

Berichte aus dem Institut für Meereskunde  
an der Christian-Albrechts-Universität Kiel

Nr. 66

Zusammenfassung - Summary

---

1.	Zusammenfassung - Summary	1
2.	Einleitung	2
3.	Stationskarte und -beschreibung	3
4.	Methoden	6
4.1.	Probennahme	6
4.2.	Spurenmessungen	7
5.	Literatur - Datenbericht von 1977/78 -	10
6.	Daten	11
6.1.	Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, pH-Wert, Nährstoffe, Chlorophyll <sup>von</sup> partikulärer Kohlenstoff K. Kremling, C. Otto, H. Petersen	11
6.2.	Spurenmetalle	24
6.2.1.	Mittlere Konzentrationen für gelöste Metalle zwischen Januar/Februar 1977 und Juni 1978	24
6.2.2.	Mittlere Konzentrationen für gelöste Metalle in der Kieler Förde, Eckernförder Bucht und Flensburger Förde für den gesamten Unter- suchungszeitraum	25
6.2.3.	Einzeldaten für gelöste und partikuläre Cadmium, Kupfer, Nickel, Eisen und Mangan	26

ISSN 0341-8561

Kopien dieser Arbeit können bezogen werden von:

Dr. K. Kremling  
Institut für Meereskunde  
Abt. Meereschemie  
Düsternbrooker Weg 20

2300 Kiel

## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Zusammenfassung - Summary	1
2. Einleitung	2
3. Stationskarte und -beschreibung	3
4. Methoden	6
4.1. Probennahme	6
4.2. Analysenverfahren	7
5. Literatur	10
6. Daten	11
6.1. Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, pH-Wert, Nährstoffe, Chlorophyll <u>a</u> , partikulärer Kohlenstoff und Stickstoff	11
6.2. Spurenmetalle	24
6.2.1. Mittlere Konzentrationen für gelöste Metalle zwischen Januar/Februar 1977 und Juni 1978	24
6.2.2. Mittlere Konzentrationen für gelöste Metalle in der Kieler Förde, Eckernförder Bucht und Flensburger Förde für den gesamten Untersuchungszeitraum	25
6.2.3. Einzeldaten für gelöstes und partikuläres Zink, Cadmium, Kupfer, Nickel, Eisen und Mangan	26

The report describes also the sampling and analytical techniques.

## 1. Zusammenfassung

Dieser Datenbericht umfaßt die Meßergebnisse von ca. 220 Wasserproben, die zwischen Januar/Februar 1977 und Juni 1978 auf 5 Fahrten und maximal 33 Stationen in der Kieler Förde, der Eckernförder Bucht, der Flensburger Förde sowie der Schlei gesammelt worden sind. Folgende Parameter sind registriert bzw. untersucht worden (in allen Proben): Temperatur, Salzgehalt, pH-Wert, Sauerstoff, Nährstoffe (Nitrit, Nitrat, Phosphat, Silikat); gelöstes Zink, Cadmium, Kupfer, Nickel; gelöstes und partikuläres Eisen und Mangan. Im Juli und Oktober 1977 sowie im Juni 1978 ist außerdem der Gehalt an Chlorophyll a und partikulärem organischen Kohlenstoff und Stickstoff bestimmt worden (ca. 150 Proben). Die Analyse von partikulärem Zink, Cadmium und Kupfer erfolgte auf den beiden letzten Fahrten im Februar und Juni 1978 (ca. 90 Proben). Der Bericht enthält außerdem eine Beschreibung der Probennahme und Analysenverfahren.

### Summary

This data report includes the analytical results of about 220 water samples collected at 33 stations in the Fjords of Kiel, Eckernförde, Flensburg, and Schlei during 5 cruises between January/February 1977 and June 1978. The following parameters have been registered and analysed (for all samples): temperature, salinity, pH, oxygen, nutrients (nitrite, nitrate, phosphate, silicate); dissolved zinc, cadmium, copper, nickel; dissolved and particulate iron and manganese. Additionally the concentration of chlorophyll a and part. organic carbon and nitrogen was determined in June and October 1977 as well as in June 1978 (about 150 samples). Particulate zinc, cadmium, and copper have been analysed during the last cruises in February and June 1978 (about 90 samples).

The report describes also the sampling and analytical techniques.

## 2. Einleitung

Ziel des Projektes waren die Aufnahme des "levels" ausgewählter Spurenmetalle in den küstennahen Gewässern bzw. Förden der Kieler Bucht sowie Untersuchungen über mögliche Konzentrationsveränderungen durch hydrochemische und biologische Prozesse. Interessiert hat uns außer dem Verschmutzungsgrad vor allem die Frage nach einem vorhandenen saisonalen Einfluß sowie nach Auswirkungen von sommerlichen Stagnationsperioden im Bodenwasser auf Konzentration und chemische Zustandsformen der Elemente.

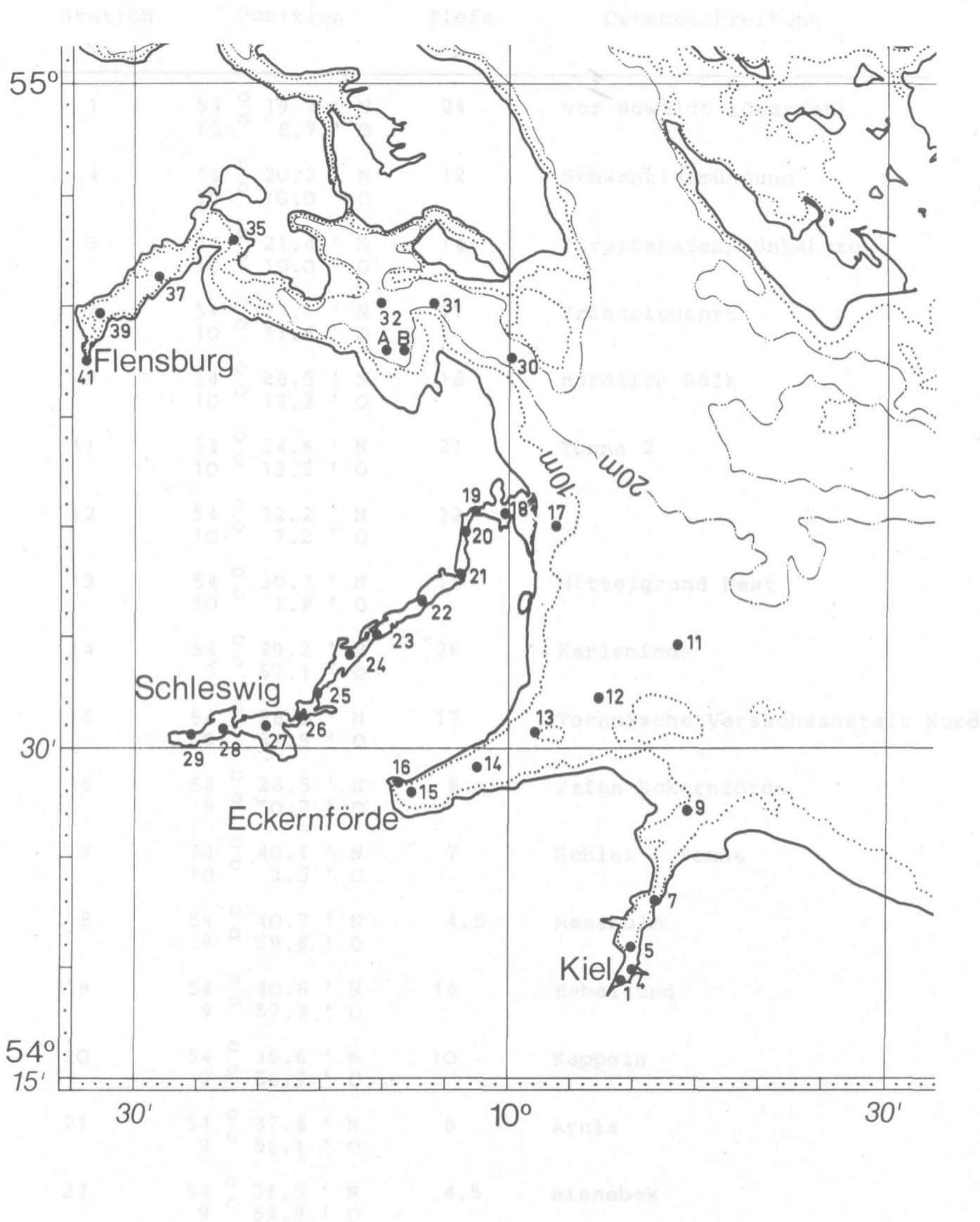
Auf 5 mehrtägigen Fahrten sind wir deshalb mit F. K. "Alkor" zwischen Januar/Februar 1977 und Juni 1978 33 Stationen in der Kieler Förde, der Eckernförder Bucht, der Flensburger Förde sowie in der Schlei angelaufen und haben ca. 220 Wasserproben aus verschiedenen Tiefen genommen. Außer den hydrochemischen und einigen biologischen Basisparametern sind die Metalle Zink, Cadmium, Kupfer, Nickel, Eisen und Mangan untersucht worden.

In diesem Bericht haben wir außer einer ausführlichen Beschreibung der Probennahme und der analytischen Verfahren alle Einzeldaten gesammelt und einen Teil der Proben, wo es sinnvoll erschien, statistisch ausgewertet. Eine Interpretation der Ergebnisse ist in Vorbereitung und wird an anderer Stelle gegeben (Kremling, 1979).

Der Besatzung von F. K. "Alkor" danken wir für Ihren Einsatz und das Verständnis für die oftmals "eigenwilligen" Wünsche von Spurenanalytikern. Den Herren A. Wenck und H. Johannsen aus unserer Abteilung sagen wir Dank für ihre aktive Beteiligung an unseren Fahrten und für die Durchführung der Nährstoffanalysen.

Das Projekt ist von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (BMFT-Mittel für "Meeresverschmutzung") unterstützt worden.

3. Stationskarte und -beschreibung



Station No	Position	Tiefe m	Ortsbeschreibung
1	54 ° 19.2 ' N 10 ° 8.7 ' O	24	vor Howaldt (Gaarden)
4	54 ° 20.2 ' N 10 ° 10.0 ' O	12	Schwentinemündung
5	54 ° 21.4 ' N 10 ° 10.0 ' O	14	Tirpitzhafen/Mönkeberg
7	54 ° 23.1 ' N 10 ° 11.6 ' O	17	Friedrichsort
9	54 ° 28.5 ' N 10 ° 13.3 ' O	18	nördlich Bülk
11	54 ° 34.6 ' N 10 ° 13.2 ' O	21	Tonne 2
12	54 ° 32.2 ' N 10 ° 7.2 ' O	22	Hafen Schleswig
13	54 ° 30.7 ' N 10 ° 1.8 ' O	28	Mittelgrund West
14	54 ° 29.2 ' N 9 ° 57.1 ' O	26	Karlsminde
15	54 ° 28.0 ' N 9 ° 51.9 ' O	17	Technische Versuchsanstalt Nord
16	54 ° 28.5 ' N 9 ° 50.7 ' O	6	Hafen Eckernförde
17	54 ° 40.1 ' N 10 ° 3.5 ' O	7	Schlei - Tonne
18	54 ° 40.7 ' N 9 ° 59.6 ' O	4.5	Maasholm
19	54 ° 40.6 ' N 9 ° 57.3 ' O	14	Rabelsund
20	54 ° 39.6 ' N 9 ° 56.2 ' O	10	Kappeln
21	54 ° 37.8 ' N 9 ° 56.1 ' O	8	Arnis
22	54 ° 36.5 ' N 9 ° 52.9 ' O	4.5	Bienebek

4. Methoden

Station No	Position	Tiefe m	Ortsbeschreibung
23	54 ° 35.0 ' N 9 ° 49.2 ' O	11	Lindauer Noor
24	54 ° 34.1 ' N 9 ° 47.2 ' O	4	Gunnebyer Noor
25	54 ° 32.2 ' N 9 ° 44.3 ' O	6	Königsburg
26	54 ° 31.4 ' N 9 ° 42.9 ' O	6	Missunde
27	54 ° 31.1 ' N 9 ° 40.3 ' O	3.5	Große Breite
28	54 ° 30.7 ' N 9 ° 36.9 ' O	4	Kleine Breite
29	54 ° 30.7 ' N 9 ° 34.4 ' O	3	Hafen Schleswig
30	54 ° 47.7 ' N 10 ° 0.2 ' O	31	Falshöft
31	54 ° 50.6 ' N 9 ° 54.9 ' O	28	Tonne 6
32	54 ° 50.0 ' N 9 ° 49.9 ' O	24	Querab Geltinger Bucht
32A	54 ° 48.0 ' N 9 ° 49.9 ' O	22	Geltinger Bucht
32B	54 ° 47.9 ' N 9 ° 51.4 ' O	21	Geltinger Bucht
35	54 ° 52.8 ' N 9 ° 37.5 ' O	24	Holnis Nord
37	54 ° 51.3 ' N 9 ° 31.4 ' O	16	Ochseninsel
39	54 ° 49.3 ' N 9 ° 27.2 ' O	14	Mittelgrund
41	54 ° 47.7 ' N 9 ° 26.2 ' O	7	Hafen Flensburg

Als Spreidradt verwendeten wir einen PVC-ummantelten versinkten

#### 4. Methoden

##### 4.1. Probennahme

Die Probennahme (ca. 220 Wasserproben) erfolgte mit F. K. "Alkor" über einen Zeitraum von 1 1/2 Jahren zwischen Januar/Februar 1977 und Juni 1978 (31.1. - 2.2.77, 19.-22.7.77, 17. - 19.10.77, 1. - 3.2.78 und 6. - 9.6.78). Angelaufen wurden 33 Stationen (siehe 3.) der Kieler Förde, Eckernförder Bucht, Flensburger Förde sowie der Schlei, die allerdings wegen Vereisung im Winter nicht befahren werden konnte. Auf den meisten Stationen wurden je eine Oberflächen- (3 - 5 m) und Tiefenprobe (1 - 3 m über Grund) genommen. In sehr flachen Gewässern (z. B. in Hafengebieten und in der Schlei) haben wir uns auf eine Tiefe beschränkt.

Die Probennahme für die hydrochemischen und biologischen Parameter erfolgte mit herkömmlichen TPN-Schöpfern (Fa. Hydro-Bios, Kiel). Die Probennahme für die Spurenmetallanalysen wurde dagegen je nach Untersuchungsgebiet variiert. So sind in der Schlei - um den Einfluß von durch Schraubenwasser aufgewirbeltem Sediment zu vermeiden - die meisten Proben vom Schlauchboot aus gewonnen worden, indem wir die Probenflaschen unter der Wasseroberfläche direkt bzw. durch den Einsatz einer peristaltisch arbeitenden Schlauchpumpe, die mit einem Teflonschlauch verbunden war, gefüllt haben. Letzteres Verfahren haben wir auch auf anderen Stationen in der Kieler Förde, Eckernförder Bucht und Flensburger Förde für die Oberflächenproben angewendet.

Die übrigen Proben sind mit sog. COC-Schöpfern (Fa. Hydro-Bios, Kiel) genommen worden. Hierbei handelt es sich um einen umkonstruierten TPN-Schöpfer, der im geschlossenen Zustand gefiert und dann in der gewünschten Tiefe (max. 20 m) geöffnet werden kann (COC = "closed-open-closed"). Dadurch wird der Kontakt des Schöpferinneren mit der "schmutzigen" Oberflächenschicht vermieden. Bei der Probennahme vom Schiff aus wurde stets darauf geachtet, daß alle Oberflächenproben unterhalb des Schiffsrumpfes genommen wurden.

Als Serierendraht verwendeten wir einen PVC-ummantelten verzinkten

Stahldraht ( i.  $\emptyset$  4 mm mit 2 mm PVC), der über ein V4A-Meter-  
rad lief. Grundgewicht und Fallgewichte waren ebenfalls mit  
Kunststoff überzogen.

Die verwendeten Schöpfer und den Teflonschlauch haben wir vor  
Beginn jeder Reise gereinigt (Vorreinigung mit 0.1 n  $\text{HNO}_3$ ,  
dann Spülen mit dest.  $\text{H}_2\text{O}$ ) und auf ihren Blindwert überprüft.  
Das Abfüllen der Spurenmetall-Proben erfolgte in 500- $\text{cm}^3$ -  
Quarzflaschen, die gereinigt (mit halbkonz.  $\text{HNO}_3$  und nachfol-  
gendem Spülen mit dest.  $\text{H}_2\text{O}$ ) und stichprobenartig auf ihren  
Blindwert untersucht worden sind (5 aus 50 Flaschen). Je 1  
Probe jeder Tiefe wurde mit konz.  $\text{HNO}_3$  ("Suprapur", Merck) auf  
pH 1.0 angesäuert und zur Bestimmung von Gesamt-Eisen und -Man-  
gan verwendet. Die Filtration der übrigen Proben erfolgte -  
bis auf Februar 78, wo direkt an Bord filtriert wurde - im In-  
stitut in staubarmen Labors bzw. unter Verwendung von "clean-  
benches". Die Lagerung der Proben (vor der Filtration) vom  
Januar/Februar und Oktober 1977 erfolgte bis zur Beendigung der  
Reise an Bord (bei 4  $^{\circ}\text{C}$ ), die Proben der Sommerreisen wurden  
schon während der Fahrten ins Institutslabor transportiert, so  
daß die Filtration innerhalb von 6 - 12 Stunden nach der Pro-  
benahme abgeschlossen werden konnte. Als Filter verwendeten  
wir Nuclepore-Filter (0.4  $\mu\text{m}$ ,  $\emptyset$  47 mm), die unmittelbar vor der  
Filtration gereinigt bzw. gewaschen wurden, und zwar nacheinan-  
der mittels "Filtration" von 250  $\text{cm}^3$  1 n HCl, 750  $\text{cm}^3$  dest.  $\text{H}_2\text{O}$   
(hergestellt nach Durchlaufen der "Millipore"-Austauscheranlage)  
und 150  $\text{cm}^3$  der Probe als Vorlauf. Filtriert wurden meistens  
500 - 1000  $\text{cm}^3$  der Wasserprobe (unter Vakuum), bei den Schlei-  
Proben aufgrund ihres hohen Schwebstoffgehaltes jedoch  $<500 \text{ cm}^3$ .  
Filtrat und Filter (nach zweimaligem Waschen mit je 10  $\text{cm}^3$   
dest.  $\text{H}_2\text{O}$ ) wurden bis zur Messung in Quarzflaschen bzw. Plastik-  
schalen bei -20  $^{\circ}\text{C}$  gelagert.

#### 4.2. Analysenverfahren

Die Bestimmung des Salzgehaltes (mittels Salinometer), des Sauer-  
stoffs und pH-Wertes sowie der Nährstoffe folgte der Beschrei-  
bung von Graßhoff (1976) und Koroleff (1976). Die Probenvorberei-  
tung (Filtration an Bord) und Analyse des Chlorophyll a und

partikulären organischen Kohlenstoffs und Stickstoffs sind von Derenbach (1969) und Ehrhardt (1976) ausführlich beschrieben worden.

Die Analyse von gelöstem Zink erfolgte mit Hilfe der Invers-Voltammetrie (hängender Quecksilbertropfen) und bei natürlichem pH-Wert (Kremling, 1976). Die Reproduzierbarkeit dieser Methode liegt für Konzentrationen von  $3 \mu\text{gdm}^{-3}$  Zn bei etwa 8 %.

Die Bestimmung von gelöstem Cadmium, Kupfer, Nickel, Eisen und Mangan ist mittels flammenloser Atomabsorptions-Spektroskopie (AAS) nach vorheriger Komplexbildung und Isolierung durch Flüssig-Flüssig-Extraktion durchgeführt worden. Für Cd, Cu, Ni und Fe ist das APDC/MIBK-System (bei pH 2.5) angewendet worden (Kremling und Petersen, 1974), während wir für Mn das System Oxin/MIBK bei einem pH-Wert von etwa 8 zur Isolierung von der Salzmatrix benutzt haben. (bei Mn-Konzentrationen von  $>30 \mu\text{gdm}^{-3}$  ist das unten beschriebene kolorimetrische Verfahren angewendet worden). Alle Extraktionen sind in Quarzgläsern mit  $10 - 20 \text{ cm}^3$  Meerwasser und  $2 - 3 \text{ cm}^3$  MIBK durchgeführt worden. Die Reproduzierbarkeit dieser Verfahren liegt für die einzelnen Metalle und die erzielten Mittelwerte (siehe 6.2.1) bei etwa 5 %.

Die Analyse der Filtrerrückstände auf ihren Gehalt an partikulärem Zn, Cd und Cu erfolgte nach der Veraschung mit angeregtem Sauerstoff (Tieftemperatur-Veraschungsapparat LTA 302-2, LFE Corp., U.S.A.) und dem Lösen des Rückstandes in Salpetersäure (0.7 n) ebenfalls durch AAS. Die Reproduzierbarkeit der Analysen war für alle Metalle besser als 5 %. Der in den Nucleopore-Filtern ermittelte Blindwert betrug für Zn und Cd 10 %, bei Cu maximal 20 % des Filtrerrückstandes.

In den Proben, die wir an Bord bereits auf pH 1.0 angesäuert hatten, wurde wenige Tage nach Beendigung der Reise der Gehalt an anorganischem Gesamt-Eisen und -Mangan bestimmt. Wegen der oftmals hohen Konzentrationen wurde die Analyse nach den photometrischen Methoden von Koroleff (1974) vorgenommen. Dabei bildet das Eisen nach Reduktion in den zweiwertigen Zustand mit Tripyridyltriazine (TPTZ) einen violetten Komplex, dessen Extinktion bei 595 nm gemessen wird. Mangan wird nach der Bildung des

5. braunen Mn-Formaloxim-Komplexes (im Alkalischen und nach der thermischen Zersetzung von störenden Komplexen anderer Metalle) bei 450 nm gemessen. Als Nachweisgrenze und Genauigkeit der beiden Verfahren können nach unseren Messungen für Fe  $2 \mu\text{gdm}^{-3}$  bzw. 5 % (für  $> 10 \mu\text{gdm}^{-3}$ ), für Mn  $5 \mu\text{gdm}^{-3}$  und 5 - 10 % (für  $> 10 \mu\text{gdm}^{-3}$ ) angenommen werden.

Die in den Tabellen 6.2.3 angegebenen Konzentrationen für part. Fe und Mn sind aus den Gesamtgehalten und den aus der AAS-Analyse gewonnenen Konzentrationen für die gelöste Phase berechnet worden.

GRASSHOFF, K., 1975: Methods of Seawater Analysis, Verlag Chemie, Weinheim, 31-70; 83-95; 134-145.

KOROLEFF, F., 1974: Spectrophotometric determination of iron, copper and manganese in natural waters. - In: Report on applied Methods for the Analysis of selected potential Pollutants in Baltic Laboratories (K. Kremling & W. Slezcka, Eds.), Kiel/Gdynia.

KOROLEFF, F., 1976: I. Determination of phosphorous, II. Determination of silicon. - In: Methods of Seawater Analysis (K. Grasshoff, Ed.), Verlag Chemie, Weinheim, 117-126; 149-156.

KREMLING, K., 1974: APDC-MIBK extraction system for the determination of iron and copper in  $1 \text{ cm}^3$  of seawater by flameless atomic-absorption-spectrometry. - Analytica Chimica Acta 70, 35-39.

KREMLING, K., 1976: Anodic stripping techniques for the determination of zinc and cadmium. - In: Methods of Seawater Analysis (K. Grasshoff, Ed.), Verlag Chemie, Weinheim, 183-191.

## 5. Literatur

- DERENBACH, J., 1969: Zur Homogenisation des Phytoplanktons für die Chlorophyllbestimmung. - Kieler Meeresf., 25, 166-171.
- EHRHARDT, M., 1976: Determination of particulate organic carbon and nitrogen. - In: Methods of Seawater Analysis (K. Grasshoff, Ed.), Verlag Chemie, Weinheim, 215-220.
- GRASSHOFF, K., 1976: Methods of Seawater Analysis, Verlag Chemie, Weinheim, 31-70; 83-95; 134-145.
- KOROLEFF, F., 1974: Spectrophotometric determination of iron, copper and manganese in natural waters. - In: Report on applied Methods for the Analysis of selected potential Pollutants in Baltic Laboratories (K. Kremling & W. Slaczka, Eds.), Kiel/Gdynia.
- KOROLEFF, F., 1976: I. Determination of phosphorous, II. Determination of silicon. - In: Methods of Seawater Analysis (K. Grasshoff, Ed.), Verlag Chemie, Weinheim, 117-126; 149-156.
- KREMLING, K., 1974: APDC-MIBK extraction system for the determination of iron and copper in 1 cm<sup>3</sup> of seawater by flameless atomic-absorption-spectrometry. - Analytica Chimica Acta 70, 35-39.
- KREMLING, K., 1976: Anodic stripping techniques for the determination of zinc and cadmium. - In: Methods of Seawater Analysis (K. Grasshoff, Ed.), Verlag Chemie, Weinheim, 183-191.

6. Daten

6.1. Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff, pH-Wert, Nährstoffe, Chlorophyll a, partikulärer organischer Kohlenstoff und Stickstoff.

JAN. 7. 1977

RIEFLER FÜRDE

Datum	Stat.	Tiefe (m)	Temp. (°C)	S ‰	O <sub>2</sub> (% Sätt.)	pH (20,0°C)	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub> (µM-dm <sup>-3</sup> )	CO <sub>2</sub> (µM-dm <sup>-3</sup> )	chl. a	part. org. C (µg dm <sup>-3</sup> )
31.1.77	1	4	2,54	20,76	75,9	7,79	0,49	18,71	0,93	6,2	
"	4	21	5,56	24,27	61,0	7,44	0,17	0,91	8,75	17,8	
"	4	4	2,77	20,21	82,8	7,77	0,65	13,37	1,03	0,2	
"	11	11	2,44	21,70	91,3	7,80	0,65	6,61	1,09	0,4	
"	5	4	1,78	20,17	82,1	7,85	0,65	8,40	0,84	1,4	
"	13	13	2,76	21,59	79,0	7,75	0,41	5,25	0,86	1,5	
"	7	4	1,21	19,01	58,7	7,93	0,78	5,54	0,64	15,6	
"	14	14	2,54	21,49	53,3	-	0,69	5,97	0,80	21,4	
"	9	4	1,45	18,99	44,7	-	0,54	2,86	0,52	12,5	
"	15	15	1,85	18,71	45,3	7,77	0,87	4,37	0,45	12,1	
ECKERNTÖRDER BUCHT											
31.1.77	11	4	0,78	19,41	61,0	7,78	0,55	2,90	0,50	11,7	
"	12	18	2,14	22,02	67,1	7,73	0,40	3,35	0,56	15,8	
"	12	1	-	17,76	-	7,82	0,60	-	0,47	11,6	
"	4	4	-	18,33	-	7,85	0,58	-	0,49	11,6	
"	10	10	1,35	20,60	92,9	7,81	0,40	-	0,59	12,3	
"	19	19	2,30	22,18	77,8	7,75	0,45	-	0,63	19,4	
"	13	4	0,83	18,43	72,9	7,35	0,66	2,82	0,43	7,0	
"	24	24	2,12	22,05	45,7	7,71	0,49	4,31	0,74	12,3	
"	14	4	0,80	18,30	83,9	7,77	0,73	3,18	0,67	16,9	
"	15	23	1,80	21,56	86,0	7,76	0,45	3,00	0,50	16,0	
"	15	4	0,60	18,41	84,0	7,76	0,62	3,84	0,48	6,0	
"	14	14	2,57	18,96	82,6	7,78	0,69	3,33	0,57	7,5	
"	16	4	0,48	18,67	87,8	7,77	0,67	0,75	0,63	8,4	

Datum	Stat.	Tiefe (m)	Temp. (°C)	S <sup>o</sup> /oo	O <sub>2</sub> (% Sätt.)	pH (20.0°C)	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub> (/µM·dm <sup>-3</sup> )	PO <sub>4</sub>	Si(OH) <sub>4</sub>	Chl.a (/µgdm <sup>-3</sup> )	Part. org. C N (/µg dm <sup>-3</sup> )
31.1.77	1	4	2,54	20,76	75,9	7,79	0,49	18,71	0,93	6,2	-	
"	4	21	5,56	24,27	<1,0	7,44	0,17	0,91	8,75	17,8	3,64	
"	5	4	2,77	20,21	82,8	7,77	0,65	13,37	1,03	0,8	0,15	
"	7	11	2,44	21,20	91,3	7,80	0,65	6,61	1,00	0,4	0,08	
"	9	4	1,78	20,17	82,1	7,85	0,65	8,40	0,84	1,4	1,36	
"	9	13	2,76	21,59	79,0	7,73	0,41	5,23	0,86	1,5	0,71	
"	9	4	1,21	19,01	58,7	7,93	0,78	5,54	0,64	15,6	4,02	
"	9	14	2,54	21,49	53,3	-	0,69	5,97	0,80	21,4	1,02	
"	9	4	1,45	18,99	44,7	-	0,54	2,86	0,52	12,5	0,80	
"	9	15	1,85	18,71	45,3	7,77	0,87	4,37	0,45	12,1	0,71	
ECKERNFÖRDER BUCHT												
31.1.77	11	4	0,78	19,41	61,0	7,78	0,55	2,90	0,50	11,7	0,75	
"	12	18	2,14	22,02	67,1	7,73	0,40	3,35	0,56	15,8	0,10	
"	12	1	-	17,76	-	7,82	0,60	-	0,47	11,4	-	
"	12	4	-	18,33	-	7,85	0,56	-	0,49	11,6	0,85	
"	12	10	1,35	20,60	92,9	7,81	0,40	-	0,59	12,3	-	
"	12	19	2,30	22,18	77,8	7,75	0,45	-	0,63	19,4	1,42	
"	13	4	0,83	18,43	72,9	7,35	0,66	2,82	0,43	7,0	1,29	
"	13	24	2,12	22,03	45,7	7,71	0,49	4,31	0,74	13,3	0,87	
"	14	4	0,80	18,30	83,9	7,77	0,73	3,16	0,67	16,9	1,38	
"	14	23	1,80	21,56	86,0	7,76	0,45	3,00	0,56	16,0	0,67	
"	15	4	0,60	18,41	84,0	7,76	0,62	3,84	0,48	8,0	0,96	
"	15	14	2,57	18,98	82,6	7,78	0,69	3,33	0,57	7,9	0,66	
"	16	4	0,48	18,67	87,8	7,77	0,67	0,75	0,66	8,4	1,37	

## 6.2. Spurenmetallo

6.2.1. Mittlere Konzentrationen (in  $\mu\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$   $\pm$  Standardabweichung) für gelöste Metalle zwischen Januar/Februar 1977 und Juni 1978. Die ausgewerteten Proben (Anzahl in Klammern) entstammen der Kieler Förde, der Eckernförder Bucht sowie der Flensburger Förde (siehe 6.2.3.)

Anzahl der Proben		Jan./Febr. 1977	Juli 1977	Oktober 1977	Februar 1978	Juni 1978
Zn	3 - 5 m	4.56 $\pm$ 2.3 (15)	1.85 $\pm$ 1.11 (19)	1.31 $\pm$ 0.80 (18)	4.51 $\pm$ 2.29 (17)	1.03 $\pm$ 0.44 (18)
	1 - 3 m über Grund	5.34 $\pm$ 2.3 (14)	4.20 $\pm$ 2.02 (15)	2.31 $\pm$ 1.39 (17)	5.08 $\pm$ 2.89 (15)	2.93 $\pm$ 1.08 (19)
Cd	3 - 5 m	0.111 $\pm$ 0.076 (15)	0.093 $\pm$ 0.030 (19)	0.062 $\pm$ 0.035 (17)	0.070 $\pm$ 0.026 (20)	0.050 $\pm$ 0.031 (17)
	1 - 3 m über Grund	0.118 $\pm$ 0.044 (12)	0.107 $\pm$ 0.031 (14)	0.072 $\pm$ 0.039 (17)	0.062 $\pm$ 0.028 (16)	0.072 $\pm$ 0.052 (16)
Cu	3 - 5 m	1.42 $\pm$ 0.48 (15)	1.35 $\pm$ 0.30 (17)	0.98 $\pm$ 0.44 (19)	1.30 $\pm$ 0.40 (20)	1.55 $\pm$ 0.58 (20)
	1 - 3 m über Grund	1.72 $\pm$ 0.68 (14)	1.23 $\pm$ 0.29 (15)	0.91 $\pm$ 0.30 (18)	1.51 $\pm$ 0.58 (16)	1.37 $\pm$ 0.40 (19)
Ni	3 - 5 m	3.22 $\pm$ 1.47 (13)	2.16 $\pm$ 1.01 (19)	1.65 $\pm$ 0.98 (16)	1.82 $\pm$ 0.67 (20)	1.52 $\pm$ 0.83 (20)
	1 - 3 m über Grund	3.25 $\pm$ 1.34 (13)	2.40 $\pm$ 0.64 (14)	1.79 $\pm$ 0.94 (16)	1.98 $\pm$ 0.58 (16)	1.82 $\pm$ 0.58 (19)
Fe	3 - 5 m	1.50 $\pm$ 1.76 (15)	1.04 $\pm$ 0.95 (19)	0.57 $\pm$ 0.45 (20)	1.22 $\pm$ 0.89 (18)	1.03 $\pm$ 1.01 (19)
	1 - 3 m über Grund	2,71 $\pm$ 3.25 (14)	1.16 $\pm$ 0.86 (16)	0.50 $\pm$ 0.37 (18)	1.09 $\pm$ 0.93 (15)	1.84 $\pm$ 1.48 (19)
Mn	3 - 5 m	4.10 $\pm$ 5.40 (17)	3.28 $\pm$ 2.30 (19)	2.14 $\pm$ 2.30 (14)	3.95 $\pm$ 4.30 (17)	2.67 $\pm$ 2.60 (18)
	1 - 3 m über Grund	3.90 $\pm$ 4,10 (13)	133.20 $\pm$ 216.4 (16)	3.74 $\pm$ 6.10 (17)	6.04 $\pm$ 4.70 (16)	35.90 $\pm$ 41.00 (17)

6.2.2. Mittlere Konzentrationen (in  $\mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$   $\pm$  Standardabweichung) für gelöste Metalle ( $< 0.4 \mu\text{m}$ ) in der Kieler Förde, Eckernförder Bucht und Flensburger Förde für den gesamten Untersuchungszeitraum. Anzahl der ausgewerteten Proben in Klammern (siehe 6.2.3.).

		Zn	Cd	Cu	Ni	Fe	Mn
Kieler Förde	3-5 m	2.82 $\pm$ 2.3 (22)	0.101 $\pm$ 0.040 (18)	1.38 $\pm$ 0.61 (22)	2.61 $\pm$ 1.46 (21)	1.98 $\pm$ 1.56 (24)	3.85 $\pm$ 2.93 (22)
	1-3 m üb.Grund	5.27 $\pm$ 3.03 (25)	0.104 $\pm$ 0.043 (19)	1.61 $\pm$ 0.69 (23)	2.17 $\pm$ 1.10 (20)	2.36 $\pm$ 2.75 (23)	105.6 $\pm$ 221 (22)
Eckernförder Bucht	3-5 m	2.12 $\pm$ 1.71 (25)	0.071 $\pm$ 0.040 (27)	1.20 $\pm$ 0.52 (28)	2.00 $\pm$ 1.25 (27)	0.72 $\pm$ 0.58 (27)	1.91 $\pm$ 1.24 (26)
	1-3 m üb.Grund	3.00 $\pm$ 1.62 (23)	0.084 $\pm$ 0.035 (22)	1.19 $\pm$ 0.56 (23)	2.42 $\pm$ 0.94 (22)	0.73 $\pm$ 0.64 (23)	8.14 $\pm$ 9.19 (23)
Flensburger Förde	3-5 m	2.66 $\pm$ 2.30 (40)	0.065 $\pm$ 0.038 (42)	1.39 $\pm$ 0.41 (36)	1.73 $\pm$ 0.66 (40)	0.70 $\pm$ 0.57 (41)	4.12 $\pm$ 5.5 (43)
	1-3 m üb.Grund	3.65 $\pm$ 2.15 (35)	0.069 $\pm$ 0.41 (35)	1.29 $\pm$ 0.44 (37)	2.04 $\pm$ 0.88 (35)	1.23 $\pm$ 1.14 (37)	14.5 $\pm$ 31.4 (34)

6.2.3. Einzeldaten für gelöstes und partikuläres Zink, Cadmium, Kupfer, Nickel, Eisen und Mangan. (Die mit \* gekennzeichneten Werte sind in der Statistik der Tabellen 6.2.1. und 6.2.2. nicht berücksichtigt worden.)

Datum	Station	Tiefe (m)	Gelöst ( $\mu\text{g dm}^{-3}$ )						Partikulär ( $\mu\text{g dm}^{-3}$ )						
			Zn	Cd	Cu	Ni	Fe	Mn	Zn	Cd	Cu	Fe	Mn		
31.1.77	1	23	13,2	-	3,96	3,17	8,21	2,83	10,0	0,0	696,4	1,0	0,0	1,0	0,0
"	4	4	6,45	0,163	1,49	3,63	4,11	8,43	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	11	11	9,97	0,112	1,88	-	12,10	8,77	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	5	4	5,67	-	1,11	4,57	7,04	9,60	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	7	4	4,80	0,142	1,36	5,35	0,46	5,83	5,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	14	14	8,55	0,212	1,59	5,33	1,17	6,50	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	9	4	7,34	0,063	0,61	6,07*	1,47	4,47	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	2	15	5,61	0,081	-	-	-	-	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0

EISENERFÖRDER BUCHZ

31.1.77	11	4	2,67	0,032	1,62	6,07	0,77	0,92	9,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	18	18	5,07	0,068	2,27	3,46	0,80	2,26	7,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	13	4	2,59	0,086	0,72	4,84	1,05	2,96	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	14	24	2,14	0,050	1,29	7,27*	0,68	1,50	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	15	23	6,58	0,101	2,09	1,73	1,10	0,93	8,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	15	4	2,94	0,232	1,51	1,63	-	1,28	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	16	14	1,90	0,100	0,50	-	1,55	2,46	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
"	16	4	4,02	0,046	2,43	5,03	0,76	1,00	17,0	0,0	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Datum	Station	Tiefe (m)	Gelöst ( $\mu\text{g dm}^{-3}$ )						Partikulär				
			Zn	Cd	Cu	Ni	Fe	Mn	$(\text{ng dm}^{-3})$		$(\mu\text{g dm}^{-3})$		
			Zn	Cd	Cu	Ni	Fe	Mn	Zn	Cd	Cu	Fe	Mn
31.1.77	1	21	13.2	-	2.96	3.17	8.21	2.83				590.0	696.2
"	4	4	8.45	0.163	1.49	3.63	4.11	8.43				34.5	<5
		11	9.97	0.112	1.88	-	12.10	8.77				21.4	<5
"	5	4	5.67	-	1.11	4.57	7.04	9.60				17.9	<5
"	7	4	4.80	0.142	1.36	5.35	0.46	5.83				15.5	<5
		14	8.55	0.212	1.59	5.33	1.17	6.50				46.4	<5
"	9	4	7.34	0.063	0.61	8.07*	1.47	4.47				8.3	<5
		15	5.61	0.081	-	-	-	-				-	-

ECKERNFÖRDER BUCHT

31.1.77	11	4	2.67	0.032	1.62	6.07	0.77	0.92				12.9	<5
		18	5.07	0.068	2.27	3.46	0.80	2.26				6.7	<5
"	13	4	-	-	0.72	4.84	1.05	2.96				9.2	<5
		24	2.59	0.086	0.51	5.05	2.53	2.94				25.4	<5
"	14	4	2.14	0.050	1.29	7.27*	0.88	1.50				5.5	<5
		23	6.59	0.101	2.09	1.73	1.10	0.93				9.8	<5
"	15	4	2.94	0.232	1.51	1.63	-	1.28				-	<5
		14	1.90	0.100	0.50	-	1.55	2.46				6,5	<5
"	16	4	4.02	0.046	2.43	3.03	0.76	3.00				17.4	<5