 µg/l

(Lit. B150)

Konzentration (in pCi/l) von ⁶³Ni in Abwassermischproben aus Kernkraftwerken
mit Druckwasserreaktor (oberer Teil)
und Siedewasserreaktor (unterer Teil)

Quartal	Obrigheim	Stade	Biblis A	Biblis B	Neckarwestheim	Unterweser	
1-76	230	490	53				
2-76	2400	760	5				
3-76	130	1300	140	76	39		
4-76	550	190	120	190	18		
1-77	560	150	440	33	7		
2-77	670	430	890	7	7		
3-77	490	130	380	8	73		
4-77	300	41	200	22	300		
1-78	590	17	72	15	18		
2-78	480	400	180	100	32		
3-78	450	120	270	88	37		
4-78	540	200	250	58	98		
1-79	390	210	110	34	29	43	
2-79	430	1700	87	350	62	21	
3-79	460	130	40	140	53	26	
4-79	250	130	350	160	36	6	
Quartal	Kahl	Gundremmingen	Lingen	Würselen	Brunsbüttel	Isar	Philippensburg
1-76	48	2800	31	270			
2-76	300	1200	9	210			
3-76	480	1700	2	26	180		
4-76	240	1400	32	160	790		
1-77	94	1500	26	560	1100		
2-77	18	3200	21	420	220		
3-77	48	2800	8	140	600		
4-77	37	45000	22	160	1100		
1-78	26	6100	n. b. ¹⁾	36	560	84	
2-78	20	23000	43	60	150	77	
3-78	21	21000	42	73	340	240	
4-78	24	19000	35	95	50	95	
1-79	48	6400	130	33	57	70	
2-79	27	42000	380	36	44	51	310
3-79	12	17000	190	60	88	140	230
4-79	n. b. ¹⁾	2300	n. b. ¹⁾	50	240	32	68

¹⁾ nicht bestimmt

(Lit. A02)

¹ aus: Lit. B151

Abgaben (in mCi) von ^{63}Ni mit Abwasser aus
Kernkraftwerken
mit Druckwasserreaktor (oberer Teil)
und Siedewasserreaktor (unterer Teil)

Quartal/ Jahr	Obrigheim	Stade	Biblis A	Biblis B	Neckarwestheim	Unterweser	
1-76	0,44	0,70	0,11				
2-76	9,9	1,1	0,020				
3-76	1,0	1,20	0,37	0,22	0,18		
4-76	5,0	0,16	0,21	0,54	0,04		
1976	18,0	3,1	0,71	0,76	0,22		
1-77	0,62	0,17	0,81	0,099	0,013		
2-77	2,7	0,77	1,5	0,023	0,013		
3-77	1,5	0,11	1,1	0,022	0,24		
4-77	0,98	0,029	0,41	0,049	1,0		
1977	5,8	1,1	3,8	0,19	1,3		
1-78	0,78	0,021	0,13	0,038	0,053		
2-78	1,1	0,55	0,28	0,42	0,10		
3-78	1,4	0,073	0,47	0,31	0,12		
4-78	0,80	0,15	0,92	0,13	0,23		
1978	2,8	0,79	1,8	0,91	0,50		
1-79	0,42	0,39	0,20	0,084	0,055	0,096	
2-79	0,53	3,0	0,20	2,0	0,14	0,030	
3-79	1,9	0,093	0,069	0,80	0,15	0,045	
4-79	0,67	0,098	0,57	0,37	0,083	0,013	
1979	3,5	3,6	1,0	3,3	0,43	0,18	
Quartal/ Jahr	Kahl	Gundremmingen	Lingen	Würgassen	Brunsbüttel	Isar	Philippensburg
1-76	0,009	5,3	0,063	1,3			
2-76	0,094	4,7	0,043	0,79			
3-76	0,110	8,2	0,005	0,16	2,0		
4-76	0,097	2,5	0,082	1,2	4,9		
1976	0,31	19	0,19	3,4	6,9		
1-77	0,030	5,9	0,042	1,9	2,4		
2-77	0,009	10	0,011	1,4	0,24		
3-77	0,024	8,5	0,004	1,2	2,7		
4-77	0,017	170	0,011	1,0	4,9		
1977	0,080	190	0,068	5,5	10		
1-78	0,010	22	n. b. ¹⁾	0,16	2,8	0,71	
2-78	0,007	49	0,008	0,23	0,48	0,57	
3-78	0,012	30	0,015	0,27	1,7	1,9	
4-78	0,013	21	0,035	0,55	0,25	0,54	
1978	0,042	120	ca. 0,06	1,2	6,2	3,7	
1-79	0,021	8,8	0,024	0,27	0,23	0,45	
2-79	0,009	42	0,053	0,23	0,12	0,29	4,3
3-79	0,004	13	0,022	0,26	0,36	1,2	2,6
4-79	n. b. ¹⁾	5,1	n. b. ¹⁾	0,20	1,1	0,20	0,47
1979	< 0,1	68	ca. 0,1	0,96	1,8	2,1	7,4

¹⁾ nicht bestimmt

(Lit. A02)

Grenzwerte für die Eignung von Oberflächenwasser als Rohstoff
für die Trinkwassergewinnung:¹

Grenzwert A²
Grenzwert B³

30 µg/l
50 µg/l
(Lit. H55)

Zulässige Höchstkonzentration im Wasser für den menschlichen
Gebrauch:⁴

50 µg/l
(Lit. H55)

Gewöhnlicher Background in Fließgewässern ohne besondere geo-
chemisch bedingte Erhöhung:

< 3 µg/l
(Lit. W57)

¹ Laut den Regeln des Deutschen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern e.V. "Eignung von Oberflächenwasser als Rohstoff für die Trinkwasserversorgung" (Arbeitsblatt W 151, Juli 1975).

² "Die in Spalte A ausgewiesenen Grenzwerte kennzeichnen für die jeweiligen Parameter die Belastungsgrenzen für Oberflächenwasser, bis zu denen allein durch natürliche Gewinnungs- und Aufbereitungsverfahren ein Trinkwasser hergestellt werden kann, das nicht nur zu jeder Zeit und in jeder Hinsicht allen hygienischen Anforderungen genügt, sondern bezüglich aller anderen bekannten Qualitätskriterien voll zufriedenstellende Eigenschaften hat."

³ "Die Werte unter B kennzeichnen dagegen die Belastungsgrenzen, bis zu denen unter Zuhilfenahme der gegenwärtig bekannten und bewährten chemisch-physikalischen Verfahren ein den hygienischen Anforderungen zu jeder Zeit und in jeder Hinsicht genügendes und hinsichtlich der darüber hinausgehenden Qualitätskriterien noch zufriedenstellendes Trinkwasser, aber mit wesentlich kleinerer Sicherheitsspanne hergestellt werden kann."

⁴ Laut der "Richtlinie des Rates vom 15.6.1980 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch;" gilt für die EG-Mitgliedstaaten

2.2 Sediment

Konzentrationen im Sediment von Talsperren, berichtet 1982
(Anzahl der Proben n = 9):

Verse	39 ± 11 mg/kg
Henne	50 ± 14 mg/kg
Lister	49 ± 15 mg/kg
Bigge	65 ± 21 mg/kg
Sorpe	67 ± 14 mg/kg
Möhne	82 ± 16 mg/kg
im Durchschnitt (n = 54)	59 mg/kg (Lit. D11)

Konzentration im Porenwasser von Sedimenten aus dem Baldeneysee,
berichtet 1982 (pH 8,0-8,4):

18 ± 11 µg/l
(Lit. D11)

Konzentrationen in Sedimenten der Ruhr, 1975 und 1981:

Echthausen	
Mai 1975	138 mg/kg
Okt. 1975	118 mg/kg
Juli 1981	96 mg/kg
Westhofen	
Mai 1975	220 mg/kg
Okt. 1975	218 mg/kg
Juli 1981	264 mg/kg
Wetter	
Mai 1975	380 mg/kg
Okt. 1975	408 mg/kg
Juli 1981	236 mg/kg
Kettwig	
Mai 1975	525 mg/kg
Okt. 1975	357 mg/kg
Juli 1981	118 mg/kg

(Lit. D11)

Konzentrationen in Sedimenten rechtsrheinischer Nebenflüsse,
Bundesrepublik Deutschland, 1977-1979 (Mittelwerte aus 4 bzw.
bei der Lippe 5 Probenahmen):¹

Sieg	106	-	175 mg/kg TG
km 1,3	106	mg/kg TG	
km 14,8	121	mg/kg TG	
km 24,1	123	mg/kg TG	
km 39,5	126	mg/kg TG	
km 63,8	137	mg/kg TG	
km 121,3	145	mg/kg TG	
km 130,3	175	mg/kg TG	
km 140,7	114	mg/kg TG	
Wupper	87	-	292 mg/kg TG
km 0,5	280	mg/kg TG	
km 16,1	292	mg/kg TG	
km 36,2	237	mg/kg TG	
km 41,1	245	mg/kg TG	
km 62,1	170	mg/kg TG	
km 97,3	87	mg/kg TG	
Ruhr	114	-	520 mg/kg TG
km 10,1	467	mg/kg TG	
km 26,4	361	mg/kg TG	
km 39,2	385	mg/kg TG	
km 50,6	520	mg/kg TG	
km 69,3	408	mg/kg TG	
km 85,5	378	mg/kg TG	
km 128,9	145	mg/kg TG	
km 176,9	114	mg/kg TG	

Fortsetzung nächste Seite

¹ Schluff- und Tonfraktion (Korngröße < 40 µm); Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: Röntgenfluoreszenzanalyse

Konzentrationen in Sedimenten rechtsrheinischer Nebenflüsse,
 Bundesrepublik Deutschland, 1977-1979 (Mittelwerte aus 4 bzw.
 bei der Lippe 5 Probenahmen):¹ (Fortsetzung)

Lippe		57,4 - 79,4 mg/kg TG
km 2,4		78,0 mg/kg TG
km 22,1		79,4 mg/kg TG
km 43,9		68,9 mg/kg TG
km 46,9		78,2 mg/kg TG
km 68,9		62,2 mg/kg TG
km 84,9		76,1 mg/kg TG
km 106,8		72,0 mg/kg TG
km 134,9		57,7 mg/kg TG
km 149,7		57,4 mg/kg TG
		(Lit. F19)

Konzentrationen in Sedimenten des Niederrheins zwischen Bad Honnef
 und der deutsch-niederländischen Grenze, Bundesrepublik Deutsch-
 land, 1978/79 (Mittelwerte aus 4 Probenahmen):¹

Rhein		73,1 - 138 mg/kg TG
km 639,1 (L) ²		73,1 mg/kg TG
km 672,0 (L)		78,7 mg/kg TG
km 687,6 (L)		77,9 mg/kg TG
km 695,6 (L)		77,3 mg/kg TG
km 706,9 (R) ³		121 mg/kg TG
km 709,9 (L)		111 mg/kg TG
km 735,8 (L)		138 mg/kg TG
km 740,1 (L)		97,3 mg/kg TG
km 743,7 (R)		84,8 mg/kg TG
km 749,0 (L)		87,5 mg/kg TG

Fortsetzung nächste Seite

¹ Schluff- und Tonfraktion (Korngröße < 40 µm); Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: Röntgenfluoreszenzanalyse

² L = linker Uferbereich

³ R = rechter Uferbereich

Konzentrationen in der Tonfraktion (< 2 μ m) von Sedimenten des Rheins und einiger Nebenflüsse im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, Oktober 1971 (Probenahmestellen s. Karte 34):¹

Rhein

1 Kleinkrems	142 ppm
2 Müllheim	258 ppm
3 Breisach	116 ppm
4 Kehl	167 ppm
5 Rastatt	175 ppm
6 Karlsruhe	175 ppm
7 Speyer	133 ppm
8 Worms	50 ppm
9 Gernsheim	175 ppm
10 Wiesbaden	117 ppm
11 Bingen	416 ppm
12 Filsen	79 ppm
13 Kaltenengers	137 ppm
15 Rolandseck	104 ppm
16 Wesseling	71 ppm
17 Wittlar	387 ppm
19 Bislich	92 ppm

Nebenflüsse

Wiese	104 ppm
Ill	683 ppm
Kinzig	92 ppm
Murg	42 ppm
Speyerbach	92 ppm
Weschnitz	446 ppm
Nahe	183 ppm
Wisper	67 ppm
Lahn	67 ppm
Mosel	133 ppm
Wied	67 ppm
Ahr	75 ppm
Sieg	200 ppm
Wupper	833 ppm
Erf	75 ppm
Ruhr	300 ppm

¹ Bestimmung: AAS

(Lit. F32)

Konzentrationen in der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) von Sedimenten des Neckar und einiger Nebenflüsse, Oktober 1971 (Probenahmestellen s. Karte 34):¹

Neckar

1 Neckarhausen	102 ppm
2 Weitingen	120 ppm
3 Rottenburg	83 ppm
4 Plochingen	83 ppm
6 Lauffen	129 ppm
7 Neckargartach	133 ppm
8 Bad Wimpfen	129 ppm
9 Eberbach	102 ppm
10 Heidelberg	136 ppm
11 Ilvesheim	136 ppm

Nebenflüsse

Glatt	60 ppm
Eyach	80 ppm
Fils	136 ppm
Rems	110 ppm
Murr	98 ppm
Enz	165 ppm
Jagst	120 ppm
Kocher	102 ppm

(Lit. F32)

Konzentrationen in der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) von Sedimenten der Ems, März 1972 (Probenahmestellen s. Karte 34):¹

Ems

2 Greven	123 ppm
4 Lingen	123 ppm
6 Papenburg	110 ppm
7 Terborg	77 ppm
8 Emden	88 ppm

(Lit. F32)

¹ Bestimmung: AAS.

Konzentrationen in der Tonfraktion (< 2 μ m) von Sedimenten der Wupper, Mai 1972 (Probenahmestellen s. Karte 35):¹

1 Opladen	690 ppm
2 Leichlingen	410 ppm
3 Solingen-Südwest	530 ppm
4 Solingen-Süd	660 ppm
5 Burg a.d. Wupper	420 ppm
6 Cronenberg	400 ppm
7 Wuppertal-Barmen	181 ppm
8 Radevormwald	320 ppm
	(Lit. F32)

Konzentrationen in der Tonfraktion (< 2 μ m) von Sedimenten des Main und eines Nebenflusses, Mai 1972 (Probenahmestellen s. Karte 34):¹

Main

1 Ebelsbach	110 ppm
2 Stadtschwarzach	77 ppm
3 Würzburg	88 ppm
4 Wertheim	99 ppm
6 Mainz	266 ppm

Nebenfluß

Rednitz	110 ppm
	(Lit. F32)

¹ Bestimmung: AAS

Konzentrationen in der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) von Sedimenten der Donau und einiger Nebenflüsse im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, Mai 1972 (Probenahmestellen s. Karte 34):¹

Donau

1 Geisingen	123 ppm
2 Hausen	164 ppm
3 Hundersingen	151 ppm
5 Ulm	96 ppm
6 Dillingen	165 ppm
7 Donauwörth	132 ppm
8 Neuburg	110 ppm
9 Vohburg	124 ppm
10 Bad Abbach	110 ppm
11 Donaustauf	110 ppm
12 Hofdorf	96 ppm
13 Osterhofen	110 ppm

Nebenflüsse

Iller	121 ppm
Brenz	154 ppm
Wörnitz	178 ppm
Lech	124 ppm
Altmühl	146 ppm
Naab	138 ppm
Regen	82 ppm
Isar	121 ppm
Inn	137 ppm

(Lit. F32)

Konzentrationen in der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) von Sedimenten der Weser und einiger Nebenflüsse, März 1972 (Probenahmestellen s. Karte 34):¹

Weser

1 Vaake	72 ppm
2 Herstelle	117 ppm
3 Stahle	110 ppm
4 Bodenwerder	95 ppm
6 Bad Oeynhausen	148 ppm
7 Peterhagen	79 ppm
8 Nienburg	110 ppm
9 Intschede	98 ppm
10 Bremen	95 ppm
11 Berne	72 ppm
12 Kleinensiel	79 ppm

Nebenflüsse

Werra	87 ppm
Fulda	83 ppm
Diemel	102 ppm
Nethe	83 ppm
Lenne	64 ppm
Emmer	90 ppm
Hamel	98 ppm
Werre	185 ppm
Aue	119 ppm
Aller	106 ppm
Hamme	34 ppm
Hunte	76 ppm

(Lit. F32)

Konzentrationen in Sedimenten des Niederrheins zwischen Bad Honnef und der deutsch-niederländischen Grenze, Bundesrepublik Deutschland, 1978/79 (Mittelwerte aus 4 Probenahmen):¹ (Fortsetzung)

Rhein

km 764,1 (L) ²	93,2 mg/kg TG
km 776,6 (R) ³	93,3 mg/kg TG
km 778,1 (L)	97,0 mg/kg TG
km 781,1 (R)	119 mg/kg TG
km 793,0 (R)	84,2 mg/kg TG
km 807,2 (L)	88,1 mg/kg TG
km 814,6 (R)	86,1 mg/kg TG
km 830,0 (R)	91,8 mg/kg TG
km 847,5 (R)	91,1 mg/kg TG
km 863,8 (L)	89,5 mg/kg TG

(Lit. F19)

Nickel in der Tonfraktion von Sedimenten wichtiger Flüsse im Bereich der Bundesrepublik Deutschland (s. Abb. 2).

(Lit. F32)

Konzentration in Sedimenten:⁴

Leerort (Ems-Ästuar)	berechnet	28,0 mg/kg
	gemessen	33,3 mg/kg
Haringvliet (Rhein-Meuse-Ästuar)	berechnet	25,8 mg/kg
	gemessen	30,8 mg/kg

(Lit. S54)

¹ Schluff- und Tonfraktion (Korngröße < 40 µm); Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: Röntgenfluoreszenzanalyse

² L = linker Uferbereich

³ R = rechter Uferbereich

⁴ aus: Lit. S53

Nickel-Gehalt im Sediment des Hamburger Hafens (stark belastet)
(Probenahme zwischen 1972 und 1976):¹

173 mg/kg
(Lit. L21)

Nickel-Anreicherungsfaktor im stark belasteten Untersuchungsgebiet Kirchwerder (Vergleich des errechneten mittleren Nickel-Gehaltes dieses Gebiets mit dem des wenig belasteten marinen Sediments bei Arensch), Bundesrepublik Deutschland, 1972-1976:²

Kirchwerder 89 mg/kg

Arensch 23 mg/kg

Anreicherungsfaktor

4

(Lit. L21)

¹ Es wurden Sedimente möglichst unterschiedlicher Körnung entnommen, um ein breites Körnungsspektrum von sandreich bis zu tonreich zu erhalten; Bestimmung: Röntgenfluoreszenzanalyse.

² Zwischen 1972 und 1976 wurden aus 13 Untersuchungsgebieten insgesamt 247 Sedimentproben im Elbe-Ästuar aus dem bei Niedrigwasser trockenfallenden Uferbereich (Entnahmetiefe 0-5 cm) sowie aus ufernahen Überfluteten Bereichen und verschiedenen Hafenbecken (Hamburg, Geesthacht) entnommen. Um ein breites Körnungsspektrum von sandreich bis zu tonreich zu erhalten, wurden die Sedimente möglichst unterschiedlicher Körnung entnommen. Bestimmung: Röntgenfluoreszenzanalyse. (Ergebnisse in Lit. L21 nicht direkt mitgeteilt; dienen nur als Grundlage für die Berechnung der mittleren Schwermetall-Gehalte.) Um die Schwermetallbelastung in den verschiedenen Untersuchungsgebieten miteinander vergleichen zu können, wurden aus berechneten Regressionsgleichungen für die Beziehungen zwischen den Gehalten an Schwermetallen und den Fraktionen $< 2 \mu\text{m}$ (Tonfraktion) bzw. $< 20 \mu\text{m}$ die Gehalte der Schwermetalle für Anteile von 25 % bzw. 50 % an diesen Fraktionen errechnet. Die so erhaltenen mittleren Schwermetall-Gehalte der Sedimente umfassen die Schwermetall-Anteile aller Kornfraktionen, die bei der jeweils gewählten Standardzusammensetzung der Sedimente (25 % $< 2 \mu\text{m}$ bzw. 50 % $< 20 \mu\text{m}$) miteinander assoziiert auftreten.

Errechnete mittlere Nickel-Gehalte in Elbe-Sedimenten, Bundesrepublik Deutschland, 1972-1976¹ (s. Karte 27)

Untersuchungsgebiet	errechnete mittlere Ni-Gehalte (mg/kg) für	
	Gehalte an der Fraktion < 2/ μ m von 25 %	Gehalte an der Fraktion < 2/ μ m von 50 %
Geesthacht	85	89
Kirchwerder	89	98
Hamburg	86	93
Blankenese	63	64
Hellingen	52	55
Kollmar	46	51
Glückstadt	47	43
Blom. Wildnis	41	41
St. Margarethen	32	35
Brunsbüttel	39	40
Neufelderkoog	28	32
Otterndorf	24	28
Arensch	23	27

(Lit. L21)

¹ Zwischen 1972 und 1976 wurden aus 13 Untersuchungsgebieten insgesamt 247 Sedimentproben im Elbe-Ästuar aus dem bei Niedrigwasser trockenfallenden Uferbereich (Entnahmetiefe 0-5 cm) sowie aus ufernahen überfluteten Bereichen und verschiedenen Hafenbecken (Hamburg, Geesthacht) entnommen. Um ein breites Körnungsspektrum von sandreich bis zu tonreich zu erhalten, wurden Sedimente möglichst unterschiedlicher Körnung entnommen. Bestimmung: Röntgenfluoreszenzanalyse. (Ergebnisse in Lit. L21 nicht direkt mitgeteilt; dienen nur als Grundlage für die Be-rechnung der mittleren Schwermetall-Gehalte.) Um die Schwermetallbelastung in den verschiedenen Untersuchungsgebieten miteinander vergleichen zu können, wurden aus berechneten Regressionsgleichungen für die Beziehungen zwischen den Gehalten an Schwermetallen und den Fraktionen < 2/ μ m (Tonfraktion) bzw. < 2/ μ m die Gehalte der Schwermetalle für Anteile von 25 % bzw. 50 % an diesen Fraktionen errechnet. Die so erhaltenen mittleren Schwermetall-Gehalte der Sedimente umfassen die Schwermetall-Anteile aller Kornfraktionen, die bei der jeweils gewählten Standardzusammensetzung der Sedimente (25 % < 2/ μ m bzw. 50 % < 2/ μ m) miteinander assoziiert auftreten.

Konzentration in Grundsedimenten und Schwebeteilchen einiger Flüsse:¹

Schelde

Grundsedimente 1974	66 mg/kg
Grundsedimente 1978/79	61 mg/kg
Schwebeteilchen 1978	130 mg/kg

Meuse

Grundsedimente 1958	43 mg/kg
Grundsedimente 1970	48 mg/kg
Grundsedimente 1975	67 mg/kg
Grundsedimente 1977	64 mg/kg
Schwebeteilchen 1977/78	100 mg/kg

Rhein

Grundsedimente 1922	36 mg/kg
Grundsedimente 1958	54 mg/kg
Grundsedimente 1970	62 mg/kg
Grundsedimente 1977	76 mg/kg
Schwebeteilchen 1977/78	115 mg/kg

Ems

Grundsedimente 1964	38 mg/kg
Grundsedimente 1971	42 mg/kg

(Lit. S53)

¹ Die Werte wurden in Bezug auf Unterschiede in der Korngrößen-zusammensetzung korrigiert; sie beziehen sich auf berechnete Konzentrationen bei 50 % < 16 µm (Lit. S54). Grundsedimente aus der Schelde wurden zwischen den Flüssen Rupel und Antwerp entnommen; die Daten für Schwebeteilchen beziehen sich auf Proben von Hoboken. Daten für Schwebeteilchen der Flüsse Rhein und Meuse stammen aus Rijkswaterstaat (1977-78). Die Grundsedimente aus den Flüssen Rhein und Meuse wurden im Bereich von Biesbosch entnommen, diejenigen aus der Ems am Ort Diele.

Konzentrationen in der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) von Sedimenten der Elbe und einiger Nebenflüsse im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, März 1972 und Februar 1973 (Probenahmestellen s. Karte 33):¹

Elbe

1 Gorleben	72 ppm
2 Kaltenhofen	68 ppm
3 Hitzacker	71 ppm
5 Bleckede	93 ppm
6 Alt Gorge	109 ppm
7 Horntorf	136 ppm
8 Schwinde	99 ppm
10 Harburger Schleuse	99 ppm
11 Hamburg-N.	106 ppm
12 Grünendeich	40 ppm
13 Twielenfleth	61 ppm
14 Stadersand	63 ppm
15 Abbenfleth	62 ppm
16 Krautsand	68 ppm
17 Wischafen	51 ppm
18 Brookdorf	42 ppm
19 Brunsbüttelkoog	49 ppm

Nebenflüsse

Ilmenau	82 ppm
Lühe	82 ppm
Krückau	99 ppm

(Lit. F32)

Sedimente der Elbe im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, Tonfraktion $< 2 \mu\text{m}$, März 1972 und Februar 1973 (s. Karte 34):¹

Oberelbe (Stat. 1-11)

Mittel	95 ppm
Bereich (Min.-Max.)	71 - 136 ppm

Unterelbe (Stat. 12-19)

Mittel	55 ppm
Bereich (Min.-Max.)	42 - 68 ppm

(Lit. F32)

¹ Bestimmung: AAS

Konzentrationen in der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) der Sedimente von Fließgewässern im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, Winter 1971/72:¹

Rhein	Mittel	164 ppm
	Bereich (Min.-Max.)	50 - 416 ppm
Main	Mittel	128 ppm
	Bereich (Min.-Max.)	77 - 266 ppm
Neckar	Mittel	190 ppm
	Bereich (Min.-Max.)	83 - 136 ppm
Donau	Mittel	125 ppm
	Bereich (Min.-Max.)	96 - 165 ppm
Ems	Mittel	104 ppm
	Bereich (Min.-Max.)	77 - 123 ppm
Weser	Mittel	98 ppm
	Bereich	72 - 148 ppm
Elbe	Mittel	126 ppm
	Bereich (Min.-Max.)	110 - 137 ppm (Lit. F43)

Konzentrationen in der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) von Sedimenten der Bodenseezuflüsse, April 1973:¹

Steinach	168 ppm
Dornbirner Ach	228 ppm
Alter Rhein	362 ppm
Schussen	76 ppm
Argen	56 ppm
Seefelder Ach	76 ppm
Goldach	54 ppm
Neuer Rhein	56 ppm
Stockacher Ach	80 ppm
Sahnsach	74 ppm
Rotach	76 ppm
Bregenzer Ach	64 ppm
Leiblach	52 ppm
	(Lit. F32)

¹ Bestimmung: AAS; zum Vergleich: Durchschnittswert in tonigen Sedimentgesteinen: 68 ppm (nach Lit. T21)

Konzentrationen in der Tonfraktion ($< 2 \mu\text{m}$) der Sedimente vom Bodensee und vom Rhein im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, Winter 1971/72 (Probenahmestellen s. Karte 36):¹

Bodensee	102 ppm
Rhein, Station 1-8	152 ppm
Station 9-19	175 ppm

(Lit. F43)

Konzentrationen in Wesersedimenten (oberste Schicht zwischen 2 und 10 cm, Fraktion $< 63 \mu\text{m}$) zwischen Wesermündung nördlich von Bremerhaven bis hinter Verden/Alder (Probenahmen seit 1980, sechs mal in Vierteljahresabständen):¹

Mittelwerte	
entlang des Flusses	25 - 55 mg/kg TG
Dorum, außerhalb des Ästuars	15 mg/kg TG
Fedderwardersiel, Überwiegend	14 mg/kg TG
marines Sediment	(Lit. G28)

Konzentrationen im Oberflächensediment (Fraktion $< 63 \mu\text{m}$) des schleswigholsteinischen Wattenmeers (Nov. 1980):

Minimum	9 mg/kg
Maximum	83 mg/kg

(Lit. A35)

Konzentrationen in den Oberflächensedimenten der Ostsee, 1974 bis 1976 (s. auch Karten 22 und 23):²

Mittelwerte	
küstenfern	14 mg/kg TG
küstennah	11 mg/kg TG

(Lit. 005)

¹ Bestimmung: AAS

² Häufigste Sedimenttypen: Tonmudde und Sandmudde, häufigste Tonminerale: Illit und Kaolinit; natürlicher Background: 14 mg/kg TG; Bestimmung: AAS

Konzentrationen in einem Sedimentkern(Fraktion < 2 μm) südöstlich von Helgoland, Deutsche Bucht, Nordsee (August 1974):¹

Minimum ²	30 mg/kg TG
Maximum	45 mg/kg TG (Lit. F26)

Nordsee, Niederlande; Sedimente vor der Küste, berichtet 1983:⁴

70 km vor der Küste	44 mg/kg
0-20 km vor der Küste von Zeeland	29 mg/kg
0-20 km vor der Küste von Holland	38 mg/kg (Lit. D41)

Nordsee, Niederlande; Sedimente (Fraktion < 63 μm), berichtet 1983:⁴

s. Karte 37 und 38
(Lit. D41)

Sedimente des IJsselmeeres, Niederlande:⁵

Ketelmeer, 1977	67 mg/kg
IJsselmeer, 1977	30 mg/kg
IJsselmeer, 1933	39 mg/kg (Lit. S55)

¹ Trocknung bei 60 °C; Bestimmung: AAS

² entspr. dem geometrischen Untergrund in größerer Tiefe

³ in der Nähe der Sedimentoberfläche

⁴ aus: Lit. C49

⁵ Nach Korngrößenunterschieden korrigierte Werte; berechnete Werte bei 50 % < 16 μm . Keine Angaben zu FG oder TG; aus: Lit. S53

Konzentrationen in Schwebeteilchen, Niederlande (Zahlen in Klammern beziehen sich auf Probenahmestandorte, s. Karte 8):¹

IJsselmeer

Ketelmeer (1)	94 mg/kg
Eindeichung (2)	56 mg/kg

Haringvliet

Nieuw Merwede (3)	88 mg/kg
Amer (4)	88 mg/kg
Haringvlietdeich (5)	77 mg/kg (Lit. S53)

Konzentrationen in Oberflächensedimenten des Humber-Ästuars, Großbritannien (Fraktion < 90 µm) (s. Karte 20):

Südbank 53,1 mg/kg
Sept. 1981 und Febr. 1982

Nordbank
März und August 1982 37,0 mg/kg
(Lit. B99)

Dumpinggebiet im Humber-Ästuar, Nordost-England; Sedimente (Fraktion < 90 µm), berichtet 1979:²

s. Karte 39
(Lit. M51)

Dumpinggebiet 'Barrow Deep', Themse, U.K.; Sedimente (Fraktion < 90 µm), 1976:²

s. Karten 40 und 41
(Lit. N17)

¹ Probenahmen 3 bis 4 mal wöchentlich, 1977 und 1978; keine Angaben zu FG oder TG

² aus: Lit. C49

Konzentrationen im Sediment im marinen Bereich:

Gebiet	Konz. (mg/kg TG)	Lit.
Average nearshore Atlantic sediments	55	W 17
Baltic Sea	43	M 17
Gulf of Patra	31	H 23
Tasman Bay, New Zealand	219	B 49
Soanich Inlet, British Columbia	26 - 33	G 26
Firth of Clyde, UK (204 µm)	50	M 18
Firth of Clyde, UK Sludge disposal area (204 µm)	58 - 87	H 20
Firth of Clyde, UK Control area (204 µm)	14 - 50	H 20
Solway Firth, UK (204 µm)	38	P 33
Poole Harbour, UK	2 - 67	B 48
Severn Estuary, UK	36	C 18

aus: Lit. P30

Konzentration in Oberflächensedimenten des Looe-Ästuars,
Cornwall, U.K. (1975/76, Anzahl der Proben n = 20):¹

Bereich (Min.-Max.)	23,0 - 51,0 mg/kg TG
Mittel	34,0 mg/kg TG (Lit. B09)

¹ Bestimmung: AAS

Tasman-Bai, Neuseeland, Mittelwert	219,0 mg/kg TG (Lit. B49)
Gesamt-Ozeane, Mittelwert	232,0 mg/kg TG (Lit. E16)
Paria-Golf, Venezuela, Mittelwert	16,0 mg/kg TG (Lit. H23)
Puerto Rico, Karibisches Meer (n = 70)	20,0 - 190,0 mg/kg TG (Lit. L09)
Karibisches Meer (n = 18)	n.n. - 20,0 mg/kg TG (Lit. F20)
vor Conway, U.K.	20,0 - 30,0 mg/kg TG
Conway Bai, U.K.	30,0 - 60,0 mg/kg TG (Lit. E15)
Karibisches Meer (n = 18)	15,3 - 39,6 mg/kg TG (Lit. F20)
Puerto Rico, vor dem Anasco River (n = 10)	57,0 - 73,0 mg/kg TG (Lit. L25)

aus: Lit. B31

Konzentration in Sedimenten der Langebaan-Lagune an der Saldanha-Bucht, Südwestküste von Südafrika (berichtet 1976):^{1,2}

Bereich (Min.-Max.)	4 - 10 mg/kg TG
Mittel	6 mg/kg TG (Lit. W07)

Konzentration in küstennahen und Tiefwasser-Sedimenten aus dem Bereich der Bucht von Haifa, Mittelmeer, Israel (1974):^{1,3}

Bereich	2,3 - 9,3 mg/kg TG
Mittel	4,8 mg/kg TG (Lit. R05)

¹ Bestimmung: AAS

² Sedimentfraktion <210 µm

³ Trocknung bei 100 °C; analysiert wurde der Teil des gemahlenen Sediments, der durch ein Sieb mit Maschenweite 200 µm paßte.

Konzentration in Oberflächensedimenten des Tamar-Ästuars, Südwest-England, U.K. (1974, Anzahl der Proben n = 28):¹

Bereich (Min.-Max.)	33,0 - 64,0 mg/kg TG
Mittel	45,0 mg/kg TG (Lit. B10)

Konzentration in Oberflächensedimenten der Gezeitenzone des Gannel- und des Camel-Ästuars (3 bzw. 2 Probenahmestellen), Nordküste von Cornwall, U.K. (1974/75):¹

Gannel-Ästuar	
oberer Teil, Nov. 75	8,5 mg/kg TG
mittlerer Teil, Nov. 74	20,0 mg/kg TG
unterer Teil, Mai 74	17,0 mg/kg TG
Camel-Ästuar	
oberer Teil, Nov. 74	28,0 mg/kg TG
unterer Teil, Nov. 74	11,0 mg/kg TG (Lit. B23)

Konzentration in Sedimentproben,	berichtet 1985: ²
Hamilton Harbour	80 mg/kg TG
Portsmouth Harbour	56 mg/kg TG
Niagara-Mündung	80 mg/kg TG
Ontario-See	65 mg/kg TG (Lit. M38)

Konzentrationen in Sedimenten aus einem Dumping-Gebiet in der Bucht von New York, USA (Juli/August 1975, Wassertiefe 1688 - 2818 m, 9 Probenahmestellen):³

Bereich der Mittelwerte	< 7,4 - 33,1 mg/kg TG (Lit. G20)
-------------------------	-------------------------------------

¹ luftgetrocknet; Bestimmung: AAS

² Sediment: 56-66 % Ton (< 4 µm), 34-44 % Schluff (< 4-63 µm); Bestimmung: Röntgenfluoreszenzspektrometrie

³ Bestimmung: AAS

3. NICKEL-KONZENTRATIONEN, PFLANZLICHE ORGANISMEN

3.1 Spermatophyta (Samenpflanzen)

3.1.1 Monocotyledoneae - Einkeimblättrige

Anacharis canadensis¹

Aquatisches System (Seen und Flüsse), Kanada

1974 18 - 510 mg/kg
 (Lit. H19)

Cymodocea sp.²

Punta Higuera, Puerto Rico 19,0 - 29,0 mg/kg TG
 1,5 - 2,6 mg/kg FG
 (Lit. S49)

Phalaris arundinacea³

Leine im Raum Göttingen, Bundesrepublik
Deutschland (s. Karte 6)

berichtet 1980

Mittelwerte in chlorophyllhaltigen
Pflanzenteilen (jeweils 4 Parallelen)

Station 1	7,4 mg/kg TG
Station 2 (stärker belastet)	7,3 mg/kg TG (Lit. A17)

Potamogeton sp.¹

Aquatisches System (Seen und Flüsse), Kanada

1974

Blätter	39 - 690 mg/kg
Stiele	7 - 255 mg/kg (Lit. H19)

¹ Bestimmung: AAS; pH-Wert des Wassers: 7,1 - 7,3; Konz. im Wasser: 2 - 42 µg/l, Konz. in Sedimenten: 13 - 224 mg/kg; nicht eindeutig, ob es sich um FG oder TG handelt

² aus: Lit. B31

³ Trocknung bei 70 °C, Bestimmung: AAS; Konz. im Wasser: Station 1 (vor Kläranlage) 3,0 µg Ni/l, Station 2 (hinter Kläranlage) 3,8 µg Ni/l

Potamogeton pectinatus¹

Leine im Raum Göttingen, Bundesrepublik
Deutschland (s. Karte 6)

berichtet 1980

Mittelwerte Gesamtpflanze ohne Wurzel
(jeweils 4 Parallelen)

Station 1

9,2 mg/kg TG

Station 2 (stärker belastet)

15,8 mg/kg TG

(Lit. A17)

Thalassia testudinum²

Punta Higuera, Puerto Rico

Mittelwert, n = 1

7,14 mg/kg TG

(Lit. L09)

Zannichellia palustris¹

Leine im Raum Göttingen, Bundesrepublik
Deutschland (s. Karte 6)

berichtet 1980

Mittelwerte Gesamtpflanze ohne Wurzel
(jeweils 4 Parallelen):

Station 1

7,1 mg/kg TG

Station 2 (stärker belastet)

10,7 mg/kg TG

(Lit. A17)

¹ Trocknung bei 70 °C, Bestimmung: AAS; Konz. im Wasser: Station 1 (vor Kläranlage) 3,0 µg Ni/l, Station 2 (hinter Kläranlage) 3,8 µg Ni/l

² aus: Lit. B31

3.1.2 Dicotyledoneae - Zweikeimblättrige

Nuphar variegatum¹

Aquatisches System (Seen und Flüsse), Kanada
1974

Blätter	8 - 62 mg/kg
Petiolen	5 - 35 mg/kg
Blütenstiele	3 - 9 mg/kg
Wurzeln	5 - 14 mg/kg (Lit. H19)

3.2 Pteridophyta (Gefäß-Sporenpflanzen)

Sphenopsida - Schachtelhalme

Equisetum palustre¹

aquatisches System (Seen und Flüsse), Kanada
1974

Wurzeln	24 - 290 mg/kg
Stiele	8 - 165 mg/kg (Lit. H19)

¹ Bestimmung: AAS; pH-Wert des Wassers: 7,1 - 7,3; Konz. im Wasser: 2 - 42 µg/l, Konz. in Sedimenten: 13 - 224 mg/kg; nicht eindeutig, ob es sich um FG oder TG handelt

3.3 Phycophyta (Algen)

3.3.1 Diatomophyceae - Kieselalgen

Chaetoceros curvistus¹

Schwarzes Meer

1959/60

0,01 - 0,015 % AG
(Lit. V01)

Melosira granulata¹

Schwarzes Meer

1959/60

0,004 - 0,005 % AG
(Lit. V01)

Nitzschia seriata¹

Schwarzes Meer

1959/60

0,004 - 0,006 % AG
(Lit. V01)

Rhizosolenia calcar avis¹

Schwarzes Meer

1959/60

0,006 - 0,008 % AG
(Lit. V01)

Nachtrag

Asterionella japonica²

experimentell

< 12 mg/kg TG
(Lit. R04)

¹ Bestimmung: spektrographisch

² Salinität ca. 22‰ ; pH 7,6-7,8, Wachstumsdauer ca. 20-30 Tage;
Trocknung bei 105 °C; Bestimmung: spektrographisch

3.3.2 Phaeophyceae - Braunalgen

Ascophyllum nodosum¹

Trondheimfjord, Norwegen

Sept. 1972, 17 Standorte

gesamt

1,0 - 22,0 mg/kg TG

Feb. 1973, 1 Standort

gesamt

3,0 mg/kg TG

(Lit. L14)

Ascophyllum nodosum^{1,2}

Menai Straits, U.K.

Okt.-Nov. 1972, n = 20

4,5 - 6,3 mg/kg TG

(Lit. F03)

Ascophyllum nodosum

Fal-Ästuar, U.K.

berichtet 1985

Falmouth Beach, Kontrollstelle

Spitze und 1. Bläschen 0,37 mg/kg TG

1. Internodium und 2. Bläschen 0,59 mg/kg TG

2. Internodium und 3. Bläschen 0,94 mg/kg TG

oberhalb vom Pandora-Inn, kontaminiert

Spitze und 1. Bläschen 1,29 mg/kg TG

1. Internodium und 2. Bläschen 1,39 mg/kg TG

2. Internodium und 3. Bläschen 1,82 mg/kg TG

(Lit. B105)

Chorda filum³

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)

Juni 1971

Station 39, Tiefe 0-2 m

10,3 mg/kg TG

(Lit. H30)

¹ Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: AAS

² Konz. im Wasser: 1,2 µg/l

³ aus: Lit. N11

Desmarestia viridis¹

japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

3,0 mg/kg TG
(Lit. I05)

Dictyopteris justii¹

japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

3,93 mg/kg FG
(Lit. I05)

Dictyota divaricata²

japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

9,71 mg/kg FG
(Lit. I05)

Fucus spp.³

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 22

ältere Pflanzenteile

Bereich (Min.-Max.)

5,7 - 13,6 mg/kg TG

Mittel

9,7 mg/kg TG

(Lit. B09)

Fucus spp.⁴

Pflanzen ohne blattähnliche Thalli

Küstengebiete der Britischen Inseln (s. Karte 26)

1970

Gebiet 1

(Anzahl der Probenahmestellen n = 7)

Bereich 3,4 - 18,0 mg/kg TG

geom. Mittel 5,5 mg/kg TG

Gebiet 2

(Anzahl der Probenahmestellen n = 7)

Bereich 2,9 - 9,5 mg/kg TG

geom. Mittel 4,3 mg/kg TG

(Forts.)

¹ aus: Lit. B31

² aus: Lit. L24

³ Bestimmung: AAS

⁴ vorwiegend Fucus vesiculosus; Trocknung bei 105 °C; Bestimmung:AAS

(Forts.)

Gebiet 3

(Anzahl der Probenahmestellen n = 13)

Bereich	5,0 - 9,8 mg/kg TG
geom. Mittel	6,7 mg/kg TG

Gebiet 4

(Anzahl der Probenahmestellen n = 7)

Bereich	1,8 - 8,4 mg/kg TG
geom. Mittel	4,1 mg/kg TG

Gebiet 5

(Anzahl der Probenahmestellen n = 6)

Bereich	2,9 - 10,9 mg/kg TG
geom. Mittel	6,0 mg/kg TG
(Lit. P05)	

Fucus inflatus¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)

Mai 1971

Station 33 b, n = 5	n.d.
---------------------	------

Juli 1971

Station 33 b, n = 5	n.d.
---------------------	------

Mai 1971

Station 33 c, n = 5	n.d.
---------------------	------

Juli 1971

Station 33 c, n = 5	25,0 mg/kg TG (Lit. H30)
---------------------	-----------------------------

Fucus serratus¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 14)

11.4.1975

Gesamt-Thallus, ausgenommen

Stiel und Receptaceln

Station 2, Tiefe 2,5-7 m	3,2 mg/kg TG
--------------------------	--------------

Station 3, Tiefe 4-7 m	3,2 mg/kg TG (Lit. W26)
------------------------	----------------------------

¹ aus: Lit. N11

Fucus serratus¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)

Juli 1971, Station 32

n = 5

(16,8 - 26,0) 20,9 mg/kg TG

Mai 1971, Station 33 a

n = 5

n.d.

Juli 1971, Station 33 a

n = 5

(35,8 - 84) 45,8 mg/kg TG

Mai 1971, Station 33 b

n = 5

n.d.

Juli 1971, Station 33 b

n = 5

(18,5 - 29,1) 23,5 mg/kg TG

Mai 1971, Station 33 c

n = 5

n.d.

Juli 1971, Station 33 c

n = 5

(26,5 - 32,8) 30,1 mg/kg TG

Juli 1971, Station 34

n = 5

21,7 mg/kg TG

Juli 1971, Station 37

n = 5

n.d.

Juli 1971, Station 38

n = 5

n.d.

Juni/Juli 1971, Station 39

Tiefe 0-2 m, n = 5

(9,2 - 38,1) 12,7 mg/kg TG

Juli 1971, Station 40

Tiefe 0-3 m, n = 5

(9,7 - 20,3) 17,6 mg/kg TG

Sept. 1971, Station 54

äußerer Teil des Thallus, n = 5

5,9 mg/kg TG

Sept. 1971, Station 54

Basalteil des Thallus, n = 5

12 mg/kg TG

(Lit. H30)

¹ aus: Lit. N11

Fucus serratus¹

Aberystwyth und Nefyn, Cardigan Bay,
Wales, U.K. (s. Karte 10)

Mittelwerte

Juni 1969

Aberystwyth

11,4 mg/kg TG

Nefyn

10,7 mg/kg TG

Sept. 1969

Aberystwyth

7,8 mg/kg TG

Nefyn

9,0 mg/kg TG

Jan. 1970

Nefyn

17,9 mg/kg TG

März 1970

Aberystwyth

19,9 mg/kg TG

Nefyn

18,5 mg/kg TG

Juni 1970

Aberystwyth

11,6 mg/kg TG

Nefyn

13,0 mg/kg TG

Sept. 1970

Aberystwyth

13,0 mg/kg TG

Nefyn

12,3 mg/kg TG

Febr. 1971

Aberystwyth

9,5 mg/kg TG

Nefyn

15,6 mg/kg TG

(Lit. F28)

Fucus vesiculosus

Fal-Ästuar, U.K.

berichtet 1985

Falmouth Beach, Kontrollstelle

3,2 mg/kg TG

älteres Pflanzengewebe

oberhalb vom Pandora Inn, kontaminiert

3,65mg/kg TG

älteres Pflanzengewebe

(Lit. B105)

¹ luftgetrocknete Proben, Bestimmung: AAS

Fucus vesiculosus

berichtet 1985

älterer Thallus

Severn-Ästuar (New Passage), U.K.

Cumbrian Coast (St. Bees), U.K.

18,7 mg/kg TG

5,0 mg/kg TG

(Lit. B105)

Fucus vesiculosus^{1,2}

1976-1980

Wembury, U.K.

4,5 mg/kg TG

Plym-Ästuar, U.K.

5,9 mg/kg TG

oberes Severn-Ästuar, U.K.

36 mg/kg TG

Fal-Ästuar, U.K.

14 mg/kg TG

(Lit. B81)

Fucus vesiculosus^{1,3,4}

Menai Straits, U.K.

Okt.-Nov. 1972, n = 20

7,1 - 8,9 mg/kg TG

(Lit. F03)

Fucus vesiculosus^{1,3}

Tamar-Ästuar, Südwest-England, U.K.

Nov. 1974, Anzahl der Proben n = 9

Bereich (Min.-Max.)

0,7 - 4,8 mg/kg TG

Mittel

3,5 mg/kg TG

(Lit. B10)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 70 °C

³ Trocknung bei 105 °C

⁴ Konz. im Wasser: 1,2 µg/l

Fucus vesiculosus^{1,2}

Aberystwyth und Nefyn, Cardigan Bay,
Wales, U.K. (s. Karte 10)

Mittelwerte

Juni 1969

Aberystwyth 11,0 mg/kg TG

Nefyn 11,8 mg/kg TG

Sept. 1969

Aberystwyth 8,4 mg/kg TG

Nefyn 9,5 mg/kg TG

Jan. 1970

Nefyn 16,0 mg/kg TG

März 1970

Aberystwyth 19,7 mg/kg TG

Nefyn 14,2 mg/kg TG

Juni 1970

Aberystwyth 12,7 mg/kg TG

Nefyn 13,2 mg/kg TG

Sept. 1970

Aberystwyth 9,6 mg/kg TG

Nefyn 8,6 mg/kg TG

Febr. 1971

Aberystwyth 10,6 mg/kg TG

Nefyn 12,3 mg/kg TG

(Lit. F28)

Fucus vesiculosus^{1,3}

Trondheimfjord, Norwegen

Sept. 1972, 1 Standort

gesamt 7,0 mg/kg TG

Febr. 1973, 1 Standort

gesamt 2,0 mg/kg TG

(Lit. L14)

¹ Bestimmung: AAS

² luftgetrocknete Proben

³ Trocknung bei 105 °C

Fucus vesiculosus¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)

Juli 1971

Station 32, n = 5

10,7 mg/kg TG

Mai 1971

Station 33 a, n = 5

n.d.

Mai 1971

Station 33 b, n = 5

n.d.

Okt. 1971

Station 33 b, n = 5

16,7 mg/kg TG

Juli 1971

Station 33 c, n = 5

29,5 mg/kg TG

Juli 1971

Station 38, n = 5

35,0 mg/kg TG

Juli 1971, Tiefe 0-2 m

Station 39, n = 5

(14,2 - 31,4) 21,2 mg/kg TG

Sept. 1971

Äußerer Teil des Thallus

Station 54, n = 5

2,9 mg/kg TG

Sept. 1971

Basalteil am Thallus

Station 54, n = 5

0,5 mg/kg TG

(Lit. H30)

Fucus vesiculosus²

japanische Küsten

n = 76

1,2 - 22,2 mg/kg TG

(Lit. P05)

Halidrys siliquosa¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 14)

11.4.1975

Gesamt-Thallus, ausgenommen

Stiel und Receptaceln

Station 1, Tiefe 6-11 m

< 2 mg/kg TG

Station 4, Tiefe 8 m

< 2 mg/kg TG

Station 6, Tiefe 4-12 m

< 2 mg/kg TG

Station 7, Tiefe 6-10 m

< 2 mg/kg TG

Station 8, Tiefe 6-10 m

< 2 mg/kg TG

(Lit. W26)

¹ aus: Lit. N11

² aus: Lit. L24

Laminaria digitata¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)

Station 33

Mai 1971

Juli 1971

n.d.

24,3 mg/kg TG

(Lit. H30)

Laminaria digitata¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 14)

11.4.1975

Basalteil der Lamina

Station 1, Tiefe 6-11 m

< 2 mg/kg TG

Station 2, Tiefe 2,5-7 m

3,3 mg/kg TG

Station 4, Tiefe 8 m

< 2 mg/kg TG

(Lit. W26)

Laminaria digitata¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 15)

4.5.1976

15 cm breites Segment, 5 cm

oberhalb der Übergangszone

zwischen Stiel und Lamina

Station 1, Tiefe 7 m

0,6 mg/kg TG

Station 2, Tiefe 5 m

0,5 mg/kg TG

Station 3, Tiefe 4 m

0,6 mg/kg TG

Station 4, Tiefe 4 m

0,6 mg/kg TG

Station 5, Tiefe 6 m

< 0,2 mg/kg TG

Station 6

0,5 mg/kg TG

Station 7, Tiefe 4 m

0,6 mg/kg TG

Station 8, Tiefe 4 m

0,7 mg/kg TG

(Lit. W27)

Laminaria digitata¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 15)

21.4.1977

15 cm breites Segment, 5 cm

oberhalb der Übergangszone

zwischen Stiel und Lamina

Station 1

< 0,3 mg/kg TG

Station 2

< 0,3 mg/kg TG

Station 4

< 0,3 mg/kg TG

Station 5

< 0,3 mg/kg TG

Station 6

< 0,3 mg/kg TG

Station 8

< 0,3 mg/kg TG

(Lit. W28)

¹ aus: Lit. N11

Laminaria saccharina¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)
Sept. 1971, Station 54

n.d.
(Lit. H30)

Laminaria saccharina¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 14)

11.4.1975

Basalteil der Lamina

Station 1, Tiefe 6-11 m	< 2 mg/kg TG
Station 2, Tiefe 2,5-7 m	< 2 mg/kg TG
Station 3, Tiefe 4-7 m	< 2 mg/kg TG
Station 4, Tiefe 8 m	< 2 mg/kg TG
Station 8, Tiefe 6-10 m	< 2 mg/kg TG (Lit. W26)

Laminaria saccharina¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 15)

4.5.1976

15 cm breites Segment, 5 cm
oberhalb der Übergangszone
zwischen Stiel und Lamina

Station 2, Tiefe 5 m	< 0,4 mg/kg TG
Station 3, Tiefe 4 m	0,9 mg/kg TG
Station 4, Tiefe 4 m	1,9 mg/kg TG
Station 5, Tiefe 6 m	< 0,4 mg/kg TG
Station 6	0,9 mg/kg TG
Station 7, Tiefe 4 m	< 0,4 mg/kg TG
Station 8, Tiefe 4 m	1,5 mg/kg TG (Lit. W27)

¹ aus: Lit. N11

Laminaria saccharina¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 15)

21.4.1977

15 cm breites Segment, 5 cm
oberhalb der Übergangszone
zwischen Stiel und Lamina

Station 2, Tiefe 4 m	0,4 mg/kg TG
Station 1, Tiefe 2-4 m	< 0,3 mg/kg TG
Station 3, Tiefe 4 m	0,4 mg/kg TG
Station 4, Tiefe 5 m	< 0,3 mg/kg TG
Station 5, Tiefe 4-5 m	< 0,3 mg/kg TG
Station 6, Tiefe 5 m	< 0,3 mg/kg TG
Station 7, Tiefe 5 m	< 0,3 mg/kg TG
Station 8, Tiefe 4-5 m	< 0,3 mg/kg TG

(Lit. W28)

Padina sp.²

Puerto Rico, Westküste

5,0 - 9,0 mg/kg FG

40,0 - 55,0 mg/kg TG

(Lit. L24)

Pelvetia canaliculata³

Trondheimfjord, Norwegen

Sept. 1972, 1 Standort

gesamt

1,0 mg/kg TG

(Lit. L14)

Sargassum sp.³

Tarapur, Indien

Gebiet, in das Abwässer aus einem
Kernkraftwerk eingeleitet werden
(19° 54' N, 72° 41' O)

berichtet 1973

6,8 mg/kg TG

(Lit. P14)

¹ aus: Lit. N11

² aus: Lit. B31

³ Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: AAS

<u>Sargassum</u> sp. ¹		
Karibisches Meer		
n = 5	5,3 - 7,9 mg/kg TG	(Lit. F20)
<u>Sargassum</u> sp. ¹		
Puerto Rico, Westküste	30,0 mg/kg TG	(Lit. L24)
<u>Sargassum giganteifolium</u> ²		
Japanische Küsten		
n = 2	0,36 - 0,72 mg/kg TG	(Lit. I05)
<u>Sargassum tenuifolium</u> ²		
Japanische Küsten		
Mittelwert, n = 1	5,54 mg/kg TG	(Lit. I05)
<u>Sargassum thunbergii</u> ²		
Japanische Küsten		
n = 9	2,74 - 7,92 mg/kg TG	(Lit. I05)
<u>Sargassum tortile</u> ²		
Japanische Küsten		
n = 2	0,59 - 1,08 mg/kg TG	(Lit. I05)
<u>Scytoniphon lomentaria</u> ³		
Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)		
Mai 1971, Station 33	(8,7 - 10,3) 9,6 mg/kg TG	
Juni 1971, Station 39		
Tiefe 0-2 m	8,5 mg/kg TG	
		(Lit. H30)

¹ aus: Lit. B31

² aus: Lit. L24

³ aus: Lit. N11

Nachtrag

Fucus vesiculosus

Gullmarsfjord, Archipel
des Skagerrak, Schweden
1980-1982

5,07 mg/kg TG
(Lit. C49)

Fucus vesiculosus¹

Küste des Bristol Channel, UK
Anzahl der Probenahmestellen n = 8
Juni 1971
Bereich der Mittelwerte

10,47 - 29,60 mg/kg TG
(Lit. F30)

Hizikia fusiforme²

Pazifischer Ozean, Japan
berichtet 1978
Gesamtalge

4,6 mg/kg TG
(Lit. I03)

Sargassum horneri²

Pazifischer Ozean, Japan
berichtet 1978
Gesamtalge

2,2 mg/kg TG
(Lit. I03)

Sargassum kjellmanianum²

Pazifischer Ozean, Japan
berichtet 1978
Gesamtalge

3,2 mg/kg TG
(Lit. I03)

¹ Lufttrocknung, Trockenveraschung bei 475 °C; Bestimmung: AAS

² Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierung

<u>Sargassum ringgoldianum</u> ¹	Pazifischer Ozean, Japan	Gesamtalge	2,1 mg/kg TG (Lit. I03)
	berichtet 1978		
<u>Sargassum sagamianum</u> ¹	Pazifischer Ozean, Japan	Gesamtalge	2,4 mg/kg TG (Lit. I03)
	berichtet 1978		
<u>Sargassum thunbergii</u> ¹	Pazifischer Ozean, Japan	Gesamtalge	2,8 mg/kg TG (Lit. I03)
	berichtet 1978		
<u>Undaria pinnatifida</u> ¹	Pazifischer Ozean, Japan	Gesamtalge	4,6 mg/kg TG (Lit. I03)
	berichtet 1978		

¹ Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierung

3.3.3 Rhodophyceae - Rotalgen

Ceratodictyum spongiosum¹

Japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

5,04 mg/kg TG
(Lit. I05)

Corallina virgata

Strand von Haifa, Mittelmeerküste, Israel

1974, Anzahl der Proben n = 3

5,8 mg/kg TG
(Lit. R05)

Dumontia incrassata²

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)

Juni 1971

Station 39, Tiefe 0-2 m

5,0 mg/kg TG
(Lit. H30)

Gracilaria sp.³

Tarapur, Indien

Gebiet, in das Abwässer aus einem
Kernkraftwerk eingeleitet werden
(19° 54' N, 72° 41' O)

berichtet 1973

2,0 mg/kg TG
(Lit. P14)

Polysiphonia urceolata¹

Japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

3,68 mg/kg TG
(Lit. I05)

¹ aus: Lit. B31

² aus: Lit. N11

³ Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: AAS

Porphyra umbilicalis¹

Küstengebiete der Irischen See (s. Karte 25)

1970

Gebiet 2

(Anzahl der Probenahmestellen n = 9)

Bereich	0,2 - 9,6 mg/kg TG
geom. Mittel	2,2 mg/kg TG

Gebiet 3

(Anzahl der Probenahmestellen n = 13)

Bereich	0,6 - 9,7 mg/kg TG
geom. Mittel	2,0 mg/kg TG (Lit. P05)

Spyridia filamentosa²

Cayo Enriquez, Puerto Rico

Mittelwerte

1,7 mg/kg FG
17,0 mg/kg TG (Lit. L25)

Nachtrag

Ahnfeltia paradoxa³

Pazifischer Ozean, Japan

berichtet 1978

Gesamtalge

3,9 mg/kg TG
(Lit. I03)

Chondrus ocellatus³

Pazifischer Ozean, Japan

berichtet 1978

Gesamtalge

6,9 mg/kg TG
(Lit. I03)

¹ Trocknung bei 105 °C; Bestimmung: AAS

² aus: Lit. B31

³ Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierung

3.3.4 Chlorophyceae - Grünalgen

Acrosiphonia centralis¹

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)

Juni 1971

Station 33 a, n = 5

8,7 mg/kg TG
(Lit. H30)

Caulerpa sp.²

Tarapur, Indien

Gebiet, in das Abwässer aus einem
Kernkraftwerk eingeleitet werden
(19° 54' N, 72° 41' O)

berichtet 1973

25,0 mg/kg TG
(Lit. P14)

Caulerpa okamurai³

japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

5,64 mg/kg TG
(Lit. I05)

Chaetomorpha crassa³

japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

0,75 mg/kg TG
(Lit. I05)

Chaetomorpha spiralis³

japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

1,66 mg/kg TG
(Lit. I05)

Cladophora fascicularis³

Punta Higuera, Puerto Rico

Mittelwert, n = 1

1,0 mg/kg FG
(Lit. S49)

¹ aus: Lit. N11

² Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: AAS

³ aus: Lit. B31

Cladophora glomerata¹

Leine im Raum Göttingen, Bundesrepublik
Deutschland (s. Karte 6)

berichtet 1980

Mittelwerte (jeweils 4 Parallelen)

Station 1

11,9 mg/kg TG

Station 2 (stärker belastet)

23,8 mg/kg TG

(Lit. A17)

Codium sp.²

Tarapur, Indien

Gebiet, in das Abwässer aus einem

Kernkraftwerk eingeleitet werden

(19° 54' N, 72° 41' O)

berichtet 1973

18,6 mg/kg TG

(Lit. P14)

Codium isthmocladum³

Punta Higuera, Puerto Rico

Mittelwert, n = 1

19,77 mg/kg FG

(Lit. S49)

Codium tomentosum

1974

Mittelmeerküste, Israel:

Acre 5,2 mg/kg TG

(Anzahl der Proben n = 5)

Ästuar des Na'amani-Flusses 5,3 mg/kg TG

(Anzahl der Proben n = 3)

Nahariya 5,5 mg/kg TG

(Anzahl der Proben n = 3)

(Lit. R05)

¹ Trocknung bei 70 °C, Bestimmung: AAS; Konz. im Wasser: Station 1 (vor Kläranlage) 3,0 µg Ni/l, Station 2 (hinter Kläranlage) 3,8 µg Ni/l

² Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: AAS

³ aus: Lit. B31

Enteromorpha sp.¹

Tarapur, Indien

Gebiet, in das Abwässer aus einem
Kernkraftwerk eingeleitet werden
(19° 54' N, 72° 41' O)

berichtet 1973

27,5 mg/kg TG
(Lit. P14)

Enteromorpha compressa²

japanische Küsten

Mittelwert, n = 1

6,41 mg/kg TG
(Lit. I05)

Enteromorpha intestinalis

Gesamt-Thallus

berichtet 1985

Severn-Ästuar (New Passage), U.K.
Cumbrian Coast (St. Bees), U.K.

4,66 mg/kg TG
4,8 mg/kg TG
(Lit. B105)

Enteromorpha intestinalis³

Kattegat, Gebiet V (s. Karte 13)

Juli 1971

Station 37, n = 5

n.d.

Juli 1971

Station 38, n = 5

23,8 mg/kg TG

Juni 1971

Station 39, n = 5

18,1 mg/kg TG

Juli 1971

Station 39, n = 5

26,7 mg/kg TG

Sept. 1971

Station 54, n = 5

1,2 mg/kg TG

(Lit. H30)

¹ Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: AAS

² aus: Lit. B31

³ aus: Lit. N11

Monostroma nitidum¹

japanische Küsten
Mittelwert, n = 1
)

1,43 mg/kg TG
(Lit. I05)

Udotea flabellum¹

Joyuda, Puerto Rico
n = 52

25,0 - 150,0 mg/kg TG
(Lit. L09)

Ulva sp.²

Tarapur, Indien
Gebiet, in das Abwässer aus einem
Kernkraftwerk eingeleitet werden
(19° 54' N, 72° 41' 0)
berichtet 1973

9,0 mg/kg TG
(Lit. P14)

Ulva conglobata¹

japanische Küsten
Mittelwert, n = 1

1,57 mg/kg TG
(Lit. I05)

Nachtrag

Chlamydomonas sp.³

experimentell

7,1 mg/kg TG
(Lit. R04)

¹ aus: Lit. B31

² Trocknung bei 105 °C; Bestimmung: AAS

³ Salinität ca. 22 %, pH 7,6-7,8, Wachstumsdauer ca. 20-30 Tage;
Trocknung bei 105 °C; Bestimmung: spektrographisch

<u>Chlorella salina</u> ¹		
experimentell	3,1 mg/kg TG (Lit. R04)	
<u>Dunaliella primolecta</u> ¹		
experimentell	6,4 mg/kg TG (Lit. R04)	
<u>Dunaliella tertiolecta</u> ¹		
experimentell	4,3 mg/kg TG (Lit. R04)	
<u>Stichococcus bacillaris</u> ¹		
experimentell	2,9 mg/kg TG (Lit. R04)	
<u>Ulva lactuca</u> ²		
Atlantische Küste, Kanada		
Gesamtalge	>2,0 mg/kg TG (Lit. Y01)	
<u>Ulva pertussa</u> ³		
Pazifischer Ozean, Japan		
berichtet 1978		
Gesamtalge	2,3 mg/kg TG (Lit. I03)	

¹ Salinität ca. 22 %; pH 7,6-7,8, Wachstumsdauer ca. 20-30 Tage; Trocknung bei 105 °C; Bestimmung: spektrographisch

² Trocknung bei 105 °C

³ Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierung

3.3.5 Heterogeneratae

Eisenia bicyclis¹

Japanische Küsten

n = 6

0,44 - 1,7 mg/kg TG
(Lit. IO5)

Eisenia bicyclis²

Pazifischer Ozean, Japan

berichtet 1978

Gesamtalge

2,5 mg/kg TG
(Lit. IO3)

3.3.6 Nachtrag

Chrysophyceae

Monochrysis lutheri³

experimentell

7,5 mg/kg TG
(Lit. RO4)

Phaeodactylum tricornutum³

experimentell

6,2 mg/kg TG
(Lit. RO4)

Pseudopedinella pyriformis³

experimentell

4,9 mg/kg TG
(Lit. RO4)

Prasinophyceae

Hetromastix longifillis³

experimentell

10,3 mg/kg TG
(Lit. RO4)

¹ aus: Lit. B31

² Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierungsanalyse

³ Salinität ca. 22 ‰, pH 7,6-7,8, Wachstumsdauer ca. 20-30 Tage; Trocknung bei 105 °C; Bestimmung: spektrographisch

Micromonas squamata¹
experimentell 6,7 mg/kg TG
 (Lit. R04)

Tetraselmis tetratheloides¹
experimentell 5,6 mg/kg TG
 (Lit. R04)

Xanthophyceae

Olisthodiscus luteus¹
experimentell 2,7 mg/kg TG
 (Lit..R04)

3.4 Mycophyta (Pilze)

Ascomycetes - Schlauchpilze

Penicillium capitatum²
Punta Higuera, Puerto Rico
Mittelwert (n = 1) 8,99 mg/kg FG
 (Lit. S49)

¹ Salinität ca. 22 %, pH 7,6 - 7,8; Wachstumsdauer ca. 20-30 Tage; Trocknung bei 105 °C; Bestimmung: spektrographisch

² aus: Lit. B31

3.5 Allgemeines und Konzentrationsfaktoren

Nickel-Gehalte in Plankton aus der südlichen Ostsee, 1983. Konzentrationen in mg/kg Feuchtgewicht (FG) oder Trockengewicht (TG)

Probenahme- stelle	Wassergehalt der Planktonproben(%)	Konz.
A (1)	83,9	1,2 FG 7,5 TG
B (49)	81,7	2,0 FG 11 TG
C (59)	84,4	0,43 FG 2,8 TG
D (72)	79,6	6,6 FG 32 TG
E ("2")	81,3	1,5 FG 5,3 TG
F (G-2)	81,7	1,1 FG 6,0 TG
G (71)	84,5	0,53 FG 3,4 TG
H (38)	83,5	0,60 FG 10 TG
I (20)	84,5	1,4 FG 9,0 TG
J (31)	87,1	0,41 FG 3,2 TG

Standorte s. Karte 24

Fortsetzung

Fortsetzung der Tabelle:

Probenahme - stelle	Wassergehalt der Planktonproben(%)	Konz.
K (B-2)	80,6	1,5 FG 7,7 TG
L (B-3)	85,4	0,63 FG 4,3 TG
M (68)	88,5	0,22 FG 1,9 TG
N (67)	92,1	0,27 FG 3,4 TG
O (66)	90,5	0,21 FG 2,2 TG
P (65)	85,5	0,52 FG 3,6 TG
R (53)	84,0	1,1 FG 6,9 TG
S (B-4)	80,4	0,82 FG 4,2 TG
T (29)	89,4	0,53 FG 5,0 TG
W (16)	80,0	0,85 FG 4,3 TG

Standorte s. Karte 24 (Lit. FO4)

Konzentrationen in einem aquatischen System (Seen und Flüsse), Kanada (1974):

pH-Wert des Wassers	7,1 - 7,3
Konzentration im Wasser	2 - 42 µg/l
Konzentration in den Sedimenten ¹	13 - 22 ⁴ mg/kg
Periphyton ¹	34 - 826 mg/kg (Lit. H19)

Konzentrationen in Algen zahlreicher Seen in Kanada (berichtet 1985):²

Bereich der Mittelwerte	n.d. - 893,6 mg/kg TG (Lit. B74)
-------------------------	-------------------------------------

Sargassum und verschiedene Arten

Golf von Mexiko	
gesamt	0,9 - 15,6 mg/kg TG (Lit. T02)

Vorkommen von Scenedesmus acutiformis var. alternans und Chlorella fusca vacuolata in zwei mit Schwermetallen belasteten Seen in der Nähe von Schmelzöfen, Ontario, Kanada:

Cu-Konzentration im Wasser	etwa 0,7 mg/l
Ni-Konzentration im Wasser	etwa 3 mg/l (Lit. S28)

¹ nicht eindeutig, ob es sich um FG oder TG handelt

² Trocknung bei 60 °C, Bestimmung: AAS

Konzentrationsfaktor in Braunalgen, Irische See, 1970 (Anzahl der Probenahmestellen n = 18):¹

<u>Fucus vesiculosus</u>	$2,8 \times 10^3$
	(Lit. P05)

Konzentrationsfaktoren in Braunalgen, Menai Straits, U.K.:

<u>Ascophyllum nodosum</u>	$4,6 \times 10^3$
<u>Fucus vesiculosus</u>	$6,8 \times 10^3$
	(Lit. F03)

Konzentrationsfaktor in Rotalgen, Irische See, 1970 (Anzahl der Probenahmestellen n = 20):¹

<u>Porphyra umbilicalis</u>	$1,1 \times 10^3$
	(Lit. P05)

Konzentrationsfaktor in Grünalgen (Zellen, Expos.-Dauer 6 Tage, Nickel als Nickelnitrat oder Nickelsulfat):

<u>Scenedesmus acuminatus</u>	9,8
	(Lit. H37) ²

Anreicherungsfaktoren (Konzentration im Oberflächenwasser: 0,01 - 0,16 mg/l; Probenahmestandorte entlang der Ruhr sowie im Mündungsgebiet von Zuflüssen):

<u>Ranunculus fluitans</u>	Mittel	330
<u>Nuphar lutea</u>	Mittel	550
<u>Sagittaria sagittifolia</u>	Mittel	120
<u>Myriophyllum</u>	Mittel	320
(Lit. D32)		

¹ Konzentrationsfaktor = $\frac{\text{Konz. in der Pflanze (TG)}}{\text{Konz. im Meerwasser}}$

² aus: Lit. E03

Biokonzentrationsfaktoren für *Ulva lactuca*, Penang, Japan,
September 1977 bis Januar 1978, experimentell (Exposition 48 h):¹

Konzentration	Biokonzentrationsfaktor
50 mg/kg TG	146,4
100 mg/kg TG	73,2
200 mg/kg TG	25,8
300 mg/kg TG	14,6
500 mg/kg TG	10,0

(Lit. S12)

Nachtrag

Konzentrationsfaktor in *Sargassum*-Algen, Pazifischer Ozean,
Japan (berichtet 1978):

Gesamtalge	7 x 10
	(Lit. I03)

Biokonzentrationsfaktoren in *Ulva reticulata* nach 48h Exponierung
bei verschiedenen Konzentrationen im Medium (Meerwasser, Temp.
ca. 26 °C):

Konz. im Medium (mg/l)	Biokonzentrationsfaktor
50	146,4
100	73,2
200	25,8
300	14,6
500	10,0

(Lit. S12)

¹ Exposition der Thalli in filtriertem Meerwasser bei 26 °C und
einer 12 stündigen Licht-Dunkel-Periode von 13 500 Lux/Tag;
anschließend Exposition zu steigenden Nickel-Konzentrationen;
Trocknung bei 104 °C; Bestimmung: AAS

4. NICKEL-KONZENTRATIONEN, TIERISCHE ORGANISMEN

4.1 Protozoa (Einzeller)

Rhizopoda - Wurzelfüßler

Globigerina inflata¹

Tiefsee, $39^{\circ} 16' N$, $36^{\circ} 42' W$,

vor den Azoren

berichtet 1960

Schalen

ca. 23,9 mg/kg TG

(Lit. K06)

Globigerinoides rubra¹

Tiefsee, $10^{\circ} 33' N$, $57^{\circ} 20' W$,

vor der Mündung des Orinokô, Karibik

berichtet 1960

Schalen

ca. 15,7 mg/kg TG

Tiefsee, $25^{\circ} 52' N$, $19^{\circ} 03' W$,

südwestlich von Teneriffa, Kanarische

Inseln

berichtet 1960

Schalen

ca. 23,9 mg/kg TG

(Lit. K06)

Globorotalia truncatulinoides¹

Tiefsee, $25^{\circ} 52' N$, $19^{\circ} 03' W$,

südwestlich von Teneriffa, Kanarische

Inseln

berichtet 1960

Schalen

ca. 15,7 mg/kg TG

(Lit. K06)

¹ Angaben ursprünglich als NiO; Trocknung bei $100^{\circ}C$, Bestimmung: spektrographisch

4.2 Metazoa (Vielzeller)

4.2.1 Cnidaria (Nesseltiere)

4.2.1.1 Hydrozoa

Edwardsia danica¹

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 20-25 m

11 mg/kg TG
(Lit. E19)

Eusmilia fastigiata²

150 Fuß vom Anasco River, Puerto Rico

n = 2

48,0 - 58,0 mg/kg TG
(Lit. L09)

Meandrina meandrites²

150 Fuß vom Anasco River, Puerto Rico

n = 8

35,0 - 43,0 mg/kg TG
(Lit. L09)

Velella lata³

Probenahmestelle: 32° 41' N Breite,
121° 04' W Länge

Mai 1950

Gesamtorganismus (Mittel von 2 Analysen)

Länge 14,4 mm (n = 39)	0,0059 % Asche
Länge 24,4 mm (n = 31)	0,0033 % Asche
Länge 34,9 mm (n = 15)	0,0079 % Asche
Länge 53,8 mm (n = 8)	0,022 % Asche
Länge 84,6 mm (n = 6)	0,016 % Asche

(Lit. B14)

¹ aus: Lit. N11

² aus: Lit. B31

³ Trocknung bei 100 °C, Veraschung bei 800 °C

4.2.1.2 Scyphozoa

Cyanea capillata^{1,2}

Atlantik, Festlandsockel des Nordostens
der USA

April 1957

gesamt

< 1,0 mg/kg AG
(Lit. N02)

Metridium senile

Gullmarsfjord, Archipel des
Skagerrak, Schweden

1980-1982

1,13 mg/kg TG
(Lit. C49)

4.2.1.3 Anthozoa

Alcyonium digitatum³

berichtet 1970

17,0 mg/kg TG
(Lit. R07)

Manicina areolata⁴

150 Fuß vom Anasco River, Puerto Rico

n = 3

53,0 - 55,0 mg/kg TG
(Lit. L09)

Tealia felina³

berichtet 1970

3,3 mg/kg TG
(Lit. R07)

Nachtrag

Fungia (Verillofungia) concinna⁵

Großes Barrier-Riff, Australien

Dez. 1980 - Febr. 1981

Anzahl der Proben n = 4

Radialsegment

0,09 mg/kg TG
(Lit. D39)

¹ Plankton-Tauchnetz; Veraschung bei 450 °C. ² Bestimmung: spektrographisch. ³ Trocknung bei 60 °C; Bestimmung: AAS. ⁴ aus: Lit. B 31. ⁵ Trocknung bei 65 °C ; Bestimmung: AAS

Fungia (Fungia) fungites¹

Großes Barrier-Riff, Australien

Dez. 1980 - Febr. 1981

Anzahl der Proben n = 8

Radialsegment

< 0,03 - 0,15 mg/kg TG

(Lit. D39)

4.2.2 Ctenophora (Rippenquallen)

Atentaculata

Beroe cucumis^{2,3}

Atlantik, Festlandsockel des

Nordostens der USA

Januar 1957

< 1 mg/kg AG

(Lit. NO2)

Pleurobrachia pileus²

Schwarzes Meer

1959/60

0,005 % AG

(Lit. V01)

4.2.3 Aschelminthes (Nemathelminthes)

Priapulida

Halicypritus spinulosus⁴

Øresund (s. Karte 16)

Station 397, Tiefe 22 m

36,4 mg/kg TG

Station 390, Tiefe 8 m

25,1 mg/kg TG

Station 389, Tiefe 11 m

11,4 mg/kg TG

(Lit. B70)

¹ Trocknung bei 60 °C; Bestimmung: AAS

² Bestimmung: spektrographisch

³ Plankton-Schleppnetz, Oberflächenprobe; Veraschung bei 450 °C

⁴ aus: Lit. N11

4.2.4 Mollusca (Weichtiere)

4.2.4.1 Gastropoda - Schnecken

Aplysia benedicti^{1,2}

Tarapur, Indien

Gebiet, in das Abwässer aus einem
Kernkraftwerk eingeleitet werden
(19° 54' N, 72° 41' O)

Febr.-März 1970, Jan.-Mai 1971, Jan.-März 1972

Gesamt (inkl. Schale)

März 1970	8,6 mg/kg TG
April 1970	16,0 mg/kg TG
Febr. 1971	15,5 mg/kg TG
März 1971	9,0 mg/kg TG
April 1971	5,0 mg/kg TG
Ctenidie	8,0 mg/kg TG
Fortpflanzungsorgane	10,0 mg/kg TG
Parapodie	5,0 mg/kg TG
Hepatopankreas	15,0 mg/kg TG
Buccalmasse	10,0 mg/kg TG
Darm - Buccalmasse	13,0 mg/kg TG
Darm + Buccalmasse	25,0 mg/kg TG
Darminhalt	15,0 mg/kg TG

(Lit. P14)

Buccinum undatum^{1,3}

Nordseite des Solent, nahe bei Lee-on-Solent,

Irische See, U.K.

berichtet 1971

Schale	0,12 mg/kg TG
Weichteile	0,60 mg/kg TG

(Lit. S15)

¹ Bestimmung: AAS

² überwiegend Trocknung bei 105 °C (in einigen Fällen Gefriertrocknung)

³ Trocknung bei 60 °C

Buccinum undatum¹

Øresund (s. Karte 16)

23.10.1972

Station 395, Tiefe 21 m

6,8 mg/kg TG

Oktober 1972

Station 403, Tiefe 31-46 m

2,0 mg/kg TG

30.10.1972

Station 398, Tiefe 15 m

15,8 mg/kg TG

Oktober 1972

Station 400, Tiefe 12-18 m

21,9 mg/kg TG

23.10.1972

Station 393, Tiefe 21 m

12,9 mg/kg TG

(Lit. B70)

Clione limacina²

Atlantik, Festlandsockel des Nordostens
der USA

April 1957

gesamt

4,0 mg/kg AG

(Lit. NO2)

Crepidula fornicata³

Nordseite des Solent, nahe bei Lee-on-Solent,
Irische See, U.K.

berichtet 1971

Schale

1,6 mg/kg TG

Weichteile

850 mg/kg TG

(Lit. S15)

Limacina retroversa²

Atlantik, Festlandsockel des Nordostens
der USA

April 1957

gesamt

2,0 mg/kg AG

(Lit. NO2)

¹ aus: Lit. N11

² Plankton-Schleppnetz, Oberflächenprobe; Veraschung bei 450 °C,
Bestimmung: spektrographisch

³ Trocknung bei 60 °C, Bestimmung: AAS

Littorina littoralis^{1,2}

1976-1980

Wembury, U.K.	1,5 mg/kg TG
Plym-Ästuar, U.K.	3,1 mg/kg TG
oberes Severn-Ästuar, U.K.	3,2 mg/kg TG
Fal-Ästuar, U.K.	16,4 mg/kg TG (Lit. B81)

Littorina littorea¹

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 12

Weichteile + Operculum	2,2 - 4,1 mg/kg TG
	(Lit. B09)

Littorina littorea

verschiedene Ästuare, U.K.

Mersey (Egremont)	7,8 mg/kg TG
Thames (Grays)	5,5 mg/kg TG
Fal (Restronguet Pt.)	7,0 mg/kg TG
Lune (Mündung)	1,5 mg/kg TG
Falmouth (Strand)	
Mittelwert	1,3 mg/kg TG (Lit. B105)

Littorina littorea³

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972

Station 390, Tiefe 8 m

24,6 mg/kg TG
(Lit. B70)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 70 °C

³ aus: Lit. N11

Neptunea antiqua¹

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972

Station 393, Tiefe 21 m
Station 403, Tiefe 31-46 m

8,8 mg/kg TG
3,9 mg/kg TG

30.10.1972

Station 398, Tiefe 15 m

11,4 mg/kg TG

28.10.1972

Station 393, Tiefe 21 m
Station 391, Tiefe 13 m

11,1 mg/kg TG
3,8 mg/kg TG
(Lit. B70)

Nucella lapillus

berichtet 1985

St. Ives Bay, U.K.

ohne Zähne (n = 6)
mit Zähnen (n = 6)
Eingeweide (n = 5)
Fuß (n = 5)

0,61 mg/kg TG
0,63 mg/kg TG
0,97 mg/kg TG
0,06 mg/kg TG

Bristol Channel, U.K.

Weston

3,40 mg/kg TG

Fal-Ästuar, U.K.

Restronguet Pt.

1,60 mg/kg TG

Falmouth Beach

1,20 mg/kg TG

Wembury

1,64 mg/kg TG

Looe Beach

2,01 mg/kg TG

Isles of Scilly

1,64 mg/kg TG

(Lit. B105)

Nucella lapillus²

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 4

Weichteile + Operculum

1,4 - 4,1 mg/kg TG
(Lit. B09)

¹ aus: Lit. N11

² Bestimmung: AAS

Nucella lapillus^{1,2}

Irische See, in der Nähe von Port Erin,
Isle of Man, U.K.

berichtet 1971

Schale	0,25 mg/kg TG
Weichteile	2,4 mg/kg TG (Lit. S15)

Patella coerulea^{1,3}

Küste von Ras Beirut, Libanon

8 Probenahmestellen in der Gezeitenzone

Anzahl der Organismen jeweils n = 50

durchschnittl. Schalenlänge 2,5 cm,

durchschnittl. Breite 2,1 cm

Juli 1977

Weichteile	
Bereich	nd ⁴ - 75,9 mg/kg TG
Mittel	nd - 18,5 mg/kg FG 40,1 mg/kg TG 9,7 mg/kg FG
	(Lit. S17)

Patella vulgata^{1,5}

Weichteile

Küstengebiete der Irischen See (s. Karte 25)

1970

Gebiet 2

Anzahl der Probenahmestellen n = 9

Bereich	3,1 - 24,0 mg/kg TG
geom. Mittel	7,3 mg/kg TG

Gebiet 3

Anzahl der Probenahmestellen n = 8

Bereich	4,5 - 9,9 mg/kg TG
geom. Mittel	7,0 mg/kg TG

(Lit. P05)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 60 °C

³ Feuchtveraschung

⁴ nd = not detected

⁵ Trocknung bei 105 °C

Patella vulgata¹

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 9

Weichteile

1,7 - 3,7 mg/kg TG
(Lit. B09)

Patella vulgata^{1,2}

Irische See, in der Nähe von Port Erin,

Isle of Man, U.K.

berichtet 1971

Schale

0,54 mg/kg TG
2,5 mg/kg TG
(Lit. S15)

Weichteile

Patella vulgata^{1,3}

Trondheimfjord, Norwegen

Sept. 1972

7 Probenahmestellen

je Probenahmestelle ca. 15
Organismen

Organismenlänge 40-50 mm

Weichteile

4,0 - 11,0 mg/kg TG
3,0 - 7,0 mg/kg TG
(Lit. L14)

Schale

Patella vulgata

berichtet 1985

Fal-Ästuar, U.K.

1,85 mg/kg TG
1,22 mg/kg TG

Mylor Harbour

St. Ives Bay

Bristol Channel, U.K.

1,07 mg/kg TG
1,12 mg/kg TG

Portishead

3,57 mg/kg TG
(Lit. B105)

Duckpool

Isles of Scilly

Patella vulgata⁴

Weston, U.K.

4,50 mg/kg TG

Looe-Ästuar, U.K.

2,30 mg/kg TG
(Lit. B111)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 105 °C

³ Trocknung bei 60 °C

⁴ aus: Lit. B105

4.2.4.2 Lamellibranchiata - Muscheln

Abra alba¹

Øresund (s. Karte 16)

30.10.1972

Station 398, Tiefe 15 m

45,4 mg/kg TG
(Lit. B70)

Abra alba¹

Lillebaelt

Juli 1975

Gesamtorganismus
(versch. Wassertiefen und
Organismenlängen)

2,7 - 9,7 mg/kg TG
(Lit. E19)

Anodonta sp.²

See (Süßwasser) bei Aberffraw,
Anglesey, U.K.

berichtet 1971

Schale

Weichteile

1,2 mg/kg TG
0,35 mg/kg TG
(Lit. S15)

Astarte borealis¹

Øresund (s. Karte 16)

30.1.1972

Station 398, Tiefe 15 m

52,2 mg/kg TG
(Lit. B70)

Astarte elliptica¹

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 20-25 m

versch. Organismenlängen

Gesamtorganismus

3,7 - 9,0 mg/kg TG
(Lit. E19)

¹ aus: Lit. N11

² Trocknung bei 60 °C, Bestimmung: AAS

Brachydontes variabilis^{1,2}

Küste von Ras Beirut, Libanon

8 Probenahmestellen in der Gezeitenzone

Anzahl der Organismen jeweils n = 60

durchschnittl. Schalenlänge 2,3 cm,

durchschnittl. Breite 1,1 cm

Juli 1977

Weichteile

Bereich

nd³ - 98,4 mg/kg TG

nd - 19,5 mg/kg FG

37,0 mg/kg TG

6,1 mg/kg FG

(Lit. S17)

Mittel

Cardium edule^{1,4}

Nordseite des Solent, nahe bei Lee-on-Solent,

Irische See, U.K.

berichtet 1971

Schale

0,11 mg/kg TG

Weichteile

7,9 mg/kg TG

(Lit. S15)

Cardium ovale⁵

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 20-25 m

versch. Organismenlängen

Gesamtorganismus

5,6 - 12 mg/kg TG

(Lit. E19)

Cerastoderma edule¹

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 8

Weichteile

34,0 - 62,0 mg/kg TG

(Lit. B09)

¹ Bestimmung: AAS

² Feuchtveraschung

³ nd = not detected

⁴ Trocknung bei 60 °C

⁵ aus: Lit. N11

Cerastoderma edule

verschiedene Standorte, U.K.

berichtet 1985

Gannel (mittlerer)	126 mg/kg TG
Loughor (mittlerer)	50 mg/kg TG
Swansea Bay	107 mg/kg TG
Thames (Thorpe Bay)	165 mg/kg TG
Tees (unterer)	22 mg/kg TG
Torridge (Appledore)	27 mg/kg TG

(Lit. B105)

Cerastoderma edule¹

Poole Harbour, U.K.

174 mg/kg TG
(Lit. B113)

Chlamys opercularis²

Looe-Grounds, Cornwall, U.K.

ca. 10 km Entfernung von der Küste

1968/69

Weichteile, gesamt	1,56 mg/kg TG
Körperflüssigkeit	0,88 mg/kg TG
Mantel	0,60 mg/kg TG
Kiemen	1,57 mg/kg TG
Mitteldarmdrüse	4,25 mg/kg TG
Schließmuskel ³	0,17 mg/kg TG
Gonade + Fuß	0,63 mg/kg TG
Nieren	78,2 mg/kg TG

(Lit. B15)

¹ aus: Lit. B105

² Bestimmung: AAS

³ "striated adductor muscle"

Chlamys opercularis^{1,2}

Irische See, in der Nähe von Port Erin,
Isle of Man, U.K.
berichtet 1971

Schale

Probe 1	0,18 mg/kg TG
Probe 2	0,69 mg/kg TG (Lit. S15)

Choromytilus meridionalis¹

Gezeitenpfuhle am Bloubergstrand, wenige
km nördlich von Kapstadt, Südafrika
Juni (berichtet 1980), n = 17

Schalenlänge 62-78 mm
(ein Individuum 88 mm)

Konz.bereich, Gesamtkörper 0,39 - 1,09 mg/kg TG

Mittelwerte, Gesamtkörper

weiblich (n = 9) 0,85 mg/kg TG

männlich (n = 8) 0,71 mg/kg TG

Nov. (berichtet 1980), n = 16

Schalenlänge 53-79 mm

Konz.bereich, Gesamtkörper 0,66 - 1,86 mg/kg TG

Mittelwerte, Gesamtkörper

weiblich (n = 9) 1,16 mg/kg TG

männlich (n = 7) 0,95 mg/kg TG

(Lit. 004)

Choromytilus meridionalis^{1,3}

Saldanha-Bucht, Südwestküste von Südafrika

berichtet 1976

Weichteile

Stelle 1, Anzahl der Proben n = 24 2 mg/kg TG
mittleres TG 2,73 g

Stelle 2, Anzahl der Proben n = 12 3 mg/kg TG
mittleres TG 1,84 g

Stelle 3, Anzahl der Proben n = 12 2 mg/kg TG
mittleres TG 0,78 g

(Lit. W07)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 60 °C

³ Trocknung bei 105 °C

Crassostrea gigas¹

Restronguet Creek (unterer), U.K.

5,4 mg/kg TG
(Lit. B114)

Crassostrea gigas²

Pazifische Küste, USA

0,1 - 0,2 mg/kg FG
(Lit. P36)

Crassostrea gigas³

Langebaan-Lagune an der Saldanha-Bucht,
Südwestküste von Südafrika
berichtet 1976

mittleres TG 1,37 g

Weichteile

1,0 mg/kg TG
(Lit. W07)

Crassostrea gigas³

Knysna-Ästuar, Südküste von Südafrika
1975

Weichteile, Anzahl der Proben n = 57
mittleres TG 1,56 g

1,6 mg/kg TG
(Lit. W08)

Crassostrea margaritacea³

Knysna-Ästuar, Südküste von Südafrika
1975

Weichteile, Anzahl der Proben n = 56
mittleres TG 1,02 g

1,6 mg/kg TG
(Lit. W08)

Crassostrea virginica²

Pazifische Küste, USA

n = > 100

0,08 - 1,8 mg/kg FG
(Lit. P36)

¹ aus: Lit. B105

² aus: Lit. B31

³ Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: AAS

Crassostrea virginica^{1,2}

Küste des Golfs von Mexiko, USA

Anzahl der Probenahmestationen n = 17

1977

Weichteile

1,6 - 5,4 mg/kg TG
(Lit. G05)

Crassostrea virginica^{1,3}

Ostküste der USA

Anzahl der Probenahmestationen n = 11

1976

1,2 - 4,2 mg/kg TG

Küste des Golfs von Mexiko, USA

Anzahl der Probenahmestationen n = 7

1976/77

0,9 - 3,0 mg/kg TG
(Lit. G05)

Cyprina islandica⁴

Lillebaelt

Gesamtorganismus

10.7.1975

Station 3, Tiefe 14 m

2,9 mg/kg TG

21.7.1975

Station 5, Tiefe 21 m

2,7 mg/kg TG

(Lit. E19)

Glycymeris glycymeris^{1,5}

Irische See, in der Nähe von Port Erin,

Isle of Man, U.K.

berichtet 1971

Schale

0,16 mg/kg TG

Weichteile

1,4 mg/kg TG

(Lit. S15)

¹ Bestimmung: AAS

² Gefriertrocknung

³ Trocknung bei 110 °C

⁴ aus: Lit. N11

⁵ Trocknung bei 60 °C

Macoma balthica¹

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 4

Weichteile

6,9 - 7,9 mg/kg TG
(Lit. B09)

Macoma balthica

berichtet 1985

verschiedene Ästuare, U.K.

Tees (Bran Sands)	0,3 mg/kg TG
Mersey (Rock Ferry)	1,7 mg/kg TG
Dovey (mittlerer)	2,6 mg/kg TG
Solway (Browhouses)	1,5 mg/kg TG (Lit. B105)

Macoma balthica²

verschiedene Ästuare, U.K.

East Looe (oberer)	7,7 mg/kg TG
Loughor (mittlerer)	1,6 mg/kg TG
Severn (Sharpness)	12,7 mg/kg TG (Lit. B111)

Macoma calcarea³

Lillebaelt

Juli 1975

Gesamtorganismus
versch. Wassertiefen und
Organismenlängen

1,6 - 5,4 mg/kg TG
(Lit. E19)

¹ Bestimmung: AAS

² aus: Lit. B105

³ aus: Lit. N11

Mercenaria mercenaria^{1,2}

Irische See, in der Nähe von Port Erin,

Isle of Man, U.K.

berichtet 1971

Schale

2,4 mg/kg TG

Weichteile

11 mg/kg TG

(Lit. S15)

Mercenaria mercenaria³

Atlantische und Pazifische Küste, USA

0,1 - 2,4 mg/kg FG

(Lit. P36)

Modiolaria discors⁴

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 20-25 m

versch. Organismenlängen

Gesamtorganismus

1,7 - 7,5 mg/kg TG

(Lit. E19)

Modiolus modiolus^{1,2}

Irische See, in der Nähe von Port Erin,

Isle of Man, U.K.

berichtet 1971

Weichteile, gesamt

133 mg/kg TG

Probe 1

9,4 mg/kg TG

Probe 2

0,20mg/kg TG

Schale

3,2 mg/kg TG

Mantel + Kiemen

2,0 mg/kg TG

Muskel

1,2 mg/kg TG

Gonade

0,59mg/kg TG

Darm + Mitteldarmdrüse

(Lit. S15)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 60 °C

³ aus: Lit. B31

⁴ aus: Lit. N11

Monodonta turbinata^{1,2}

Küste von Ras Beirut, Libanon

8 Probenahmestellen in der Gezeitenzone

Anzahl der Organismen jeweils n = 30

durchschnittl. Schalendurchmesser 1,3 cm,

durchschnittl. Höhe 1,4 cm

Juli 1977

Weichteile

Bereich

nd³ - 60,6 mg/kg TG

nd - 13,6 mg/kg FG

Mittel

27,4 mg/kg TG

5,8 mg/kg FG

(Lit. S17)

Mya arenaria⁴

Atlantische und Pazifische Küste, USA 0,1 - 2,3 mg/kg FG

(Lit. P36)

Mya truncata⁵

Lillebaelt

10.7.1975, Tiefe 14 m

Gesamtorganismus

3,5 mg/kg TG

(Lit. E19)

Mytilus californianus

Südkalifornische Bucht, USA

Sommer 1971

Organismenlänge 4-6 cm

Gewebe der Mitteldarmdrüse

3,3 - 20,0 mg/kg TG

(Lit. A06)

¹ Bestimmung: AAS

² Feuchtveraschung

³ nd = not detected

⁴ aus: Lit. B31

⁵ aus: Lit. N11

Mytilus californianus^{1,2}

Westküste der USA

Anzahl der Probenahmestationen n = 22

Organismenlänge ca. 5-8 cm

1976

Weichteile

0,7 - 5,3 mg/kg TG
(Lit. G05)

Mytilus edulis³

Weichteile

Organismenlänge 4-6 cm

Febr.-Nov. 1973

versch. marine und Ästuar-Standorte
der deutschen Nord- und Ostsee:

Ems-Ästuar

Bereich (Min.-Max.) 0,46 - 3,18 mg/kg TG
geom. Mittel 1,45 mg/kg TG

Jade/Weser-Ästuar

Bereich (Min.-Max.) 0,68 - 8,19 mg/kg TG
geom. Mittel 2,54 mg/kg TG

Elbe-Ästuar

Bereich (Min.-Max.) 0,83 - 8,85 mg/kg TG
geom. Mittel 3,08 mg/kg TG

Helgoland

Bereich (Min.-Max.) 1,08 - 2,28 mg/kg TG
geom. Mittel 1,38 mg/kg TG

Nordfriesisches Wattenmeer

Bereich (Min.-Max.) 0,59 - 3,87 mg/kg TG
geom. Mittel 1,40 mg/kg TG

Ostsee-Küstenwasser

Bereich (Min.-Max.) 0,57 - 9,54 mg/kg TG
geom. Mittel 2,14 mg/kg TG
(Lit. K08)

¹ Bestimmung: AAS

² Gefriertrocknung

³ Bestimmung: Neutronenaktivierungsanalyse

Mytilus edulis^{1,2}

Nordseite des Solent, nahe bei Lee-on-Solent,
Irische See, U.K.

berichtet 1971

Schale	2,1 mg/kg TG
Weichteile	2,7 mg/kg TG (Lit. S15)

Mytilus edulis^{1,3}

Tyne-Ästuar und Coquet-Ästuar,

Nordost-England, U.K.

jeweils eine Probenahmestelle

Mai 1974

Weichteile⁴

Tyne-Ästuar	53 mg/kg TG
Coquet-Ästuar	26 mg/kg TG (Lit. S20)

Mytilus edulis¹

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 9

Weichteile

0,9 - 3,5 mg/kg TG
(Lit. B09)

Mytilus edulis

berichtet 1985

verschiedene Standorte, U.K.

Red River (Mündung)	1,4 mg/kg TG
Whitehaven (Hafen)	2,6 mg/kg TG
West Looe (mittlerer)	1,9 mg/kg TG
Thames (Thorpe Bay)	6,2 mg/kg TG
Swansea Bay	3,6 mg/kg TG
Walney Island	2,0 mg/kg TG
Boston Haven (Mündung)	0,5 mg/kg TG (Lit. B105)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 60 °C

³ Trocknung bei 105 °C

⁴ Homogenat aus 20 Organismen

Mytilus edulis¹

Poole Harbour, U.K.

12 mg/kg TG
(Lit. B48)

Mytilus edulis²

Øresund (s. Karte 16)

Oktober 1972

Station 391, Tiefe 13 m

8,8 mg/kg TG

Station 400, Tiefe 7-8 m

5,5 mg/kg TG

28.10.1972

Station 390, Tiefe 8 m

4,0 mg/kg TG

Station 389, Tiefe 11 m

12,4 mg/kg TG

Station 390, Tiefe 8 m

10,2 mg/kg TG

Station 391, Tiefe 13 m

17,7 mg/kg TG

5,9 mg/kg TG

5,7 mg/kg TG

7,4 mg/kg TG

(Lit. B70)

Mytilus edulis²

Øresund (s. Karte 17)

Weichkörper, gesamt

23.11.1972, kleine Exemplare

Station 1175, Tiefe 5,6 m

10,9 mg/kg TG

Station 1177, Tiefe 6,4 m

7,9 mg/kg TG

Station 1179, Tiefe 4,5 m

7,5 mg/kg TG

Station 1180, Tiefe 5,5 m

11,6 mg/kg TG

Station 1181, Tiefe 5,5 m

13,6 mg/kg TG

Station 1182, Tiefe 5,5 m

11,1 mg/kg TG

Station 1183, Tiefe 6,8 m

10,3 mg/kg TG

(Lit. B71)

¹ aus: Lit. B105

² aus: Lit. N11

Mytilus edulis¹

Øresund (s. Karte 17)

Weichkörper, gesamt

23.11.1972, mittelgroße Exemplare

Station 1176, Tiefe 6,4 m	9,8 mg/kg TG
Station 1178, Tiefe 6,5 m	9,9 mg/kg TG
Station 1181, Tiefe 5,5 m	10,1 mg/kg TG
Station 1182, Tiefe 5,5 m	8,9 mg/kg TG
Station 1183, Tiefe 6,8 m	9,8 mg/kg TG

23.11.1972, große Exemplare

Station 1177, Tiefe 6,4 m	8,8 mg/kg TG
Station 1178, Tiefe 6,5 m	9,0 mg/kg TG

Weichkörper ohne Adduktor

23.11.1972, kleine Exemplare

Station 1175, Tiefe 5,6 m	6,8 mg/kg TG
Station 1177, Tiefe 6,4 m	10,3 mg/kg TG
Station 1179, Tiefe 4,5 m	10,6 mg/kg TG
Station 1180, Tiefe 5,5 m	12,0 mg/kg TG
Station 1181, Tiefe 5,5 m	12,1 mg/kg TG
Station 1182, Tiefe 5,5 m	9,9 mg/kg TG
Station 1183, Tiefe 6,8 m	9,9 mg/kg TG

23.11.1972, mittelgroße Exemplare

Station 1176, Tiefe 6,4 m	11,5 mg/kg TG
Station 1178, Tiefe 6,5 m	11,4 mg/kg TG
Station 1181, Tiefe 5,5 m	23,3 mg/kg TG
Station 1183, Tiefe 6,8 m	10,3 mg/kg TG

23.11.1972, große Exemplare

Station 1177, Tiefe 6,4 m	8,7 mg/kg TG
---------------------------	--------------

Adduktor

23.11.1972, kleine Exemplare

Station 1175, Tiefe 5,6 m	7,0 mg/kg TG
Station 1177, Tiefe 6,4 m	54,1 mg/kg TG
Station 1179, Tiefe 4,5 m	33,7 mg/kg TG
Station 1180, Tiefe 5,5 m	9,9 mg/kg TG
Station 1181, Tiefe 5,5 m	7,3 mg/kg TG
Station 1182, Tiefe 5,5 m	50,0 mg/kg TG
Station 1183, Tiefe 6,8 m	50,1 mg/kg TG

¹ aus: Lit. N11

Mytilus edulis¹ (Fortsetzung)

Øresund (s. Karte 17)

Adduktor

23.11.1972, mittelgroße Exemplare

Station 1176, Tiefe 6,4 m

22,9 mg/kg TG

Station 1178, Tiefe 6,5 m

55,1 mg/kg TG

Station 1181, Tiefe 5,5 m

27,0 mg/kg TG

Station 1183, Tiefe 6,8 m

32,0 mg/kg TG

23.11.1972, große Exemplare

Station 1177, Tiefe 6,4 m

35,9 mg/kg TG

(Lit. B71)

Mytilus edulis¹

Lillebaelt

28.1.1976, Tiefe 15 m

unterschiedl. Längen und Gewichte

Weichkörper

2,0 - 8,3 mg/kg TG

(Lit. E20)

Mytilus edulis²

Trondheimfjord, Norwegen

Organismenlänge 40-50 mm

Sept. 1972, versch. Standorte

je Standort Anzahl der

Organismen n = ca.15

Weichteile (8 Standorte)

6,0 - 43,0 mg/kg TG

Schale (5 der 8 Standorte)

6,0 - 8,0 mg/kg TG

Febr. 1973, ein Standort

Anzahl der Organismen n = ca.15

Weichteile

9,0 mg/kg TG

(Lit. L14)

¹ aus: Lit. N11

² Bestimmung: AAS

Mytilus edulis^{1,2}

Westküste der USA

Organismenlänge ca. 5-8 cm

Anzahl der Probenahmestationen n = 7

1976

Weichteile

1,4 - 2,3 mg/kg TG

(Lit. G05)

Mytilus edulis^{1,3}

Ostküste der USA

Organismenlänge ca. 5-8 cm

Anzahl der Probenahmestationen n = 23

1976

Bereich (Min.-Max.)

0,4 - 3,7 mg/kg TG

(Lit. G05)

Mytilus edulis⁴

Tasman Bay, Neuseeland

n = 6

1,0 - 17,0 mg/kg TG

Mittelwerte

Mantel

< 2,0 mg/kg TG

Kieme

8,0 mg/kg TG

Muskel

< 2,0 mg/kg TG

Eingeweide

32,0 mg/kg TG

Fuß

< 2,0 mg/kg TG

Gonade

5,0 mg/kg TG

Schale

< 2,0 mg/kg TG

(Lit. B49)

¹ Bestimmung: AAS

² Gefriertrocknung

³ Trocknung bei 110 °C

⁴ aus: Lit. B31

Mytilus galloprovincialis^{1,2}

Küstengebiet des nordwestlichen
Mittelmeers, Frankreich/Italien

Juni 1973 - Dez. 1974

Organismenlänge 3-5 cm

Anzahl der Proben n = 68

Weichteile

Bereich

0,9 - 14,1 mg/kg TG

Mittel

4,3 mg/kg TG

(Lit. F10)

Ostrea edulis

berichtet 1985

Restronguet Creek (unterer), U.K.

0,1 - 0,4 mg/kg TG

(Lit. B105)

Ostrea edulis³

Restronguet Creek (unterer), U.K.

6,1 mg/kg TG

Menai Strait, U.K.

6,0 mg/kg TG

(Lit. B114)

Ostrea edulis^{1,4}

Knysna-Ästuar, Südküste von Südafrika

1975

Weichteile, Anzahl der Proben n = 56
mittleres TG 0,53 g

1,7 mg/kg TG

(Lit. W08)

Ostrea equestris^{1,5}

Ostküste der USA

Anzahl der Probennahmestationen n = 1

1976

< 0,1 mg/kg TG

Küste des Golfs von Mexiko, USA

Anzahl der Probennahmestationen n = 2

1976

1,4 u. 7,3 mg/kg TG

(Lit. G05)

¹ Bestimmung: AAS

³ aus: Lit. B105

² Trocknung bei 60 °C

⁴ Trocknung bei 105 °C

⁵ Trocknung bei 110 °C

Pecten maximus^{1,2}

Irische See, in der Nähe von Port Erin,
Isle of Man, U.K.

berichtet 1971

Weichteile, gesamt	49	mg/kg TG
Muskel	1,7	mg/kg TG
Darm + Mitteldarmdrüse	0,96	mg/kg TG
Mantel + Kiemen		
gewaschen	0,82	mg/kg TG
ungewaschen	0,30	mg/kg TG
Gonade		
gewaschen	1,5	mg/kg TG
ungewaschen	0,44	mg/kg TG
Schale		
Gemisch	0,21	mg/kg TG
obere Schale	1,2	mg/kg TG
untere Schale	2,4	mg/kg TG
		(Lit. S15)

Pecten maximus¹

Looe Grounds, Cornwall, U.K.

ca. 10 km Entfernung von der Küste

1968/69

Weichteile	0,73	mg/kg TG
Körperflüssigkeit	0,65	mg/kg TG
Mantel	0,40	mg/kg TG
Kiemen	0,74	mg/kg TG
Mitteldarmdrüse	3,55	mg/kg TG
Schließmuskel ³	0,04	mg/kg TG
Gonade + Fuß	0,26	mg/kg TG
Nieren	22,9	mg/kg TG
		(Lit. B15)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 60 °C

³ "striated adductor muscle"

Pecten novae-zelandiae¹

Tasman Bay, Neuseeland

n = 6

2,0 - 17,0 mg/kg TG

Mittelwerte

Mantel	< 2,0 mg/kg TG
Kieme	. 68,0 mg/kg TG
Muskel	< 2,0 mg/kg TG
Eingeweide	2,0 mg/kg TG
Darm	52,0 mg/kg TG
Niere	106,0 mg/kg TG
Fuß	22,0 mg/kg TG
Gonade	< 2,0 mg/kg TG
Schale	< 2,0 mg/kg TG (Lit. B49)

Pecten opercularis²

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972

Station 393, Tiefe 21 m

5,2 mg/kg TG

13,5 mg/kg TG

Oktober 1972

Station 403, Tiefe 31-46 m

6,2 mg/kg TG

6,3 mg/kg TG

(Lit. B70)

Placopecten magellanicus

Nord-Atlantik, Osten der USA

berichtet 1978

Muskel, Anzahl der Probenahmestellen n = 40 < 0,26 - < 0,68 mg/kg FG

Gonade, Anzahl der Probenahmestellen n = 28 0,23 - 2,5 mg/kg FG

restliches Gewebe nach Entfernung von Schale, Muskel,

Gonade, Anzahl der Probenahmestellen n = 40 0,31 - 1,6 mg/kg FG
(Lit. G12)

¹ aus: Lit. B31

² aus: Lit. N11

Saxicava arctica¹

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 20-25 m

Gesamtorganismus

Organismenlänge > 10 mm	2,4 mg/kg TG
Organismenlänge < 10 mm	3,8 mg/kg TG (Lit. E19)

Scrobicularia plana

berichtet 1985

verschiedene Ästuare, U.K.

Tyne (Jarrow)	3,6 mg/kg TG
Tees (Bran Sands)	1,0 mg/kg TG
Mersey (Rock Ferry)	3,1 mg/kg TG
Dovey (mittlerer)	2,9 mg/kg TG (Lit. B105)

Scrobicularia plana²

verschiedene Standorte, U.K.

East Looe (oberer)	15,9 mg/kg TG
Loughor (mittlerer)	3,7 mg/kg TG
Rhymney (unterer)	5,0 mg/kg TG
Gannel (mittlerer)	14,9 mg/kg TG
Restronguet Creek (oberer)	4,2 mg/kg TG
Camel (oberer)	2,7 mg/kg TG
Taf (unterer)	1,9 mg/kg TG (Lit. B111)

Scrobicularia plana³

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 18

Weichteile

5,3 - 13,9 mg/kg TG
(Lit. B09)

¹ aus: Lit. N11

² aus: Lit. B105

³ Bestimmung: AAS

Scrobicularia plana¹

Tamar-Ästuar, Südwest-England, U.K.

1974

Weichteile, Anzahl der Proben n = 30

Bereich (Min.-Max.) 1,6 - 9,1 mg/kg TG

Mittel 5,3 mg/kg TG

Mitteldarmdrüse, Anzahl der Proben n = 17

Bereich (Min.-Max.) 6,6 - 25,0 mg/kg TG

Mittel 16,7 mg/kg TG

(Lit. B10)

Scrobicularia plana^{1,2}

Gannel- und Camel-Ästuar, Nordküste

von Cornwall, U.K.

3 bzw. 2 Probenahmestellen in der

Gezeitenzone

1974/75

Weichteile

Gannel-Ästuar

oberer Teil, Nov. 75 11,9 mg/kg TG

mittlerer Teil, Nov. 74 9,8 mg/kg TG

unterer Teil, Mai 74 11,6 mg/kg TG

Camel-Ästuar

oberer Teil, Nov. 74 3,4 mg/kg TG

unterer Teil, Nov. 74 4,5 mg/kg TG

(Lit. B23)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 110 °C

Scrobicularia plana^{1,2}

Gannel- und Camel-Ästuar, Nordküste
von Cornwall, U.K.

Oktober 1975

Gannel-Ästuar, mittlerer Teil³

Mitteldarmdrüse	43,1	mg/kg TG
Mantel + Siphon	3,2	mg/kg TG
Fuß + Gonade	3,9	mg/kg TG

Camel-Ästuar, oberer Teil³

Mitteldarmdrüse	10,6	mg/kg TG
Mantel + Siphon	1,43	mg/kg TG
Fuß + Gonade	4,04	mg/kg TG
Kiemen + Palpe	10,5	mg/kg TG

Februar 1976⁴

Camel-Ästuar

Mitteldarmdrüse	12,0	mg/kg TG
restliche Gewebe	1,7	mg/kg TG

transplantiert vom Camel-Ästuar
zum Gannel-Ästuar für 119 Tage

Mitteldarmdrüse	17,0	mg/kg TG
restliche Gewebe	2,0	mg/kg TG

transplantiert vom Gannel-Ästuar
zum Camel-Ästuar für 119 Tage

Mitteldarmdrüse	33,0	mg/kg TG
restliche Gewebe	1,4	mg/kg TG

Gannel-Ästuar

Mitteldarmdrüse	34,0	mg/kg TG
restliche Gewebe	0,93	mg/kg TG

Fortsetzung nächste Seite

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 110 °C

³ Mischprobe aus 6 Organismen mit 41 bzw. 42 mm Schalenlänge

⁴ alle Tiere ca. 40 mm Schalenlänge

Scrobicularia plana^{1,2} (Fortsetzung)
 Gannel- und Camel-Ästuar, Nordküste
 von Cornwall, U.K.

Juni 1976³

Camel-Ästuar

Mitteldarmdrüse

restliche Gewebe

transplantiert vom Camel-Ästuar
 zum Gannel-Ästuar für 236 Tage

Mitteldarmdrüse

restliche Gewebe

transplantiert vom Gannel-Ästuar
 zum Camel-Ästuar für 236 Tage

Mitteldarmdrüse

restliche Gewebe

Gannel-Ästuar

Mitteldarmdrüse

restliche Gewebe

17,0 mg/kg TG

2,1 mg/kg TG

26,0 mg/kg TG

2,0 mg/kg TG

32,0 mg/kg TG

1,9 mg/kg TG

34,0 mg/kg TG

1,4 mg/kg TG

September 1976³

Camel-Ästuar

Mitteldarmdrüse

restliche Gewebe

transplantiert vom Camel-Ästuar
 zum Gannel-Ästuar für 352 Tage

Mitteldarmdrüse

restliche Gewebe

transplantiert vom Gannel-Ästuar
 zum Camel-Ästuar für 352 Tage

Mitteldarmdrüse

restliche Gewebe

12,0 mg/kg TG

1,5 mg/kg TG

36,0 mg/kg TG

2,3 mg/kg TG

29,0 mg/kg TG

-

Gannel-Ästuar

Mitteldarmdrüse

restliche Gewebe

39,0 mg/kg TG

0,99 mg/kg TG

(Lit. B23)

¹ Bestimmung: AAS

³ alle Tiere ca. 40 mm

² Trocknung bei 110 °C

Schalenlänge

Nachtrag

Ostrea sinuata¹

Tasman Bay, Neuseeland

n = 6

1,0 - 3,0 mg/kg TG

Mittelwerte

Mantel	< 2,0 mg/kg TG
Kieme	2,0 mg/kg TG
Muskel	8,0 mg/kg TG
Muskel ²	< 2,0 mg/kg TG
Eingeweide	12,0 mg/kg TG
Niere	< 2,0 mg/kg TG
Herz	2,0 mg/kg TG
Schale	< 2,0 mg/kg TG

(Lit. B49)

Arctica islandica

Atlantischer Ozean, vor
New York, USA (s. Karte 28)
1974 bis 1975
Weichkörper

1,1 - 7,0 mg/kg FG
(Lit. P15)

Crassostrea gigas³

Küstengewässer von Taiwan
Mai bis Sept. 1973
4 Probenahmestationen
Bereich

0,1 - 0,6 mg/kg FG
(Lit. J03)

Gomphina melanaegis⁴

Pazifischer Ozean, Japan
berichtet 1978
Weichkörper

3,2 mg/kg TG
(Lit. I03)

¹ aus: Lit. B31

² "striated muscle"

³ Bestimmung: AAS

⁴ Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierung

Meretrix lamarckii¹

Pazifischer Ozean, Japan

berichtet 1978

Weichkörper

3,1 mg/kg TG
(Lit. I03)

Mytilus edulis

Gullmarsfjord, Archipel
des Skagerrak, Schweden

1980-1982

1,67 mg/kg TG
(Lit. C49)

Mytilus viridis²

Velsao, Goa, Indien

März 1976 bis März 1977

natürlicher Standort

Anzahl der Probenahme-
stellen n = 14

Bereich

1,11 - 10,79 mg/kg TG

Dona Paula, Goa, Indien

April bis Dez. 1976

Muschelkultur

Anzahl der Probenahme-
stellen n = 17

Bereich

1,48 - 15,07 mg/kg TG
(Lit. B22)

Placopecten magellanicus

Atlantischer Ozean vor

New York, USA (s. Karte 28)

1974 bis 1975

Weichkörper

< 0,5 - 3,1 mg/kg FG
(Lit. P15)

¹ Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierung

² Trocknung bei 80 °C; Bestimmung: AAS

Placopecten magellanicus¹

Atlantische Küste, vor
New Jersey, USA
innerhalb und außerhalb
von 2 Dumpingstellen
März 1974
Weichkörper
Bereich
Mittelwert

1,03 - 14,67 mg/kg TG
4,41 mg/kg TG
(Lit. P17)

4.2.4.3 Cephalopoda - Kopffüßer

Ommastrephes illicebrosa²

Atlantik, Festlandsockel des Nordostens
der USA
Mai 1957
gesamt

< 1,0 mg/kg AG
(Lit. NO2)

Nachtrag

Sepia esculenta³

Pazifischer Ozean, Japan
berichtet 1978
Rumpf

1,1 mg/kg TG
(Lit. IO3)

¹ Trocknung bei 80 - 90 °C; Bestimmung: AAS

² Plankton-Tauchnetz; Veraschung bei 450 °C; Bestimmung: spektrographisch

³ Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierungsanalyse

4.2.5 Annelida (Ringelwürmer)

4.2.5.1 Polychaeta

Aphrodita aculeata¹

Øresund (s. Karte 16)

30.10.1972, Station 397

28.10.1972, Station 393

30.10.1972, Station 398

11,6 mg/kg TG

17,1 mg/kg TG

80,5 mg/kg TG

(Lit. B70)

Eumenia crassa¹

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972, Weichkörper

Station 392, Tiefe 17,5 m

Station 393, Tiefe 21 m

30.10.1972

Station 397, Tiefe 22 m

105,6 mg/kg TG

19,0 mg/kg TG

47,4 mg/kg TG

(Lit. B70)

Flabelligera affinis¹

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972, Gesamtorganismus

Station 393, Tiefe 21 m

Station 397

157,0 mg/kg TG

29,5 mg/kg TG

(Lit. B70)

Harmothoe imbricata¹

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972

Station 389, Tiefe 11 m

Station 390, Tiefe 8 m

30.11.1972

Station 398, Tiefe 15 m

16,3 mg/kg TG

76,3 mg/kg TG

66,3 mg/kg TG

(Lit. B70)

¹ aus: Lit. N11

Nephtys sp.¹

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972, Gesamtorganismus

Station 389, Tiefe 11 m

17,8 mg/kg TG

Station 390, Tiefe 8 m

16,0 mg/kg TG

Station 392, Tiefe 17,5 m

19,5 mg/kg TG

30.10.1972

Station 398, Tiefe 15 m

49,5 mg/kg TG

Station 397, Tiefe 22 m

75,1 mg/kg TG

(Lit. B70)

Nephtys ciliata¹

Lillebaelt

1975

Gesamtorganismus, versch. Tiefen

9 - 45 mg/kg TG

(Lit. E19)

Nephtys hombergi²

verschiedene Ästuare, U.K.

Restronguet Creek (mittlerer)

4,7 mg/kg TG

Salcombe

3,0 mg/kg TG

Torre Sands

2,5 mg/kg TG

(Lit. B112)

Nereis diversicolor³

Looe-Ästuar, Cornwall, U.K.

1975/76, Anzahl der Proben n = 20

Weichteile

2,1 - 5,2 mg/kg TG

(Lit. B09)

¹ aus: Lit. N11

² aus: Lit. B105

³ Bestimmung: AAS

Nereis diversicolor¹

verschiedene Ästuare, U.K.

Gannel (oberer)	13,3 mg/kg TG
Restronguet Creek (oben)	2,3 mg/kg TG
Hayle (oberer)	9,1 mg/kg TG
Tamar (oberer)	4,3 mg/kg TG
Severn (Sharpness)	5,4 mg/kg TG
Torridge (unterer)	4,4 mg/kg TG
Avon (mittlerer)	3,3 mg/kg TG (Lit. B111)

Nereis diversicolor²

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972, Tiefe 11 m

Station 389

24,9 mg/kg TG
(Lit. B70)

Pectinaria koreni²

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 20-25 m

Gesamtorganismus

5,0 mg/kg TG
(Lit. E19)

Pectinaria koreni²

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972

Gesamtorganismus

Station 390, Tiefe 8 m

Station 393, Tiefe 21 m

5,2 mg/kg TG
58,8 mg/kg TG
(Lit. B70)

Pherusa plumosa²

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972

Station 393, Tiefe 21 m

58,8 mg/kg TG
(Lit. B70)

¹ aus: Lit. B105

² aus: Lit. N11

Scalibregma inflatum¹

Lillebaelt

21.7.1975, Tiefe 21 m

Gesamtorganismus

30 mg/kg TG
(Lit. E19)

Terebellides stroemi¹

Øresund (s. Karte 16)

Gesamtorganismus

30.10. 1972

Station 397

59,3 mg/kg TG

Station 398

29,5 mg/kg TG

28.10.1972

Station 392

540,0 mg/kg TG

Station 393

65,4 mg/kg TG

(Lit. B70)

Trochochaete multisetosa¹

Lillebaelt

21.7.1975, Tiefe 21 m

Gesamtorganismus

16 mg/kg TG

(Lit. E19)

Nachtrag

Nephtys hombergi²

Byfjord (Ästuar), Schweden

(s. Karte 29)

1974 und 1975

durch Abwässer belastetes

Gebiet

Gesamtkörper ohne Darm

Höchstwert

660 mg/kg FG

(Lit. R11)

¹ aus: Lit. N11

² Bestimmung: AAS

4.2.5.2 Clitellata

Peloscolex benedeni¹

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 11-12 m

Gesamtorganismus

14 mg/kg TG
(Lit. E19)

4.2.6 Crustacea

4.2.6.1 Copepoda - Ruderfußkrebse

Anomalocera + Pontella²

Schwarzes Meer

1959/60

gesamt

0,015 % AG
(Lit. V01)

Calanus finmarchicus^{2,3}

Atlantik, Festlandsockel des Nordostens
der USA

März 1957

gesamt

165,0 mg/kg AG
(Lit. N02)

Calanus helgolandicus²

Schwarzes Meer

1959/60

gesamt

0,02 % AG
(Lit. V01)

Centropages typicus + C. hamatus^{2,3}

Atlantik, Festlandsockel des Nordostens
der USA

Januar 1957

gesamt

55,0 mg/kg AG
(Lit. N02)

¹ aus: Lit. N11

² Bestimmung: spektrographisch
³ Plankton-Schleppnetz, Oberflächenprobe; Veraschung bei 450 °C

4.2.6.2 Malacostraca

Carcinus maenas^{1,2}

Cresswell, 3 km nördlich von Lynemouth,
Küste von Northumberland, U.K.

1972-73, Anzahl der Organismen n = 2

Kieme	6,70 mg/kg FG
Muskel	6,20 mg/kg FG
Hepatopankreas	9,00 mg/kg FG
Gesamtkörper	6,50 mg/kg FG (Lit. W15)

Carcinus maenas^{1,2}

Orkdalfjord, Norwegen
eine Probenahmestelle

Anzahl der Organismen n = 3

September 1972

11,0 mg/kg TG
(Lit. L14)

Carcinus maenas³

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 20-25 m

Gesamtorganismus

3,3 mg/kg TG
(Lit. E19)

Diastylis rathkei³

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 11-12 m

Gesamtorganismus

7,1 mg/kg TG
(Lit. E19)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 105 °C

³ aus: Lit. N11

<u>Eupagurus bernhardus</u> ¹		
Øresund (s. Karte 16)		
28.10.1972		
Station 393, Tiefe 21 m	32,7 mg/kg TG	
Oktober 1972		
Station 403, Tiefe 31-46 m	11,1 mg/kg TG	
30.10.1972		
Station 398, Tiefe 15 m	18,8 mg/kg TG (Lit. B70)	
<u>Euphausia krohnii</u> ²		
Atlantik, Festlandsockel des Nordostens		
der USA		
Januar 1957		
gesamt	6,0 mg/kg AG (Lit. N02)	
<u>Palinurus argus</u> ³		
Anasco Bay, Puerto Rico		
n = 6	8,0 - 9,0 mg/kg TG (Lit. L24)	
<u>Palinurus argus</u> ³		
Puerto Rico, Westküste		
Mittelwert, n = 1	50,0 mg/kg TG	
n = 4	22,0 - 60,0 mg/kg TG (Lit. L25)	
<u>Palinurus argus</u> ³		
Puerto Rico, Westküste und Anasco Bay		
Bereich der Mittelwerte	1,3 - 27,0 mg/kg FG 4,5 - 50,0 mg/kg TG (Lit. L24 u. L25)	

¹ aus: Lit. N11

² Plankton-Schleppnetz, Oberflächenprobe; Veraschung bei 450 °C,
Bestimmung: spektrographisch

³ aus: Lit. B31

Nachtrag

Cancer pagurus¹

Cresswell, 3 km nördlich von Lynemouth,
Küste von Northumberland, U.K.

1972-73, Anzahl der Organismen n = 2
Gesamtkörper

9,80 mg/kg FG
(Lit. W15)

Crangon vulgaris¹

Zulauffilter des Kraftwerkes bei Lynemouth,
Küste von Northumberland, U.K.

1972-73, Anzahl der Organismen n = 2
Muskel

8,80 mg/kg FG
(Lit. W15)

Meganyctiphanes norvegica²

vor Monaco, Oberflächenwasser

berichtet 1977

Fäkalien	20 mg/kg TG
Häutungsprodukte	6,7 mg/kg TG
Eier	4,3 mg/kg TG
Gesamtorganismen	0,66 mg/kg TG

(Lit. F25)

Pandalus borealis

Gullmarsfjord, Archipel
des Skagerrak, Schweden

1980-1982

0,76 mg/kg TG
(Lit. C49)

Squilla oratoria³

Pazifischer Ozean, Japan
berichtet 1978

Unterleib

1,2 mg/kg TG
(Lit. I03)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 60 °C; Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierung

³ Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierungsanalyse

Antennata

4.2.7 Insecta

Rhynchota (Schnabelkerfe)

Halobates sericeus

Nordpazifik

Februar 1973

4 Probenahmen

Mittelwert

11,0 mg/kg TG
(Lit. C13)

Halobates sobrinus

Golf von Kalifornien, Baja
California, Mexiko

November 1974

3 Probenahmen

Mittelwert

18,0 mg/kg TG
(Lit. C13)

Rheumobates aestuarius

Mangrovensumpf bzw. -fluß,
Baja California, Mexiko

April 1973

3 Probenahmen

Mittelwert

8,0 mg/kg TG
(Lit. C13)

4.2.8 Chaetognatha (Pfeilwürmer)

Sagittoidea

Sagitta elegans^{1,2}

Atlantik, Festlandsockel des Nordostens
der USA

Februar 1957

gesamt

480,0 mg/kg AG
(Lit. N02)

Sagitta setosa + S. euxina¹

Schwarzes Meer

1959/60

0,02 - 0,03 % AG
(Lit. V01)

¹ Bestimmung: spektrographisch

186 ² Plankton-Schleppnetz, Oberflächenprobe; Veraschung bei 450 °C

4.2.9 Echinodermata (Stachelhäuter)

4.2.9.1 Asteroidea - Seesterne

Asterias rubens¹

Irische See nahe der Isle of Man, U.K.
berichtet 1970

1,5 mg/kg TG
(Lit. R07)

*Asterias rubens*¹

berichtet 1970

Haut (oral)

Haut (aboral)

Gonade

0,72 mg/kg TG
0,68 mg/kg TG
2,4 mg/kg TG
(Lit. R07)

Henricia sanguinolenta¹

Irische See nahe der Isle of Man, U.K.
berichtet 1970

3,7 mg/kg TG
(Lit. R07)

Porania pulvillus¹

Irische See nahe der Isle of Man, U.K.
berichtet 1970

< 0,28 mg/kg TG
(Lit. R07)

Solaster papposus

Irische See nahe der Isle of Man, U.K.
berichtet 1970

getrennte Hälften desselben Tieres:

Hälfte 1

Hälfte 2

2,3 mg/kg TG
4,0 mg/kg TG
(Lit. R07)

4.2.9.2 Ophiuroidea - Schlangensterne

Ophiothrix suensonii²

Punta Higuera und La Parguera,
Puerto Rico

Mittelwert, n = 1

15,93 mg/kg FG
(Lit. S49)

¹ Trocknung bei 60 °C; Bestimmung: AAS

aus: Lit. B31

4.2.9.3 Echinoidea - Seeigel

Echinocardium cordatum¹
Øresund (s. Karte 16)

Oktober 1972

Station 403

17,8 mg/kg TG
(Lit. B70)

Echinometra lucunter²

Punta Higuera und La Parguera,
Puerto Rico
Mittelwert, n = 1

36,84 mg/kg FG

Punta Higuera, Puerto Rico

Skelett, n = 30

42,0 - 78,0 mg/kg TG
(Lit. S49)

Echinus esculentus³

berichtet 1970

Schale (oral)

< 0,23 mg/kg TG

Schale (aboral)

< 0,14 mg/kg TG

"Laterne des Aristoteles"

< 0,13 mg/kg TG

Stacheln

1,6 mg/kg TG

Darm

< 0,77 mg/kg TG

Gonade

7,7 mg/kg TG

(Lit. R07)

Mellita lata²

Mani

n = 5

34,0 - 45,0 mg/kg TG
(Lit. L09)

¹ aus: Lit. N11

² aus: Lit. B31

³ Trocknung bei 60 °C, Bestimmung: AAS

Opisthonema oglinum¹

200 Yards von Matei, Puerto Rico

n = 52

2,8 - 28,0 mg/kg TG
(Lit. L09)

Opisthonema oglinum¹

Aguadille, Puerto Rico

n = 20

6 - 10 mg/kg TG
(Lit. S24)

Opisthonema oglinum¹

S. von Boquille, Puerto Rico

n = 10

3,7 - 11,0 mg/kg TG
(Lit. S25)

Spatangus purpureus²

berichtet 1970

harte Schale + Stacheln

Gonade

< 0,12 mg/kg TG
1,4 mg/kg TG
(Lit. R07)

Strongylocentrotus droebachiensis³

Øresund (s. Karte 16)

28.10.1972

Station 393, Tiefe 21 m

23,7 mg/kg TG
18,7 mg/kg TG
(Lit. B70)

Tripneustes esculentus¹

Mittelwerte, n = 1

Testis

21,59 mg/kg FG

Ovarium

1,39 mg/kg FG

n = 30

Skelett

18,0 - 54,0 mg/kg TG
(Lit. S49)

¹ aus: Lit. B31

² Trocknung bei 60 °C, Bestimmung: AAS

³ aus: Lit. N11

4.2.10 Tunicata (Manteltiere)

4.2.10.1 Ascidiae - Seescheiden

Ciona intestinalis¹

Lillebaelt

9.7.1975, Tiefe 20-25 m

Gesamtorganismus

11 mg/kg TG
(Lit. E19)

Nachtrag

Ascidia mentula

Gullmarsfjord, Archipel

des Skagerrak, Schweden

1980-1982

10,8 mg/kg TG
(Lit. C49)

4.2.10.2 Thaliacea - Salpen und Feuerwalzen

Salpa fusiformis²

Atlantik, Festlandsockel des Nordostens

der USA

März 1957

gesamt

60,0 mg/kg AG
(Lit. N02)

¹ aus: Lit. N11

² Plankton-Schleppnetz, Oberflächenprobe; Veraschung bei 450 °C,
Bestimmung: spektrographisch

4.2.11 Pisces (Fische)

Gnathostomata (Kiefermünder)

4.2.11.1 Chondrichthyes (Knorpelfische)

Chimaera monstrosa¹

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 1

Organismenlänge 72 cm

Mai/Juni 1973

Geitneset

5,0 mg/kg TG

(Lit. L14)

Etmopterus spinax¹

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 2

Organismenlänge 30-36 cm

Mai/Juni 1973

Geitneset

6,0 mg/kg TG

(Lit. L14)

Galeus melastomus¹

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 2

Organismenlänge 55-60 cm

Mai/Juni 1973

Geitneset

4,0 mg/kg TG

(Lit. L14)

¹ Trocknung bei 105 °C, Bestimmung: AAS

4.2.11.2 Osteichthyes - Knochenfische

Actinopterygii

Teleostei

Anarrhichas lupus^{1,2}

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 4

Organismenlänge 82 cm

März 1973

Tautra

4,0 mg/kg TG
(Lit. L14)

Arripis trutta¹

Neuseeland, Ostküste der Nordinsel

n = 70

Organismenlänge 400-570 mm

März-Juli 1973

Muskelgewebe

geom. Mittelwert

0,02 mg/kg FG
(Lit. B33)

Calamus bajonado³

Mona Island, Pta. Capitan, Puerto Rico

n = 1, Mittelwert

23,0 mg/kg TG

Mittelwerte:

Magen-Darm-Kanal

7,5 mg/kg TG

Kieme

10,0 mg/kg TG

Muskel

1,4 mg/kg TG

Auge

7,1 mg/kg TG

Schuppe

16,0 mg/kg TG

(Lit. S24)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 105 °C

³ aus: Lit. B31

Caranx lutescens¹

Neuseeland, Ostküste der Nordinsel

n = 70

Organismenlänge 240-570 mm

März-Juli 1973

Muskelgewebe

geom. Mittelwert

0,02 mg/kg FG

(Lit. B33)

Cheilodactylis macropterus¹

Neuseeland, Ostküste der Nordinsel

n = 68

Organismenlänge 330-350 mm

März-Juli 1973

Muskelgewebe

geom. Mittelwert

0,03 mg/kg FG

(Lit. B33)

Chrysophrys auratus¹

Neuseeland, Ostküste der Nordinsel

n = 70

Organismenlänge 390-440 mm

März-Juli 1973

Muskelgewebe

geom. Mittelwert

0,04 mg/kg FG

(Lit. B33)

Clupea harengus^{1,2}

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 2

Organismenlänge 20-25 cm

Februar 1973

Malvik

4,0 mg/kg TG

(Lit. L14)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 105 °C

Clupea sprattus¹

Zuflußfilter des Kraftwerkes bei Lynemouth,
Küste von Northumberland, U.K.

Anzahl der Organismen n = 3

1972-73

Kieme	4,5 mg/kg FG
Haut	9,2 mg/kg FG
Magenwand	3,6 mg/kg FG
Leber	2,1 mg/kg FG
Fettkörper	2,0 mg/kg FG
Niere	>8 mg/kg FG
Muskel	7,2 mg/kg FG

(Lit. W15)

Cyclopterus lumpus¹

Zurlußfilter des Kraftwerkes bei Lynemouth,
Küste von Northumberland, U.K.

Anzahl der Organismen n = 2

1972-73

Haut	3,9 mg/kg FG
Magenwand	3,75 mg/kg FG
Leber	3,96 mg/kg FG
Fettkörper	3,19 mg/kg FG
Niere	5,52 mg/kg FG
Muskel	3,40 mg/kg FG

(Lit. W15)

Engraulis encrasicholus¹

Adria

1972

Mittelwert von 5 verschiedenen
Körperteilen und 6 Probenahmedaten

0,6 mg/kg FG
(Lit. G38)

¹ Bestimmung: AAS

Euthynnus pelamis¹

Pazifik

Mittelwert

0,23 mg/kg FG
(Lit. G30)

Euthynnus pelamis¹

außerhalb von Peru

Muskel

n = 1, Mittelwert

5,0 mg/kg TG
(Lit. S24)

Gadus aeglefinus²

Schleppnetzfang in aer Blyth Bay 8 km
südlich von Lynemouth, Northumberland, U.K.

Anzahl der Organismen n = 2

1972-73

Kieme

3,4 mg/kg FG

Haut

1,6 mg/kg FG

Magenwand

1,0 mg/kg FG

Leber

1,7 mg/kg FG

Fettkörper

0,5 mg/kg FG

Niere

3,6 mg/kg FG

Muskel

0,5 mg/kg FG

(Lit. W15)

Gadus aeglefinus^{2,3}

Trondheimfjord, Norwegen

Skarnsund

3,0 mg/kg TG

Juni 1973

Anzahl der Proben n = 2

Organismenlänge 49 cm

Malvik

6,0 mg/kg TG

Februar 1973

Anzahl der Proben n = 1

Organismenlänge 46 cm

(Lit. L14)

¹ aus: Lit. B31

² Bestimmung: AAS

³ Trocknung bei 105 °C

Gadus merlangus^{1,2}

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 2

Organismenlänge 32 cm

Februar 1973

Malvik

5,0 mg/kg TG
(Lit. L14)

Gadus morrhua¹

Schleppnetzfang in der Blyth Bay 8 km

südlich von Lynemouth, Northumberland, U.K.

Anzahl der Organismen n = 6

1972-73

Kieme

3,3 mg/kg FG

Haut

3,2 mg/kg FG

Magenwand

2,0 mg/kg FG

Leber

2,5 mg/kg FG

Fettkörper

1,6 mg/kg FG

Niere

4,6 mg/kg FG

Muskel

2,3 mg/kg FG

Gonade

4,2 mg/kg FG

(Lit. W15)

Gadus morrhua^{1,2}

Trondheimfjord, Norwegen

Kirknesvaagen

4,0 mg/kg TG

Juni 1973

Anzahl der Proben n = 2

Organismenlänge 53 cm

Malvik

5,0 mg/kg TG

Februar 1973

Anzahl der Proben n = 4

Organismenlänge 48 cm

(Lit. L14)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 105 °C

Holocentrus rufus¹

Mona Island, Sardinera, Puerto Rico

n = 4

7,2 - 8,4 mg/kg TG
(Lit. S25)

Harengula sp.¹

Anasco Bay, S. von Boquill, Puerto Rico

n = 51

4,1 - 25,0 mg/kg TG
(Lit. S25)

Latridopsis ciliaris²

Neuseeland, Ostküste der Nordinsel

n = 70

Organismenlänge 510-750 mm

März-Juli 1973

Muskelgewebe

geom. Mittelwert

0,07 mg/kg FG
(Lit. B33)

Limanda limanda²

Brixham, Gebiet von Torbay, Devon, U.K.

relativ unkontaminiertes Kontrollgebiet

August 1977

Haut + Muskel³

Gewebe aus nicht-nekrotischen
Bereichen von Fischen mit
Haut-Nekrosen

0,4 mg/kg FG

Gewebe von gesunden Fischen

1,1 mg/kg FG
(Lit. N05)

Makaira nigricans¹

N. von St. Thomas, Puerto Rico

n = 11

0,56 - 5,2 mg/kg TG
(Lit. S25)

¹ aus: Lit. B31

² Bestimmung: AAS

³ Mittelwerte von 7 Proben jedes Fischtyps und 2 Parallelen

Macrurus rupestris^{1,2}

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 4.

Organismenlänge 60-65 cm

Mai/Juni 1973

Geitneset

4,0 mg/kg TG
(Lit. L14)

Morone saxatilis¹

Chesapeake Bay, USA

Weibliches Tier

Körperlänge 86,36 cm

Gewicht 11,34 kg

Mittelwerte

Muskel³

1,0 mg/kg FG

Leber⁴

2,0 mg/kg FG

(Lit. H14)

Nematonurus armatus

Mittelatlantische Bucht, in der Nähe
eines der Bucht von New York vorgela-
gerten Tiefwasser-Verkippungs-Stand-
ortes, USA

Muskel < 0,44 - < 0,60 mg/kg FG

(Anzahl der Organismen n = 25)

< 0,50 - < 0,82 mg/kg FG

Leber

(Anzahl der Organismen n = 17)

(Lit. G20)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 105 °C

³ Von 5 Proben des weißen Dorsal-Muskels wurden jeweils 3 Gewebe-
Schnitte á 1 g entnommen und analysiert.

⁴ Von 3 Proben des großen bzw. 1 Probe des kleinen Leberlappens
wurden jeweils 3 Gewebe-Schnitte á 1 g entnommen und analysiert.

Pagellus erythrinus¹

Küstengebiet von Rhodos, Ägäisches
Meer, Griechenland
berichtet 1972

Flosse	8,6 mg/kg TG
Auge	7,3 mg/kg TG
Ei	8,4 mg/kg TG
Kieme	9,7 mg/kg TG
Gehirn	10,0 mg/kg TG
Leber	5,8 mg/kg TG
Darm	8,1 mg/kg TG
Milz	16,0 mg/kg TG
Fleisch, gesamt	5,6 mg/kg TG
Haut	4,2 mg/kg TG
Knochen	1,0 mg/kg TG
gesamt Fisch	8,4 mg/kg TG

(Lit. P22)

Platichthys flesus²

Themse-Ästuar, U.K.

Muskel

Organismenlänge 4-11 cm Alter 0+ Jahre ³	0,39 mg/kg FG
Organismenlänge 9-19 cm Alter 1+ Jahre	0,20 mg/kg FG
Organismenlänge 14-26 cm Alter 2+ Jahre	0,18 mg/kg FG
Organismenlänge 22-29 cm Alter 3+ Jahre	n.d.

(Lit. R35)

¹ Bestimmung: AAS

² aus: Lit. B105; zur Berechnung des TG ist FG mit 4 zu multiplizieren

³ einschl. etwas Haut und Knochen

Pleuronectes limanda¹

Schleppnetzfang in der Blyth Bay 8 km
südlich von Lynemouth, Northumberland, U.K.

Anzahl der Organismen n = 2

1972-73

Haut	3,0 mg/kg FG
Magenwand	1,2 mg/kg FG
Leber	2,38 mg/kg FG
Niere (Anzahl der Organismen n = 1)	2,0 mg/kg FG
Muskel	7,1 mg/kg FG (Lit. W15)

Pleuronectes platessa¹

Zuflussfilter des Kraftwerkes bei Lynemouth,
Küste von Northumberland, U.K.

Anzahl der Organismen n = 2

1972-73

Haut	6,0 mg/kg FG
Magenwand	4,6 mg/kg FG
Leber	10,8 mg/kg FG
Fettkörper	4,2 mg/kg FG
Niere	6,0 mg/kg FG
Muskel	2,8 mg/kg FG
Gonade (Anzahl der Organismen n = 1)	9,0 mg/kg FG (Lit. W15)

Polyprion oxygeneios¹

Neuseeland, Ostküste der Nordinsel

n = 70

Organismenlänge 280-740 mm

März-Juli 1973

Muskelgewebe

geom. Mittelwert

0,02 mg/kg FG
(Lit. B33)

¹ Bestimmung: AAS

Pseudopleuronectes americanus

Bucht von New York und
Long Island Sound, USA
März 1972 - Dezember 1973

Muskel (Anzahl der Proben n = 3)	< 0,3 - 0,5 mg/kg FG
Leber (Anzahl der Proben n = 16)	< 0,3 - < 1,0 mg/kg FG (Lit. G18)

Sardina pilchardus¹

Adria

1972

Mittelwert von 5 verschiedenen
Körperteilen und 6 Probenahme-
daten

0,6 mg/kg FG
(Lit. G38)

Scomberomorus cavalla²

Riff Tourmaline

n = 6

1,3 - 3,8 mg/kg TG
(Lit. S25)

Seriola grandis¹

Neuseeland, Ostküste der Nordinsel

n = 70

Körperlänge 350-810 mm

März-Juli 1973

Muskelgewebe

geom. Mittelwert

0,03 mg/kg FG
(Lit. B33)

Thunnus albacares²

außerhalb von Peru

Muskel

n = 1, Mittelwert

6,9 mg/kg TG
(Lit. S24)

¹ Bestimmung: AAS

² aus: Lit. B31

Thunnus albacares¹

Pazifik

Muskel

Mittelwert

0,375 mg/kg FG
(Lit. G30)

Trichiurus lepturus¹

Anasco Bay und Anasco River, Puerto Rico

n = 42

1,5 - 25,0 mg/kg TG
(Lit. L09)

Trigla kumu²

Neuseeland, Ostküste der Nordinsel

n = 70

Organismenlänge 310-450 mm

März-Juli 1973

Muskelgewebe

geom. Mittelwert

0,02 mg/kg FG
(Lit. B33)

Urophycis chuss

Bucht von New York, USA

Januar 1972 - Mai 1972

Muskel

(Anzahl der Proben n = 2)

0,3 u. 0,5 mg/kg FG

Leber

(Anzahl der Proben n = 9)

< 0,2 - 1,7 mg/kg FG
(Lit. G18)

Urophycis tenuis

Bucht von New York, USA

November 1971

Muskel

(Anzahl der Proben n = 1)

< 0,1 mg/kg FG
(Lit. G18)

¹ aus: Lit. B31

² Bestimmung: AAS

Zoarces viviparus¹

Cresswell, 3 km nördlich von Lynemouth,
Küste von Northumberland, U.K.

Anzahl der Organismen n = 4

1972-73

Haut	10,6 mg/kg FG
Magenwand	5,1 mg/kg FG
Leber	3,6 mg/kg FG
Muskel	3,12 mg/kg FG (Lit. W15)

Nachtrag

Argentina silus^{1,2}

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 2

Organismenlänge 32-36 cm

Mai/Juni 1973

Geitneset

3,0 mg/kg TG
(Lit. L14)

Glyptocephalus cynoglossus^{1,2}

Trondheimfjord, Norwegen

Anzahl der Proben n = 2

Organismenlänge 38-42 cm

Mai/Juni 1973

Geitneset

4,0 mg/kg TG
(Lit. L14)

¹ Bestimmung: AAS

² Trocknung bei 105 °C

4.2.12 Tetrapoda (Landwirbeltiere)

Aves (Vögel)

Anas platyrhynchos¹

Kanada

Gefieder

< 0,05 mg/kg TG
(Lit. K35)

Anas rubripes¹

Kanada

Gefieder

< 0,05 mg/kg TG
(Lit. K35)

Anser albifrons¹

Kanada

Gefieder

< 0,05 mg/kg TG
(Lit. K35)

Aythya affinis¹

Kanada

Gefieder

< 0,05 mg/kg TG
(Lit. K35)

Aythya ferina

Tafelente

Öpfinger Donaustausee

männlich, 4.1.1975

2,72 mg/kg FG
(Lit. H24)

Fulica atra²

Bleßralle

Öpfinger Donaustausee

weiblich, 3.1.1975

3,10 mg/kg FG

männlich, 3.1.1975

5,90 mg/kg FG

männlich, 4.1.1975

8,19 mg/kg FG

(Lit. H24)

¹ aus: Lit. B87

² Bleßralle (nach Stresemann 1974)

Larus fuscus fuscus¹

Norwegen

Muskel	1,0 mg/kg TG
Leber	2,0 mg/kg TG
Niere	5,0 mg/kg TG (Lit. L14)

Pelecanus occidentalis¹

Süd-Kalifornien

Eier	(0,01 - 0,072) 0,022 mg/kg FG
Leber	0,039 - 0,078 mg/kg FG

Florida

Eier	(0,009 - 0,042) 0,023 mg/kg FG
Leber	0,019 - 0,058 mg/kg FG

Georgia

Leber	0,016 mg/kg FG (Lit. B130)
-------	-------------------------------

Podiceps ruficollis

Zwerptaucher

Öpfinger Donaustausee

18.8.1974

0,56 mg/kg FG (Lit. H24)

Somateria mollissima¹

Norwegen

Muskel	2,0 mg/kg TG
Leber	1,0 mg/kg TG
Niere	2,0 mg/kg TG
Eier	1,0 mg/kg TG (Lit. L14)

¹ aus: Lit. B87

Sterna hirundo¹

Kanada, Ontario-See

Knochen

Great Gull Island	
Mittelwert	14,5 mg/kg TG
Bereich	6,0 - 35,6 mg/kg TG
Hamilton Harbour	
Mittelwert	13,8 mg/kg TG
Bereich	8,20 - 19,0 mg/kg TG

Brust

Great Gull Island	
Mittelwert	< 2,0 mg/kg TG
Hamilton Harbour	
Mittelwert	< 2,0 mg/kg TG

Leber

Great Gull Island	
Mittelwert	< 5,0 mg/kg TG
Hamilton Harbour	
Mittelwert	< 5,0 mg/kg TG

Niere

Great Gull Island	
Mittelwert	10,41 mg/kg TG
Bereich	2,41 - 26,4 mg/kg TG
Hamilton Harbour	
Mittelwert	4,53 mg/kg TG
Bereich	1,65 - 8,79 mg/kg TG (Lit. C29)

¹ Bestimmung: AAS

Nachtrag

Chanos chanos¹

Fischteiche auf Taiwan

21. Sept. 1973

Körperlänge 31,4-34,2 cm

Körpergewicht 255-338 g

Muskel

0,1 mg/kg FG

Eingeweide

0,4 mg/kg FG

(Lit. J03)

Ctenopharyngodon idellus¹

Fischteiche auf Taiwan

21. Sept. 1973

2 Probenahmestellen

Körperlänge 18,5-50,1 cm

Körpergewicht 81-1350 g

Konzentrationsbereich

Muskel

1,8 und 0,1 mg/kg FG

Eingeweide

0,1 mg/kg FG

(Lit. J03)

Cyprinus carpio¹

Fischteiche auf Taiwan

21. Sept. 1973

3 Probenahmestellen

Körperlänge 12,5-29,4 cm

Körpergewicht 36-514 g

Konzentrationsbereich

Muskel

0,1 mg/kg FG

Eingeweide

0,1 - 0,9 mg/kg FG

(Lit. J03)

¹ Bestimmung: AAS

Engraulis encrasicholus¹

nördl. Adria, Jugoslawien

Juni bis Dez. 1972

Gesamtkörper

Mittelwert

0,6 mg/kg FG
(Lit. G38)

Hexagrammos otakii²

Pazifischer Ozean, Japan

berichtet 1978

Muskel

0,52 mg/kg TG
(Lit. I03)

Hypophthalmichthys molitrix¹

Fischteiche auf Taiwan

21. Sept. 1973

3 Probenahmestellen

Körperlänge 20,0-45,5 cm

Körpergewicht 86-1200 g

Konzentrationsbereich

Muskel

Eingeweide

0,1 - 0,2 mg/kg FG
1,0 und 2,1 mg/kg FG
(Lit. J03)

Lateolabrax japonicus²

Pazifischer Ozean, Japan

berichtet 1978

Muskel

0,53 mg/kg TG
(Lit. I03)

Paralichthys olivaceus²

Pazifischer Ozean, Japan

berichtet 1978

Muskel

0,34 mg/kg TG
(Lit. I03)

¹ Bestimmung: AAS

² Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierungsanalyse

Platichthys flesus

Gullmarsfjord, Archipel
des Skagerrak, Schweden
Muskel

1980-1982

0,63 mg/kg TG
(Lit. C49)

Sardina pilchardus¹

nördl. Adria, Jugoslawien

Juni bis Dez. 1972

Gesamtkörper

Mittelwert

0,6 mg/kg FG
(Lit. G38)

Sebastes nivosus²

Pazifischer Ozean, Japan
berichtet 1978

Muskel

0,38 mg/kg TG
(Lit. I03)

Sebastes thompsoni²

Pazifischer Ozean, Japan
berichtet 1978

Muskel

0,42 mg/kg TG
(Lit. I03)

Tilapia mossambica¹

Fischteiche auf Taiwan

16.4.1973

Anzahl der Probenahmestellen

n = 5

Körperlänge 9,6-20,0 cm

Körpergewicht 20-139 g

Konzentrationsbereich

Muskel

0,1 - 0,6 mg/kg FG

Eingeweide

1,3 - 7,2 mg/kg FG

(Lit. J03)

¹ Bestimmung: AAS

² Bestimmung: AAS und Neutronenaktivierungsanalyse

4.3 Allgemeines und Konzentrationsfaktoren

Konzentrationen in Radiolarien, Monterey Bay, Kalifornien, USA,
Mai-August 1971 (Anzahl der Probenahmetermine n = 6):¹

Bereich	nd ² - 7,1 mg/kg TG
Medianwert	3,7 mg/kg TG (Lit. M04)

Konzentrationen in Korallen (berichtet 1971):³

tiefes offenes Meer, Anzahl der Proben n = 13 versch. Arten: <i>Solenosmilia variabilis</i> , <i>Desmophyllum cristogallii</i> , <i>Caryophyllia clavus</i> , <i>Caryophyllia communis</i> , <i>Trochocyathus</i> sp., 2 nicht identifizierte Proben	Bereich	< 2,0 - 23,0 mg/kg TG
flaches offenes Meer, Anzahl der Proben n = 8 versch. Arten: <i>Dendrophyllia</i> sp., <i>Madracis asperula</i> , <i>Cladocora patriarcha</i> , <i>Anomocora</i> cf. <i>A. fecunda</i> , <i>Bathyccyathus maculatus</i> , 3 nicht identifizierte Proben	Bereich	2,0 - 19,0 mg/kg TG
flache Küstenzone, Anzahl der Proben n = 13 versch. Arten: <i>Meandrina areolata</i> , <i>Meandrina brasiliensis</i> , <i>Madracis</i> sp. cf. <i>Madracis pharensis</i> , <i>Porites porites</i> , <i>Madracis mirabilis</i> , <i>Montastrea annularis</i> , <i>Scolmia cubensis</i> , <i>Phyllangia americana</i>	Bereich	< 2,0 - 3,0 mg/kg TG (Lit. L11)

¹ Probenahme zwischen 9 und 12 Uhr, Planktonnetz (Maschenweite 360 µm), Probenahmetiefe 0-30 m; Trocknung bei 65 °C, Bestimmung: AAS

² nd = not detected

³ grobe Zerkleinerung, Reinigung durch Ultraschall, Trocknung bei 90 °C

Konzentrationen in Copepoden (Ruderfußkrebsen), Monterey Bay, Kalifornien, USA, Mai-August 1971 (Anzahl der Probenahmetermine n = 10):¹

Bereich	nd ² - 11,9 mg/kg TG
Medianwert	2,0 mg/kg TG (Lit. MO4)

Konzentrationen in Euphausiden (Leuchtkrebsen), Monterey Bay, Kalifornien, USA, Mai-August 1971 (Anzahl der Probenahmetermine n = 9):¹

Bereich	nd ² - 6,6 mg/kg TG
Medianwert	3,8 mg/kg TG (Lit. MO4)

Konzentrationen in einem aquatischen System (Seen und Flüsse), Kanada (1974):

pH-Wert des Wassers	7,1 - 7,3
Konzentration im Wasser	2 - 42 µg/l
Konzentration in den Sedimenten ³	13 - 224 mg/kg
Zooplankton ³	3 - 51 mg/kg
Krebs ^{3,4}	5 - 39 mg/kg
Venusmuscheln ³	4 - 29 mg/kg (Lit. H19)

¹ Probenahme zwischen 9 und 12 Uhr, Planktonnetz (Maschenweite 360 µm), Probenahmetiefe 0-30 m; Trocknung bei 65 °C, Bestimmung: AAS

² nd = not detected

³ nicht eindeutig, ob es sich um FG oder TG handelt

⁴ "crayfish"

Konzentrationen in Fischen (verschiedene Organe) in einem
aquatischen System (Seen und Flüsse), Kanada (1974):

Name	Proben-anzahl	Muskel	Konz. Leber	mg/kg ¹ Niere	Kieme
Esox lucius	4	13,3	15,4	27,7	17,3
"Yellow Pickerel"	8	13,8	14,4	51,6	16,0
Ambloplites rupestris	8	12,5	17,0	17,3	31,7
Ictalurus melas	9	9,5	10,7	11,8	11,1
"Redhorse Sucker" ²	9	12,9	14,5	14,1	12,2
Catostomus commersonii	7	13,2	16,5	14,0	12,6

(Lit. H19)

Konzentrationen in Fischen der oberen Leine, Bundesrepublik
Deutschland:

Bachforellen³

Muskulatur

Stelle 1	0,2 mg/kg TG
Stelle 2 (stärker belastet)	0,2 mg/kg TG

(Lit. A2⁴)

Konzentrationen in Fischen, Cockburn Sound, Indischer Ozean,
Australien; 4 Probenahmestellen mit unterschiedlich starker
Schwermetall-Kontamination, 3 Probenahmestellen in relativ
unverschmutzten Gebieten (berichtet 1979):

12 spp., Teleostei

Muskelgewebe⁴

Bereich der Mittelwerte

0,11 - 0,39 mg/kg FG

0,43 - 1,55 mg/kg TG

(Lit. P25)

¹ nicht eindeutig, ob es sich um FG oder TG handelt

² Red Sucker = Catostomus catostomus

³ Trocknung bei 60 °C

⁴ Gefriertrocknung; Bestimmung: AAS; analysiert wurden repräsentative Proben des gefriergetrockneten, homogenisierten Muskelgewebes.

Konzentrationen in Fischen, Mittelmeerküste, Israel, März-September 1974:

11 spp.

Muskelgewebe¹

Bereich

nd² - 10,8 mg/kg TG

nd - 2,6 mg/kg FG

Mittel

1,8 mg/kg TG

0,4 mg/kg FG

(Lit. R05)

Nachtrag

Konzentrationen in Zooplankton (Planktonnetz, Maschenweite 203 µm), Bucht von New York, USA; berichtet 1977 (Anzahl der Probenahmestationen n = 19):³

Bereich

1,7 - 4,6 mg/kg TG

(Lit. G32)

Konzentrationen in Zooplankton (Planktonnetz, Maschenweite 203 µm), Long Island Sound, New York, USA; berichtet 1977 (Anzahl der Probenahmestationen n = 10):³

Bereich

0,9 - 4,5 mg/kg TG

(Lit. G32)

Konzentrationen in Zooplankton, Süd-Texas, äußerer Kontinental-schelf,⁴ 12 Probenahmestellen, Anzahl der Proben n = 18 (berichtet 1977):

Durchschnittswert

4,6 mg/kg TG

(Lit. H06)

¹ Trocknung bei 105 °C; Bestimmung: AAS

² nd = not detected

³ Trocknung bei 105-110 °C

⁴ gefriergetrocknet; Bestimmung: AAS

Copepoden¹

nordwestl., westl. und süd-
westl. von Puerto Rico, USA
küstenfern

Salinität etwa 36 ‰

Oberflächenproben

Anzahl der Proben n = 10

50 - 230 mg/kg AG

aus 100 bis 500 m Tiefe

Anzahl der Proben n = 12

60 - 1070 mg/kg AG

(Lit. M23)

Copepoden²

Homogenat

Mittelwert

1,5 ± 0,3 mg/kg TG

(Lit. TO1)

Konzentrationen in Tintenfischen, Süd-Texas, äußerer Kontinental-
schelf, berichtet 1977:³

Mittelwerte

Fleisch mit Haut

2,5 mg/kg TG

Fleisch ohne Haut

2,5 mg/kg TG

Eingeweide

1,7 mg/kg TG

(Lit. HO6)

Konzentrationen in Fischen, 8 spp., Süd-Texas, äußerer Kontinen-
talschelf, berichtet 1977:³

Muskel

0,5 - 7,4 mg/kg TG

Haut

1,3 - 7,4 mg/kg TG

Eingeweide (3 spp.)

2,5 - 4,2 mg/kg TG

Verdauungstrakt (1 sp.)

2,7 mg/kg TG

Leber (1 sp.)

0,8 mg/kg TG

(Lit. HO6)

¹ Trocknung bei 80 °C; Bestimmung: Flammenspektrometrie

² Trocknung bei 105-110 °C; Bestimmung: Neutronenaktivierungs-
analyse; Siebung durch ein 500 µm-Netz

³ getrocknet; Bestimmung: AAS

Konzentrationsfaktor¹ in Muscheln, Looe Grounds, Cornwall, U.K., ca. 10 km Entfernung von der Küste, 1968/69:

Chlamys opercularis

Gesamtorganismus (ohne Schale)	560
Nieren	40 000
Mitteldarmdrüse	3 100
(Lit. B15)	

Konzentrationsfaktoren in Muscheln (Weichkörper, Expos.-Dauer 84 Tage, Nickel als Nickelsulfat):

Crassostrea virginica

384 u. 299

Mytilus edulis

416 u. 328

(Lit. E26)²

Konzentrationsfaktor³ in Muscheln, Irische See, 1970 (Anzahl der Probenahmestellen n = 17):

Patella vulgata

Weichteile

3 600

(Lit. P05)

¹ Konzentrationsfaktor = $\frac{\text{Konz. pro g FG des Organismus}}{\text{Konz. pro ml Meerwasser}}$

Als Grundlage für die Berechnung diente die für filtriertes Wasser des Ärmelkanals (U.K.) mitgeteilte Konzentration von 0,38 µg/l (Lit. P05).

² aus: Lit. E03

³ Konzentrationsfaktor = $\frac{\text{Konz. im Organismus (TG)}}{\text{Konz. im Meerwasser}}$

Konzentrationsfaktoren¹ in Muscheln, Looe Grounds, Cornwall, U.K.,
ca. 10 km Entfernung von der Küste, 1968/69:

<u>Pecten maximus</u>	
Gesamtorganismus (ohne Schale)	240
Nieren	10 000
Mitteldarmdrüse	2 700
(Lit. B15)	

Konzentrationsfaktor in Crustaceen (Gesamtkörper, Expos.-Dauer
2-4 Tage, Ni⁶³ in 0,1 M HCl):²

<u>Daphnia magna</u>	100
(Lit. H40)	

Konzentrationsfaktor in Fischen (Gesamtkörper, Expos.-Dauer 30
Tage, Nickel als Nickelchlorid):²

<u>Pimephales promelas</u>	61
(Lit. L31)	

Nachtrag

Konzentrationsfaktor³ für Zooplankton, Puerto Rico, USA:

mittlere Konzentration im Zooplankton	5,0 mg/kg FG
Konzentration im Meerwasser ⁴	0,002 mg/l
Konzentrationsfaktor	2 500
(Lit. M23)	

Konzentrationsfaktoren für Schalentiere, Pazifischer Ozean,
Japan (berichtet 1978):

Weichtiere	10 ²
(Lit. I03)	

Konzentrationsfaktoren für Fische, Pazifischer Ozean, Japan
(berichtet 1978):

Muskel	10
(Lit. I03)	

¹ Konzentrationsfaktor = $\frac{\text{Konz. pro g FG des Organismus}}{\text{Konz. pro ml Meerwasser}}$

Als Grundlage für die Berechnung diente die für filtriertes Wasser
des Ärmelkanals (U.K.) mitgeteilte Konzentration von 0,38 µg/l (PO₄)

² aus: Lit. E03 ³ Konz.-Faktor = $\frac{\text{mittlere Konz. in den Organismen}}{\text{Konz. im Meerwasser}}$

⁴ Konzentration im Meerwasser aus: Lit. G49

5. TOXIZITÄT

5.1 PHYCOPHYTA

Beginnende Schadwirkung für Algen: ^{1,2}

Scenedesmus quadricauda 0,9 mg/l
(Lit. B67)

Beginnende Schadwirkung für Algen: ^{1,3}

Scenedesmus quadricauda 1,5 mg/l
(Lit. B67)

Macrocystis pyrifera ⁴ 2,0 mg/l
Reduktion der Photosynthese, 50 %
(Lit. C27)

¹ Testverfahren: ... "Die Stammkulturen der Testalgen werden in unverdünntem mit Nährsalzen (KNO_3 570 mg/l, CaSO_4 200 mg/l, KH_2PO_4 140 mg/l, MgSO_4 90 mg/l, FeCl_3 3 mg/l) angereicherten städtischem Abwasser bei Tageslicht und 24 °C Raumtemperatur in 300 ml Erlenmeyerkolben mit 100 ml Kulturflüssigkeit halten. Das Kulturmedium der Stammkulturen wird in Abständen von zwei Monaten erneuert." ... "Danach wird das Zellmaterial aller Stammkulturrekolben vereinigt." ... "Die Impfkulturen wachsen eine Woche bei Dauerbeleuchtung unter Leuchtröhren (Osram HNI 40 W und Osram HNT 40 W) bei 24 °C." ... "Vor der Beimpfung der Testkulturen aus den Impfkulturen wird das Zellmaterial über Membranfilter (Porenweite 0,6 bis 1 µm) abgesaugt und von der Kulturlösung befreit, indem das abfiltrierte Zellmaterial mit 100 ml destilliertem Wasser aufgenommen und wiederum abfiltriert wird. Das Zellmaterial verbleibt schließlich in etwa 25 ml bidest. Wasser suspendiert. Der Trübungssgrad der gewaschenen Zellsuspension wird photoelektrisch bestimmt. Die Testkulturen impft man in der Weise, daß ihr Trübungswert nach der Beimpfung einem photoelektrischen Meßwert von 20 mg/l Kieselgur entspricht. Für den Ansatz der Testkulturen der toxikologischen Abwasserverdünnungsreihen wird das Wasser des Vorfluters planktonfrei und das Abwasser trübungsfrei durch Membranfilter (Porenweite 0,6 bis 1 µm) filtriert. Nach dem Beimpfen verbleiben die Testkulturen der Abwasserverdünnungsreihen vier Tage unter Dauerbeleuchtung durch Leuchtröhren ... bei 24 °C Raumtemperatur. Die Testkulturen werden täglich einmal aufgeschüttelt. Am Ende der Testzeit wird, nach intensivem Schütteln der Kulturröhrchen der jeweilige Trübungssgrad der Zellsuspension photoelektrisch gemessen."

² Nickel als Nickelammoniumsulfat ($\text{Ni}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$)

³ Nickel als Nickelchlorid ($\text{NiCl}_2 \times 6 \text{H}_2\text{O}$)

⁴ aus: Lit. B31

Navicula pelluculosa 1,7 $\mu\text{mol}/\text{l}$
Reduzierung der Wachstumsrate (50 %) (Lit. F33)
bei weniger als 0,1 mg/Nickel, 14 Tage

Wirkung auf Algen (Konzentrationen 1,7, 5,1 und 10,2 $\mu\text{mol}/\text{l}$):¹
Wachstumshemmung ab 1,7 $\mu\text{mol}/\text{l}$ bei *Pediastrum tetras*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Ankistrodesmus falcatus* var. *acicularis*, *Scenedesmus quadricauda* und *Scenedesmus dimorphus*; bis 10,2 $\mu\text{mol}/\text{l}$ keine Wirkung auf *Anabaena flos-aquae*; bei 10,2 $\mu\text{mol}/\text{l}$ keine Wirkung auf *Anabaena cylindrica*; (Lit. S81).

Chlamydomonas eugametos 0,7 mg/l
Ergänzende Angaben:
Wasserhärte 50 mg/l (CaCO_3), Nickel
als Nickelnitrat oder Nickelsulfat,
Effekt: Wachstumsrückgang (Lit. H39)²

Chlorella vulgaris 0,5 mg/l
Ergänzende Angaben:
Wasserhärte 50 mg/l (CaCO_3), Nickel
als Nickelnitrat oder Nickelsulfat,
Effekt: Wachstumsrückgang (Lit. H39)²

¹ Methodik: Nährlösung + $\text{Na}_2\text{EDTA} \times 2 \text{H}_2\text{O}$, Zellflaschen bei 20 °C und Licht (16 h) und Dunkelheit (8 h), Nickel-Zugabe als Nickel-Nitrat, Nickelkonzentrationen 1,7, 5,1 und 10,2 $\mu\text{mol}/\text{l}$ (Endkonzentration), 14 Tage, Zellzählungen; (Lit. N13, P54, S79 und S80).

1,7 $\mu\text{mol Nickel}/\text{l} \hat{=}$ etwa 0,1 mg Nickel/l
10,2 $\mu\text{mol Nickel}/\text{l} \hat{=}$ etwa 0,6 mg Nickel/l

² aus: Lit. E03

<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0,5 mg/l
Ergänzende Angaben:	
Wasserhärte 50 mg/l (CaCO_3), Nickel als Nickelnitrat oder Nickelsulfat,	
Effekt: Wachstumsrückgang	(Lit. H37) ¹
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	0,1 mg/l
Ergänzende Angaben:	
Wasserhärte 50 mg/l (CaCO_3), Nickel als Nickelnitrat oder Nickelsulfat,	
Effekt: Wachstumsrückgang	(Lit. H39) ¹
<i>Haematococcus capensis</i>	0,3 mg/l
Ergänzende Angaben:	
Wasserhärte 50 mg/l (CaCO_3), Nickel als Nickelnitrat oder Nickelsulfat,	
Effekt: Wachstumsrückgang	(Lit. H39) ¹
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	1,0 mg/l
Effekt:	
Wachstumsrückgang	(Lit. S82) ¹

¹ aus: Lit. E03

5.2 CRUSTACEA

LC₅₀, 48 h Daphnia magna 0,51 mg/l

Ergänzende Angaben:

Ni als NiCl₂, CaCO₃ 45,3 (44-53) ppm, Temp.

18 ± 1 °C, pH 7,74 (7,4-8,2), Alter: 12 ±

12 h, (nicht gefüttert)

(Lit. B01)

LC₅₀, 48 h Daphnia magna 1,12 mg/l

Ergänzende Angaben:

Ni als NiCl₂, CaCO₃ 45,3 (44-53) ppm, Temp.

18 ± 1 °C, pH 7,74 (7,4-8,2), Alter 12 ±

12 h, (gefüttert)

(Lit. B01)

chronischer Wert Daphnia magna 0,13 mg/l

Ergänzende Angaben:

Ni als NiCl₂, CaCO₃ 45,3 (44-53) ppm, Temp.

18 ± 1 °C, pH 7,74 (7,4-8,2), Alter 12 ±

12 h, (0,098-0,178) 50 % Reproduktionsbeeinträchtigung, Expos.-Zeit 3 Wochen

(Lit. B01)

chronischer Wert Daphnia magna

0,03 mg/l

Ergänzende Angaben:

Ni als NiCl₂, CaCO₃ 45,3 (44-53) ppm, Temp.

18 ± 1 °C, pH 7,74 (7,4-8,2), Alter 12 ±

12 h, 16 % Reproduktionsbeeinträchtigung, Expos.-Zeit 3 Wochen

(Lit. B01)

chronischer Wert Daphnia magna 0,095 mg/l

Ergänzende Angaben: Ni als $\text{NiCl}_2 \cdot \text{CaCO}_3$, 45,3 (44-53) ppm, Temp. $18 \pm 1^\circ\text{C}$, pH 7,74³ (7,4-8,2), Alter 12±12 h, 50 % Reproduktionsbeeinträchtigung, Expos.-Zeit

3 Wochen

(Lit. B01)

akuter Wert¹ Gammarus sp. 13,0 mg/l

Ergänzende Angaben: stat. Biotest, Wasserhärte 50 mg/l (CaCO_3), Nickel als Nickel-nitrat

(Lit. R30)²

LC ₀	Daphnia magna ³	2,0 mg/l
LC ₅₀	Daphnia magna ³	11 mg/l
LC ₁₀₀	Daphnia magna ³	31 mg/l

(Lit. B39)

LC₀: max. geprüfte Konzentration, bei der alle eingesetzten Daphnien ihre Schwimmfähigkeit behielten.
LC₁₀₀: minimale geprüfte Konzentration, bei der alle eingesetzten Daphnien ihre Schwimmfähigkeit verloren.

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

³ Testverfahren:

Aus einer Daphnien-Wildpopulation wurde derjenige Klon zur Weiterzucht verwendet, der in kürzester Zeit die höchste Individuenzahl erreichte. Insgesamt wurden 50 Tochterkulturen angelegt, die täglich 1 000 - 1 200 24 h-alte Jungtiere lieferten. Die als Testorganismen verwendeten Jungtiere wurden täglich durch Prüfsiebe (0,630 mm) zurückgehalten. Alle Kulturgläser wurden bei 12 h Mindest-Hellzeit (diffuses Tageslicht) und 20 °- 22 °C mit Uhrlässern abgedeckt gehalten. Die Kulturen wurden mit Futteralgen (*Chlorella vulgaris*) gefüttert. Für alle Daphnien-Kulturen wurde temperiertes chlorfreies sauerstoffgesättigtes Leitungswasser (Härte 16 °d.H., pH-Wert 7,6 bis 7,7) verwendet. Die Schadstoffe wurden in Leitungswasser gelöst, Verdünnungsreihen hergestellt. Zehn max. 24 h-alte Daphnien wurden den 3fach parallelen Verdünnungsreihen (50 ml Bechergläser) zugegeben. Die Kulturgefäße wurden abgedeckt 24 h ohne Beleuchtung bei 20 ° - 22 °C ruhig gestellt. Nach Ablauf der Testzeit wurden die schwimmfähigen Tiere ausgezählt.

Nickel als Nickelchlorid ($\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$)

Beginnende Schadwirkung für Kleinkrebse:^{1,2}

Daphnia magna	6 mg/l (Lit. B67)
akuter Wert ³ Daphnia magna	0,865 mg/l
Ergänzende Angaben:	
stat. Biotest, Wasserhärte 45 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelchlorid	(Lit. E24) ⁴
LC ₅₀ , 48 h Carcinus maenas	300 mg/l (Lit. P51)
LC ₅₀ , 48 h Crangon crangon	150 mg/l (Lit. P51)
LC ₅₀ , 48 h Pandalus montagui	200 mg/l (Lit. P51)

¹ Testverfahren:

Verwendet werden aus Gründen "der Standardisierung nur Jungtiere, die nicht älter als 24 h sind." ... "Gefüttert werden die Daphnien mit Grünalgen der Gattung Scenedesmus." ... "Aus der von älteren Tieren befreiten Anreicherungskultur erfolgt die Befüllung der Testkulturen mit einer Organismenzahl von 10 Tieren pro 10 ml mittels einer geeigneten Impfpipette." ... "Die Testkulturen werden bei 23 °C gehalten. Die Beurteilung der Testkulturen erfolgt nach 48 h. Erleichtert wird die Beurteilung des Schädigungsgrades der Testkulturen durch eine Prüfung der aktiven Reaktionsfähigkeit der Einzeltiere auf eine elektroakustische Beschallung mit 50 Hz (Wechselstromfrequenz des Lichtnetzes)." Nickel als Nickelchlorid (NiCl₂ x 6 H₂O)

² Umrechnung: 58,71 x 6 : 237,706 = etwa 1,48 mg Nickel/l

³ "LC₅₀/EC₅₀", nicht näher interpretiert ⁴ aus: Lit. EO3

akuter Wert ¹	Daphnia magna	2,34 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 100 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelchlorid	(Lit. C30) ²	
akuter Wert ¹	Daphnia magna	1,94 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 104 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelchlorid	(Lit. C30) ²	
akuter Wert ¹	Daphnia magna	4,96 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 206 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelchlorid	(Lit. C30) ²	
akuter Wert ¹	Daphnia pulicaria	2,18 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 48 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelsulfat	(Lit. L31) ²	
akuter Wert ¹	Daphnia pulicaria	1,81 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 48 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelsulfat	(Lit. L31) ²	
akuter Wert ¹	Daphnia pulicaria	1,84 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 44 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelsulfat	(Lit. L31) ²	

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

akuter Wert ¹	Daphnia pulicaria	1,9 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 44 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelsulfat		(Lit. L31) ²
akuter Wert ¹	Daphnia pulicaria	3,16 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 94 mg/l (CaCO ₃), Ca zugegeben, Nickel als Nickelsulfat		(Lit. L31) ²
akuter Wert ¹	Daphnia pulicaria	3,83 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 144 mg/l (CaCO ₃), Ca zugegeben, Nickel als Nickelsulfat		(Lit. L31) ²
akuter Wert ¹	Daphnia pulicaria	3,3 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 244 mg/l (CaCO ₃), Ca zugegeben, Nickel als Nickelsulfat		(Lit. L31) ²
akuter Wert ¹	Daphnia pulicaria	2,47 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 94 mg/l (CaCO ₃), Mg zugegeben, Nickel als Nickelsulfat		(Lit. L31) ²

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

akuter Wert¹ Daphnia pulicaria 2,47 mg/l
Ergänzende Angaben:
stat. Biertest, Wasserdichte 144 mg/l
(CaCO₃), Mg zugegeben, Nickel als
Nickelsulfat (Lit. L31)²

akuter Wert¹ Daphnia pulicaria 2,41 mg/l
Ergänzende Angaben:
stat. Biertest, Wasserdichte 244 mg/l
(CaCO₃), Mg zugegeben, Nickel als
Nickelsulfat (Lit. L31)²

akuter Wert¹ Acartia clausi 2,08 mg/l
Ergänzende Angaben:
stat. Biertest, Nickel als Nickel-
chlorid (Lit. E26)²

akuter Wert¹ Eurytemora affinis 9,67 mg/l
Ergänzende Angaben:
stat. Biertest, Nickel als Nickel-
chlorid (Lit. E26)²

akuter Wert¹ Tigriopus japonicus 6,36 mg/l
Ergänzende Angaben:
stat. Biertest, Nickel als Nickel-
chlorid (Lit. E26)²

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

akuter Wert ¹	<i>Nitocra spinipes</i>	0,6 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Nickel als Nickel-chlorid		(Lit. B98) ²
akuter Wert ¹	<i>Heteromysis formosa</i>	0,152 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Nickel als Nickel-chlorid		(Lit. E26) ²
akuter Wert ¹	<i>Mysidopsis bigelowi</i>	0,634 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Nickel als Nickel-chlorid		(Lit. E26) ²
akuter Wert ¹	<i>Mysidopsis bahia</i>	0,508 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Nickel als Nickel-chlorid		(Lit. E26) ²
akuter Wert ¹	<i>Pagurus longicarpus</i>	47,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Nickel als Nickel-chlorid		(Lit. E25) ²

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

chronischer Wert	<i>Daphnia magna</i>	0,0148 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Test "life cycle or partial life cycle", Wasserhärte 51 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelchlorid		(Lit. C30) ¹
chronischer Wert	<i>Daphnia magna</i>	0,123 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Test "life cycle or partial life cycle", Wasserhärte 105 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelchlorid		(Lit. C30) ¹
chronischer Wert	<i>Daphnia magna</i>	0,354 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Test "life cycle or partial life cycle", Wasserhärte 205 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelchlorid		(Lit. C30) ¹
chronischer Wert	<i>Mysidopsis bahia</i>	0,0927 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Test "life cycle or partial life cycle", Nickel als Nickelchlorid		(Lit. E26) ¹
LC ₅₀ , 48 h	<i>Pandalus montagui</i>	200,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Nickel als Nickelchlorid		(Lit. P51) ¹
LC ₅₀ , 48 h	<i>Carcinus maenas</i>	300,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Nickel als Nickelchlorid		(Lit. P51) ¹

¹ aus: Lit. E03

TLM 24-96 h Gammarus sp. 15,2 - 13,0 mg/l

Ergänzende Angaben:

Wasserhärte 50 mg/l, Temp. 17 °C,
pH 7,6 , D.O. 6,2 mg/l, Ni⁺⁺

(Lit. R30)

LC₅₀ , 48 h Cyclops abyssorum

(25,5 - 8,8) 15,0 mg/l

Ergänzende Angaben: Ni²

(Lit. B95)

LC₅₀ , 48 h Eudiaptomus padanus

(4,6 - 2,8) 3,6 mg/l

Ergänzende Angaben: Ni²

(Lit. B95)

LC₅₀ , 48 h Daphnia hyalina

(2,48 - 1,45) 1,90 mg/l

Ergänzende Angaben: Ni²

(Lit. B95)

5.3 PISCES

LC₅₀, 96 h *Pimephales promelas* 4.58 mg/l
und 5,18 mg/l

Ergänzende Angaben:

stat. Biertest, Ni als NiCl₂ · 6 H₂O, CaCO₃
20 ppm, Temp. 25 °C, pH 7,5, Gewicht 1-2 g
(Lit. PO1)¹

LC₅₀, 96 h *Pimephales promelas* 42,4 mg/l
und 44,5 mg/l

Ergänzende Angaben:

stat. Biertest, Ni als NiCl₂ · 6 H₂O, CaCO₃
360 ppm, Temp. 25 °C, pH 8,4 → 7,4, Gewicht
1-2 g
(Lit. PO1)¹

LC₅₀, 96 h *Lepomis macrochirus* 5,18 mg/l
und 5,36 mg/l

Ergänzende Angaben:

stat. Biertest, Ni als NiCl₂ · 6 H₂O, CaCO₃
20 ppm, Temp. 25 °C, pH 7,5, Gewicht 1-2 g
(Lit. PO1)¹

LC₅₀, 96 h *Lepomis macrochirus* 39,6 mg/l

Ergänzende Angaben:

stat. Biertest, Ni als NiCl₂ · 6 H₂O, CaCO₃
360 ppm, Temp. 25 °C, pH 8,4 → 7,4, Gewicht
1-2 g
(Lit. PO1)¹

¹ aus: Lit. HO1

Salmo gairdneri	0,231 mg/l
Effekt: Flucht	
Ergänzende Angaben: Wasserhärte 24-29 mg/l	(Lit. GO1) ¹
chronischer Wert, Salmo gairdneri	0,35 mg/l
Ergänzende Angaben: Wasserhärte 50 mg/l	(Lit. NO1) ¹
chronischer Wert, Pimephales promelas	0,527 mg/l
Ergänzende Angaben: Wasserhärte 210 mg/l	(Lit. PO2) ¹
LC ₅₀ , 48 h Salmo gairdneri	35,7 mg/l
Ergänzende Angaben:	
stat. Biotest, Wasserhärte 42 mg/l (CaCO ₃), Temp. 12,0 °C	(Lit. W42) ²
LC ₅₀ , 96 h Salmo gairdneri	35,5 mg/l
	(Lit. HO3)
LC ₅₀ Pimephales promelas	0,4 mg/l
Ergänzende Angaben: Ni als NiSO ₄ , CaCO ₃ 200 ppm, "safe conc."	(Lit. BO1) ³

¹ aus: Lit. G34

² aus: Lit. A26

³ aus: Lit. HO1

LC₅₀, 96 h Carassius auratus 9,82 mg/l

Ergänzende Angaben:

stat. Biertest, Ni als NiCl₂ · 6 H₂O, CaCO₃
20 ppm, Temp. 25 °C, pH 7,5, Gewicht 1-2 g (Lit. P01)¹

LC₅₀, 96 h Lebistes reticulatus 4,45 mg/l

Ergänzende Angaben:

stat. Biertest, Ni als NiCl₂ · 6 H₂O, CaCO₃
20 ppm, Temp. 25 °C, pH 7,5, Gewicht
0,1-0,2 g (Lit. P01)¹

LC₅₀, 48 h Salmo gairdneri 32,0 mg/l

Ergänzende Angaben:

Wasserhärte 240 mg/l (CaCO₃), Temp.
15,3-18,4 °C (Lit. B90)²

LC₅₀ Salmo gairdneri (0,04 - 0,06)³ 0,05 mg/l
(Lit. B87)

LC₅₀ Ictalurus punctatus (0,49 - 1,01)³ 0,71 mg/l
(Lit. B87)

LC₅₀ Micropterus salmoides (1,48 - 2,84)³ 2,06 mg/l
(Lit. B87)

LC₅₀ Carassius auratus (2,27 - 3,35)³ 2,78 mg/l
(Lit. B87)

¹ aus: Lit. H01

² aus: Lit. A26

³ Vertrauensbereich 95 %

TLM, 24 h	Pimephales promelas ¹	13,5 mg/l
Ergänzende Angaben:		10,4 mg/l
weiches Wasser		
TLM, 48 h	Pimephales promelas ¹	5,93 mg/l
Ergänzende Angaben:		7,91 mg/l
weiches Wasser		
TLM, 96 h	Pimephales promelas ¹	4,58 mg/l
Ergänzende Angaben:		5,18 mg/l
weiches Wasser		
TLM, 24 h	Pimephales promelas ¹	104,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		79,1 mg/l
hartes Wasser		
TLM, 48 h	Pimephales promelas ¹	59,3 mg/l
Ergänzende Angaben:		51,6 mg/l
hartes Wasser		
TLM, 96 h	Pimephales promelas ¹	42,4 mg/l
Ergänzende Angaben:		44,5 mg/l
hartes Wasser		
TLM, 24 h	Lepomis macrochirus ¹	41,7 mg/l
Ergänzende Angaben:		11,3 mg/l
weiches Wasser		
TLM, 48 h	Lepomis macrochirus ¹	15,9 mg/l
Ergänzende Angaben:		8,67 mg/l
weiches Wasser		(Lit. P46)

¹ siehe Fußnote 2, übernächste Seite

TLM, 96 h	Lepomis macrochirus ¹	5,18 mg/l
Ergänzende Angaben:		5,36 mg/l
weiches Wasser		
TLM, 48 h	Lepomis macrochirus ¹	82,1 mg/l
Ergänzende Angaben:		
hartes Wasser		
TLM, 96 h	Lepomis macrochirus ¹	39,6 mg/l
Ergänzende Angaben:		
hartes Wasser		
TLM, 24 h	Carassius auratus ¹	34,1 mg/l
Ergänzende Angaben:		
weiches Wasser		
TLM, 48 h	Carassius auratus ¹	20,5 mg/l
Ergänzende Angaben:		
weiches Wasser		
TLM, 96 h	Carassius auratus ¹	9,82 mg/l
Ergänzende Angaben:		
weiches Wasser		
TLM, 24 h	Lebistes reticulatus ¹	18,3 mg/l
Ergänzende Angaben:		
weiches Wasser		
		(Lit. P46)
LC ₅₀ , 48 h	Lepomis macrochirus	110,5 mg/l
Ergänzende Angaben:		
statischer Biotest, Temp. 12,0 °C		
		(Lit. W42) ²

¹ siehe Fußnote 2, nächste Seite

² aus: Lit. A26

LC ₀	Leuciscus idus melanotus ¹	506 mg/l
LC ₅₀	Leuciscus idus melanotus	570 mg/l
LC ₁₀₀	Leuciscus idus melanotus	755 mg/l (Lit. J08)

TLM, 48 h *Lebistes reticulatus*² 9,56 mg/l

Ergänzende Angaben:

weiches Wasser

TLM, 96 h *Lebistes reticulatus*² 4,45 mg/l

Ergänzende Angaben:

weiches Wasser

(Lit. P46)

¹ nach Juhnke, Landesanstalt für Wasser und Abfall, Nordrhein-Westfalen; Werte in mg/l Nickelchlorid

² *Pimephales promelas*, *Lepomis macrochirus* und *Carassius auratus* besaßen eine Länge von etwa 4 - 6 cm, Gewicht 1 - 2 g; *Lebistes reticulatus*-Fische waren 6 Monate alt, 2 - 2,5 cm lang und wogen 0,1 - 2 g. Je Art zehn Testfische, 5 Testkonzentrationen. Das Wasser (weich) bestand aus einer Mischung von 5 Teilen natürlichem Kalkstein-Quellwasser und 95 Teilen destilliertem Wasser. *Pimephales promelas*-Fische wurden nur in natürlichem Kalkstein-Quellwasser getestet. Die Wassertemperatur betrug 25 °C (3 Tests bei 15 °C), der O2-Gehalt mind. 4 mg/l während der Testzeit. Die Konzentration der Element-Testlösungen wurde in einer logarithmischen Reihe bei 10, 5,6 , 3,2, 1,8 und 1mg/l des Schwermetallsalzes hergestellt. Aus der Mortalitätsrate bei verschiedenen Konzentrationen des Schwermetallsalzes wurden 24 h-, 48 h- und 96 h-TLM-Werte errechnet. Die Senkung des pH-Werts durch das jeweilige Schwermetallsalz lag im Toleranzbereich für Testfische. Die Tests wurden auch bei hartem Wasser durchgeführt (s. Daten). Die Löslichkeit der Schwermetalle in der Testlösung war unterschiedlich. Die statischen Tests wurden nach Lit. A20, die Vorbereitung nach Lit. H29 durchgeführt.
Nickel als $\text{NiCl}_2 \times 6 \text{H}_2\text{O}$

TLM, 24 h	<i>Fundulus diaphanus</i>	¹	63,2 mg/l
TLM, 48 h	<i>Fundulus diaphanus</i>		50,8 mg/l
TLM, 96 h	<i>Fundulus diaphanus</i>		46,2 mg/l
			(Lit. R29)
TLM, 24 h	<i>Roccus saxatilis</i>	¹	10,0 mg/l
TLM, 48 h	<i>Roccus saxatilis</i>		8,4 mg/l
TLM, 96 h	<i>Roccus saxatilis</i>		6,2 mg/l
			(Lit. R29)
TLM, 24 h	<i>Lepomis gibbosus</i>	¹	16,4 mg/l
TLM, 48 h	<i>Lepomis gibbosus</i>		12,0 mg/l
TLM, 96 h	<i>Lepomis gibbosus</i>		8,1 mg/l
			(Lit. R29)
TLM, 24 h	<i>Roccus americanus</i>	¹	18,4 mg/l
TLM, 48 h	<i>Roccus americanus</i>		16,2 mg/l
TLM, 96 h	<i>Roccus americanus</i>		13,6 mg/l
			(Lit. R29)
TLM, 24 h	<i>Anguilla rostrata</i>	¹	14,0 mg/l
TLM, 48 h	<i>Anguilla rostrata</i>		13,2 mg/l
TLM, 96 h	<i>Anguilla rostrata</i>		13,0 mg/l
			(Lit. R29)
TLM, 24 h	<i>Cyprinus carpio</i>	¹	38,2 mg/l
TLM, 48 h	<i>Cyprinus carpio</i>		29,1 mg/l
TLM, 96 h	<i>Cyprinus carpio</i>		10,6 mg/l
			(Lit. R29)

¹ Temp. 17 °C, pH 7,8, D.O. 6,5 mg/l (weiteres zur Methodik siehe Lit. A20); Bestimmung: AAS; Background in diesem Ästuar (Hudson River): 0,006 mg/l

LC ₅₀ , 168 h	Salmo gairdneri	30,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 15 mg/l (CaCO ₃), Temp. 14-16 °C	(Lit. S65) ¹	
LC ₅₀ , 48 h	Salmo trutta	60,3 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 42 mg/l (CaCO ₃), Temp. 12,0 °C	(Lit. W42) ¹	
LC ₅₀ , 48 h	Salvelinus fontinalis	54,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 42 mg/l (CaCO ₃), Temp. 12,0 °C	(Lit. W42) ¹	
LC ₅₀ , 168 h	Salvelinus fontinalis	35,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 15 mg/l (CaCO ₃), Temp. 14-16 °C	(Lit. S65) ¹	
LC ₅₀ , 48 h	Salvelinus namaycush	16,7 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 42 mg/l (CaCO ₃), Temp. 12,0 °C	(Lit. W42) ¹	

¹ aus: Lit. A26

LC₅₀, 96 h Pimephales promelas 5,2 mg/l

Ergänzende Angaben:

Durchfluß, Wasserhärte 45 mg/l (CaCO₃),
Temp. 25,0 °C

(Lit. L31)¹

LC₅₀, 96 h Pimephales promelas 5,2 mg/l

Ergänzende Angaben:

Durchfluß, Wasserhärte 44 mg/l (CaCO₃),
Temp. 25,0 °C

(Lit. L31)¹

LC₅₀, 96 h Pimephales promelas 2,9 mg/l

Ergänzende Angaben:

Durchfluß, Wasserhärte 29 mg/l (CaCO₃),
Temp. 25,0 °C

(Lit. L31)¹

LC₅₀, 96 h Pimephales promelas 2,9 mg/l

Ergänzende Angaben:

Durchfluß, Wasserhärte 28 mg/l (CaCO₃),
Temp. 25,0 °C

(Lit. L31)¹

LC₅₀, 96 h Pimephales promelas 12,4 mg/l

Ergänzende Angaben:

Durchfluß, Wasserhärte 77 mg/l (CaCO₃),
Temp. 25,0 °C

(Lit. L31)¹

LC₅₀, 96 h Pimephales promelas 17,7 mg/l

Ergänzende Angaben:

Durchfluß, Wasserhärte 89 mg/l (CaCO₃),
Temp. 25,0 °C

(Lit. L31)¹

¹ aus: Lit. A26

LC_{50} , 96 h	Pimephales promelas	8,6 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Durchfluß, Wasserhärte 91 mg/l ($CaCO_3$), Temp. 25,0 °C	(Lit. L31) ¹	
LC_{50} , 96 h	Pimephales promelas	5,4 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Durchfluß, Wasserhärte 86 mg/l ($CaCO_3$), Temp. 25,0 °C	(Lit. L31) ¹	
LC_{50} , 96 h	Pimephales promelas	27,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 210 mg/l ($CaCO_3$), Temp. 24-26 °C	(Lit. P02) ¹	
LC_{50} , 96 h	Pimephales promelas	32,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 210 mg/l ($CaCO_3$), Temp. 24-26 °C	(Lit. P02) ¹	
LC_{50} , 96 h	Pimephales promelas	32,2 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Durchfluß, Wasserhärte 210 mg/l ($CaCO_3$), Temp. 24-26 °C	(Lit. P02) ¹	
LC_{50} , 96 h	Pimephales promelas	28,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Durchfluß, Wasserhärte 210 mg/l ($CaCO_3$), Temp. 24-26 °C	(Lit. P02) ¹	

¹ aus: Lit. A26

LC ₅₀ , 96 h	Pimephales promelas	25,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Durchfluß, Wasserhärte 210 mg/l (CaCO ₃), Temp. 24-26 °C	(Lit. P02) ¹	
LC ₅₀ , 96 h	Pimephales promelas	24,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 400 mg/l (CaCO ₃), Temp. 25,0 °C	(Lit. T23) ¹	
LC ₅₀ , 96 h	Pimephales promelas	4,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Wasserhärte 20 mg/l (CaCO ₃), Temp. 25,0 °C	(Lit. T23) ¹	
LC ₅₀ , 24 h	Lebistes reticulatus	1,2 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Temp. 20-26 °C	(Lit. S78) ¹	
LC ₅₀ , 240 h	Gasterosteus aculeatus	0,8 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Durchfluß, Temp. 15-18 °C	(Lit. J13) ¹	
LC ₅₀ , 96 h	Lepomis gibbosus	8,1 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Temp. 17,0 °C	(Lit. R30) ¹	

¹ aus: Lit. A26

akuter Wert ¹	<i>Anguilla rostrata</i>	13,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 53 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelnitrat		(Lit. R29) ²
akuter Wert ¹ <i>Anguilla rostrata</i>		
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Wasserhärte 55 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelnitrat		(Lit. R33) ²
akuter Wert ¹ <i>Fundulus heteroclitus</i>	350,0 mg/l	
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Nickel als Nickelchlorid		(Lit. E25) ²
akuter Wert ¹ <i>Menidia menidia</i>	7,96 mg/l	
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Nickel als Nickelchlorid		(Lit. E26) ²
chronischer Wert <i>Salmo gairdneri</i>	0,350 mg/l	
Ergänzende Angaben:		
Test: Early Life Stage, Wasserhärte 50 mg/l, Nickel als Nickelchlorid		(Lit. N14) ²
chronischer Wert <i>Pimephales promelas</i>	0,109 mg/l	
Ergänzende Angaben:		
Test: Early Life Stage, Wasserhärte 44 mg/l, Nickel als Nickelchlorid		(Lit. L31) ²
chronischer Wert <i>Pimephales promelas</i>	0,527 mg/l	
Ergänzende Angaben:		
Test: life cycle or partial life cycle, Wasserhärte 210 mg/l (CaCO ₃), Nickel als Nickelchlorid		(Lit. P02) ²

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

5.4 MOLLUSCA

LC ₅₀ , 48 h	<i>Cardium edule</i>	500 mg/l (Lit. P51)
LC ₅₀ , 48 h	<i>Crassostrea virginica</i>	1,18 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Larven		(Lit. C26) ¹
LC ₀ , 48 h	<i>Crassostrea virginica</i>	0,1 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Larven		(Lit. C26) ¹
Mya arenaria (keine signif. Sterblichkeit)		50 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, unfiltriertes Meer-		
wasser, Salzgehalt 30 ± 0/oo, pH 7,95 ± 0,1,		
Versuchsdauer 168 h		(Lit. E23) ²
akuter Wert ³ <i>Crassostrea virginica</i>		1,18 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biertest, Nickel als Nickel-		
chlorid		(Lit. C26) ⁴
akuter Wert ³ <i>Mercenaria mercenaria</i>		0,31 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Larven, stat. Biertest, Nickel als		
Nickelchlorid		(Lit. C26) ⁴

¹ aus: Lit. B31

² aus: Lit. B87

³ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

⁴ aus: Lit. E03

akuter Wert ¹	<i>Mya arenaria</i>	320,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Nickel als Nickelchlorid		(Lit. E25) ²
EC ₅₀ , 12 Tage	<i>Crassostrea virginica</i>	1,21 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Effekt: Larven-Wachstum, Nickel als Nickelchlorid		(Lit. C31) ²
EC ₅₀ , 8-10 Tage	<i>Mercenaria mercenaria</i>	5,71 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Effekt: Larven-Wachstum, Nickel als Nickelchlorid		(Lit. C31) ²
TLM 24-96 h	<i>Amnicola sp.</i>	26,0 - 11,4 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Eier, Wasserhärte 50 mg/l, Temp. 17 °C, pH 7,6, D.O. 6,2 mg/l, Ni ⁺⁺		(Lit. R30)
TLM 24-96 h	<i>Amnicola sp.</i>	21,2 - 14,3 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Adulte, Wasserhärte 50 mg/l, Temp. 17 °C, pH 7,6, D.O. 6,2 mg/l, Ni ⁺⁺		(Lit. R30)
TLM 24-96 h	<i>Nais sp.</i>	16,2 - 14,1 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Wasserhärte 50 mg/l, Temp. 17 °C, pH 7,6, D.O. 6,2 mg/l, Ni ⁺⁺		(Lit. R30)

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

5.5 ANNELIDA

LC ₅₀ <i>Ctinodrilus serratus</i>	17,0 mg/l
Ergänzende Angaben:	
stat. Biertest, Nickel als Nickelchlorid	(Lit. P55) ²
akuter Wert ¹ <i>Neanthes arenaceodentata</i>	
Ergänzende Angaben:	
stat. Biertest, Nickel als Nickelchlorid	(Lit. P55) ²
akuter Wert ¹ <i>Nereis virens</i>	49,0 mg/l
Ergänzende Angaben:	
stat. Biertest, Nickel als Nickelchlorid	(Lit. E25) ²
LC ₅₀ , 96 h <i>Capitella capitata</i>	> 50,0 mg/l
Ergänzende Angaben:	
Nickel als Nickelchlorid	(Lit. P55) ²
LC ₅₀ , 7 Tage <i>Capitella capitata</i>	> 50,0 mg/l
Ergänzende Angaben:	
Nickel als Nickelchlorid	(Lit. P55) ²
<i>Ctinodrilus serratus</i>	2,0 mg/l
Ergänzende Angaben:	
Versuchsdauer 28 Tage, Effekt: keine	
Reproduktion, Nickel als Nickelchlorid	(Lit. P55) ²

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

5.6 ECHINODERMATA

akuter Wert ¹	Asterius forbesi	150,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
stat. Biotest, Nickel als Nickel-chlorid		(Lit. E25) ²
Lytechinus pictus		0,058 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Embryos, Versuchsdauer 20 h, Effekt: Entwicklungsverzögerung		(Lit. T22) ²
Lytechinus pictus		0,58 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Embryos, Versuchsdauer 20 h, Effekt: abnormale Entwicklung		(Lit. T22) ²
Arbacia punctata		17,0 mg/l
Ergänzende Angaben:		
Embryos, Versuchsdauer 42 h, Effekt: > 50 % Embryo-Mortalität		(Lit. W43) ²

¹ "LC50/EC50", nicht näher interpretiert

² aus: Lit. E03

5.7 INSECTA

LC₅₀, 96 h *Acroneuria lycoria* 33,5 mg/l

Ergänzende Angaben:

Ni als NiSO₄ · 6 H₂O, CaCO₃ 40 ppm, Temp.
18,5 °C, pH 7,0

(Lit. W01)¹

LC₅₀, 96 h *Ephemerella subvaria* 4,0 mg/l

Ergänzende Angaben:

Ni als NiSO₄ · 6 H₂O, CaCO₃ 40 ppm, Temp.
18,5 °C, pH 7,0

(Lit. W01)¹

LC₅₀, > 14 d *Hydropsyche betteni* 64,0 mg/l

Ergänzende Angaben:

Ni als NiSO₄ · 6 H₂O, CaCO₃ 40 ppm, Temp.
18,5 °C, pH 7,0

(Lit. W01)¹

TLM 24-96 h Köcherfliege 48,4 - 30,2 mg/l

Ergänzende Angaben:

Tricoptera, "caddis fly", Wasser-
härte 50 mg/l, Temp. 17 °C, pH 7,6,
D.O. 6,2 mg/l, Ni ⁺⁺

(Lit. R30)

¹ aus: Lit. H03

TLM 24-96 h Kleinlibelle 26,4 - 21,2 mg/l
Ergänzende Angaben:
Zygoptera, "damsel fly", Wasser-
härte 50 mg/l, Temp. 17 °C, pH
7,6 , D.O. 6,2 mg/l, Ni⁺⁺ (Lit. R30)

TLM 24-96 h Chironomus sp. 10,2 - 8,6 mg/l
Ergänzende Angaben:
Wasserhärte 50 mg/l, Temp. 17 °C,
pH 7,6 , D.O. 6,2 mg/l, Ni⁺⁺ (Lit. R30)

5.8 AMPHIBIA

LC₅₀ Ambystoma opacum (0,27 - 0,60)¹ 0,41 mg/l
(Lit. B87)

LC₅₀ Bufo fowleri (8,29 - 14,44)¹ 11,03 mg/l
(Lit. B87)

¹ Vertrauensbereich 95 %

5.9 BACTERIA

Beginnende Schadwirkung für Bakterien:^{1,2}

Escherichia coli

0,1 mg/l
(Lit. B67)

Ni, ^{63}Ni , sowie Nickelammoniumsulfat, Nickelchlorid, -hydroxid und -nitrat wirken sich negativ auf die Effektivität von Abwasserreinigungs-Prozessen aus. Bei ^{63}Ni tritt möglicherweise eine giftige Wirkung auf Bakterien in Kläranlagen auf. 15 ppm Ni als Nickelchlorid hemmen den BOD des Abwassers um 50 %. (Lit. E01)

¹ Testverfahren:

"Die Zellsuspension für die Beimpfung der Testkulturen wird aus 24 h-Kulturen von Escherichia in Eijkman-Nährlösung gewonnen. Die Organismen werden bei 4 000 U/Min. abzentrifugiert, mit physiolog. Kochsalzlösung gewaschen und für die Beimpfung der Testkulturen nach Abzentrifugieren aus der Waschflüssigkeit im trübungsfrei filtrierten Wasser des jeweiligen Vorfluters aufgeschwemmt."
 ..."wird das biologische Material quantitativ in die Teströhrchen der Abwasserverdünungsreihen eingebracht. Die Testkulturen erhalten hierdurch einen einheitlichen Trübungswert entsprechend 200 mg/l Kieselgur. Zur Anwendung gelangt als Teststamm der aus einem Vorfluter isolierte Escherichiastamm V 29." "Zur Messung gelangt ... die Hemmung eines physiologischen Vorganges, der Säurebildung aus Glukose, durch die im Wasser befindlichen Giftstoffe, als Maßstab der Hemmung der Lebenstätigkeit der Bakterien. Glukose wird den Testkulturen in einer Konzentration von 10 mg/ml zugesetzt. Unter den gewählten Kulturbedingungen, Temperatur 27°C, Ausgangs-pH 7,5, Glukosegehalt (10 mg/ml), Peptongehalt (10 g/ml) sowie Zellzahl....erfolgt in den durch Giftwirkung nicht gestörten Teströhren ein Absinken des pH-Wertes durch die Säurebildung der Bakterien aus Glukose in einer bestimmten, von der Alkalität des Testansatzes abhängigen Zeit."

² Nickel als Nickelchlorid ($\text{NiCl}_2 \times 6 \text{ H}_2\text{O}$) bzw. als Nickelammon-sulfat ($\text{Ni}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \times 6 \text{ H}_2\text{O}$)

5.10 PROTOZOA

Vergleich der Wirkung von Nickel auf flagellate sowie ciliate bzw. auf holozoische bakterienfressende sowie saprozoische Protozoen:¹

TGK Entosiphon sulcatum	0,14 mg/l
TGK Uronema parduczi	0,042 mg/l
TGK Chilomonas paramecium	0,82 mg/l (Lit. B40)

Toxizitätstests mit Paramecium caudatum.² Nickel als Nickelsulfat. Summe Erdalkalien in Testlösung = 1,0 mmol/l:

LC ₀ , 24 h	Paramecium caudatum	0,5 mg/l
LC ₅₀ , 24 h	Paramecium caudatum	3,7 mg/l
LC ₁₀₀ , 24 h	Paramecium caudatum	8,0 mg/l (Lit. N07)

¹ Testverfahren:

"Der Zellvermehrungshemmtest mit saprozoischen Protozoen in organisch-mineralischen Standardmedien arbeitet ... ohne Futterbakterien und ohne Begleitbakterien. Die quantitative Bestimmung der Protozoeneinsaat sowie die Messung der Protozoen-Zellvermehrung in den Testkulturen erfolgt mittels eines elektronischen Zellzählgerätes (Coulter Counter) nach Zugabe eines geeigneten Elektrolyten."

Nickel als Nickelchlorid ($\text{NiCl}_2 \times 6 \text{ H}_2\text{O}$); TGK = Toxische Grenzkonzentration; die Konzentrationsangaben sind auf das Wirkion bezogen

² Durchführung des Tests: "Aus dem Stammansatz der zu prüfenden Substanz und dem Verdünnungswasser (= Testwasser) werden die gewählten Konzentrationen hergestellt und mit den in 5 ml Testwasser suspendierten Paramecien in Kulturröhrchen (Reagenzgläser) mit einem Testvolumen von 10 ml, gefüllt. Pro Konzentrationsstufe werden mindestens 10 000 Tiere eingesetzt. Zu jeder Testserie gehört ein Kontrollansatz ohne die zu testende Substanz. Kontroll- und Testansätze bleiben bei diffusem Tageslicht oder im Dunkeln bei $20 + 2^\circ\text{C}$ stehen.

Nach Ablauf von 24 Stunden (ggf. nach 48 Stunden) werden dann die einzelnen Testansätze in den Reagenzgläsern mit LUGOLScher Lösung fixiert und nach der UTERMÖHL-Methodik im umgekehrten Mikroskop ausgezählt. Zum Zeitpunkt der Fixierung lebende Tiere können leicht im mikroskopischen Bild durch die scharf begrenzten Konturen und die ausgeschleuderten Trichocysten erkannt werden. Im Laufe des Tests abgestorbene Tiere zerfallen sehr rasch durch Autolyse und zeigen nicht den typischen Trichocystenkranz. Solche Zellreste werden bei der Auszählung und Auswertung nicht miterfaßt."

5.11 VERSCHIEDENES

Effektive (Schwellen-) Konzentrationen für Süßwasser- und marine Organismen:

Phytoplankton

Kriterium: Photosynthese 0,1 - 1 mg/l

Zooplankton

Kriterium: Reproduktion 0,1 mg/l

Muscheln

Kriterium: O₂-Verbrauch 0,01 - 0,1 mg/l
(Lit. P29)

Wechselwirkungen zwischen Schwermetallen bei Algen:

Algen	Wirkung	Parameter	Stoff-kombination	Lit.
Scenedesmus	synergistisch	Zellanzahl	Cu-Ni	H39 ¹
Chlorella Scenedesmus	synergistisch	Wachstum Aufnahme	Cu-Ni	S89 ¹
Chlorella vulgaris	synergistisch	Zellanzahl	Cu-Ni	H37
Haematococcus capensis	synergistisch	Zellanzahl	Cu-Ni	H37
Anabaena inaequalis	synergistisch	Wachstum Nitrogenase	Hg-Ni	S90 ¹
Anabaena inaequalis	antagonistisch	Wachstum ¹⁴ CO ₂ -Aufnahme nitrogenase	Ni-Cd	S90 ¹
Anabaena inaequalis	antagonistisch	Wachstum	Hg-Cd-Ni	S90 ¹
Anabaena inaequalis	synergistisch	¹⁴ CO ₂ -Aufnahme nitrogenase	Hg-Cd-Ni	S90 ¹

¹ aus: Lit. R34

6. KARTEN UND ABBILDUNGEN

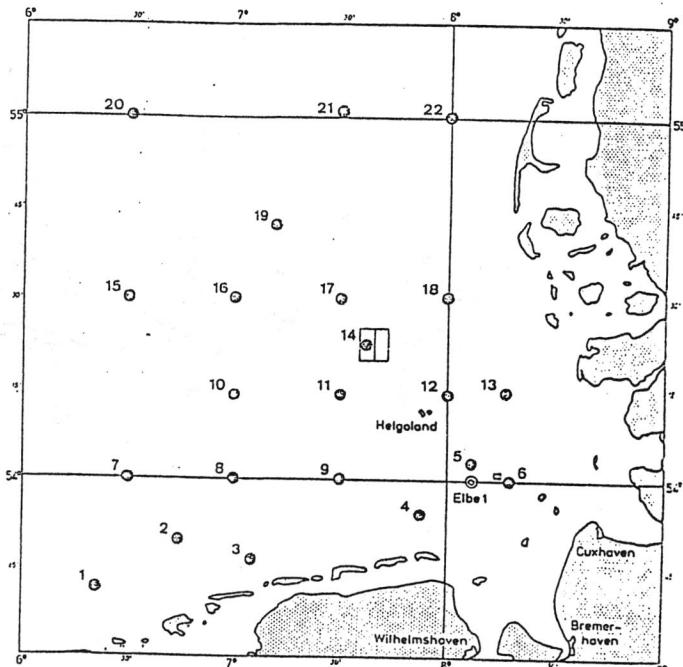
Schleswig - Holstein Gewässerüberwachung

1.2 Lage der Meßstellen im Einzugsgebiet der Elbe



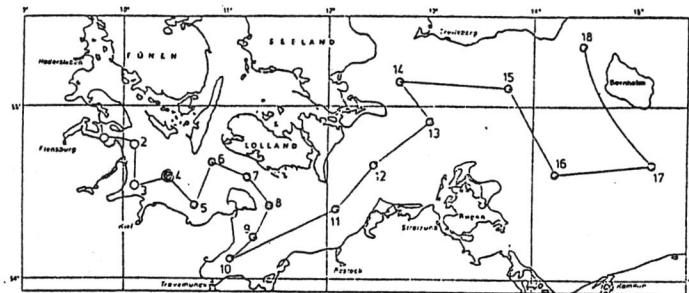
Quelle: Lit. L03

Karte 1



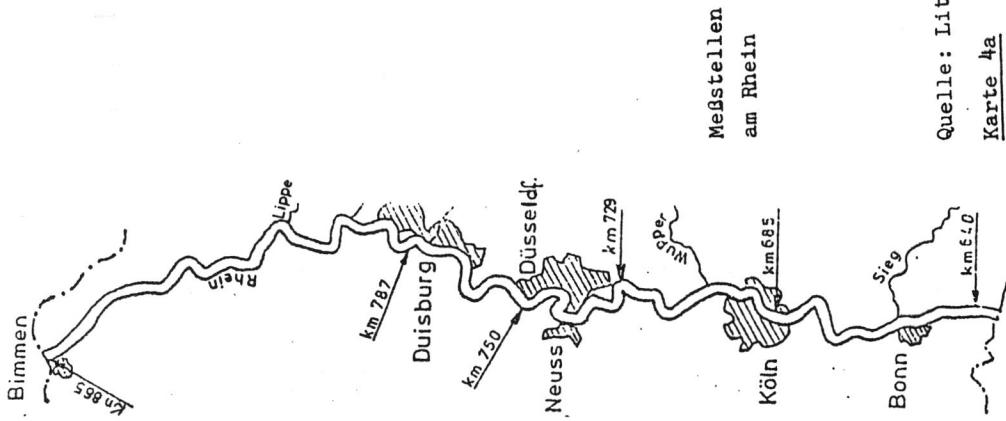
Probenahmestellen in der Deutschen Bucht im Mai 1974.
 Station 14 liegt im Dumping-Gebiet für TiO₂-Abwässer,
 Station 6 im Dumping-Gebiet für Klärschlämme der Stadt
 Hamburg. Quelle: Lit. S39

Karte 2



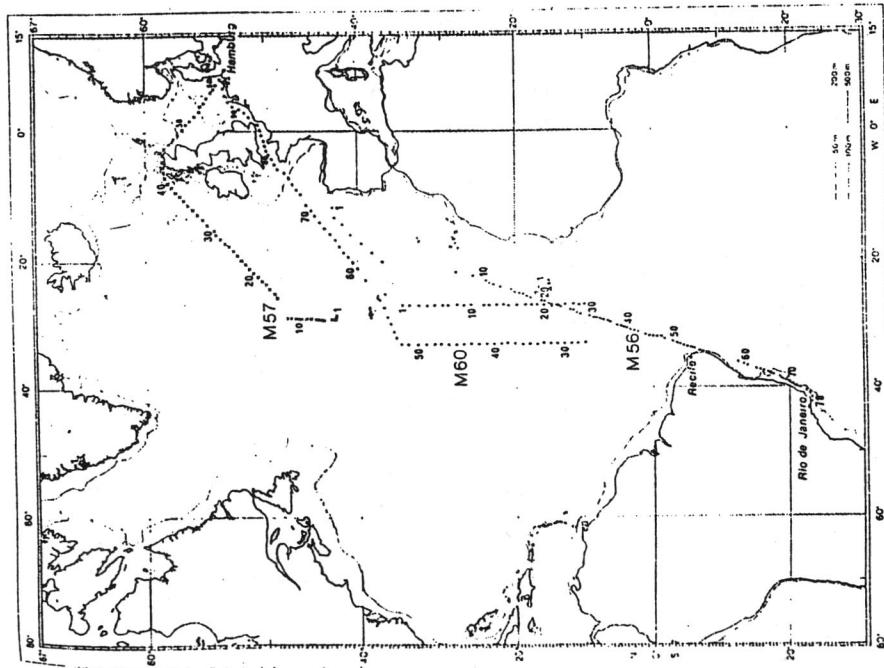
Probenahmestellen in der südwestlichen Ostsee im
 Oktober 1974. Quelle: Lit. S39

Karte 3

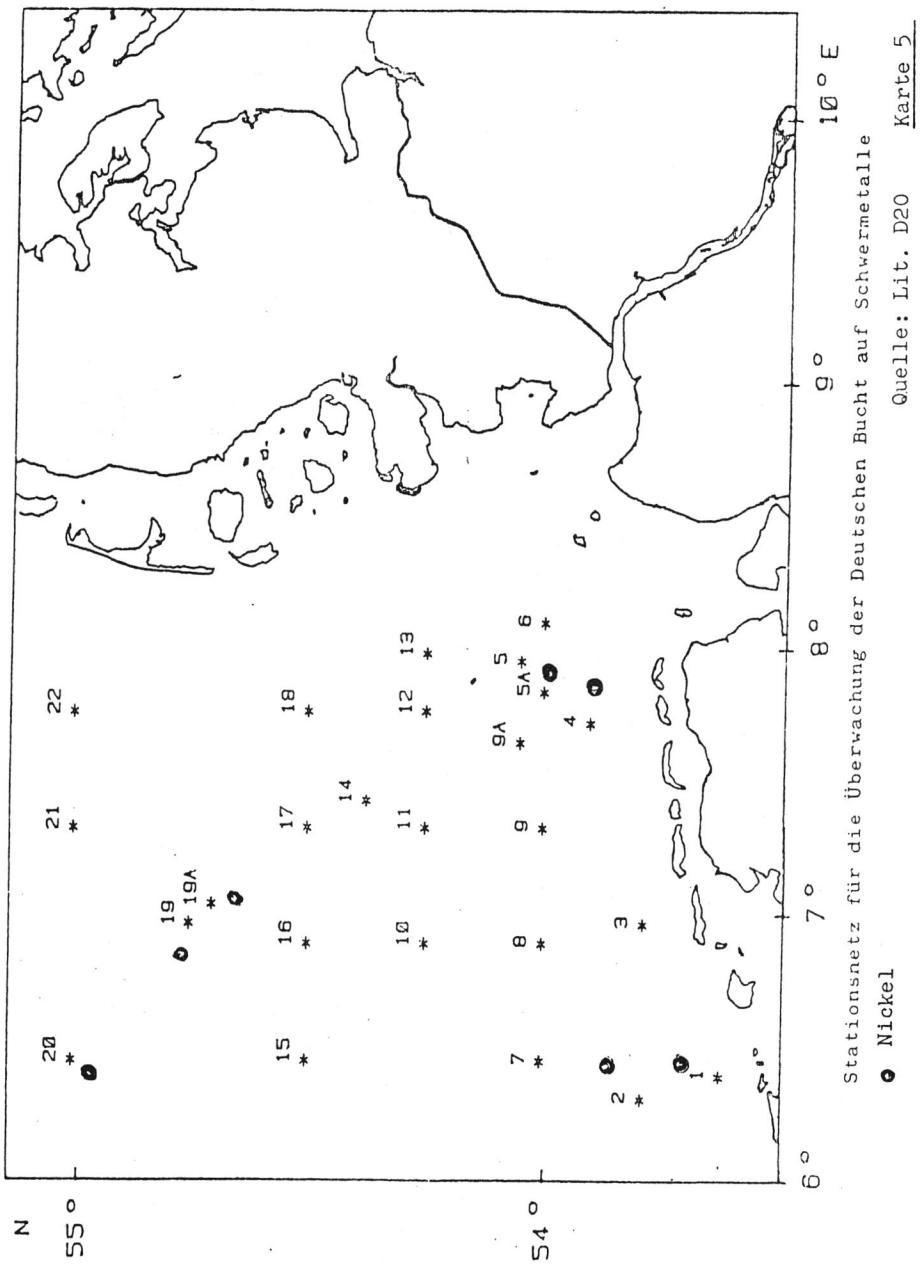


Quelle: Lit.LZ0

Karte 4a



Probenahmestellen im Atlantik



253

Stationsnetz für die Überwachung der Deutschen Bucht auf Schwermetalle

● Nickel

Quelle: Lit. D20

Karte 5

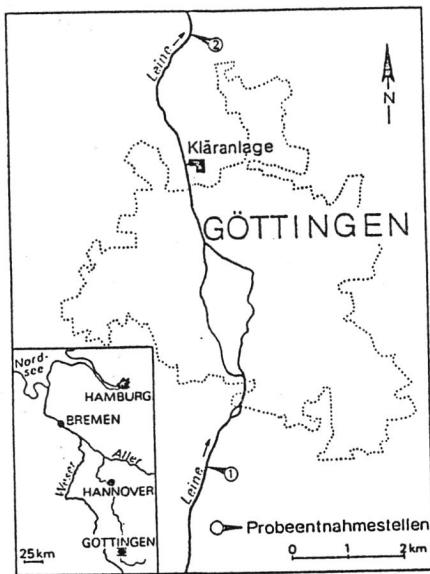
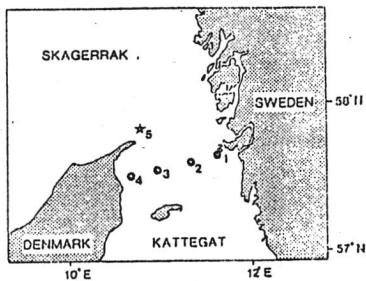


Abb. 1. Leine im Raum Göttingen — Probenahmestellen.

Leine - Probenahmestellen

Quelle: Lit. A17

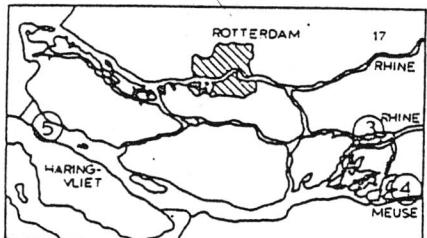
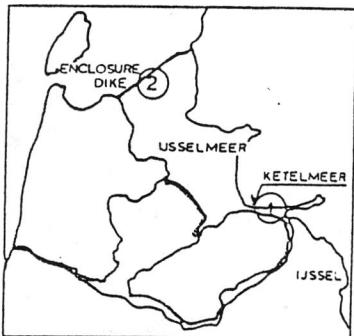
Karte 6



Probenahmestellen im Kattegat und Skagerrak

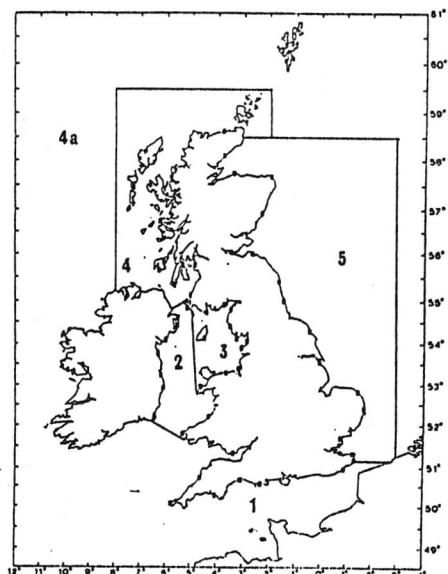
Quelle: Lit. M26

Karte 7



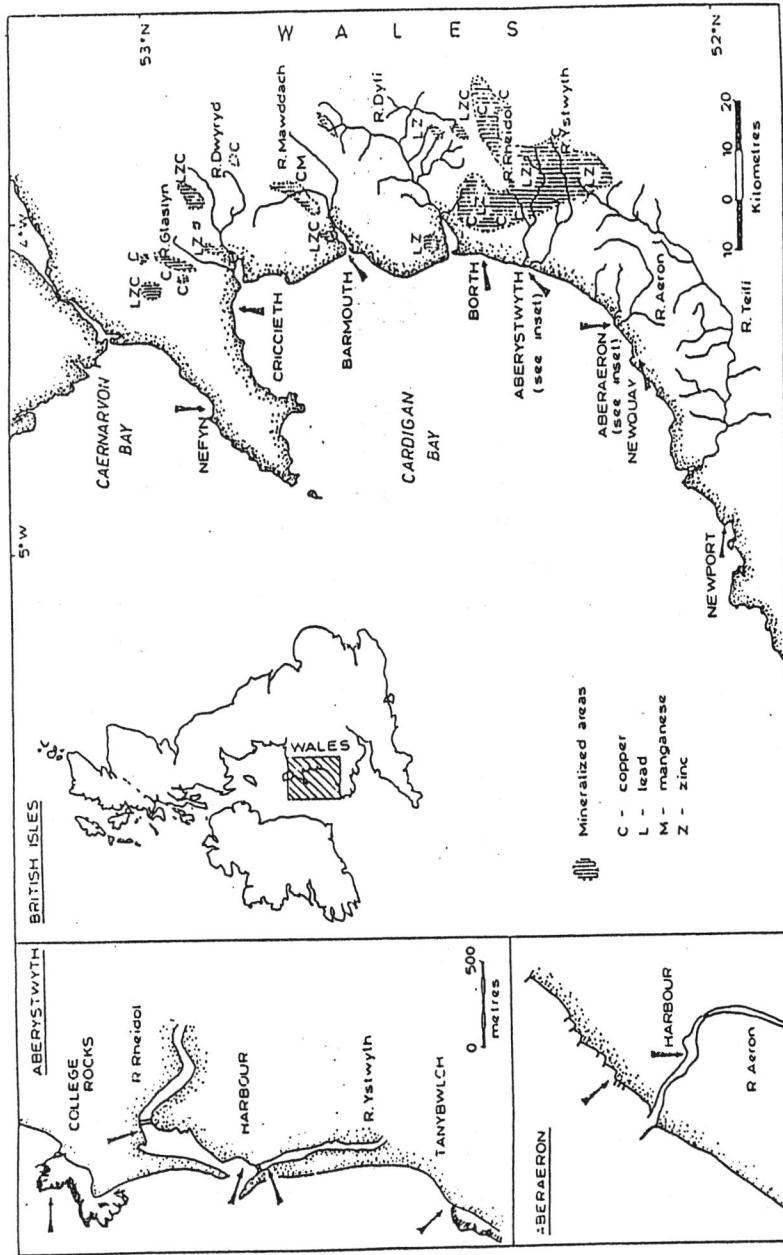
Probenahmestellen in
Gebieten der Niederlande,
die durch die Flüsse Rhein
und Meuse beeinflußt werden:
IJsselmeer, Haringvliet
und Hafen von Rotterdam

Quelle: Lit. S53
Karte 8



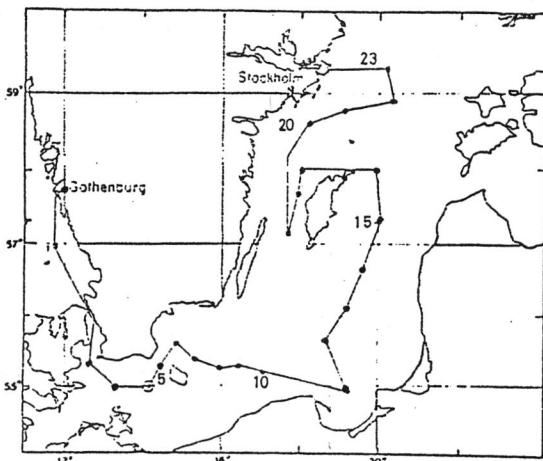
Wasserprobenahmegeriete
1 bis 5 in britischen
Küstengewässern
Quelle: Lit. P45

Karte 9



Karte 10

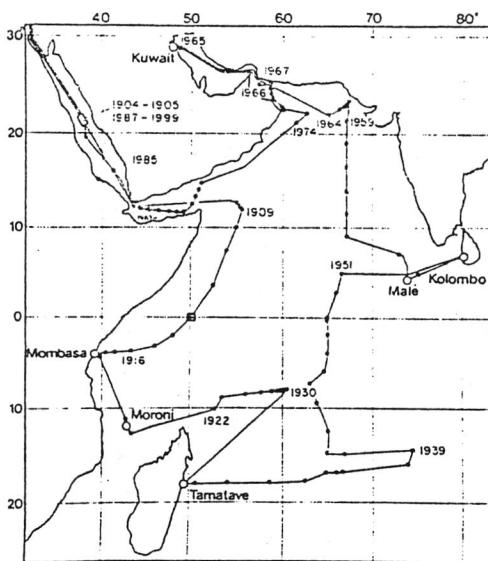
Quelle: Lit. F28
 Cardigan Bay (Wales) mit Probennahmestandorten; der Ausschnitt auf der Seite links oben zeigt die Probennahmestandorte bei Aberystwyth.



Probenahmestationen in der Ostsee

Quelle: Lit. M30

Karte 11



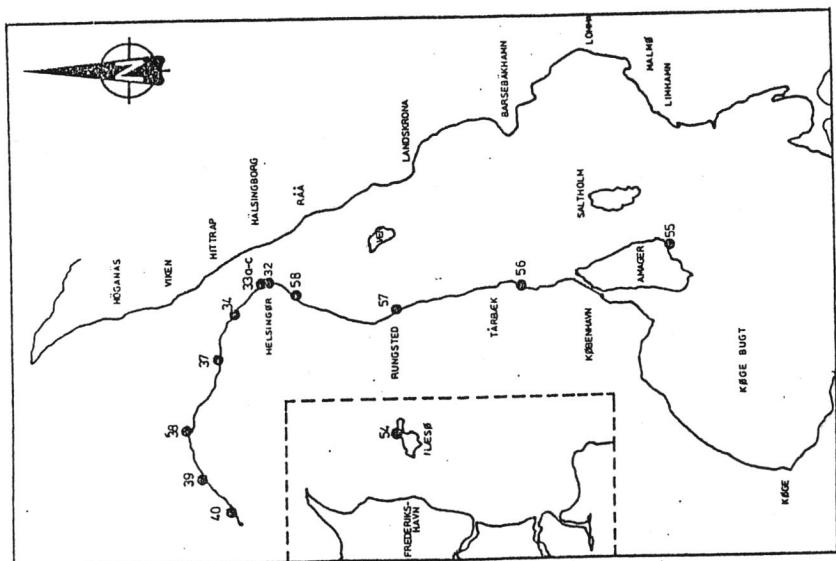
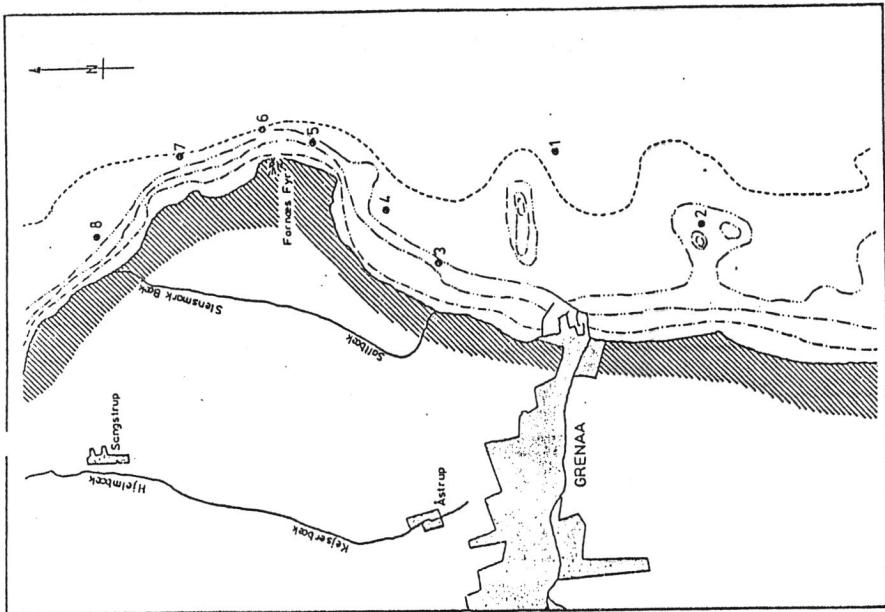
Probenahmestationen im Indischen Ozean

Quelle: Lit. D24

Karte 12

Probennahmestandorte im Kattegat (Dänemark)
Quelle: Lit. N11

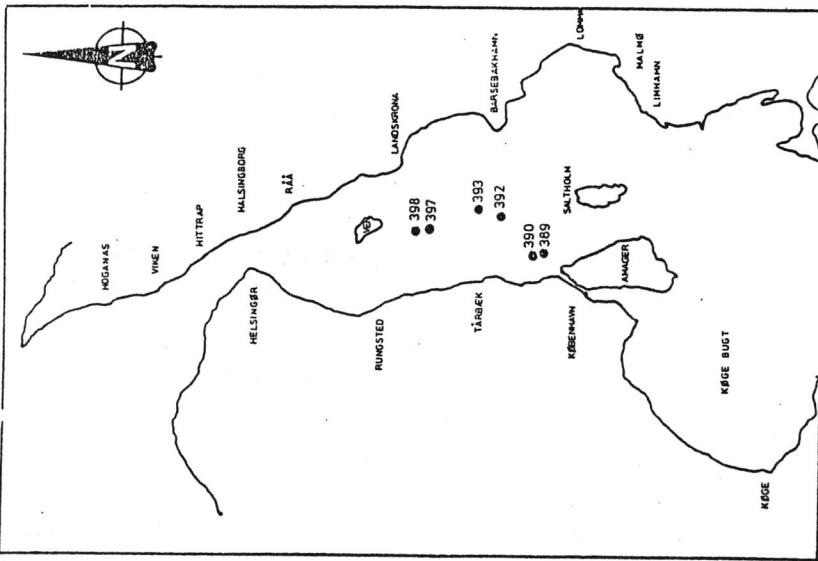
Karte 12



Karte 16

Probenahmestandorte im Øresund, Sund (Dänemark)

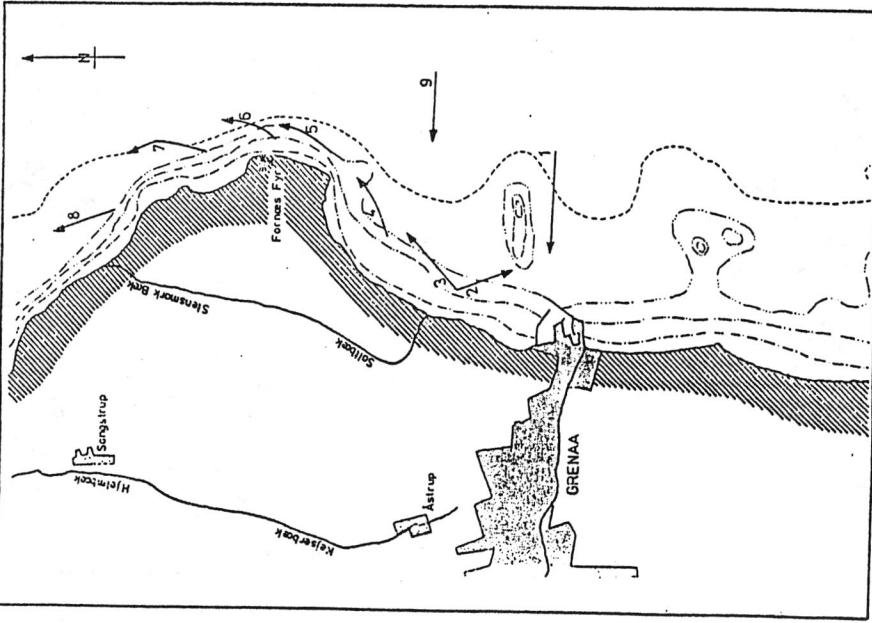
Quelle: Lit. N11

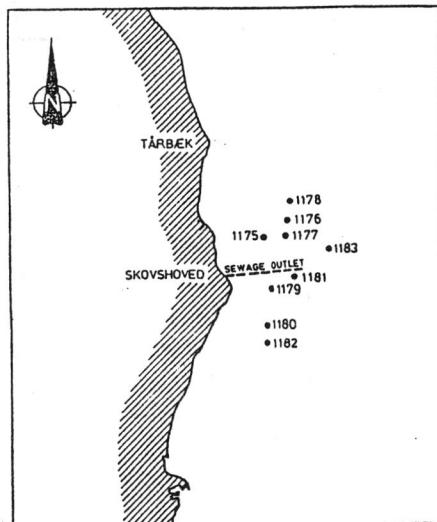


Karte 15

Probenahmestandorte im Kattegat (Dänemark)

Quelle: Lit. N11

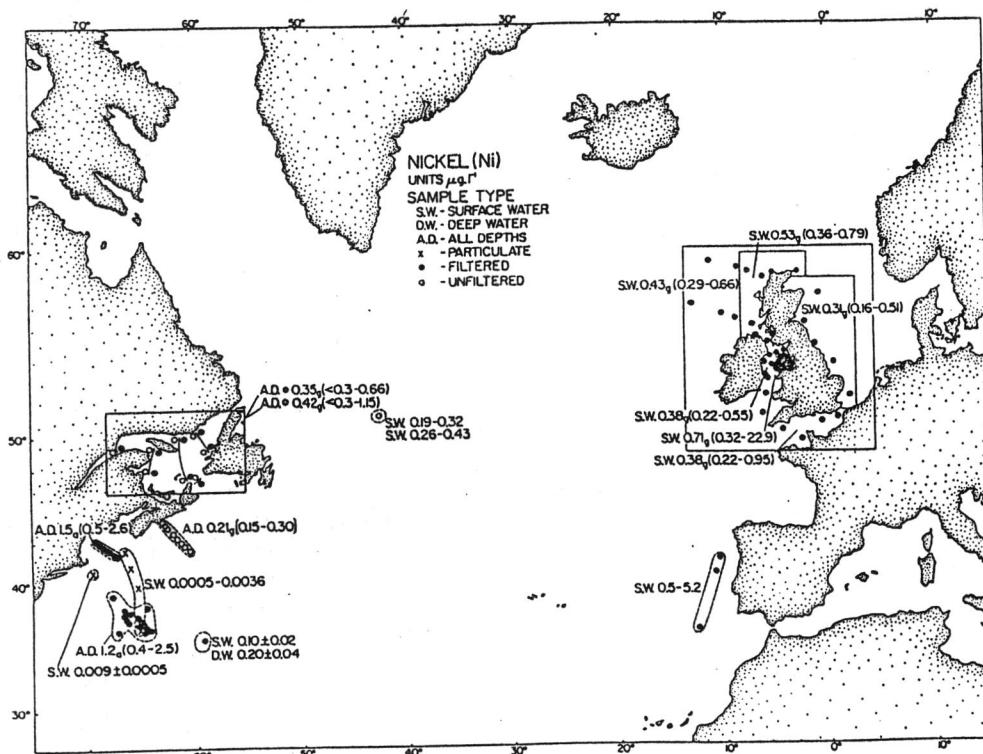




Probenahmestandorte im
Øresund, Sund (Dänemark)

Quelle: Lit. N11

Karte 17

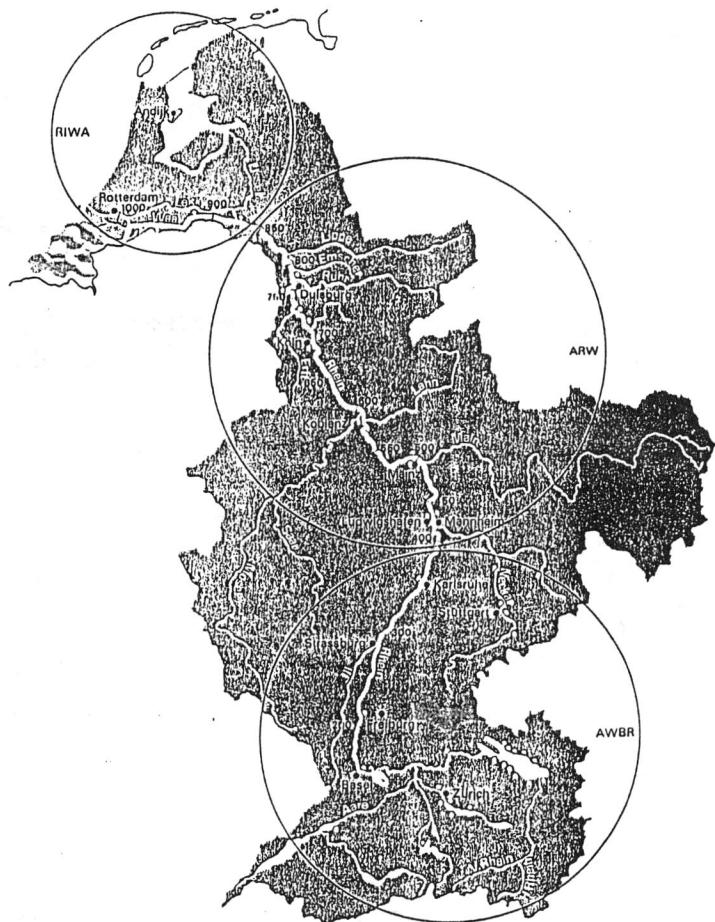


Nickel-Konzentration im Meerwasser (Osloer Kommission, ICNAF/NAFO-
Gebiete (berichtet 1980))

Quelle: Lit. T20

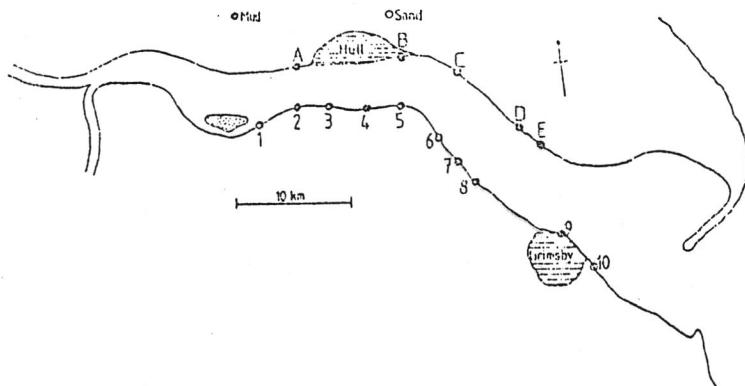
Karte 18

Das Rheineinzugsgebiet
Nach Angaben der Internationalen Kommission für die
Hydrologie des Rheingebietes



Quelle: Lit. R01

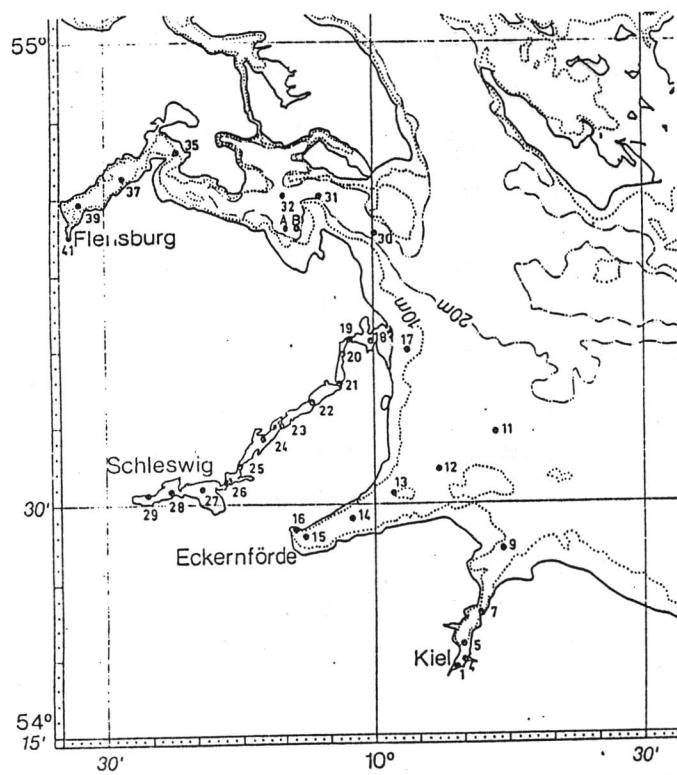
Karte 19



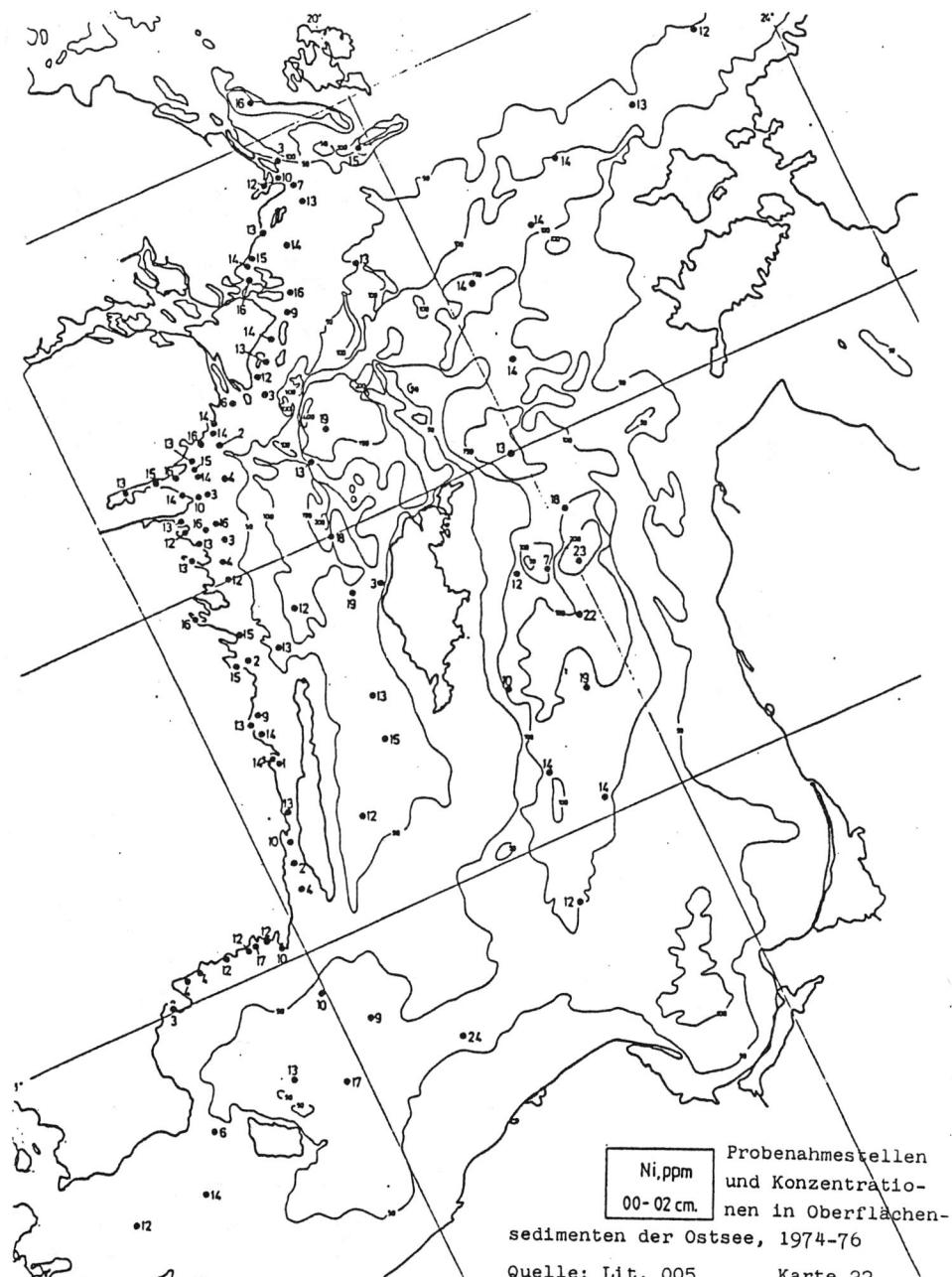
Sedimentprobenahmestellen am Humber-Ästuar, Großbritannien

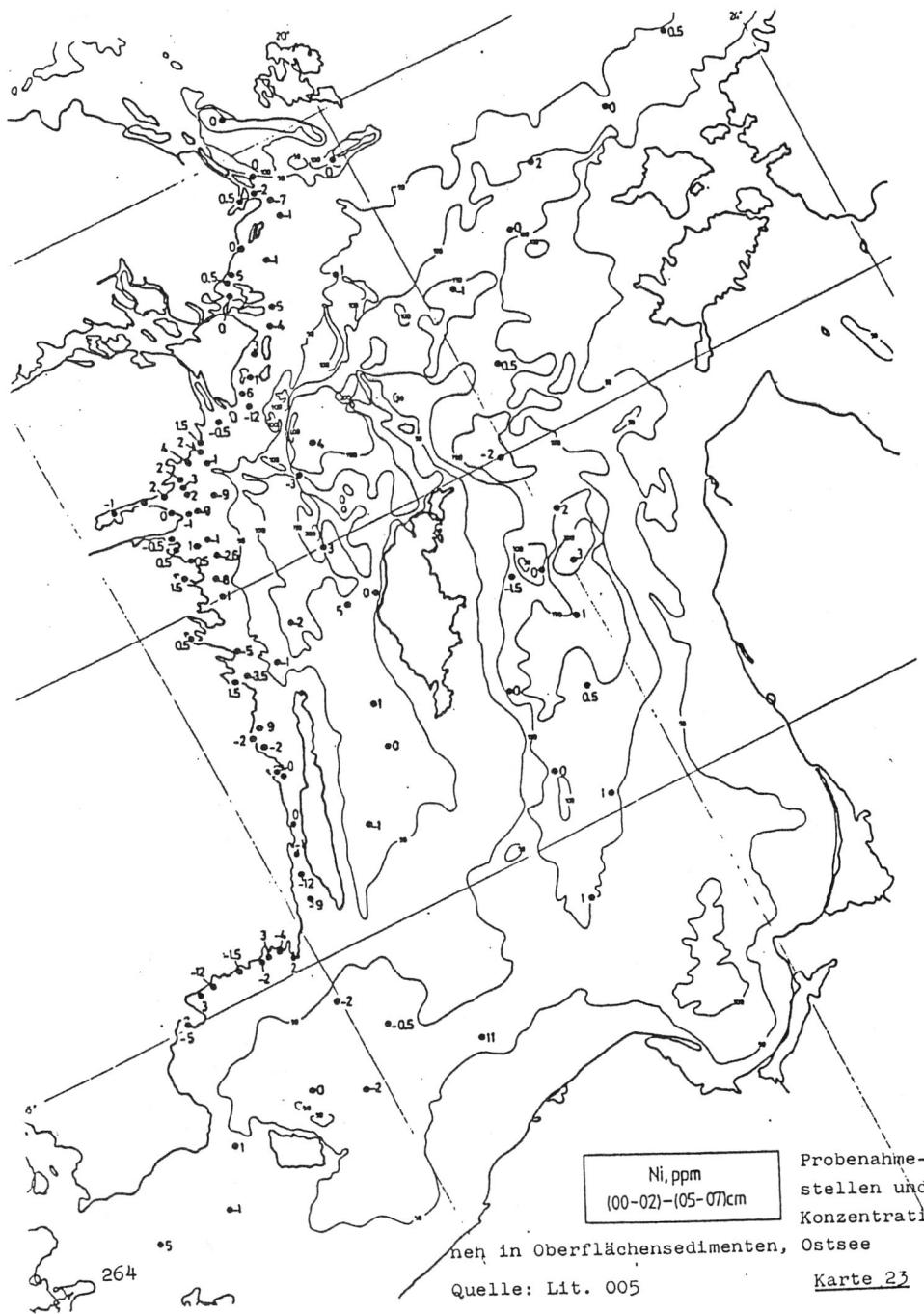
Quelle: Lit. B99

Karte 20



Probenahme -
stationen
Kieler Bucht,
Eckernförder
Bucht und Flens
burger Bucht
Quelle: Lit.K33
Karte 21



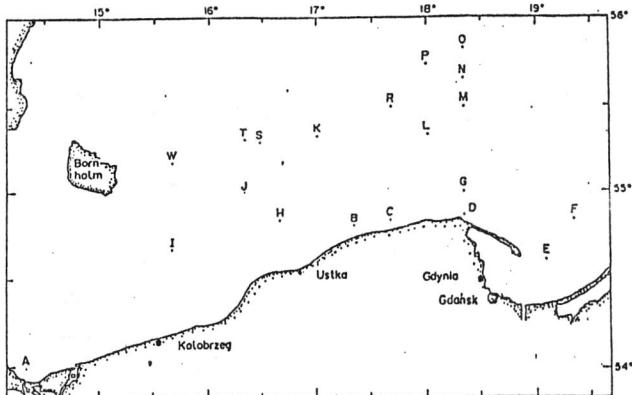


nen in Oberflächensedimenten,

Quelle: Lit. 005

~~Probenahme- stellen und Konzentratio- Ostsee~~

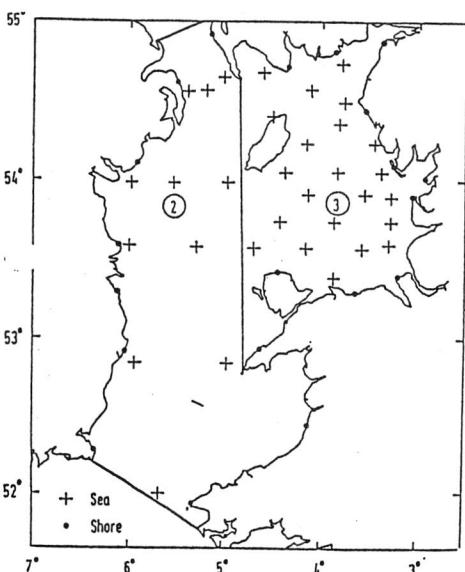
Karte 23



Plankton-Probenahmgebiete in der südlichen Ostsee

Quelle: Lit. FO4

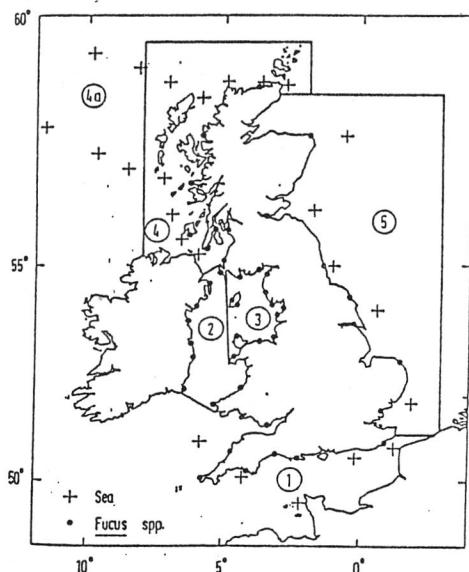
Karte 24



Quelle: Lit. P05

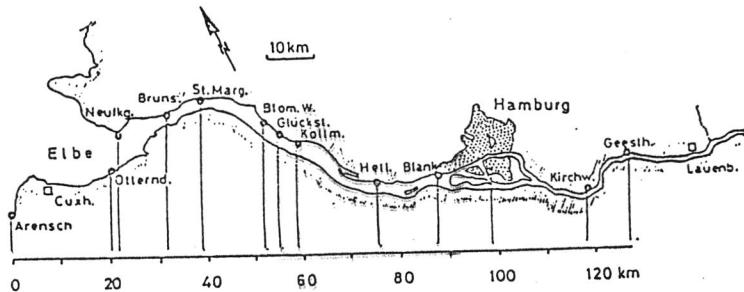
Probenahmestellen in der Irischen See,
Großbritannien, 1970

Karte 25



Quelle: Lit. P05

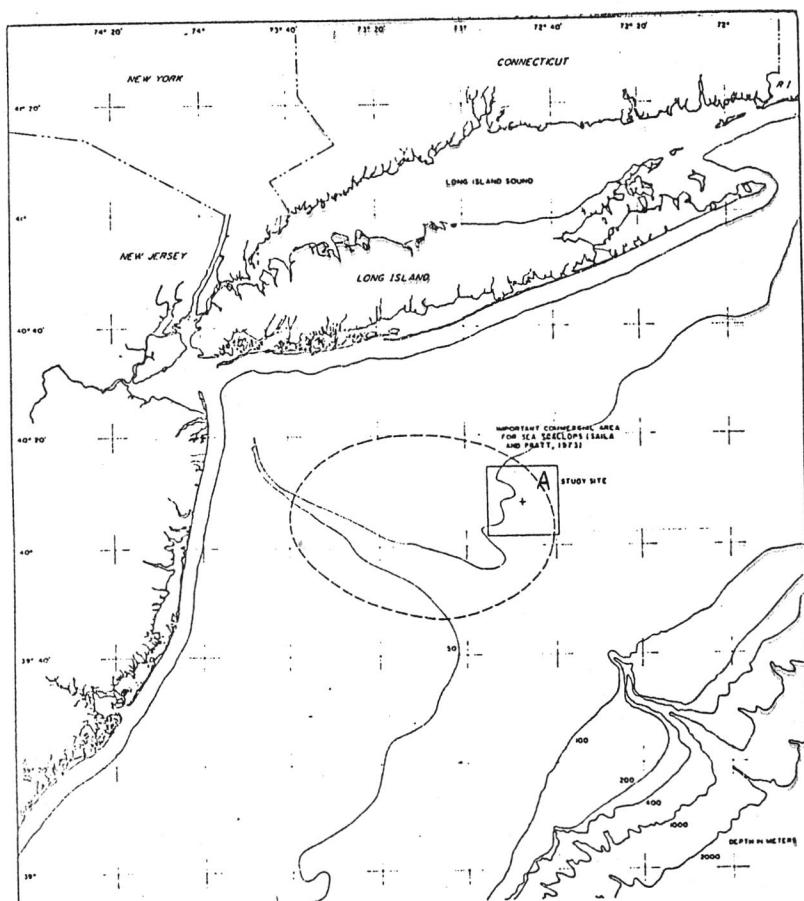
Probenahmestellen in Küstengebieten der
Britischen Inseln, 1970



Probenahmestellen im Bereich der Elbe, 1972-1976

Quelle: Lit. L21

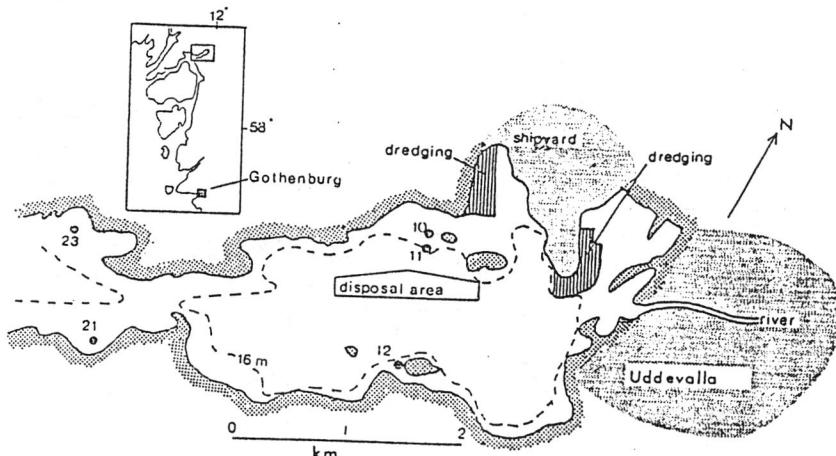
Karte 27



Untersuchungsgebiet (A) für Kamm-Muscheln (sea scallops)

Quelle: Lit. P15

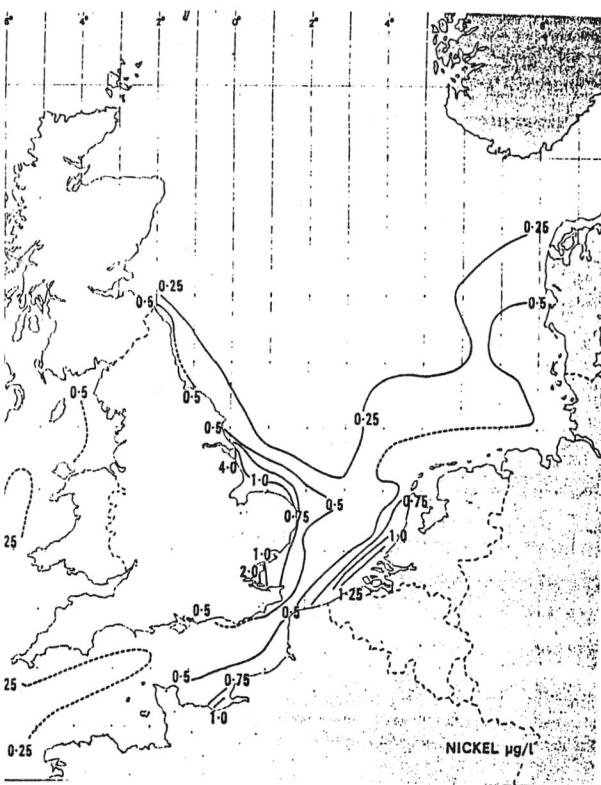
Karte 28



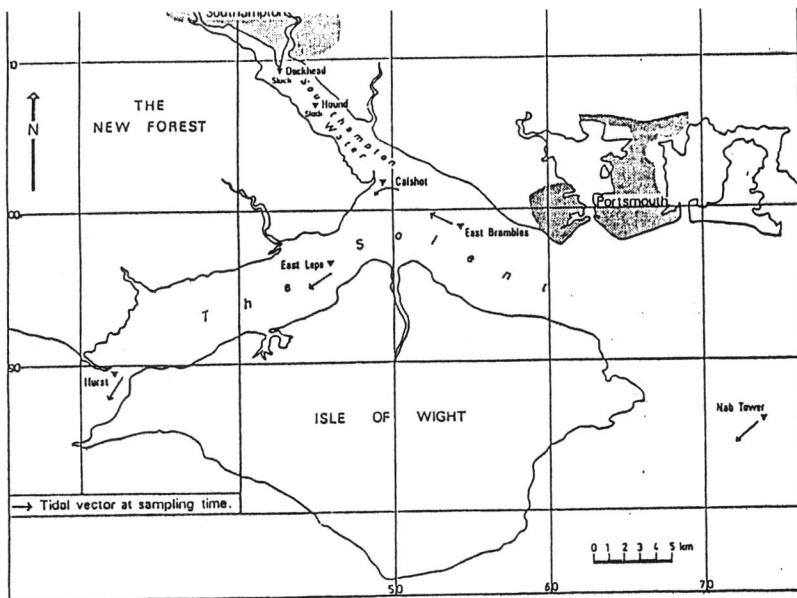
Der Byfjord mit Standpunkten für benthische Probenahmen

Quelle: Lit. R11

Karte 29



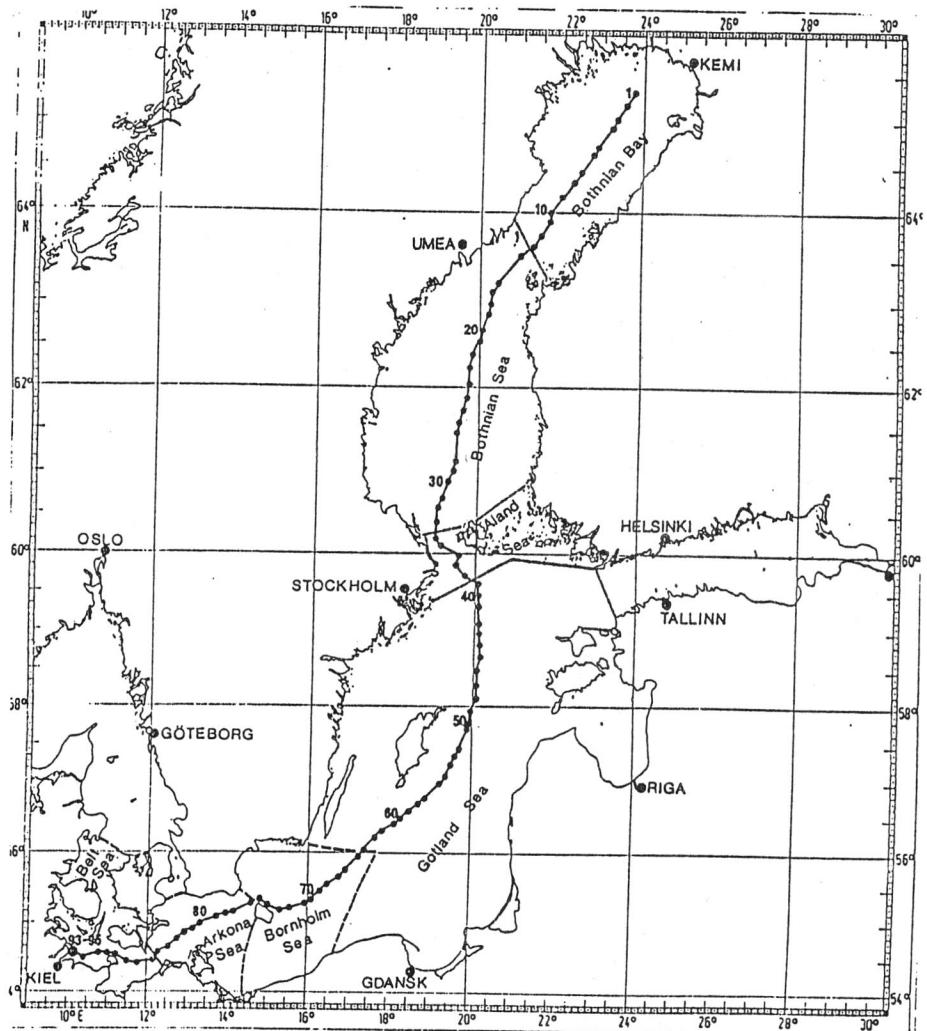
Konzentrationen ($\mu\text{g}/\text{l}$)
im Wasser der Nordsee
und des Nordatlantiks
Quelle: Lit. L43 (aus C49)
Karte 30



Probenahmestandorte im Southampton Water und im Solent, U.K.,
1977, 1978 und 1979

Quelle: Lit. C49

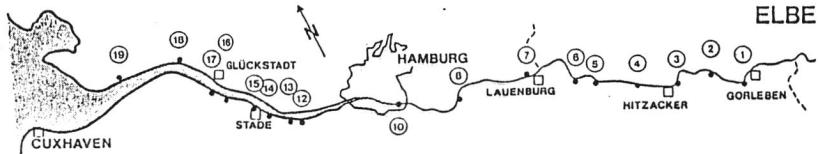
Karte 31



Lage der Probenahmestellen in Teilgebieten der Ostsee, August/
September 1982

Quelle: Lit. K17

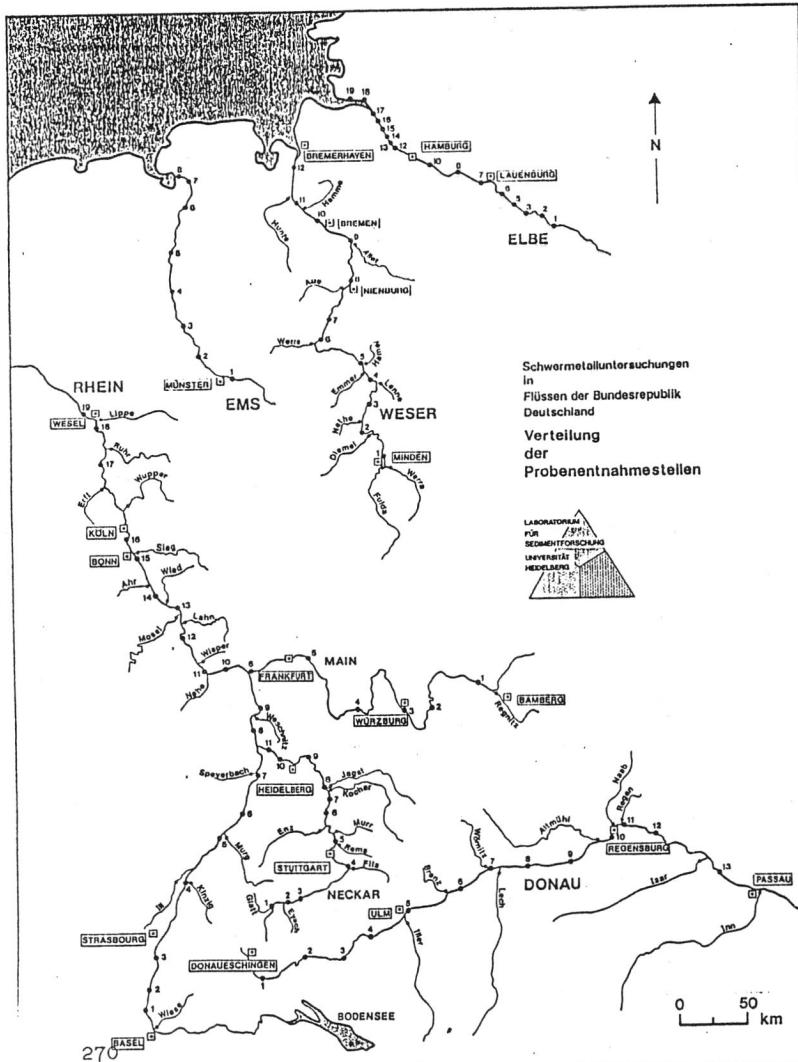
Karte 32

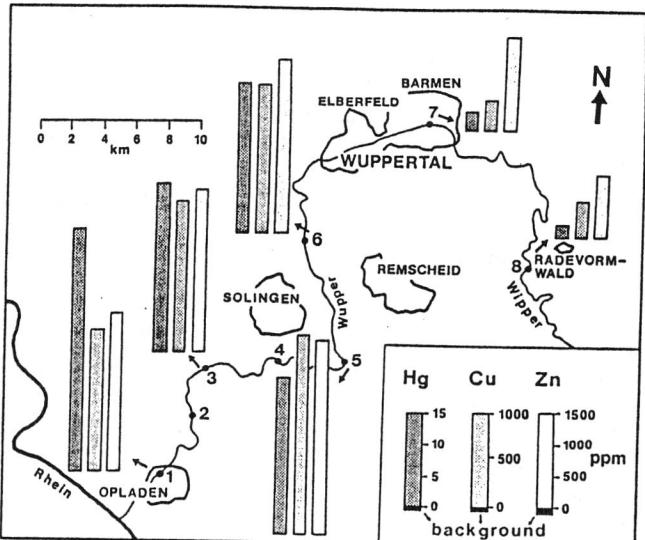


Probenahmestandorte an der Elbe, 1972/73

Quelle: Lit. F32

Karte 33

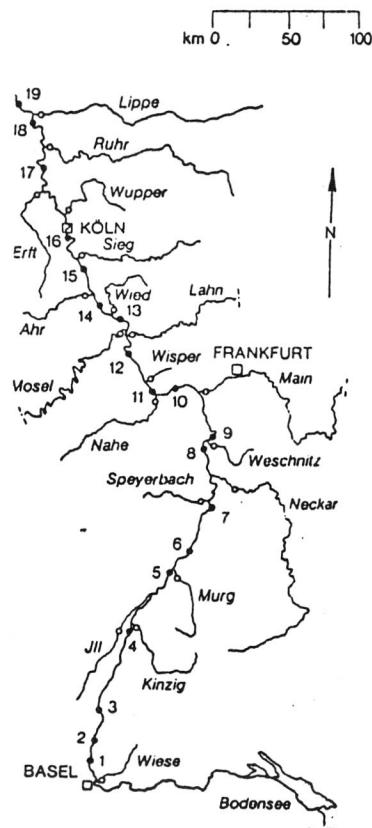




Sedimententnahmestellen an der Wupper, Mai 1972

Quelle: Lit. F32

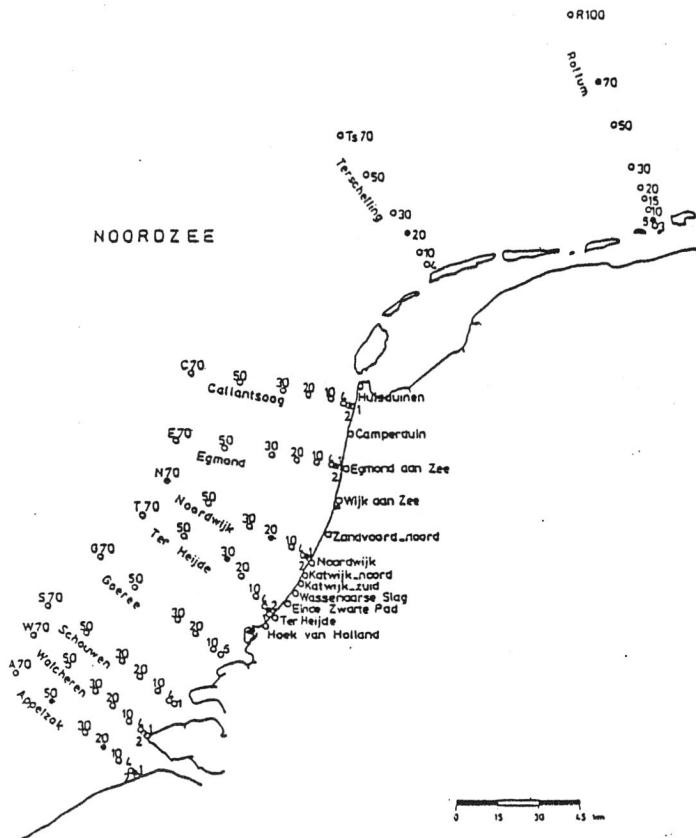
Karte 35



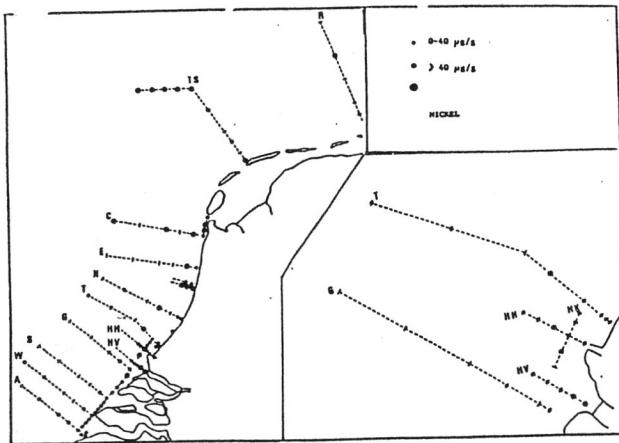
Entnahmestellen am Rhein und seinen Nebenflüssen im Bereich der Bundesrepublik Deutschland, Winter 1971/72

Quelle: Lit. F43

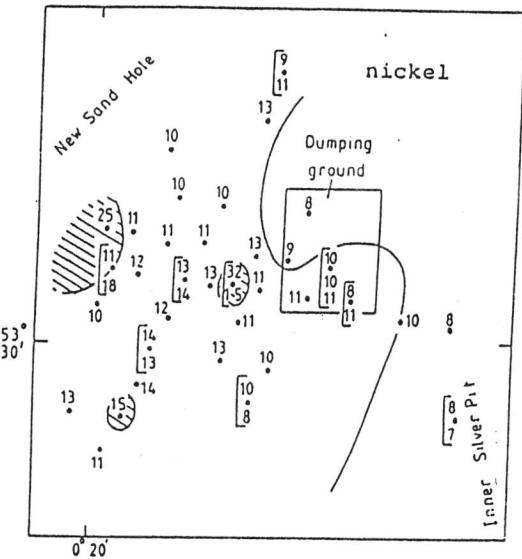
Karte 36



Lage der Probenahmestandorte in der Nordsee, Niederlande
Quelle: Lit. D41 aus: Lit. C49
Karte 37



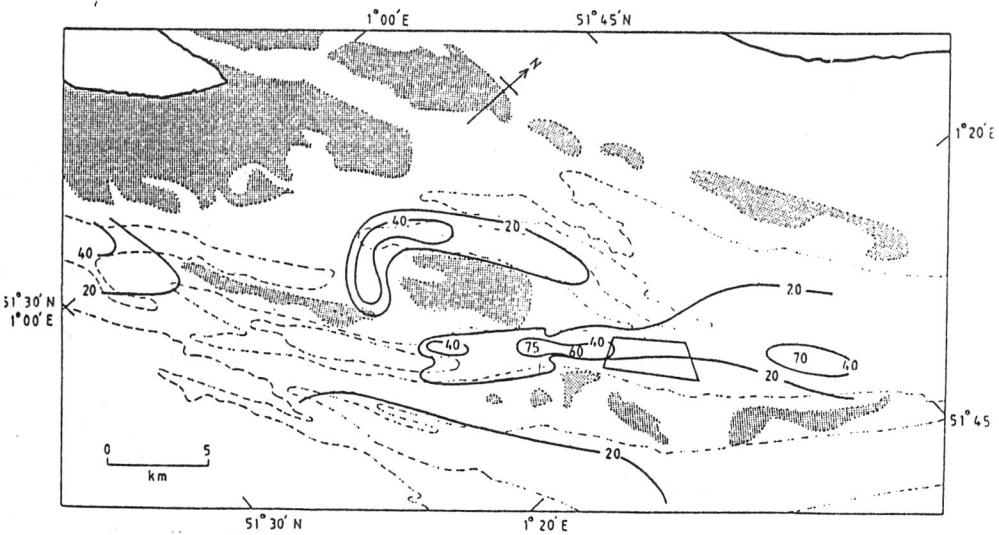
Nickel-Konzentrationen
in der Nordsee,
Niederlande
Quelle: Lit. D41
aus: Lit. C49



Probenahmestandorte im
Dumpinggebiet des Humber-
Ästuars, Nordost-England

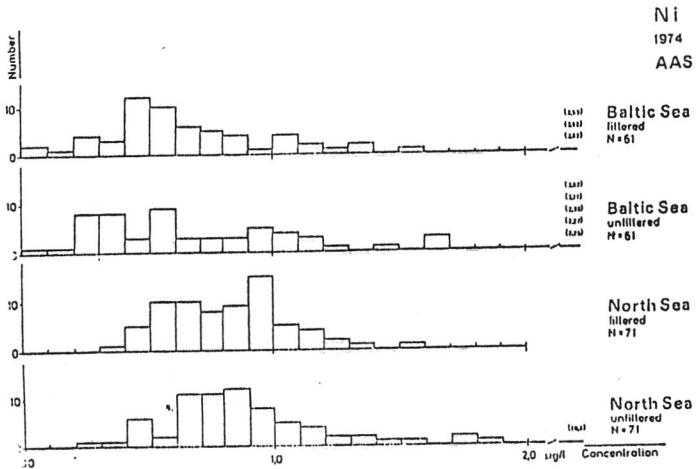
Quelle: Lit. M51, aus: Lit. C49

Karte 39



Nickel-Konzentrationen (mg/kg) in Sedimenten der Themse, U.K.
Quelle: Lit. N17 (aus: Lit. C49)

Karte 40



Histogramm der Ni-Konzentrationen in Ostsee und Nordsee

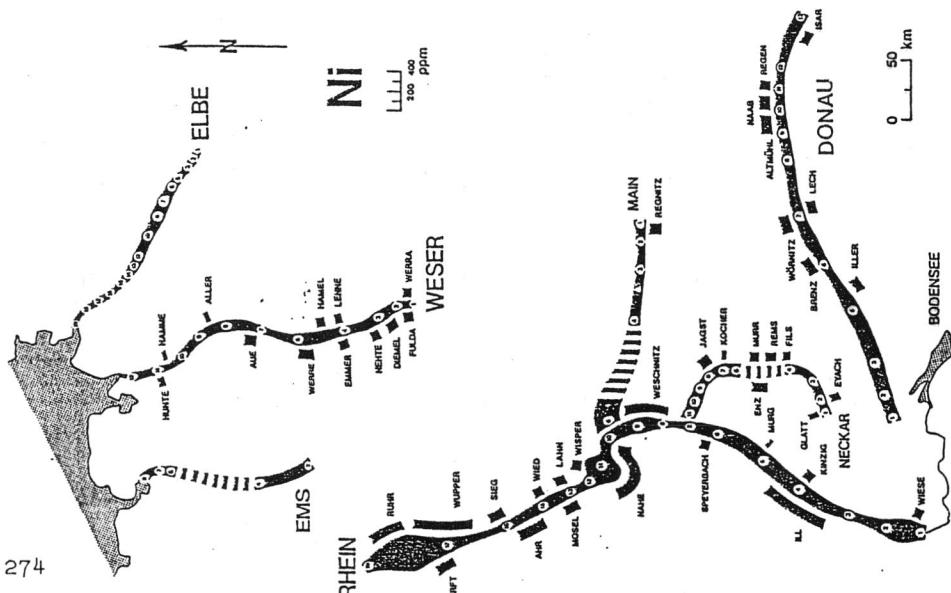
Quelle: Lit. S39

Abb. 1

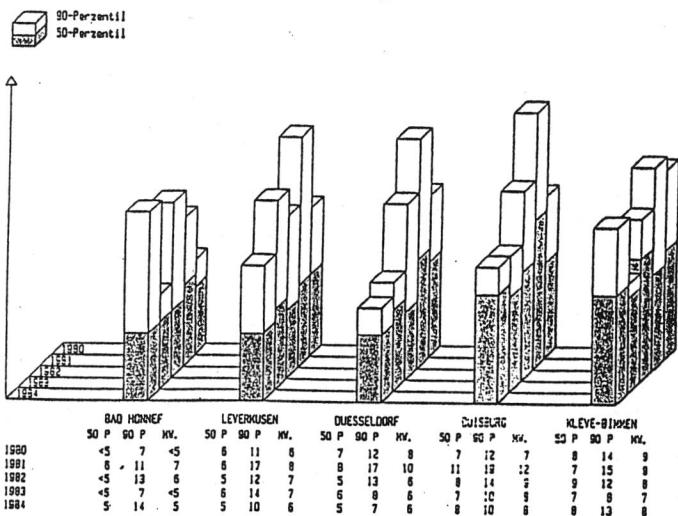
Nickel in der Tonfraktion von Sedimenten wichtiger Flüsse im Bereich der Bundesrepublik Deutschland

Quelle: Lit. F32

Abb. 2



Nickel ($\mu\text{g/l}$)



Nickel-Konzen-
trationen im Rhein,
1980-1984

Quelle: Lit. L39

Abb. 3

NICKEL (Ni)

1977 ●
1978 □
1979 ▲

Jahresmittelwerte
($\mu\text{g/l} \pm 2$ Standard
fehler) an versch.
Standorten im South
ampton Water und im
Solent, U.K., 1977
bis 1979
(s.auch Karte 31)
Quelle: Lit. C49

Abb. 4

Cockhead Hound Calshot E. Lape E. Brambles Nab Hurst

V. Organismenlisten: Pflanzliche Organismen (Name, Klasse)

<i>Acrosiphonia centralis</i>	Chlorophyceae
<i>Ahnfeltia paradoxa</i>	Rhodophyceae
<i>Anabaena cylindrica</i>	Cyanophyceae
<i>Anabaena flos-aquae</i>	Cyanophyceae
<i>Anabaena inaequalis</i>	Cyanophyceae
<i>Anacharis canadensis</i>	Monocotyledoneae
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	Chlorophyceae
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> var. <i>acicularis</i>	Chlorophyceae
<i>Ascophyllum nodosum</i>	Phaeophyceae
<i>Asterionella japonica</i>	Diatomophyceae
<i>Caulerpa</i> sp.	Chlorophyceae
<i>Caulerpa okamurai</i>	Chlorophyceae
<i>Ceratodiptyum spongiosum</i>	Rhodophyceae
<i>Chaetoceros curvistus</i>	Diatomophyceae
<i>Chaetomorpha crassa</i>	Chlorophyceae
<i>Chaetomorpha spiralis</i>	Chlorophyceae
<i>Chlamydomonas</i> sp.	Chlorophyceae
<i>Chlamydomonas eugametus</i>	Chlorophyceae
<i>Chlorella fusca vacuolata</i>	Chlorophyceae
<i>Chlorella salina</i>	Chlorophyceae
<i>Chlorella vulgaris</i>	Chlorophyceae
<i>Chondrus ocellatus</i>	Rhodophyceae
<i>Chorda filum</i>	Phaeophyceae
<i>Cladophora fascicularis</i>	Chlorophyceae
<i>Cladophora glomerata</i>	Chlorophyceae
<i>Codium</i> sp.	Chlorophyceae
<i>Codium isthmocladum</i>	Chlorophyceae
<i>Codium tomentosum</i>	Chlorophyceae
<i>Corallina virgata</i>	Rhodophyceae
<i>Cymodocea</i> sp.	Monocotyledoneae
<i>Desmarestia viridis</i>	Phaeophyceae
<i>Dictyopteris justii</i>	Phaeophyceae
<i>Dictyota divaricata</i>	Phaeophyceae
<i>Dumontia incrassata</i>	Rhodophyceae
<i>Dunaliella primolecta</i>	Chlorophyceae
<i>Dunaliella tertiolecta</i>	Chlorophyceae
<i>Eisenia bicyclis</i>	Heterogeneratae
<i>Enteromorpha</i> sp.	Chlorophyceae
<i>Enteromorpha compressa</i>	Chlorophyceae
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Chlorophyceae
<i>Equisetum palustre</i>	Sphenopsida
<i>Fucus</i> spp.	Phaeophyceae
<i>Fucus inflatus</i>	Phaeophyceae
<i>Fucus serratus</i>	Phaeophyceae
<i>Fucus vesiculosus</i>	Phaeophyceae
<i>Gracilaria</i> sp.	Rhodophyceae
<i>Haematococcus capensis</i>	Chlorophyceae
<i>Halidrys siliquosa</i>	Phaeophyceae
<i>Heteromastix longifillis</i>	Prasinophyceae
<i>Hizikia fusiforme</i>	Phaeophyceae
<i>Laminaria digitata</i>	Phaeophyceae
<i>Laminaria saccharina</i>	Phaeophyceae
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Heterogeneratae
<i>Melosira granulata</i>	Diatomophyceae
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Cyanophyceae

<i>Micromonas squamata</i>	Prasinophyceae
<i>Monochrysis lutheri</i>	Chrysophyceae
<i>Monostroma nitidum</i>	Chlorophyceae
<i>Myriophyllum sp.</i>	Dicotyledoneae
<i>Navicula pelliculosa</i>	Diatomophyceae
<i>Nitzschia seriata</i>	Diatomophyceae
<i>Nuphar lutea</i>	Dicotyledoneae
<i>Nuphar variegatum</i>	Dicotyledoneae
<i>Olisthodiscus luteus</i>	Xanthophyceae
<i>Padina sp.</i>	Phaeophyceae
<i>Pediastrum tetras</i>	Chlorophyceae
<i>Pelvetia canaliculata</i>	Phaeophyceae
<i>Penicillium capitatus</i>	Ascomycetes
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>	Chrysophyceae
<i>Phalaris arundinacea</i>	Monocotyledoneae
<i>Polysiphonia urceolata</i>	Rhodophyceae
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Rhodophyceae
<i>Potamogeton sp.</i>	Monocotyledoneae
<i>Potamogeton pectinatus</i>	Monocotyledoneae
<i>Pseudopedinella pyriformis</i>	Chrysophyceae
<i>Ranunculus fluitans</i>	Dicotyledoneae
<i>Rhizosolenia calcar avis</i>	Diatomophyceae
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	Monocotyledoneae
<i>Sargassum sp.</i>	Phaeophyceae
<i>Sargassum giganteifolium</i>	Phaeophyceae
<i>Sargassum horneri</i>	Phaeophyceae
<i>Sargassum kjellmanianum</i>	Phaeophyceae
<i>Sargassum ringgoldianum</i>	Phaeophyceae
<i>Sargassum sagamianum</i>	Phaeophyceae
<i>Sargassum tenuifolium</i>	Phaeophyceae
<i>Sargassum thunbergii</i>	Phaeophyceae
<i>Sargassum tortile</i>	Phaeophyceae
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	Chlorophyceae
<i>Scenedesmus acutiformis</i> var. <i>alternans</i>	Chlorophyceae
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	Chlorophyceae
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	Chlorophyceae
<i>Scytoniphon lomentaria</i>	Phaeophyceae
<i>Spyridia filamentosa</i>	Rhodophyceae
<i>Stichococcus bacillaris</i>	Chlorophyceae
<i>Tetraselmis tetrathele</i>	Prasinophyceae
<i>Thalassia testudinum</i>	Monocotyledoneae
<i>Udotea flabellum</i>	Chlorophyceae
<i>Ulva sp.</i>	Chlorophyceae
<i>Ulva conglobata</i>	Chlorophyceae
<i>Ulva lactuca</i>	Chlorophyceae
<i>Ulva pertusa</i>	Chlorophyceae
<i>Ulva reticulata</i>	Phaeophyceae
<i>Undaria pinnatifida</i>	Chlorophyceae
<i>Zannichellia palustris</i>	Monocotyledoneae

Quellenverzeichnis - Pflanzen

- CASPER, S.J. und H.-D. KRAUSCH. 1980. Pteridophyta und Anthophyta-1. Teil: Lycopodiaceae bis Orchidaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 23. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- COOK, C.D.K. et al. 1974. Water Plants of the World. Dr. W. Junk b.v., Publishers, The Hague.
- DREBES, G. 1974. Marines Phytoplankton. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.
- FASSETT, N.C. 1975. A Manual of Aquatic Plants. The University of Wisconsin Press.
- FOTT, B. 1971. Algenkunde. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- GAMS, H. 1974. Kleine Kryptogamenflora. Band Ib: Makroskopische Meeresalgen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- HÄUSLER, J. 1982. Schizomycetes. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 20. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- HUSTEDT, F. 1969. Kieselalgen (Diatomeen). Kosmos-Verlag, Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- KALBE, L. 1973. Kieselalgen in Binnengewässern. Die Neue Brehm-Bücherei. A. Ziems Verlag, Wittenberg, Lutherstadt.
- KLOTTER, H.-E. 1970. Grünalgen (Chlorophyceen). Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde. Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- LÜNING, K. 1985. Meeresbotanik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- PANKOW, H. 1976. Algenflora der Ostsee. II. Plankton (einschl. benthischer Kieselalgen). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- ROTHMALER, W. 1972. Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und BRD. Gefäßpflanzen. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin.
- ROTHMALER, W. 1984. Exkursionsflora für die Gebiete der DDR und der BRD. Band 1: Niedere Pflanzen - Grundband. Volk und Wissen, Volkseigener Verlag, Berlin.
- SCHMEIL-FITSCHEN. 1973. Flora von Deutschland und seinen angrenzenden Gebieten. Quelle & Meyer, Heidelberg.
- STREBLE, H. und D. KRAUTER. 1973. Das Leben im Wassertropfen. Kosmos, Gesellschaft der Naturfreunde. Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- URANIA Pflanzenreich - Niedere Pflanzen. 1974. Urania Verlag, Leipzig, Jena, Berlin.
- van den HOEK. 1978. Algen - Einführung in die Phykologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Tierische Organismen (Name, Klasse)

<i>Abra alba</i>	Lamellibranchiata
<i>Acartia clausi</i>	
<i>Acroneuria lycoria</i>	
<i>Alcyonium digitatum</i>	Anthozoa
<i>Ambloplites rupestris</i>	Osteichthyes
<i>Ambystoma opacum</i>	Amphibia
<i>Amnicola sp.</i>	
<i>Anar(r)ichthas lupus</i>	Osteichthyes
<i>Anas platyrhynchos</i>	Aves
<i>Anas rubripes</i>	Aves
<i>Anguilla rostrata</i>	Osteichthyes
<i>Anodonta sp.</i>	Lamellibranchiata
<i>Anomalocera sp.</i>	Copepoda
<i>Anser albifrons</i>	Aves
<i>Aphrodita aculeata</i>	Polychaeta
<i>Aplysia benedicti</i>	Gastropoda
<i>Arbacia punctata</i>	Echinoidea
<i>Arctica islandica</i>	Lamellibranchiata
<i>Argentina silus</i>	Osteichthyes
<i>Arripis trutta</i>	Osteichthyes
<i>Ascidia mentula</i>	Ascidiae
<i>Astarte borealis</i>	Lamellibranchiata
<i>Astarte elleptica</i>	Lamellibranchiata
<i>Asterias rubens</i>	Asteroidea
<i>Asterius forbesi</i>	
<i>Aythya affinis</i>	Aves
<i>Aythya ferina</i>	Aves
<i>Beroe cucumis</i>	Atentaculata
<i>Brachydontes variabilis</i>	Lamellibranchiata
<i>Buccinum undatum</i>	Gastropoda
<i>Bufo fowleri</i>	Amphibia
<i>Calamus bajonado</i>	Osteichthyes
<i>Calanus finmarchicus</i>	Copepoda
<i>Calanus helgolandicus</i>	Copepoda
<i>Cancer pagurus</i>	Malacostraca
<i>Capitella capitata</i>	Polychaeta
<i>Caranx lutescens</i>	Osteichthyes
<i>Carassius auratus</i>	Osteichthyes
<i>Carcinus maenas</i>	Malacostraca
<i>Cardium edule</i>	Lamellibranchiata
<i>Cardium ovale</i>	Lamellibranchiata
<i>Catostomus catostomus</i>	Osteichthyes
<i>Catostomus commersonii</i>	Osteichthyes
<i>Centropages hamatus</i>	Osteichthyes
<i>Centropages typicus</i>	Copepoda
<i>Cerastoderma edule</i>	Copepoda
<i>Chanos chanos</i>	Lamellibranchiata
<i>Cheilodactylis macropterus</i>	Osteichthyes
<i>Chilomonas paramecium</i>	Osteichthyes
<i>Chimaera monstrosa</i>	
<i>Chironomus sp.</i>	Chondrichthyes
<i>Chlamys opercularis</i>	Lamellibranchiata
<i>Chromytillus meridionalis</i>	Lamellibranchiata
<i>Chrysophrys auratus</i>	Osteichthyes
<i>Ciona intestinalis</i>	Ascidiae

<i>Clione limacina</i>	Gastropoda
<i>Clupea harengus</i>	Osteichthyes
<i>Clupea sprattus</i>	Osteichthyes
<i>Crangon crangon</i>	Malacostraca
<i>Crangon vulgaris</i>	Malacostraca
<i>Crassostrea gigas</i>	Lamellibranchiata
<i>Crassostrea margaritecea</i>	Lamellibranchiata
<i>Crassostrea virginica</i>	Lamellibranchiata
<i>Crepidula fornicate</i>	Gastropoda
<i>Ctenopharyngodon idellus</i>	Osteichthyes
<i>Ctinodrilus serratulus</i>	
<i>Cyanea capillata</i>	Scyphozoa
<i>Cyclops abyssorum</i>	Copepoda
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Osteichthyes
<i>Cyprina islandica</i>	Lamellibranchiata
<i>Cyprinus carpio</i>	Osteichthyes
<i>Daphnia hyalina</i>	Phyllopoda
<i>Daphnia magna</i>	Phyllopoda
<i>Daphnia pulicaria</i>	Phyllopoda
<i>Diastylis rathkei</i>	Malacostraca
<i>Echinocardium cordatum</i>	Echinoidea
<i>Echinometra lucunter</i>	Echinoidea
<i>Echinus esculentus</i>	Echinoidea
<i>Edwardsia danica</i>	Hydrozoa
<i>Engraulis encrasicholus</i>	Osteichthyes
<i>Entosiphon sulcatum</i>	
<i>Ephemerella subvaria</i>	Osteichthyes
<i>Esox lucius</i>	Chondrichthyes
<i>Etmopterus spinax</i>	Copepoda
<i>Eudiaptomus padanus</i>	Polychaeta
<i>Eumenia crassa</i>	Malacostraca
<i>Eupagurus bernhardus</i>	Malacostraca
<i>Euphausia krohnii</i>	
<i>Eurytemora affinis</i>	Hydrozoa
<i>Eusmilia fastigiata</i>	Osteichthyes
<i>Euthynnus pelamis</i>	Polychaeta
<i>Flabelligera affinis</i>	Aves
<i>Fulica atra</i>	Osteichthyes
<i>Fundulus diaphanus</i>	Osteichthyes
<i>Fundulus heteroclitus</i>	Anthozoa
<i>Fungia (Verillofungia) concinna</i>	Anthozoa
<i>Fungia (Fungia) fungites</i>	Osteichthyes
<i>Gadus aeglefinus</i>	Osteichthyes
<i>Gadus merlangus</i>	Osteichthyes
<i>Gadus mor(r)hua</i>	Osteichthyes
<i>Galeus melastomus</i>	Chondrichthyes
<i>Gamma marus</i> sp.	Malacostraca
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Osteichthyes
<i>Globigerina inflata</i>	Rhizopoda
<i>Globigerinoides rubra</i>	Rhizopoda
<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	Rhizopoda
<i>Glycymeris glycymeris</i>	Lamellibranchiata
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	Osteichthyes
<i>Gomphina melanægis</i>	Lamellibranchiata
<i>Halicryptus spinulosus</i>	Priapulida
<i>Haliothis rufescens</i>	Gastropoda
<i>Halobates sericeus</i>	
<i>Halobates sobrinus</i>	

<i>Halocentrus rufus</i>	Osteichthyes
<i>Harengula sp.</i>	Osteichthyes
<i>Harmothoe imbricata</i>	Polychaeta
<i>Henricia sanguinolenta</i>	Asteroidea
<i>Heteromyysis formosa</i>	
<i>Hexagrammos otakii</i>	Osteichthyes
<i>Hydropsyche betteni</i>	
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Osteichthyes
<i>Ictalurus melas</i>	Osteichthyes
<i>Ictalurus punctatus</i>	Osteichthyes
<i>Larus fuscus fuscus</i>	Aves
<i>Lateolabrax japonicus</i>	Osteichthyes
<i>Latridopsis ciliaris</i>	Osteichthyes
<i>Lebistes reticulatus</i>	Osteichthyes
<i>Lepomis gibbosus</i>	Osteichthyes
<i>Lepomis macrochirus</i>	Osteichthyes
<i>Leuciscus idus melanotus</i>	Osteichthyes
<i>Limacina retroversa</i>	Gastropoda
<i>Limanda limanda</i>	Osteichthyes
<i>Littorina littorea</i>	Gastropoda
<i>Littorina littoralis</i>	Gastropoda
<i>Lytechinus pictus</i>	Echinoidea
<i>Macoma balthica</i>	Lamellibranchiata
<i>Macoma calcarea</i>	Lamellibranchiata
<i>Macrurus rupestris</i>	Osteichthyes
<i>Makaira nigricans</i>	Osteichthyes
<i>Manicina areolata</i>	Anthozoa
<i>Meandrina meandrites</i>	Hydrozoa
<i>Meganyctiphanes norvegica</i>	Malacostraca
<i>Mellita lata</i>	Echinoidea
<i>Menidia menidia</i>	Osteichthyes
<i>Mercenaria mercenaria</i>	Lamellibranchiata
<i>Meretrix lamarckii</i>	Lamellibranchiata
<i>Metridium senile</i>	Lamellibranchiata
<i>Micropterus salmoides</i>	Osteichthyes
<i>Modiolaria discors</i>	Lamellibranchiata
<i>Modiolus modiolus</i>	Lamellibranchiata
<i>Monodonta turbinata</i>	Lamellibranchiata
<i>Morone saxatilis</i>	Osteichthyes
<i>Mya arenaria</i>	Lamellibranchiata
<i>Mya truncata</i>	Lamellibranchiata
<i>Mysidopsis bahia</i>	
<i>Mysidopsis bigelowi</i>	
<i>Mytilus californianus</i>	Lamellibranchiata
<i>Mytilus edulis</i>	Lamellibranchiata
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	Lamellibranchiata
<i>Mytilus viridis</i>	Lamellibranchiata
<i>Nais sp.</i>	Clitellata
<i>Neanthes arenaceoedentata</i>	
<i>Nematonurus armatus</i>	Osteichthyes
<i>Nephthys sp.</i>	Polychaeta
<i>Nephthys ciliata</i>	Polychaeta
<i>Nephthys hombergii</i>	Polychaeta
<i>Neptunea antiqua</i>	Gastropoda
<i>Nereis diversicolor</i>	Polychaeta
<i>Nereis virens</i>	Polychaeta
<i>Nitocra spinipes</i>	
<i>Nucella lapillus</i>	Gastropoda

<i>Ommastrephes illicebrosa</i>	Cephalopoda
<i>Ophiothrix suensoni</i>	Ophiuroidea
<i>Opisthonema oglinum</i>	Echinoidea
<i>Ostrea edulis</i>	Lamellibranchiata
<i>Ostrea equestris</i>	Lamellibranchiata
<i>Ostrea sinuata</i>	Lamellibranchiata
<i>Pagellus erythrinus</i>	Osteichthyes
<i>Pagurus longicarpus</i>	Malacostraca
<i>Palinurus argus</i>	Malacostraca
<i>Pandalus borealis</i>	Malacostraca
<i>Pandalus montagui</i>	Malacostraca
<i>Paralichthys olivaceus</i>	Osteichthyes
<i>Paramecium caudatum</i>	Ciliata
<i>Patella coerulea</i>	Gastropoda
<i>Patella vulgata</i>	Gastropoda
<i>Pecten maximus</i>	Lamellibranchiata
<i>Pecten novae-zelandiae</i>	Lamellibranchiata
<i>Pecten opercularis</i>	Lamellibranchiata
<i>Pectinaria koreni</i>	Polychaeta
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Aves
<i>Peloscolex benedeni</i>	Clitellata
<i>Pherusa plumosa</i>	Polychaeta
<i>Pimephales promelas</i>	Osteichthyes
<i>Placopesten magellanicus</i>	Lamellibranchiata
<i>Platichthys flesus</i>	Osteichthyes
<i>Pleurobrachia pileus</i>	Attentaculata
<i>Pleuronectes limanda</i>	Osteichthyes
<i>Pleuronectes platessa</i>	Osteichthyes
<i>Podiceps ruficollis</i>	Aves
<i>Polyprion oxygeneios</i>	Osteichthyes
<i>Pontella sp.</i>	Copepoda
<i>Porania pulvillus</i>	Asteroidea
<i>Pseudopleuronectes americanus</i>	Osteichthyes
<i>Rheumobates aestuarius</i>	Osteichthyes
<i>Roccus americanus</i>	Osteichthyes
<i>Roccus saxatilis</i>	Osteichthyes
<i>Sagitta elegans</i>	Sagittoidea
<i>Sagitta euxina</i>	Sagittoidea
<i>Sagitta setosa</i>	Sagittoidea
<i>Salmo gairdneri</i>	Osteichthyes
<i>Salmo trutta</i>	Osteichthyes
<i>Salpa fusiformis</i>	Thaliacea
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Osteichthyes
<i>Salvelinus namaycush</i>	Osteichthyes
<i>Sardina pilchardus</i>	Osteichthyes
<i>Saxicava arctica</i>	Lamellibranchiata
<i>Scalibregna inflatum</i>	Polychaeta
<i>Scomberomorus cavalla</i>	Osteichthyes
<i>Scrobicularia plana</i>	Lamellibranchiata
<i>Sebastes nivosus</i>	Osteichthyes
<i>Sebastes thompsoni</i>	Osteichthyes
<i>Sepia esculenta</i>	Cephalopoda
<i>Sericola grandis</i>	Osteichthyes
<i>Solaster papposus</i>	Asteroidea
<i>Somatia molissima</i>	Aves
<i>Spatangus purpureus</i>	Echinoidea
<i>Squilla oratoria</i>	Malacostraca
<i>Sterna hirundo</i>	Aves

<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	Echinoidea
<i>Tealia felina</i>	Anthozoa
<i>Terebellides stroemii</i>	Polychaeta
<i>Thunnus albacares</i>	Osteichthyes
<i>Tigriopus japonicus</i>	
<i>Tilapia mossambica</i>	Osteichthyes
<i>Trichiurus lepturus</i>	Osteichthyes
<i>Trigla kumu</i>	Osteichthyes
<i>Tripneustes esculentus</i>	Echinoidea
<i>Trochochaete multiseta</i>	Polychaeta
<i>Uronema parduczi</i>	
<i>Urophycis chuss</i>	Osteichthyes
<i>Urophycis tenuis</i>	Osteichthyes
<i>Velella lata</i>	Hydrozoa
<i>Zoarces viviparus</i>	Osteichthyes

Quellenverzeichnis - Tiere

- BICK, H. 1972. Ciliated Protozoa. World Health Organization, Geneva.
- BRESSLAU, E. und H.-E. ZIEGLER. 1927. Zoologisches Wörterbuch. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- BROHMER, P. 1974. Fauna von Deutschland. Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg.
- DANCE, P.S. (Hrsg.). 1977. Das große Buch der Meeresmuscheln. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- DONNER, J. 1973. Rädertiere. Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- ELLIS, A.E. 1978. British Freshwater Bivalve Mollusca. Academic Press, London, New York, San Francisco.
- GRAHAM, A. 1971. British Prosobranch and other Operculate Gastropod Molluscs. Academic Press, London, New York.
- GROSPIETSCH, T. 1972. Wechseltierchen. Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- INSTITUT FÜR HOCHSEEFISCHEREI UND FISCHVERARBEITUNG, ROSTOCK (Hrsg.). 1973. Wörterbuch Nutzfische. VEB Fachbuchverlag Leipzig.
- KIEFER, F. 1973. Ruderfußkrebse. Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- MATTHES, D. und F. WENZEL. 1966. Die Wimpertiere. Franck'sche Verlagshandlung, Stuttgart.
- MORRIS, P.A. 1950. A Field Guide to the Shells. The Riverside Press, Cambridge, Massachusetts.
- MÜLLER, H. 1983. Fische Europas. Neumann Verlag, Leipzig.

- NORDSIECK, F. 1968. Die europäischen Meeres-Gehäuseschnecken. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- NORDSIECK, F. 1969. Die europäischen Meeressmuscheln. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- NORDSIECK, F. 1972. Die europäischen Meeresschnecken. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- NELSON, J.S. 1976. Fishes of the World. John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto.
- OLIVER, P. 1975. Der Kosmos-Muschelführer. Franck'sche Verlags-handlung, Stuttgart.
- PAX, F. (Hrsg.). 1962. Meeresprodukte. Ein Handwörterbuch der marinen Rohstoffe. Gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee.
- REMANE, A., V. STORCH und U. WELSCH. 1976. Systematische Zoologie, Stämme des Tierreichs. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- RIEDEL, D. 1974. Fisch und Fischerei. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- STRESEMANN, E. 1976. Exkursionsfauna. Wirbellose I. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, DDR.
- STRESEMANN, E. 1976. Exkursionsfauna. Wirbellose II/2. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, DDR.
- STRESEMANN, E. 1974. Exkursions-Fauna. Wirbeltiere. Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, DDR.
- THIELE, J. 1931. Handbuch der Systematischen Weichtierkunde. Band 1. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- THOMPSON, T.E. 1976. British Opisthobranch Molluscs. Academic Press, London, New York und San Francisco.
- TUCKER ABBOTT, R. 1974. American Seashells. Van Nostrand Reinhold Company, New York, Cincinnati, Toronto, London, Melbourne.

VI. Literaturliste

- A02. Arndt, J. und I. Gans. 1982. Untersuchungen zur Emission von Phosphor 32, Eisen 55 und Nickel 63 mit Abwässern aus Kernkraftwerken in der Bundesrepublik Deutschland. WaBoLu-Berichte, 3: 1-95. Dietrich Reimer Verlag.
- A06. Alexander, G.V. and D.R. Young. 1976. Trace Metals in Southern California Mussels. Mar. Poll. Bull., 7: 7-9.
- A14. Albrecht, H. 1984. Anorganische Schadstoffe in Wasser, in Sedimenten und in Organismen. Meereskundliche Beobachtungen und Ergebnisse Nr. 55: Gütezustand der Nordsee! Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg: 38-52.
- A15. Abdullah, M.I. and L.G. Royle. 1974. A Study of the Dissolved and Particulate Trace Elements in the Bristol Channel. J. mar. biol. Ass. UK, 54: 581-597.
- A17. Abo-Rady, M.D.K. 1980. Makrophytische Wasserpflanzen als Bioindikatoren für die Schwermetallbelastung der oberen Leine. Arch. Hydrobiol., 89, 3: 387-404.
- A20. American Public Health Association. 1960. Standard Methods for the Examination of Water, Sewage, and Industrial Wastes. 11th. Ed., New York.
- A22. Abdul-Razzak, A.K. 1972. Geochemisch-sedimentpetrographischer Vergleich lakustrischer Sedimente aus verschiedenen Klimabereichen. Dissertation Universität Heidelberg: 94 S.
- A23. Anderson, B.G. 1948. The Apparent Thresholds of Toxicity to *Daphnia magna* for Chlorides of Various Metals when Added to Lake Erie Water. Trans. Am. Fish. Soc., 78: 96-113.

- A24. Abo-Rady, M.D.K. 1979. Gehalt an Schwermetallen (Cd, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) in Bachforellen im Leine-Raum Göttingen.
Z. Lebensm. Unters. Forsch., 168: 259-263.
- A25. Agrawal, S.J., A.K. Srivastava and H.S. Chaudhry. 1979. Haematological Effects of Nickel Toxicity on a Freshwater Teleost, *Colisa fasciatus*.
Acta Pharmacologica et Toxicologica, 45: 215-217.
- A26. Anderson, D.R. 1981. The Combined Effects of Nickel, Chlorine, and Temperature on the Mortality of Rainbow Trout, *Salmo gairdneri*.
Dissertation, University of Washington: 149 p.
- A28. Atri, F.R. 1983. Schwermetalle und Wasserpflanzen.
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York. 209 S.
- A33. Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe. 1985. Wassergütedaten der Elbe von Schnackenburg bis zur See - Zahlentafel 1984.
Bearbeitet von der Wassergütestelle Elbe, Hamburg.
- A35. AGF. 1982. Schadstoffe in Nahrungsketten.
Vortragsveranstaltung der AGF. 4. und 5. November 1982, Bonn. S. 48-53.
- B01. Biesinger, K.W. and G.M. Christensen. 1972. Effects of Various Metals on Survival, Growth, Reproduction and Metabolism of *Daphnia magna*.
J. Fish. Res. Bd. Canada, 29: 1691-1700.
- B09. Bryan, G.W. and L.G. Hummerstone. 1977. Indicators of Heavy Metal Contamination in the Loe Estuary (Cornwall) with Particular Regard to Silver and Lead.
J. Mar. Biol. Assn. U.K., 57: 75-92.
- B10. Bryan, G.W. and H. Uysal. 1978. Heavy Metals in the Boring Bivalve *Scrobicularia plana* from the Tamar Estuary in Relation to Environmental Levels.
J. Mar. Biol. Assn. U.K., 58: 89-108.

- B14. Bieri, R. and D.M. Krinsley. 1958. Trace Elements in the Pelagic Coelenterate, *Vellela lata*.
J. Mar. Res., 16: 246-254.
- B15. Bryan, G.W. 1973. The Occurrence and Seasonal Variation of Trace Metals in the Scallops *Pecten maximum* (L.) and *Chlamys opercularis* (L.).
J. Mar. Biol. Assn., 53: 145-166.
- B22. Bhosle, N.B. and S.G.P. Matondkar. 1978. Variation in Trace Metals in Two Populations of Green Mussel *Mytilus viridis* L. from Goa.
Mahasagar - Bull. Nat. Inst. Ocean., 11: 191-194.
- B23. Bryan, G.W. and L.G. Hummerstone. 1978. Heavy Metals in the Burrowing Bivalve *Scrobicularia plana* from Contaminated and Uncontaminated Estuaries.
J. Mar. Biol. Assn. U.K., 58: 401-419.
- B31. Bernhard, M. and A. Zattera. 1975. Major Pollutants in the Marine Environment. In: Pearson and Frangipane (Eds.).
Marine Pollution and Marine Waste Disposal.
Pergamon Press, N.Y.: 195-300.
- B33. Brooks, R.R. and D. Rumsey. 1974. Heavy Metals in Some New Zealand Commercial Sea Fishes.
N.Z. Mar. Freshwat. Res., 8: 155-166.
- B39. Bringmann, G. und R. Kühn. 1977. Befunde der Schadwirkung wassergefährdender Stoffe gegen *Daphnia magna*.
Z.f. Wasser- und Abwasser-Forschung, 5: 161-166.
- B40. Bringmann, G. und R. Kühn. 1981. Vergleich der Wirkung von Schadstoffen auf flagellate sowie ciliat. bzw. auf holozoische bakterienfressende sowie saprozoische Protozoen.
gwf-wasser/abwasser, 7: 308-312.
- B41. Bringmann, G. und R. Kühn. 1979. Vergleich der toxischen Grenzkonzentrationen wassergefährdender Stoffe gegen Bakterien, Algen und Protozoen im Zellvermehrungshemmtest.
Haustechnik - Bauphysik - Umwelttechnik gi, 100, 8.

- B42. Bringmann, G. und R. Kühn. 1978. Grenzwerte der Schadwirkung wassergefährdender Stoffe gegen Blaualgen (*Microcystis aeruginosa*) und Grünalgen (*Scenedesmus quadricauda*) im Zellvermehrungshemmtest.
Vom Wasser, 50: 45-60.
- B45. Bruland, K.W. 1983. Trace Elements in Sea Water. In: Chemical Oceanography, Vol. 8.
Riley, J.P. and R. Chester (Eds.). Academic Press.
- B48. Boyden, C.R. 1975. Distribution of Some Trace Metals in Poole Harbour, Dorset.
Mar. Pollut. Bull., 6, 12: 180-187.
- B49. Brooks, R.R. and M.G. Rumsby. 1965. The Biogeochemistry of Trace Element Uptake by Some New Zealand Bivalves.
Limnol. Oceanogr., 10: 521-528.
- B67. Bringmann, G. und R. Kühn. 1959. Vergleichende wasser-toxikologische Untersuchungen an Bakterien, Algen und Kleinkrebsen.
Gesundheits-Ingenieur, 4: 115-120.
- B70. Bagge, O. 1972. Unpublished Data.
Analysed at the Department of Marine Botany, University of Lund, October 1972. Zitiert in: Lit. N11.
- B71. Bagge, O. 1972. Unpublished Data.
Analysed at the Department of Marine Botany, University of Lund, November 1972. Zitiert in: Lit. N11.
- B74. Bailey, R.C. and P.M. Stokes. 1985. Evaluation of Filamentous Algae as Biomonitor of Metal Accumulation in Softwater Lakes: A Multivariate Approach.
In: Aquatic Toxicology and Hazard Assessment: Seventh Symposium. ASTM STP 854, Cardwell, R.D., R. Purdy and R.C. Bahner (Eds.). American Society for Testing and Materials, Philadelphia: 5-26.
- B81. Bryan, G.W. 1983. Brown Seaweed, *Fucus vesiculosus*, and the Gastropod, *Littorina littoralis*, as Indicators of Trace-Metal Availability in Estuaries.
The Science of the Total Environment, 28: 91-104.

- B82. Bernhard, M. 1980. The Relative Importance of Lead as a Marine Pollutant.
In: Lead in the Marine Environment. Branica, M. and Z. Konrad (Eds.). Pergamon Press, Oxford etc.: 345-352.
- B84. Bender, M.L. and C. Gagner. 1976. Dissolved Copper, Nickel, and Cadmium in the Sargasso Sea.
J. Mar. Res., 34: 327-339.
- B86. Banat, K., U. Förstner und G. Müller. 1972. Schwermetalle in den Sedimenten des Rheins.
Umschau in Wiss. und Technik, 72: 192-193.
- B87. Birge, W.J. and J.A. Black. 1980. Aquatic Toxicology of Nickel.
In: Nickel in the Environment. Nriagu, J.O. (Ed.). John Wiley & Sons, New York etc.
- B89. Burford, M.G. and J.W. Masselli. 1953. Plating Wastes.
In: Industrial Wastes. Rudolfs, W. (Ed.). Reinhold, New York: 283-311.
- B90. Brown, V.M. and R.A. Dalton. 1970. The Acute Lethal Toxicity to Rainbow Trout of Mixtures of Copper, Phenol, Zinc and Nickel.
J. Fish. Biol., 2: 211-216.
- B91. Brown, V.M. 1968. The Calculation of the Acute Toxicity of Mixtures of Poisons to Rainbow Trout.
Water Res., 2: 723-733.
- B92. Bandt, H.J. 1946. Über verstärkte Schadwirkungen auf Fische, insbesondere über erhöhte Giftwirkung durch Kombination von Abwassergiften.
Beitr. Wasser Abwasser, Fischereichem., 1: 15-23.
- B95. Baudouin, M.F. and P. Scoppa. 1974. Acute Toxicity of Various Metals to Freshwater Zooplankton.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 12, 6: 745-751.

- B97. Blaylock, B.G. and M.L. Frank. 1979. A Comparison of the Toxicity of Nickel to the Developing Eggs and Larvae of Carp (*Cyprinus carpio*).
Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 21: 604-611.
- B98. Bengtsson, B.-E. 1978. Use of Harpacticoid Copepod in Toxicity Tests.
Mar. Pollut. Bull., 9: 238.
- B99. Barnett, B.-E. and C.R. Ashcroft. 1985. Heavy Metals in *Fucus vesiculosus* in the Humber Estuary.
Environmental Pollution (Series B), 9: 193-213.
- B101. Bean, B. and A. Harris. 1977. A Calcium-Reversible Selective Inhibition of Flagellar Coordination by Nickel Ion in *Chlamydomonas*.
Am. Soc. Microbiol. (Abstr. Ann. Meet.): 162.
- B102. Barber, R.T. 1973. Organic Ligands and Phytoplankton Growth in Nutrient Rich Seawater.
In: Trace Metals and Metal-Organic Interactions in Natural Waters. Singer, P. (Ed.). Ann Arbor Science, Ann Arbor, Mich.: 321-338.
- B103. Barber, R.T., R.C. Dugdale, J.J. MacIsaac and R.L. Smith. 1971. Variations in Phytoplankton Growth Associated with the Source and Conditioning of Upwelling Water.
Invest. Pesq., 35: 171-193.
- B104. Barber, R.T. and J.H. Ryther. 1969. Organic Chelators: Factors Affecting Primary Production in the Cromwell Current Upwelling.
J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 3: 191-199.
- B105. Bryan, G.W., W.J. Langston, L.H. Hummerstone and G.R. Burt. 1985. A Guide to the Assessment of Heavy-Metal Contamination in Estuaries Using Biological Indicators.
Marine Biological Association of the United Kingdom, Occasional Publication Number 4.

- B111. Bryan, G.W., W.J. Langston and L.G. Hummerstone. 1980. The Use of Biological Indicators of Heavy Metal Contamination in Estuaries, with Special Reference to an Assessment of the Biological Availability of Metals in Estuarine Sediments from South-West Britain.
Marine Biological Association of the United Kingdom,
Occasional Publication no. 1: 73 pp.
- B112. Bryan, G.W. and P.E. Gibbs. 1985. Polychaete Worms as Indicators of Heavy-Metal Availability in Marine Deposits.
Wastes in the Sea, in Press. Zitiert in: Lit. B105.
- B113. Boyden, C.R. 1975. Distribution of Some Trace Metals in Poole Harbour, Dorset.
Marine Pollution Bulletin, 6: 180-187.
- B114. Boyden, C.R. 1977. Effect of Size upon Metal Content of Shellfish.
Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 57: 675-714.
- B120. Bruland, K.W. and R.P. Franks. 1983. Mn, Ni, Cu, Zn and Cd in the Western North Atlantic.
In: Trace Metals in Sea Water. Wong, et al. (Eds.).
Plenum Press, New York & London: 395-414.
- B130. Blus, L.J., B.S. Neely, Jr., T.G. Lamont and B. Mulhern. 1977. Residues of Organochlorines and Heavy Metals in Tissues and Eggs of Brown Pelicans.
Pestic. Monit. J., 11 (1): 40-53.
- B149. Borneff, J. 1972. Forderungen an die Reinhal tung unserer Binnengewässer aus hygienischer Sicht.
In: Schultze, H. (Hrsg.), Umwelt-Report "Unser verschmutzter Planet", S. 87-91.
Umschau-Verlag, Frankfurt.
- B150. Bayerische Oberste Baubehörde. 1980. Bericht über Schwermetalle in Abwässern. (Zum Beschuß des Bayerischen Landtages vom 29. Nov. 1979.)
München im August 1980.

- C13. Cheng, L., G.V. Alexander and P.J. Franco. 1976. Cadmium and other Heavy Metals in Seaskaterd (Gerridae: Halobates, Rheumobates).
Water, Air, Soil Poll., 6: 33-38.
- C18. Chester, R. and J.H. Stoner. 1975. Trace Elements in Sediments from the Lower Severn Estuary and Bristol Channel.
Mar. Pollut. Bull., 6, 6: 89-92.
- C26. Calabrese, A., R.S. Colier, D.A. Nelson and J.R. McInnes. 1973. The Toxicity of Heavy Metals to Embryos of American Oyster (*Crassostrea virginica*).
Marine Biol., 18: 162.
- C27. Clendenning, K.A. and W.J. North. 1960. Effects of Wastes on the Giant Kelps, *Macrocystis pyrifera*.
First Intern. Conf. Wastes Disposal in to the Marine Environment. Pearson, E.A. (Ed.). Pergamon Press, N.Y.: 82-91.
- C28. Calabrese, A. and D.A. Nelson. 1974. Inhibition of Embryonic Development of the Hard Clam, *Mercenaria mercenaria*, by Heavy Metals.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 11, 1: 92-97.
- C29. Connors, P.G., V.C. Anderlini, R.W. Risebrough, M. Gilbertson and H. Hays. 1975. Investigations of Metals in Common Tern Populations.
Canadian Field-Naturalist, 89: 157-162.
- C30. Chapman, et al. 1980. Effects of Water Hardness on the Toxicity of Metals to *Daphnia magna*.
Manuscript. U.S. EPA, Corvallis, Oregon.
- C31. Calabrese, A., et al. 1977. Survival and Growth of Bivalve Larvae under Heavy Metal Stress.
Mar. Biol., 41: 179.

- C49. Carlson, H. (Ed.). 1986. Quality Status of the North Sea.
A Report Compiled from Contributions by Experts of the
Governments of the North Sea Coastal States and the
Commission of the European Communities Prepared for the
International Conference on the Protection of the North
Sea, Bremen, October 31 to November 1, 1984.
- Deutsche Hydrographische Zeitschrift, Ergänzungsheft
Reihe B, Nr. 16. Deutsches Hydrographisches Institut,
Hamburg.
- D11. Dietz, F. 1982. Wechselwirkung der Schwermetalle zwischen
Wasser und Sediment am Beispiel der Ruhr.
In: Schwermetalle im Abwasser, Gewässer und Schlamm
(Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Fluß-
biologie, Bd. 34): 273-299.
- D20. Deutsches Hydrographisches Institut. 1983. Überwachung des
Meeres. Bericht für das Jahr 1981. Teil II: Daten.
Hamburg, Nr. 2500.
- D24. Danielsson, L.-G. 1980. Cadmium, Cobalt, Copper, Iron, Lead,
Nickel and Zinc in Indian Ocean Waters.
Marine Chemistry, 8: 199-215.
- D29. De Groot, A.J., I.E. Allersma und W. van Driel. 1973. Zware
Metalen in Fluviaatiele en Mariene Ecosystemen.
Sympos. Waterloopkunde in dienst van industrie en milieu,
24.-25. Mai 1973. Publikatie no. 110 N, Sekt. 5: 27 S.
- D30. Doudoroff, P. and M. Katz. 1953. Critical Review of Litera-
ture on the Toxicity of Industrial Wastes and their
Components to Fish. II. The Metals, as Salts.
Sewage Industr. Wastes, 25: 802-839.
- D31. DeJong, L.E.D.D. 1965. Tolerance of Chlorella vulgaris for
Metallic Ions.
Antonie van Leeuwenhoek, J. Microbiol. Serol., 31: 301-
313.
- D32. Dietz, F. 1972. Anreicherung von Schwermetallen in submersen
Pflanzen.
gwf-wasser/abwasser, 113, 6: 269-273.

- D39. Denton, G.R.W. and C. Burdon-Jones. 1986. Trace Metals in Corals from the Great Barrier Reef.
Marine Pollution Bulletin, 17: 209-213.
- D41. Delfts Hydraulic Laboratory, Waterloopkundig Laboratorium. 1983. The Ecosystem of the North Sea. The Quality of Water and Sediments.
- E01. EPA-600/2-81-175. September 1981. Literature Study of the Biodegradability of Chemicals in Water. Vol. 1. Bio-degradability Prediction, Advances in and Chemical Interferences with Wastewater Treatment. By: Geating, John.
U.S. Environmental Protection Agency.
- E03. EPA-440/5-80-060- 1980. Ambient Water Quality Criteria for Nickel.
U.S. Environmental Protection Agency.
- E15. Elderfield, H., I. Thornton and J.S. Webb. 1971. Heavy Metals and Oyster Culture in Wales.
Mar. Pollut. Bull., 2, 3: 44-47.
- E16. Elwakeel, S.K. and J.P. Riley. 1961. Chemical and Mineralogical Studies of Deep-Sea Sediments.
Geochim. Cosmochim. Acta, 25: 110-146.
- E19. Eichner, P. and K. Forchammer. 1977. Orientierende undersøgelse vedrørende bundfaunaen i det nordlige Lillebaelt, Summer 1975.
Superfos Centrallaboratory, report 74.50.09.
- E20. Eichener, P. 1976. Undersøgelse af en gruppe blamuslinger fra det nordlige Lillebaelt.
Superfos Centrallaboratory, report 74.50.05.
- E23. Eisler, R. 1977. Acute Toxicities of Selected Heavy Metals to the Softshell Clam, Mya arenaria.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 17: 137-145.

- E24. Environmental Protection Agency. 1980. Unpublished Laboratory Data.
Environ. Res. Lab., Duluth, Minnesota. Zitiert in: Lit. EO3.
- E25. Eisler, R. and R.J. Hennekey. 1977. Acute Toxicities of Cd²⁺, Cr²⁺, Hg²⁺, Ni²⁺ and Zn²⁺ to Estuarine Macrofauna. Arch. Environ. Contam., 6: 315.
- E26. Environmental Protection Agency. 1980. Unpublished Laboratory Data.
Environ. Res. Lab., Narragansett, Rhode Island. Zitiert in: Lit. EO3.
- E34. Eisma, D., J. Skei, S. Westerlund, J. Kalf, B. Magnusson, K. Naes and K. Sørensen. 1984. Distribution and Composition of Suspended Particulate Matter and Trace Metals in the Skagerrak. Working Group on Marine Sediments in Relation to Pollution, Rostock, Febr. 1984.
- F03. Foster, P. 1976. Concentrations and Concentration Factors of Heavy Metals in Brown Algae. Environ. Poll., 10: 45-53.
- F04. Falandysz, J. 1984. Trace Metals and Organochlorines in Plankton from the Southern Baltic. Marine Pollution Bulletin, 15, 11: 416-418.
- F10. Fowler, S.W. and B. Oregioni. 1976. Trace Metals in Mussels from the N.W. Mediterranean. Mar. Poll. Bull., 7: 26-29.
- F19. Franz, J. and S. Waldstädt. 1981. Schadstoffe in Sedimenten nordrheinwestfälischer Flüsse. Gewässerschutz, Wasser, Abwasser, 45: 643-667.
- F20. Forster, W.O., E.D. Wood and F. Padovani. 1972. A Study to Identify Problems Related to Oceanic Environment Quality in the Caribbean. IDOE Workshop on Baseline Studies of Pollutants in the Marine Environment Brookhaven Nat. Lab., 24-26 May 1972.

- F22. Fonselius, S.H. 1970. Some Trace Metal Analysis in the Mediterranean, the Red Sea and the Arctic Sea, Zn, Cu, Cr.
Bull. Inst. Oceanogr. Monaco, 69 (1407): 3-15.
- F25. Fowler, S.W. 1977. Trace Elements in Zooplankton Particulate Products.
Nature, 269: 51-53.
- F26. Förstner, U. und H.-E. Reineck. 1974. Die Anreicherung von Spurenelementen in den rezenten Sedimenten eines Profilkerns aus der Deutschen Bucht.
Senckenbergiana marit., 6, 2: 175-184.
- F28. Fuge, R. and K.H. James. 1973. Trace Metal Concentrations in Brown Seaweeds, Cardigan Bay, Wales.
Marine Chemistry, 1: 281-293.
- F30. Fuge, R. and K.H. James. 1974. Trace Metal Concentrations in Fucus from the Bristol Channel.
Marine Pollution Bulletin, 5: 9-12.
- F32. Förstner, U. und G. Müller. 1974. Schwermetalle in Flüssen und Seen als Ausdruck der Umweltverschmutzung.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- F33. Fezy, J.S., D.F. Spencer and R.W. Greene. 1979. The Effect of Nickel on the Growth of the Freshwater Diatom Navicula pelliculosa.
Environ. Pollut.: 131-137.
- F34. Flavin, M. and C. Slaughter. 1974. Microtubule Assembly and Function in Chlamydomonas: Inhibition of Growth and Flagellar Regeneration by Antibulins and other Drugs and Isolation of Resistant Mutants.
J. Bacteriol., 118: 59-69.
- F35. Friedrich, A.R. and F.P. Filice. 1976. Uptake and Accumulation of the Nickel Ion by Mytilus edulis.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 16, 6: 750-755.

- F43. Förstner, U. und G. Müller. 1973. Heavy Metal Accumulation in River Sediments: A Response to Environmental Pollution. *Geoforum*, 14: 53-61.
- G01. Giattina, J.D., R.R. Garton and D.G. Stevens. 1982. The Avoidance of Copper and Nickel by Rainbow Trout as Monitored by a Computer-Based Data Acquisition System-*Trans. Amer. Fish. Soc.*, 111: 491.
- G05. Goldberg, E.D., V.T. Bowen, J.W. Farrington, G. Harvey, J.H. Martin, P.L. Parker, R.W. Risebrough, W. Robertson, E. Schneider and E. Gamble. 1978. The Mussel Watch. *Envir. Conserv.*, 5: 101-125.
- G12. Greig, R.A., D.R. Wenzloff, C.L. MacKenzie, Jr. A.S. Merrill and V.S. Zdanowicz. 1978. Trace Metals in Sea Scallops, *Placopecten magellanicus*, from Eastern United States. *Bull. Environ. Contam. Toxic.*, 19: 326-334.
- G18. Greig, R.A. and D.R. Wenzloff. 1977. Trace Metals in Finfish from the New York Bight and Long Island Sound. *Mar. Poll. Bull.*, 8: 198-200.
- G20. Greig, R.A., D.R. Wenzloff and J.B. Pearce. 1976. Distribution and Abundance of Heavy Metals in Finfish, Invertebrates, and Sediments Collected at a Deepwater Disposal Site. *Mar. Poll. Bull.*, 7: 185-187.
- G26. Gross, M.G. 1967. Concentrations of Minor Elements in Diatomaceous Sediments of a Stagnant Fjord. In: *Estuaries*. Lauff, G.H. (Ed.): 273-282. AAAS Publication No. 82.
- G28. Gebhardt, H. und K. Taux. 1983. Untersuchungen zum Schwermetallgehalt ufernaher Sedimente der Unterweser. *Naturwissenschaften*, 70: 89-90.
- G30. Goldberg, E.D. 1962. Elemental Composition of Some Pelagic Fishes. *Lim. Oceanogr.*, 7 (Suppl.) lxxii-lxxvi.

- G31. Gupta, R.S. 1972. On Some Trace Metals in the Baltic.
Ambio, 1: 226-230.
- G32. Greig, R.A., A. Adams and D.R. Wenzloff. 1977. Trace Metal Content of Plankton and Zooplankton Collected from the New York Bight and Long Island Sound.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 18: 3-8.
- G38. Gilmartin, M. and N. Revelante. 1975. The Concentration of Mercury, Copper, Nickel, Silver, Cadmium, and Lead in the Northern Adriatic Anchovy, *Engraulis encrasicholus*, and Sardine, *Sardina pilchardus*.
Fishery Bulletin, 73, 1: 193-201.
- G48. GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution). 1976. Reports and Studies, No. 2: Review of Harmful Substances.
United Nations, New York.
- G49. Goldberg, E.D. 1963. The Ocean as a Chemical System.
In: The Sea. Hill, M.N. (Ed.), Vol. 2: 3-25. Interscience.
- H01. Hunka, D.L. 1974. The Effects of Effluents from the Canadian Plastics Industry on Aquatic Organisms.
Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate, Technical Report No. 473.
- H03. Hale, J.G. 1977. Toxicity of Metal Mining Wastes.
Bull. Contam. Toxicol., 17: 66.
- H06. Horowitz, A. and B.J. Presley. 1977. Trace Metal Concentrations and Partitioning in Zooplankton, Neuston, and Benthos from the South Texas Outer Continental Shelf.
Arch. Environ. Contam. Toxicol., 5: 241-255.
- H14. Heit, M. 1979. Variability of the Concentrations of Seventeen Trace Elements in the Muscle and Liver of a Single Striped Bass, *Morone saxatilis*.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 23: 1-5.

- H19. Hutchinson, T.C., A. Fedorenko, J. Fitchko, A. Kuja, J. Loon and J. Lichwa. 1975. Movement and Compartmentation of Nickel and Copper in an Aquatic Ecosystem.
In: Trace Substances in Envir. Health, IX: 77-88. Univ. of Missouri Publ.
- H20. Halcrow, W., D.W. Mackay and I. Thornton. 1973. The Distribution of Trace Metals and Fauna in the Firth of Clyde in Relation to the Disposal of Sewage Sludge.
J. mar. biol. Ass. UK., 53: 721-739.
- H23. Hirst, D.M. 1962. Geochemistry of Modern Sediments from the Gulf of Pana.
Geochim. cosmochim. Acta, 26: 1147-1187.
- H24. Hölzinger, J. 1977. Der Einfluß von Sulfitzellstoff-Abwässern und Schwermetallen auf das Ökosystem des Öpfinger Donau-stausees.
Journal für Ornithologie, 118, 4: 329-415.
- H30. Hägerhall, B. 1972. Hydrografisk-marinbotaniska sparelementundersökningar i Öresundsområdet.
Rapporter från Marinbotaniska Laboratoriet, Lunds Universitet, Nr. 1.
- H37. Hutchinson, T.C. and P.M. Stokes. 1975. Heavy Metal Toxicity and Algal Bioassays.
In: Water Quality Parameters. Special Technical Publication 573, American Society for Testing and Materials, Philadelphia, Pa.: 320-343.
- H39. Hutchinson, T.C. 1973. Comparative Studies of the Toxicity of Heavy Metals to Phytoplankton and their Synergistic Interactions.
Water Pollut. Res. (Canada), 8: 68.
- H40. Hall, T. 1978. Nickel Uptake Retention and Loss in *Daphnia magna*.
M.S. Thesis. Univ. Toronto, Toronto, Ontario.

- H55. Huber, L. und H. Baumung. 1982. Schwermetalle in der Umwelt - gesetzliche Regelungen und ihr Vollzug in der Praxis.
In: Schwermetalle im Abwasser, Gewässer und Schlamm (Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Bd. 34), S. 8-26.
R. Oldenbourg Verlag, München/Wien.
- I03. Ishii, T., H. Suzuki and T. Koyanagi. 1978. Determination of Trace Elements in Marine Organisms - I. Factors for Variation of Concentration of Trace Element.
Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 44: 155-162.
- I05. Ishibashi, M., T. Fujinaga, F. Morii, Y. Kanchiku and F. Kaniyama. 1964. Chemical Studies on the Ocean (Part 94). Chemical Studies on the Seaweeds (19). Determination of Zinc, Copper, Lead, Cadmium and Nickel in Seaweeds Using Dithizone Extraction and Polarographic Method.
Rec. Ocean. Wks. Japan, 7, 2: 33-36.
- I13. Ishizaka, O., Y. Ito and S. Yamamoto. 1966. Determination of the Toxicity of Food Additives by their Effects on the Life Cycle of Chlorella. I. Cultures and Method.
Nagoya Shiritsu Daigaku Yakugakulu Knkyu Nempo, 14: 66-78. (Chem. Abstr. 68: 20598h (1968)).
- J03. Jeng, S.S. and Y.W. Huang. 1973. Heavy Metals Contents in Taiwan's Cultured Fish.
Bull. Inst. Zool. Acad. Sin., 12: 79-85.
- J08. Juhnke, I. und D. Lüdemann. 1978. Ergebnisse der Untersuchung von 200 chemischen Verbindungen auf akute Fischtoxizität mit dem Goldorfentest.
Z.f. Wasser- und Abwasser-Forschung, 5: 161-164.
- J13. Jones, J.R.E. 1939. The Relation between the Electrolytic Solutions Pressures of the Metals and their Toxicity to the Stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.).
J. Exp. Biol., 16: 425-437.

- K06. Krinsley, D. 1960. Trace Elements in the Tests of Planktonic Foraminifera.
Micropaleontology, 6: 297-300.
- K08. Karbe, L., Ch. Schnier and H.O. Siewers. 1977. Trace Elements in Mussels (*Mytilus edulis*) from Coastal Areas of the North Sea and the Baltic. Multielement Analyses Using Instrumental Neutron Activation Analysis.
J. Radioanal. Chem., 37: 927-943.
- K16. Kremling, K. 1985. The Distribution of Cadmium, Copper, Nickel, Manganese, and Aluminium in Surface Waters of the Open Atlantic and European Shelf Area.
Deep Sea Research, 32, 5: 531-555.
- K17. Kremling, K. and H. Petersen. 1984. Synoptic Survey on Dissolved Trace Metal Levels in Baltic Surface Waters.
Marine Pollution Bulletin, 15, 9: 329-334.
- K22. Kölle, W., K. Dorth, G. Smiricz und H. Sontheimer. 1971. Aspekte der Belastung des Rheins mit Schwermetallen.
Vom Wasser, 38: 183-196.
- K33. Kremling, K., C. Otto und H. Petersen. 1979. Spurenmetalluntersuchungen in den Fördern der Kieler Bucht - Datenbericht von 1977/78 -
Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, Nr. 66.
- K35. Kelsall, J.P. 1970. Chemical Elements in Waterfowl Flight Feathers.
Prog. Notes. Can. Wildlife Ser., 17: 1-11.
- K40. Koroleff, F. 1980. Determination of Traces of Heavy Metals in Natural Waters by AAS after Concentration by Co-Precipitation.
Proc. Con. Baltic Oceanographers, 12th, Leningrad, 1980.
- L02. Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein. 1983. Gewässerüberwachung 1. Halbjahr 1982.
Berichte des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein, Kiel.

- L03. Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten Schleswig-Holstein.
1983. Gewässerüberwachung 2. Halbjahr 1982.
Berichte des Landesamtes für Wasserhaushalt und Küsten
Schleswig-Holstein, Kiel.
- L09. Lowman, F.G., D.K. Phelps, R.Y. Ting and R.M. Escalera.
1966. Progress Summary Report No. 4, Marine Biology
Program June 1965 - June 1966.
Puerto Rico Nucl. Cen. Rep. PRNC 85: 57 pp., Appendices
A-F.
- L11. Livingston, H.D. and G. Thompson. 1971. Trace Element Con-
centrations in Some Modern Corals.
Limno. Ocean, 16: 786-795.
- L14. Lande, E. 1977. Heavy Metal Pollution in Trondheimsfjorden,
Norway, and the Recorded Effects on the Fauna and
Flora.
Environ. Poll., 12: 187-198.
- L21. Lichtfuß, R. und G. Brümmer. 1977. Schwermetallbelastung
von Elbe-Sedimenten.
Naturwissenschaften, 64: 122-125.
- L24. Lowman, F.G. and Staff. 1967. Marine Biology Program.
Progress Summary. Report No. 5 - June 1966 - June 1967.
Puerto Rico Nuclear Center, Mayaguez, Puerto Rico.
- L25. Lowman, F.G. and Staff. 1965. Marine Biology Program.
Progress Report, FY 1965, pp. 1-228. Puerto Rico
Nuclear Center, Mayaguez, Puerto Rico.
- L27. Ledl, G., O. Horak und G.A. Janauer. 1980. Mangan, Eisen,
Kupfer und andere Schwermetalle in einigen österreichi-
schen Fließgewässern.
Österreichische Abwasser-Rundschau, Folge 1: Stand und
Entwicklung der Abwassertechnik, der Müll- und Schlamm-
beseitigung in Deutschland, Österreich und der Schweiz:
28-32.

- L30. Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen. 1980.
Ergebnisse der Gewässergüteüberwachung durch Wasser-
kontrollstationen und das Laborschiff "Max Prüß", Mai
bis Oktober 1979, Düsseldorf, Oktober 1980.
- L31. Lind, D.T., K.J. Alton and S. Chatterton. 1978. Regional
Copper-Nickel Study.
Minnesota Environmental Quality Board.
- L39. Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen. 1985.
Gewässergütebericht '84.
Düsseldorf.
- L43. Lee, A.J. and J.W. Ramster (Eds.). 1981. Atlas of the Seas
Around the British Isles.
Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 4pp. +
67 charts.
- M04. Martin, J.H. and G.H. Knauer. 1973. The Elemental Composition
of Plankton.
Geochim. Cosmochim. Acta, 37: 1639-1653.
- M17. Manheim, F.T. 1961. A Geochemical Profile in the Baltic Sea.
Geochim. cosmochim. Acta, 25: 52-70.
- M18. Mackay, D.W., W. Halcrow and I. Thornton. 1972. Sludge
Dumping in the Firth of Clyde.
Mar. Pollut. Bull., 3, 1: 7-10.
- M21. Magnusson, B. and L. Rasmussen. 1982. Trace Metal Levels in
Coastal Sea Water. Investigation of Danish Waters.
Marine Pollution Bulletin, 13, 3: 81-84.
- M23. Martin, J.H. 1970. The Possible Transport of Trace Metals
via Molted Copepod Exoskeltons.
Limno. Ocean., 15: 756-761.
- M26. Magnusson, B. and S. Westerlund. 1983. Trace Metal Levels in
Sea Water from the Skagerrak and the Kattegat.
In: Trace Metals in Sea Water. Wong, C.S., E. Boyle, K.W.
Bruland, J.D. Burton and E.D. Goldberg (Eds.): 467-473.
Plenum Press, New York and London.

- M30. Magnusson, B. and S. Westerlund. 1980. The Determination of Cd, Cu, Fe, Ni, Pb and Zn in Baltic Sea Water.
Marine Chemistry, 8: 231-244.
- M35. McKee, J.E. and H.W. Wolf (Eds.). 1963. Water Quality Criteria.
2nd Edition Calif. State Water Quality Control Bd.
Sacramento.
- M38. Mudroch, A. and S. Davies. 1985. Chemical Speciation of Metals in Sediment Elutriates.
Environment International, 11: 89-94.
- M47. Michnowicz, C.J. and T.E. Weak. 1984. Effects of pH on Toxicity of As, Cr, Cu, Ni and Zn to *Selenastrum capricornutum* Printz.
Hydrobiologia, 118: 299-305.
- M51. Murray, L.A., M.G. Norton, R.S. Nunny and M.S. Rolfe. 1980. The Field Assessment of Effects of Dumping Wastes at Sea. 6: The Disposal of Sewage Sludge and Industrial Waste off the River Humber.
Fish. Res. Techn. Rep., Lowestoft, No. 55: 35 pp.
- N01. Nebeker, A.V., C. Savonen and D.G. Stevens. 1982. Sensitivity of Rainbow Trout Early Life Stages to Nickel Chloride.
Arch. Environ. Contam. Toxicol.
- N02. Nicholls, G.D., H. Curl, Jr. and V.T. Bowen. 1959. Spectrographic Analyses of Marine Plankton.
Limno. Ocean., 4: 472-476.
- N05. Newell, P.F., T.C. Appleton, B.E. Brown and J.W. Carnwarth. 1979. Elemental Distribution in Relation to Skin Necroses of Marine Flatfishes from the English Channel.
Mar. Biol., 51: 93-99.
- N07. Nusch, E.A. 1982. Prüfung der biologischen Schadwirkungen von Wasserinhaltsstoffen mit Hilfe von Protozoentests.
Decheniana - Beihefte (Bonn), 26: 87-98.

- N11. National Agency of Environmental Protection. February 1978.
Danish Marine Monitoring Methods and Data. Part II: The Concentrations of Selected Heavy Metals in Bottom Vegetation and Bottom Invertebrates.
The Water Quality Institute, ATV - 11, Agern Alle, DK 2970 Hørsholm. Compiled for the National Agency of Environmental Protection, Copenhagen, Denmark.
- N13. Nie, N.H., C.H. Hull, J.G. Jenkins, K. Steinbrenner and D.H. Bent. 1975. Statistical Package for the Social Sciences.
New York, McGraw-Hill.
- N14. Nebeker, A.V., et al. Effects of Copper, Nickel, and Zinc in the Life Cycle of the Caddisfly *Clisbronia magnifica* (Limnephilidae).
Manuscript. Zitiert in Lit. E03.
- N17. Norton, M.G., R.A. Eagle, R.S. Nunny, M.S. Rolfe, P.A. Hardiman and B.L. Hampson. 1981. The Field Assessment of Effects of Dumping in the Outer Thames Estuary. Fish. Res. Techn. Rep., Lowestoft, No. 62, 62 pp.
003. Oshima, S. 1931. On the Toxic Action of Dissolved Salts and Their Ions Upon Young Eels (*Anguilla japonica*). J. Imp. Fish. Exp. Sta., No. 2: 139-193 (japanisch).
004. Orren, M.J., G.A. Eagle, H.F.-K.O. Hennig and A. Green. 1980. Variations in Trace Metal Content of the Mussel *Choromytilus meridionalis* (Kr.) with Season and Sex. Marine Pollution Bulletin, 11: 253-257.
005. Olausson, E., O. Gustafsson, T. Mellin and R. Svensson. 1977. The Current Level of Heavy Metal Pollution and Eutrophication in the Baltic Proper. Marine Geological Laboratory, University of Göteborg, Sweden.
- P01. Pickering, Q.H. and C. Henderson. 1966. Acute Toxicity of some Important Petrochemicals to Fish. Journal W.P.C.F., 38: 1419-1429.

- PO2. Pickering, Q.H. 1974. Chronic Toxicity of Nickel to the Fathead Minnow.
J. Water Poll. Contr. Fed., 46: 760-765.
- PO5. Preston, A., D.F. Jeffries, J.W.R. Dutton, B.R. Harvey and A.K. Steele. 1972. British Isles Coastal Waters: the Concentrations of Selected Heavy Metals in Sea Water, Suspended Matter and Biological Indicators - a Pilot Survey.
Environ. Poll., 3: 69-82.
- P14. Patel, B., P.G. Valanju, C.D. Mulay, M.C. Balani and S. Patel. 1973. Radioecology of Certain Molluscs in Indian Coastal Waters.
In: Radioactive Contamination of the Marine Environment. Int. Atom. Ener. Agen., Vienna, Austria: 307-330.
- P15. Palmer, J.B. and G.M. Rand. 1977. Trace Metal Concentrations in Two Shellfish Species of Commercial Importance.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 18: 512-520.
- P17. Pesch, G., B. Reynolds and P. Rogerson. 1977. Trace Metals in Scallops from within and around Two Disposal Sites.
Mar. Poll. Bull., 8: 224-228.
- P22. Papadopoulou, C., I. Hadzistelios and A.P. Grimanis. 1972. Schedule of Elements Distribution in the Main Organs of Fish *Pagellus erythrinus*.
Hellenic Ocean. Limnol. XI: 9 ff.
- P25. Plaskett, D. and I.C. Potter. 1979. Heavy Metal Concentrations in the Muscle Tissue of 12 Species of Teleost from Cockburn Sound, Western Australia.
Austral. J. Mar. Freshwat. Res., 30: 607-616.
- P29. Petukhov, S.A., N.P. Morozov and E.M. Nikonenko. 1982. On the Priority of Toxicological 'Hazard' of Nickel in the Sea.
Marine Pollution Bulletin, 12, 12: 426.

- P30. Phillips, D.J.H. 1977. The Use of Biological Indicator Organisms to Monitor Trace Metal Pollution in Marine and Estuarine Environments - A Review.
Environ. Pollut., 13: 281-317.
- P33. Perkins, E.J., J.R.S. Gilchrist, O.J. Abbot and W. Halcrow.
1973. Trace Metals in Solway Firth Sediments.
Mar. Pollut. Bull., 4, 4: 59-61.
- P36. Pringle, B.H., D.E. Hissong, E.L. Katz and S.T. Mulawica.
1968. Trace Metal Accumulation by Estuarine Mollusks.
Journ. of the Sanitary Engineering Division SA3: 455-475.
- P45. Preston, A. 1973. Heavy Metals in British Waters.
Nature, 242: 95-97.
- P46. Pickering, Q.H. and C. Henderson. 1966. The Acute Toxicity of Some Heavy Metals to Different Species of Warmwater Fishes.
Air Wat. Pollut. Int. J., 10: 453-463.
- P51. Portmann, J.E. 1968. Progress Report on a Programme of Insecticide Analysis and Toxicity-Testing in Relation to the Marine Environment.
Helgoländer Wiss. Meeresunters., 17: 247-256.
- P52. Pickering, Q.H. and C. Henderson. 1966. The Acute Toxicity of Some Heavy Metals to Different Species of Warmwater Fishes.
Air Water Pollut. Int. J., 10: 453-463.
- P54. Patrick, R., T. Bott and R. Larson. 1975. The Role of Trace Elements in Management of Nuisance Growths.
Corvallis, Oregon, U.S. Environmental Protection Agency.
- P55. Petrich, S.M. and D.J. Reish. 1979. Effects of Aluminium and Nickel on Survival and Reproduction in Polychaete Annelids.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 23: 698.

- Q01. Quentin, K.-E. and H.A. Winkler. 1974. Vorkommen und Nachweis von anorganischen Schadstoffen im Oberflächen- und Grundwasser.
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. B 158: 514-523.
- R01. Rijncommissie Waterleidingbedrijven (RIWA). 1979. Jahresbericht 1978. Teil A: Der Rhein.
- R04. Riley, J.P. and I. Roth. 1971. The Distribution of Trace Elements in Some Species of Phytoplankton Grown in Culture.
J. Mar. Biol. Assn., U.K., 51: 63-72.
- R05. Roth, I. and H. Hornung. 1977. Heavy Metal Concentrations in Water, Sediments and Fish from Mediterranean Coastal Area, Israel.
Envir. Sci. Tech., 11: 265-269.
- R07. Riley, J.P. and D.A. Segar. 1970. The Distribution of the Major and Some Minor Elements in Marine Animals. I. Echinoderms and Coelenterates.
J. Mar. Biol. Assn. U.K., 50: 721-730.
- R11. Rosenberg, R. 1977. Effects of Dredging Operations on Estuarine Benthic Macrofauna.
Mar. Poll. Bull., 8: 102-104.
- R18. Riley, J.P. and D. Taylor. 1972. The Concentration of Cd, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, V, Zn in Part of the Tropical North-East Atlantic Ocean.
Deep Sea Res., 19: 307-318.
- R26. Ruppert, D.F., P.K. Hopke, P. Clute, W. Metzger and D. Crowley. 1974. Arsenic Concentrations and Distribution in Chautauqua Lake Sediments.
Journal of Radioanalytical Chemistry, 23: 159-169.
- R27. Reichert, J.K. 1973. Untersuchungen von Fließgewässern auf Spurenelemente (Metalle - Metalloide).
Gewässerschutz-Wasser-Abwasser, 10: 377-389.

- R28. Rijncommissie Waterleidingbedrijven (RIWA). 1984. Jahresbericht 1983. Teil A: Der Rhein.
- R29. Rehwoldt, R., G. Bida and B. Nerrie. 1971. Acute Toxicity of Copper, Nickel and Zinc Ions to Some Hudson River Fish Species.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 6, 5: 445-448.
- R30. Rehwoldt, R., L. Lasko, C. Shaw and E. Wirhowski. 1973. The Acute Toxicity of Some Heavy Metal Ions Toward Benthic Organisms.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 10, 5: 291-294.
- R33. Rehwoldt, R., et al. 1972. The Effect of Increases Temperature upon the Acute Toxicity of Some Heavy Metal Ions.
Bull. Environ. Contam. Toxicol., 8: 91.
- R34. Rai, L.C., J.P. Gaur and H.D. Kumar. 1981. Phycology and Heavy-Metal Pollution.
Biol. Rev., 56: 99-151.
- R35. Richard, D.G. and M.E.R. Dully. 1983. The Levels of Some Heavy Metals and Chlorinated Hydrocarbons in Fish from the Tidal Thames.
Environmental Pollution, Series B, 5: 101-119.
- R38. Ruhrverband. 1980. Ruhrwassergüte im Wasserwirtschaftsjahr 1979.
- R39. Ruhrverband. 1984. Ruhrwassergüte im Wasserwirtschaftsjahr 1983.
- R40. Ruhrverband. 1985. Ruhrwassergüte im Wasserwirtschaftsjahr 1984.
- R44. Ruhrverband. 1981. Ruhrwassergüte im Wasserwirtschaftsjahr 1980.
- R45. Ruhrverband. 1982. Ruhrwassergüte im Wasserwirtschaftsjahr 1981.
- R46. Ruhrverband. 1983. Ruhrwassergüte im Wasserwirtschaftsjahr 1982.

- S08. Stenner, R.D. and G. Nickless. 1974. Distribution of Some Heavy Metals in Organisms in Hardangerfjord and Skjerstadfjord, Norway.
Water, Air, Soil Poll., 3: 279-291.
- S09. Stenner, R.D. and G. Nickless. 1975. Heavy Metals in Organisms of the Atlantic Coast of S.W. Spain and Portugal.
Mar. Poll. Bull., 6: 89-92.
- S15. Segar, D.A., J.D. Collins and J.P. Riley. 1971. The Distribution of the Major and Some Minor Elements in Marine Animals. Part II. Molluscs.
J. Mar. Biol. Assn. U.K., 51: 131-136.
- S17. Shiber, J.G. and T.A. Shatila. 1978. Lead, Cadmium, Copper, Nickel and Iron in Limpets, Mussels and Snails from the Coast of Ras Beirut, Lebanon.
Mar. Envir. Res., 1: 125-134.
- S20. Simpson, R.D. 1979. Uptake and Loss of Zinc and Lead by Mussels (*Mytilus edulis*) and Relationship with Body Weight and Reproductive Cycle.
Mar. Poll. Bull., 10: 74-78.
- S24. Stickney, R.R., H.L. Windom, D.B. White and F.W. Taylor. 1975. Heavy-Metal Concentrations in Selected Georgia Estuarine Organisms with Comparative Food-Habit Data. In: Howell, F.G., J.B. Gentry and M.H. Smith (Eds.). Mineral Cycling in South-Eastern Ecosystems. U.S. Energy Res. Dev. Admin.: 257-267.
Avail. as CONF-740513 from NTIS, U.S. Dept. Comm., Springfield, Va. 22161.
- S25. Svansson, A. 1975. Physical and Chemical Oceanography of the Skagerrak and the Kattegat. I. Open Sea Conditions. Fishery Bd. of Sweden, Inst. Mar. Res. Goteborg, Sweden, Rept. No. 1: 88 pp.
- S28. Stokes, P.M., T.C. Hutchinson and K. Krauter. 1973. Heavy Metal Tolerance in Algae Isolated from Polluted Lakes near the Sudbury, Ontario Smelters.
Water Pollution Research in Canada, 8: 178-201.

- S33. Spencer, D.W. and P.G. Brewer. 1969. The Distribution of Copper, Zinc and Nickel in Sea Water of the Gulf of Maine and the Sargasso Sea.
Geochim. cosmochim. Acta, 33: 325-329.
- S39. Schmidt, D. 1980. Comparison of Trace Heavy-Metal Levels from Monitoring in the German Bight and the Southwestern Baltic Sea.
Helgoländer Meeresuntersuchungen, 33: 576-586.
- S41. Salomons, W. and H.N. Kerdijk. 1983. Trace Metal Cycling in Lakes (IJsseloer, The Netherlands).
International Conference Heavy Metals in the Environment, Heidelberg - September 1983. Vol. 2, CEP Consultants ltd.: 880-883.
- S48. Schutz, D.F. and K.K. Turekian. 1965. The Investigation of the Geographical and Vertical Distribution of Several Trace Elements in Seawater Using Neutron Activation Analysis.
Geochim. Cosmochim. Acta, 29: 259-313.
- S49. Stevenson, R.A., S.L. Ufret and A.T. Diecidue. 1966. Trace Element Analyses of Some Marine Organisms.
In: Fifth Inter-American Symposium on the Peaceful Application of Nuclear Energy, pp. 233-239.
- S53. Salomons, W. and W.D. Eysink. 1981. Pathways of Mud and Particulate Trace Metals from Rivers to the Southern North Sea.
Spec. Publs. int. Ass. Sediment., 5: 429-450.
- S54. Salomons, W. and W.G. Mook. 1977. Trace Metal Concentrations in Estuarine Sediments: Mobilization, Mixing or Precipitation.
Neth. J. Sea Res., 11: 199-209.
- S55. Salomons, W. and A.J. De Groot. 1978. Pollution History of Trace Metal in Sediments as Affected by the River Rhine.
In: Environmental Biogeochemistry and Geomicrobiology. Krumbein, W.E. (Ed.), I: 149-164.

- S65. Schweiger, G. 1957. Die toxikologische Einwirkung von Schwermetallsalzen auf Fische und Fischnährtiere.
Archiv für Fischereiwissenschaft, Heft 1/2: 54-78.
- S73. Sclater, F.R., E. Boyle and J.M. Edmond. 1976. On the Marine Geochemistry of Nickel.
Earth and Planetary Science Letters, 31: 119-128.
- S78. Shaw, W.H.R. and B.R. Lowrance. 1956. Bioassay for the Estimation of Metal Ions.
Anal. Chem., 28, 7: 1164-1166.
- S79. Spencer, D.F., R.W. Greene, T.L. Theis, H.Y. Yeung, Q.E. Ross and E.E. Dodge. 1979. A Study of the Relationship between Phytoplankton Abundance and Trace Metal Concentrations in Eutrophic Lake Charles East, Using Correlation Techniques.
Proc. Indiana Acad. Sci, 87: 204-212.
- S80. Starr, R.C. 1978. The Culture Collection of Algae at the University of Texas at Austin.
J. Phycol., 14, Suppl.: 47-100.
- S81. Spencer, D.F. and R.W. Greene. 1981. Effects of Nickel on Seven Species of Frshwater Algae.
Environmental Pollution (Series A), 25: 241-247.
- S82. Skaar, H.B., B. Rystad and A. Jensen. 1974. The Uptake of ^{63}Ni by the Diatom Phyeodactylum tricornutum.
Physiol. plant., 32: 353.
- S83. Spencer, D.F. 1980. Nickel and Aquatic Algae.
In: Nickel in the Environment. Nriagu, J.O. (Ed.).
John Wiley & Sons, New York etc.: 339-347.
- S84. Sparling, A.B. 1968. Interactions between Blue-Green Algae and Heavy Metals.
Sc.D. Thesis, Washington University, St. Louis, Mo.: 40-65.

- S85. Spencer, D.F. 1978. A Quantitative Study of the Effects of Nickel on Freshwater Algae.
Ph.D. Thesis, Notre Dame University, Notre Dame, Ind.: 36-95.
- S86. Stokes, P., T.C. Hutchinson and K. Krauter. 1973. Heavy Metal Tolerance in Algae Isolated from Contaminated Lakes Near Sudbury, Ontario.
Can. J. Bot., 51: 2155-2168.
- S87. Stokes, P. 1975. Uptake and Accumulation of Copper and Nickel by Metal-Tolerant Strains of Scenedesmus.
Verh. Int. Ver. Limnol., 19: 2128-2137.
- S89. Stokes, P.M. 1975. Adaption of Green Algae to High Levels of Copper and Nickel in Aquatic Environments.
In: Proceedings of International Conference on Heavy Metals in the Environment: 137-154.
- S90. Stratton, G.W. and C.T. Corke. 1979. The Effect of Mercuric, Cadmium and Nickel Ion Combinations on a Blue-Green Alga.
Chemosphere, 10: 731-740.
- S106. Sims, R.R., Jr. 1975. Selected Chemistry of Primary Producers, Primary Consumers and Suspended Matter from Corpus Christi Bay and the Northwest Gulf of Mexico.
M.S. Thesis, Texas A&M Univ., College Station, 65 pp.
Zitiert in: Lit. T02.
- T01. Tijoe, P.S., J.J.M. de Goeij, and M. de Bruin. 1977. Determination of Trace Elements in Dries Sea-Plant Homogenate (SP-M-1) and in Dried Copepod Homogenate (MA-A-1) by Means of Neutron Activation Analysis.
Interuniv. Reactor Inst. Rept. 133-77-05, Delft, Netherlands: 14 pp.
- T02. Trefry, J.H. and B.J. Presley. 1976. Heavy Metal Transport from the Mississippi River to the Gulf of Mexico.
In: Windom, H.L. and R.A. Duce (Eds.). Marine Pollutant Transfer. D.C. Heath, Lexington, MA: 39-76.

- T20. Topping, G., J.M. Bewers and P.G.W. Jones. 1980. A Review of the Past and Present Measurements of Selected Trace Metals in Sea Water in the Oslo Commission and ICNAF/NAFO Areas.
International Council for the Exploration of the Sea
Palaegade 2-4, DK-1261 Copenhagen K, Denmark, November 1980.
- T21. Turekian, K.K. and K.H. Wedepohl. 1961. Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust.
Bull. Geol. Soc. Am., 72: 175-192.
- T22. Timourian, H. and G. Watchmaker. 1972. Nickel Uptake by Sea Urchin Embryos and Their Subsequent Development.
J. Exp. Zool., 182: 379-388.
- T23. Tarzwell, C.M. and C. Henderson. 1960. Toxicity of Less Common Metals to Fishes.
Industr. Wastes, 5: 12.
- U03. Upitis, V.V., D.S. Pakaline and A.F. Nollendorf. 1974. The Dosage of Trace Elements in the Nutrient Medium as a Factor in Increasing the Resistance of Chlorella to Unfavorable Conditions of Culturing.
Microbiology, 1974: 758-762.
- V01. Vinogradova, Z.A. and V.V. Koual'skiy. 1962. Elemental Composition of the Black Sea Plankton.
Doklady Acad. Sci USSR Earth Sci. Sec., 147: 217-219.
- W01. Warnick, S.L. and H.L. Bell. 1969. The Acute Toxicity of Some Heavy Metals to Different Species of Aquatic Insects.
J. Wat. Poll. Control Fed., 41: 280-284.
- W07. Watling, H.R. and R.J. Watling. 1976. Trace Metals in Choromytilus meridionalis.
Mar. Poll. Bull., 7: 91-94.
- W08. Watling, H.R. and R.J. Watling. 1976. Trace Metals in Oysters from Knysna Estuary.
Mar. Poll. Bull., 7: 45-48.

- W09. Windom, H.L. and R.G. Smith. 1972. Distribution of Iron, Magnesium, Copper, Zinc, and Silver in Oysters along the Georgia Coast.
J. Fish. Res. Bd. Canada, 29: 450-452.
- W15. Wright, D.A. 1976. Heavy Metals in Animals from the North East Coast.
Mar. Poll. Bull., 7: 36-38.
- W17. Wedepohl, K.H. 1960. Spurenanalytische Untersuchungen an Tiefseetenen aus dem Atlantik.
Geochim. cosmochim. Acta, 18: 200-231.
- W20. Waldichuk, M. 1974. Some Biological Concerns in Heavy Metals Pollution.
In: Pollution and Physiology of Marine Organisms. Vernberg, F.J. and W.B. Vernberg (Eds.). Academic Press, New York, San Francisco, London.
- W26. Water Quality Institute, ATV. 1975. Undersøgelser af vand, sediment og brunalger fra Fornaesområdet, May 1976.
Report to Aarhus Amtskommune.
- W27. Water Quality Institute, ATV. 1976. Undersøgelse af vand, sediment og brunalger fra Fornaesområdet, May 1976.
Report to Aarhus Amtskommune.
- W28. Water Quality Institute, ATV. 1977. Undersøgelse af vand, sediment og Brunalger fra Fornaesområdet, April 1977.
Report to Aarhus Amtskommune.
- W39. Wilber, C.G. 1969. The Biological Aspects of Water Pollution.
C.C. Thomas, Springfield, III: 296 p.
- W40. Woolridge, D.P. and C.R. Woolridge. 1967. Some Effects of Inorganic Pollution on an Aquatic Beetle.
Proc. North Cent. Branch, Entomol. Soc. Am., 22: 160-161.
- W42. Willford, W.A. 1966. Toxicity of 22 Therapeutic Compounds to Six Fishes.
Bur. Sport Fish. & Wildl. Resour. Publ. 35, U.S. Dep. Inter., 10 pp.

- W43. Waterman, A.J. 1937. Effect of Salts and Heavy Metals on Development of the Sea Urchin, *Arbacia punctulata*. Biol. Bull., 73: 401.
- W44. Westall, J.C., J.L. Zachary and F.M.M. Morel. 1976. MINEQL A Computer Program for the Calculation of Chemical Composition of Aqueous Systems. Mass. Inst. Tech., Tech. Note 18, Cambridge, Mass.
- W57. Wachs, B. 1982. Die Bioindikation von Schwermetallen in Fließgewässern. In: Schwermetalle im Abwasser, Gewässer und Schlamm (Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Bd. 34), S. 301-337. R. Oldenbourg Verlag, München/Wien.
- Y01. Young, E.G. and W.M. Langille. 1958. The Occurrence of Inorganic Elements in Marine Algae of the Atlantic Provinces of Canada. Canad. J. Botany, 36: 301-310.

Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene E.V.

Band 1*:	Stooff: Chemische und physikalisch-chemische Fragen der Wasserversorgung	
Band 2:	Meinck: Englisch-deutsche und deutsch-englische Fachausdrücke aus dem Gebiete der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung	7,00 DM
Band 3:	Kisker: Die Überwachung der Grundstücks-kläranlagen	0,50 DM
Band 4:	Kolkwitz: Ökologie der Saprobien	5,00 DM
Band 5*:	Beger: Leitfaden der Trink- und Brauchwasserbiologie	
Band 6*:	Meinck/Stooff/Weldert/Kohlschütter: Industrie-Abwässer	
Band 7*:	Lüdemann: Die Giftwirkung des Mangans auf Fische, Krebse und Fischnährtiere	
Band 8:	Büsscher: Untersuchungen über den Aufwuchs in Wasserbecken und seine Bekämpfung mit Kupfersulfat	2,60 DM
Band 9:	Meinck/Thomaschk: Untersuchungen über den anaeroben Abbau von Viskoseschlamm	4,40 DM
Band 10:	Beyreis/Heller/Bursche: Beiträge zur Außenluft-hygiene	9,60 DM
Band 11:	Steinkohlenflugasche	15,00 DM
Band 12*:	Bethge/Löbner/Nehls/Kettner/Lahmann: Außenlufthygiene. 1. Folge	
Band 13*:	Bethge/Büsscher/Zinkernagel/Löbner: Außenlufthygiene. 2. Folge	
Band 14a*:	Kruse: Einheitliche Anforderungen an die Trinkwasserbeschaffenheit und Untersuchungsverfahren in Europa	
Band 14b:	Einheitliche Anforderungen an die Beschaffenheit, Untersuchung und Beurteilung von Trinkwasser in Europa	8,60 DM

Band 15:	Löbner: Ergebnisse von Staubniederschlagsmessungen an verschiedenen Orten Deutschlands	2,00 DM
Band 16:	Naumann/Heller: Probleme der Verunreinigung von Grund- und Oberflächenwasser durch Mineralöle und Detergentien. Luftverunreinigung und Abhilfemaßnahmen	2,50 DM
Band 17:	Aurand/Delius/Schmier: Bestimmung der mit Niederschlag und Staub dem Boden zugeführten Radioaktivität (Topfsammelverfahren)	4,00 DM
Band 18*:	Naumann: 60 Jahre Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene	
Band 19:	Abhandlungen aus dem Arbeitsgebiet des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene	17,60 DM
Band 20:	Sattelmacher: Methämoglobinämie durch Nitrat im Trinkwasser	4,80 DM
Band 21:	Vorträge auf der Jahrestagung des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene 1963 in Berlin	4,80 DM
Band 22:	Langer/Kettner: Vorträge auf der Jahrestagung des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene 1964 in Köln	5,10 DM
Band 23:	Lahmann: Luftverunreinigung in den Vereinigten Staaten von Amerika	5,60 DM
Band 24*:	Mauch: Bestimmungsliteratur für Wasserorganismen in mitteleuropäischen Gebieten	
Band 25:	Lahmann / Morgenstern / Grupinski: Schwefeldioxid-Immissionen im Raum Mannheim/Ludwigshafen	6,80 DM
Band 26:	Kempf/Lüdemann/Pflaum: Verschmutzung der Gewässer durch motorischen Betrieb, insbesondere durch Außenbordmotoren	8,50 DM
Band 27:	Neuzeitliche Wasser-, Boden- und Lufthygiene . .	10,80 DM
Band 28:	Lahmann: Untersuchungen über Luftverunreinigungen durch den Kraftverkehr	13,40 DM
Band 29:	Heller/Kettner: Forschungsarbeiten über Blei in der Luft und in Staubniederschlägen	11,60 DM
Band 30:	Meteorologie und Lufthygiene	19,80 DM

Band 31*:	Die Desinfektion von Trinkwasser	
Band 32:	Rattenbiologie und Rattenbekämpfung	29,40 DM
Band 33:	Beiträge aus dem Gebiet der Umwelthygiene	30,80 DM
Band 34:	Gewässer und Pestizide. 1. Fachgespräch	15,20 DM
Band 35:	Kettner: Geruchsbelästigende Stoffe	15,00 DM
Band 36:	Durchlässigkeit von Lockersedimenten - Methodik und Kritik	9,20 DM
Band 37:	Gewässer und Pflanzenschutzmittel. 2. Fachgespräch	27,40 DM
Band 38:	Umweltschutz und öffentlicher Gesundheitsdienst	34,60 DM
Band 39:	Schadstoff-Normierung der Außenluft in der Sowjetunion - MIK-Werte und Schutzzonen 1972 ..	4,60 DM
Band 40:	Hygienisch-toxikologische Bewertung von Trinkwasserinhaltsstoffen	21,50 DM
Band 41:	Lufthygiene 1974	26,00 DM
Band 42:	Immissionssituation durch den Kraftverkehr in der Bundesrepublik Deutschland	70,00 DM
Band 43*:	Schwimmbadhygiene (vgl. Nr. 58)	
Band 44:	Zur Diskussion über das Abwasserabgabengesetz	18,00 DM
Band 45:	Siedlungshygiene und Stadtplanung	31,00 DM
Band 46:	Gewässer und Pflanzenschutzmittel. 3. Fachgespräch	32,00 DM
Band 47:	Dulson: Organisch-chemische Fremdstoffe in atmosphärischer Luft	28,00 DM
Band 48:	Chemisch-ökologische Untersuchungen über die Eutrophierung Berliner Gewässer unter besonderer Berücksichtigung der Phosphate und Borate . .	35,50 DM
	Mitglieder:	17,75 DM
Band 49:	Lahmann/Prescher: Luftverunreinigungen in der Umgebung von Flughäfen	33,50 DM
	Mitglieder:	16,75 DM
Band 50:	Oetting: Hydrogeochemische Laboruntersuchungen an Bergmaterialien und einer Hochofenschlacke	43,20 DM
	Mitglieder:	21,60 DM

Band 51:	Gewässer und Pflanzenbehandlungsmittel IV 4. Fachgespräch	28,50 DM Mitglieder: 14,25 DM
Band 52:	Aktuelle Fragen der Umwelthygiene	65,00 DM Mitglieder: 32,50 DM
Band 53:	Luftqualität in Innenräumen	69,50 DM
Band 54:	Limnologische Beurteilungsgrundlagen der Was- sergüte (Kolkwitz-Symposium)	12,50 DM
Band 55:	Atri: Schwermetalle und Wasserpflanzen	29,00 DM
Band 56:	Zellstoffabwasser und Umwelt	48,00 DM
Band 57:	Gewässerschutz – Abwassergrenzwerte, Bioteste, Maßnahmen	36,00 DM
Band 58:	Schwimmbadhygiene II	33,00 DM
Band 59:	Lufthygiene 1984	48,00 DM
Band 60:	Atri: Chlorierte Kohlenwasserstoffe in der Umwelt I	58,00 DM
Band 61:	Figge/Klahn/Koch: Chemische Stoffe in Ökosystemen	48,00 DM
Band 62:	Chemical Water and Wastewater Treatment	60,00 DM
Band 63:	Humanökologie – Umwelt-, Innenraum- und Siedlungshygiene	38,00 DM
Band 64:	Boden- und Grundwasserschutz	46,00 DM
Band 65:	Umwelthygiene für Ärzte und Naturwissenschaftler	78,00 DM
Band 66:	Atri: Chlorierte Kohlenwasserstoffe in der Umwelt II	65,00 DM
Band 67:	Luftverunreinigung durch Kraftfahrzeuge	48,00 DM
Band 68:	Grundwasserbeeinflussung durch Pflanzenschutzmittel	58,00 DM
Band 69:	Smogepisoden	58,00 DM
Band 70:	Atri: Chlorierte Kohlenwasserstoffe in der Umwelt IV	76,00 DM
Band 71:	Haaranalyse in Medizin und Umwelt	48,00 DM
Band 72:	Legionellen	ca. 40,00 DM
Band 73:	Atri: Nickel – Elemente in der aquatischen Umwelt I	54,00 DM
Band 74:	Schwermetalle in der Umwelt	54,00 DM

Die genannten Veröffentlichungen können beim Gustav Fischer Verlag, Postfach 72 01 43, D-7000 Stuttgart 70, bestellt werden.

Mit * gekennzeichnete Nummern sind vergriffen, können jedoch als Fotokopien vom Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene E.V., Corrensplatz 1, D-1000 Berlin 33, geliefert werden.

Vereinsmitglieder können die Veröffentlichungen beim Verein zu Vorzugspreisen erwerben.

Der gemeinnützige Verein fördert insbesondere die wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes.

Wer an Informationen über den Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene E.V. interessiert ist oder Mitglied dieses Vereins werden möchte, wende sich bitte an den Geschäftsführer, Herrn Dipl.-Ing. H. Schönberg, Telefon (030) 8 66 23 42 (Anschrift: Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene E.V., Corrensplatz 1, D-1000 Berlin 33).

ISBN 3-437-30564-6