

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Produktionsbiologische und hydrographische Untersuchungen in der Eckernförder Bucht¹⁾

Von JOHANNES KREY, PETER H. KOSKE und KARL-HEINZ SZEKIELDA

Zusammenfassung: 1964 wurden in der Eckernförder Bucht hydrographische und produktionsbiologische Untersuchungen durchgeführt, wobei der Schwerpunkt auf der Bestimmung des partikulären Kohlenstoffs und des partikulären Phosphors lag.

Die erhaltenen Resultate werden in Diagrammen gezeigt.

Investigations on Biological Productivity and Hydrography in the Bay of Eckernförde (Summary): In 1964 combined hydrographic and productivity measurements were started in the Bay of Eckernförde with recently developed instruments. Especially the recording instruments for determination of total and particulate organic carbon and particulate phosphorus were examined.

Some results are given in diagrams, which offer an idea of the hydrographical situation and the start of the spring bloom of phytoplankton.

Diese Zusammenfassung ist aus vorbereitenden Untersuchungen, die für die Expedition der „Meteor“ in den Indischen Ozean 1964/65 notwendig waren, entstanden. Nach längerer Entwicklungszeit waren im Januar 1964 die für diese Expedition entwickelten Geräte bordbetriebsklar und konnten auf mehreren zweitägigen Fahrten auf FK „Hermann Wattenberg“ Dauererprobungen unter schwierigen Verhältnissen unterzogen werden. Es handelte sich hierbei um die Registrierung von Salzgehalt und Temperatur sowie um die Bestimmung des partikulären organisch gebundenen Kohlenstoffs. Zur Ergänzung wurden auch Beobachtungen über den Gehalt an partikulär gebundenem Phosphor sowie an Gesamtkohlenstoff, der in organischer Bindung vorliegt, angestellt.

In dieser Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse liegt das Schwergewicht auf der Darstellung der Verteilung des partikulären organisch gebundenen Kohlenstoffs, die gerade im Frühjahr wegen der Planktonblüte von besonderem Interesse ist.

Nach Darlegung der methodischen Grundlagen wird zunächst die spezielle hydrographische Situation während des Untersuchungszeitraumes dargestellt. Es folgt die Beschreibung der allgemeinen und der speziellen planktologischen Gegebenheiten, deren Kenntnis für das nähere Verständnis der Verteilungsdiagramme für den partikulären C unbedingt erforderlich ist. Erst dann kann mit deren Darstellung begonnen werden. Die Einbeziehung des P:C-Verhältnisses bringt schließlich wieder Hinweise auf biologische Vorgänge, die uns für dieses Gebiet noch weitgehend unbekannt sind.

Für kontinuierliche hydrographische und produktionsbiologische Untersuchungen ist die Eckernförder Bucht ein sehr geeignetes Arbeitsgebiet. Sie ist ein abgeschlossenes, nur im Osten zur Ostsee hin offenes Becken ohne nennenswerte Landabflüsse und erlaubt auf Grund ihrer Abmessungen²⁾ quasi-synoptische Aufnahmen. Die Wassertiefe variiert nur geringförmig und beträgt etwa 25 m. Lediglich an der östlichen Seite, wo die Bucht in die westliche Ostsee übergeht, liegt mit einer Minimaltiefe von 7 m der Mittelgrund, der jedoch, wie der Name bereits sagt, keine Schwelle ist, sondern eine

¹⁾ Diese Arbeit entstand durch weitgehende Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der auch an dieser Stelle herzlich gedankt sei.

²⁾ Länge: 9,5 km; mittlere Breite: 2,5 km

isolierte Erhebung, auf deren Nord- und Südseite freie Verbindung zur Ostsee besteht. Abgesehen von extremen Situationen bei Sturmlagen ist die Eckernförder Bucht frei von stärkeren Strömungen.

Für die geplanten Untersuchungen wurde ein aus 7 Stationen bestehender Schnitt gewählt, der etwa in der Längsachse der Eckernförder Bucht verläuft. Die genaue Lage der 7 Stationen geht aus Abb. 1 hervor.

Dieser Längsschnitt wurde im Frühjahr und Sommer 1964 wiederholt in etwa monatlichen Abständen abgelaufen und hierbei auf den 7 Stationen neben den hydrographischen Daten Temperatur und Salzgehalt die Verteilung folgender produktionsbiologisch maßgebender Elemente untersucht:

Partikulärer Kohlenstoff,
gelöster Kohlenstoff,
partikulärer Phosphor.

Ferner wurden Oberflächenaufnahmen der Verteilung von Temperatur und Salzgehalt in der Eckernförder Bucht durchgeführt. Hierfür wurde der ebenfalls in Abbildung 1 eingetragene Kurs abgelaufen.

Bevor in folgenden auf die Meßergebnisse eingegangen wird, soll etwas über die bei den Untersuchungen angewendete Meßmethodik gesagt werden:

Die hydrographischen Untersuchungen sowohl auf den Stationen als auch bei den Oberflächenaufnahmen vom fahrenden Schiff aus erfolgten unter Anwendung von kontinuierlich registrierenden, elektrischen Meßverfahren. Folgende Meßfühler wurden an einem Mehrleiterkabel eingesetzt:

1. Ein potentiometrisches System zweier Silberchlorid-Elektroden in Verbindung mit Ionenaustauschmembranen zur Messung der Chloridionenkonzentration (Salzgehalt) (P. H. Koske, 1964),
2. ein Thermistor in Wheatstone-Brückenschaltung zur Messung der Temperatur,
3. ein Bourdonrohr mit angebautem Widerstandsgeber zur Messung des hydrostatischen Drucks (Wassertiefe).

Die Registrierung erfolgte auf einem x, y-Schreiber mit 2 Kanälen auf der y-Koordinate¹⁾, so daß direkt tiefenabhängige Vertikalverteilungen erhalten wurden. Bei den Oberflächenaufnahmen wurden die Meßwerte für Temperatur und Salzgehalt zeitabhängig auf einem 2-Kanal-Schreiber mit Zeitvorschub registriert. Die erhaltenen Registrierungen wurden durch zusätzlich entnommene Wasserproben überprüft und geeicht.

An Einzelproben wurden die produktionsbiologischen Untersuchungen über die Konzentration des partikulären Kohlenstoffs, des gelösten Kohlenstoffs und des partikulären Phosphors durchgeführt.

Die erste Mikromethode zur Bestimmung des organischen Kohlenstoffs im Seewasser arbeitete H. KAY (1954) aus, wobei die Endbestimmung des aus dem organischen Kohlenstoff freigesetzten CO₂ maßanalytisch erfolgte. E. K. DUURSMa (1960) entwickelte die Methodik für größere Probenmengen weiter und erfaßte das Kohlendioxyd coulometrisch. In ähnlicher Weise ging R. F. WILSON (1961) vor, der aber das CO₂ im

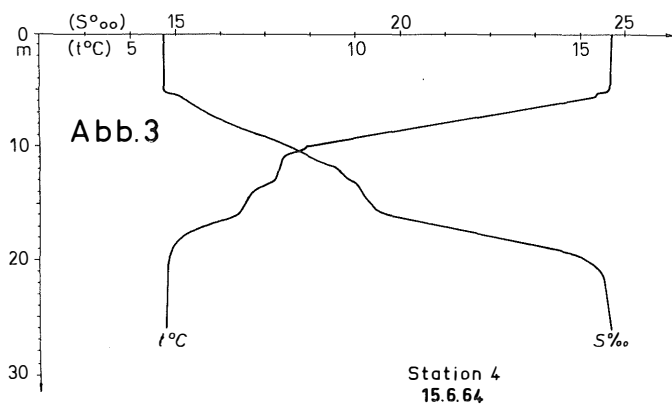
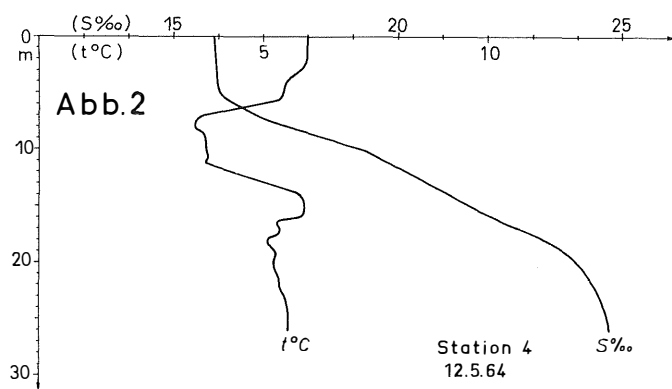
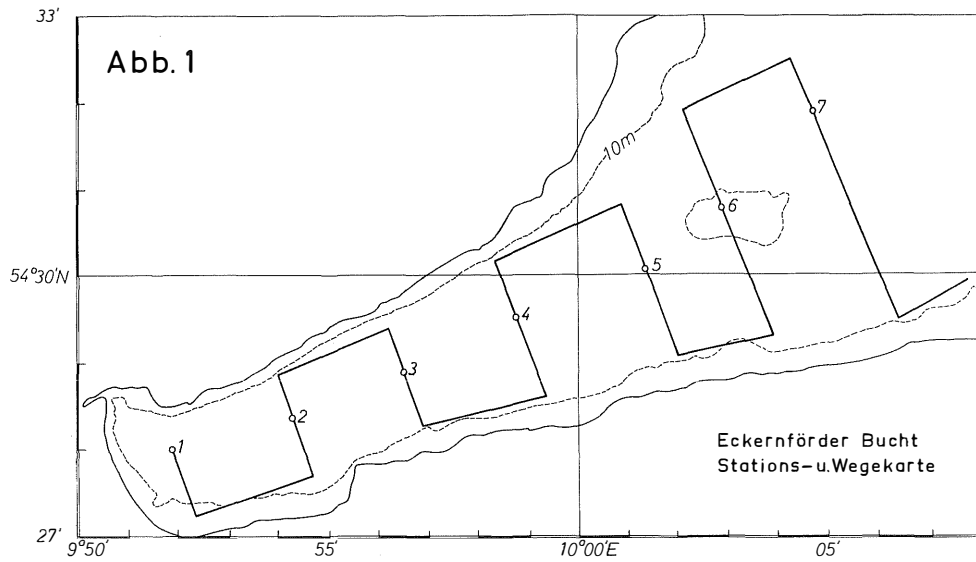
¹⁾ y1: Salzgehalt, y2: Temperatur, x: Wassertiefe.

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

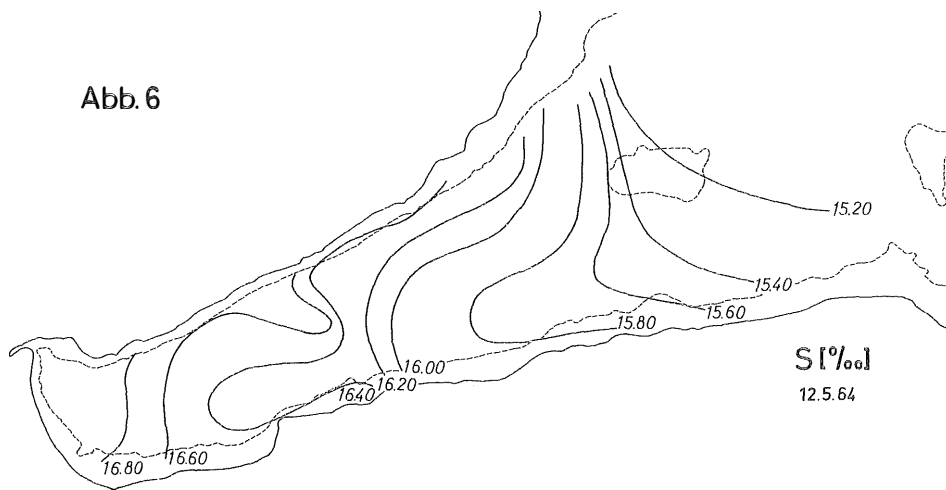
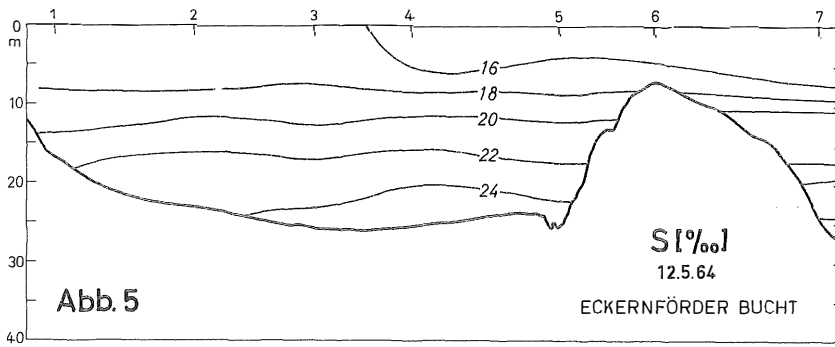
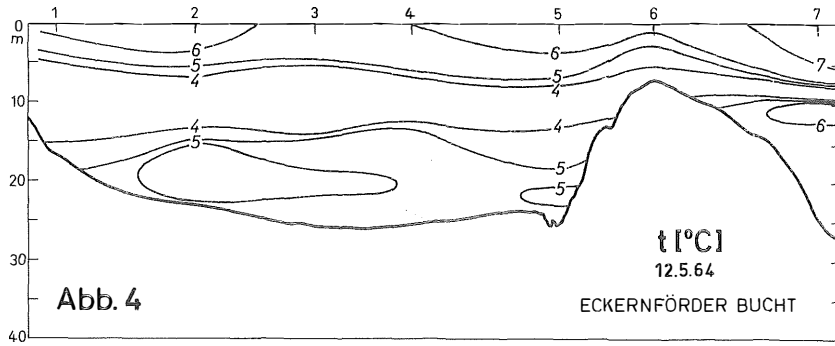
Abb. 1: Stationskarte der Eckernförder Bucht.

Abb. 2: Vertikalregistrierungen von Temperatur und Salzgehalt auf Station 4 am 12. Mai 1964.

Abb. 3: Vertikalregistrierungen von Temperatur und Salzgehalt auf Station 4 am 15. Juni 1964.



Tafel 1 (zu J. Krey, P. H. Koske u. K.-H. Szekiolda)



Tafel 2 (zu J. Krey, P. H. Koske u. K.-H. Szekielda)

IR-Bereich spektroskopisch bestimmte. C. H. OPPENHEIMER, E. F. CORCORAN und J. VAN ARMAN (1963) benutzten zur Endbestimmung des freigesetzten CO₂ eine Wärmeleitfähigkeitszelle nach vorangegangener gaschromatographischer Auftrennung der Gase aus der Untersuchungslösung.

Die genannten Verfahren erfaßten nur das gesamte vorhandene organische Material, so daß eine Differenzierung zwischen gelöstem und partikulärem Kohlenstoff im Seewasser nicht möglich war, wenn man von Methoden absieht, bei denen nur Oxydationswerte erhalten werden.

In Australien berichteten G. DALPONT und B. NEWELL (1963) über die Bestimmung des partikulären Kohlenstoffs im Meerwasser. D. MENZEL und R. F. VACCARO (1964) in USA unterschieden zwischen dem gelösten und dem partikulär vorliegenden organischen Material im Seewasser, benutzten jedoch zur Endbestimmung des CO₂ wie R. F. WILSON die IR-Analyse. Keine dieser Methoden war nach unseren Erfahrungen bisher im Bordbetrieb einsatzfähig. Wir begannen unsere Untersuchungen über die Erfassung des partikulären organischen Kohlenstoffs unter Bordbedingungen 1961, (K. -H. SZEKIELDA und J. KREY 1965), wobei ein konduktometrisches Verfahren zur Bestimmung geringer Mengen CO₂ verwendet wurde, K.-H. SZEKIELDA (1964).

Die Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs führten wir mit einem Naßaufschluß nach J. KREY und K. H. SZEKIELDA (1965) durch.

Eine allgemeine Übersicht über neuere Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs und die Automation in der Analyse organischer Substanzen gibt K.-H. SZEKIELDA (1962, 1963). Die Bestimmung des im Seston enthaltenen Phosphors erfolgte nach K.-H. SZEKIELDA (1963).

Die hydrographischen Verhältnisse in der Eckernförder Bucht im Frühjahr 1964 sind auf Grund der vorangegangenen winterlichen Abkühlung an der Oberfläche und der damit verbundenen Vertikalkonvektion weitgehend einformig. Am 24. Februar 1964 beträgt der größte, zwischen Oberfläche und Boden gemessene Unterschied im Salzgehalt weniger als 2‰, sämtliche Salzgehaltswerte der 7 Stationen liegen zwischen 19,73‰ und 21,75‰. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich bei der Temperaturverteilung.

Erst die fortschreitende jahreszeitliche Erwärmung sorgt für nennenswerte Änderungen. Es beginnt die Ausbildung einer wärmeren Deckschicht, die Vertikalkonvektionen unterbindet. So zeigt die Temperaturverteilung am 12. Mai 1964 (Abbildung 4) über dem kalten Winterwasser mit Temperaturen von 3,5° C eine etwa 5 m mächtige Schicht wärmeren Wassers, dessen Temperatur über 6° C liegt. Am Boden befindet sich ein weiterer warmer Wasserkörper mit Temperaturen um 5° C, der auf Grund seines höheren Salzgehaltes größere Dichte aufweist. Es handelt sich hierbei um Wasser aus den Beltén, das sich nach der Frühjahrserwärmung unter das salzärmere, leichtere Wasser der westlichen Ostsee geschoben hat. Die Salzgehalts-Schichtung ist am 12. Mai 1964 kräftig ausgeprägt, wie Abbildung 5 zeigt. Oberflächen- und Bodenwasser unterscheiden sich im Salzgehalt um 8 bis 9‰. Die beschriebenen Verhältnisse werden auch durch die Abbildung 2 verdeutlicht, die die Vertikalregistrierungen von Temperatur und Salzgehalt auf der zentral im untersuchten Gebiet liegenden Station 4 wiedergibt.

Die am 12. Mai 1964 herrschenden westlichen Winde (Wind zum Zeitpunkt der Messungen: SW 4) erzeugen im Westteil der Eckernförder Bucht Auftriebsverhältnisse, die auf Grund der starken vertikalen Salzgehaltsschichtung auch zu horizontalen Unter-

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 2)

Abb. 4: Temperaturverteilung auf dem Längsschnitt durch die Eckernförder Bucht am 12. Mai 1964.
Abb. 5: Salzgehaltsverteilung auf dem Längsschnitt durch die Eckernförder Bucht am 12. Mai 1964.
Abb. 6: Salzgehaltsverteilung an der Oberfläche der Eckernförder Bucht am 12. Mai 1964.

schieden im Oberflächensalzgehalt führen. Wie aus Abbildung 6 hervorgeht, nimmt der Salzgehalt an der Oberfläche der Eckernförder Bucht von Ost nach West zu, und zwar von $15,20\text{‰}$ im östlichen Teil bis zu mehr als $16,80\text{‰}$ im westlichen Ende. Am 15. Juni 1964 hat sich die hydrographische Situation in der Eckernförder Bucht wiederum verändert und entspricht nun den sommerlichen Schichtungsverhältnissen in der westlichen Ostsee. Während die Salzgehaltsverteilung (Abbildung 8) etwa der vom 12. 5. gleicht mit einer vertikalen Salzgehaltsdifferenz von 9‰ , ist auf Grund der weiter fortgeschrittenen, tieferreichenden Erwärmung des Wassers das intermediäre Tempera-

Tabelle 1
Eckernförder Bucht 24. 2. 64

Station	m	mg C/l gesamt	mg C/l part	% C gelöst	$\mu\text{g P/l}$ part	P : C
1	5	4.6	0.570	87	10.2	1 : 46
	10	5.6	0.545	91	10.2	1 : 53
	15	—	0.515	—	13.0	1 : 40
2	5	4.8	0.565	87	10.3	1 : 55
	10	4.0	0.470	88	8.7	1 : 54
	15	4.1	0.375	90	9.5	1 : 40
	20	5.2	0.490	90	10.3	1 : 48
3	5	5.4	0.635	89	10.7	1 : 59
	10	3.0	0.530	83	9.7	1 : 55
	15	4.4	0.420	91	11.2	1 : 38
	20	5.0	0.425	92	6.1	1 : 70
	25	4.2	0.440	90	11.7	1 : 38
4	5	5.0	0.475	90	10.7	1 : 44
	10	4.3	0.560	86	9.8	1 : 57
	15	4.8	0.375	91	7.3	1 : 51
	20	6.0	0.480	92	9.5	1 : 51
	25	5.0	0.545	90	9.8	1 : 56
5	5	4.8	0.515	90	10.1	1 : 51
	10	1.8	0.470	72	3.7	1 : 127
	15	4.4	0.400	91	10.2	1 : 39
	20	5.4	0.408	93	7.1	1 : 58
	25	—	1.400	—	25.0	1 : 56
6	6	5.0	0.570	89	7.4	1 : 77
7	5	5.0	0.560	89	9.9	1 : 57
	10	—	0.596	—	13.0	1 : 46
	15	2.6	0.500	77	9.8	1 : 51
	20	5.8	0.475	91	9.2	1 : 52
	23	5.6	0.490	91	6.7	1 : 73

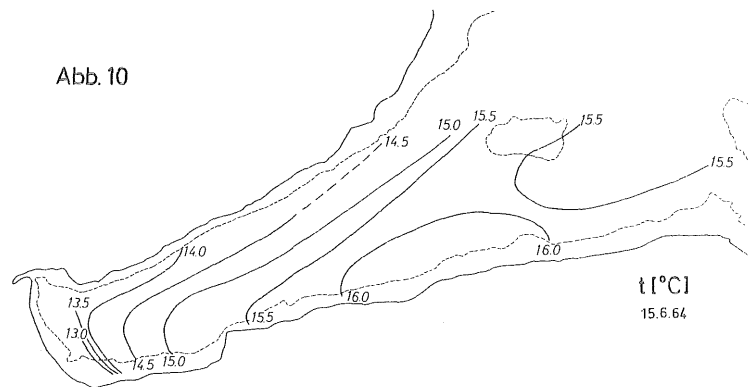
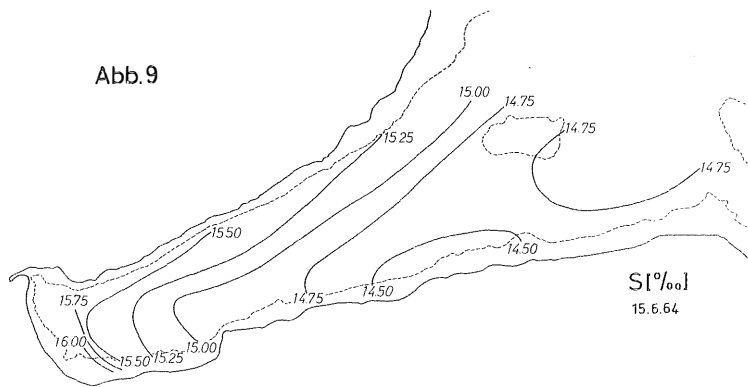
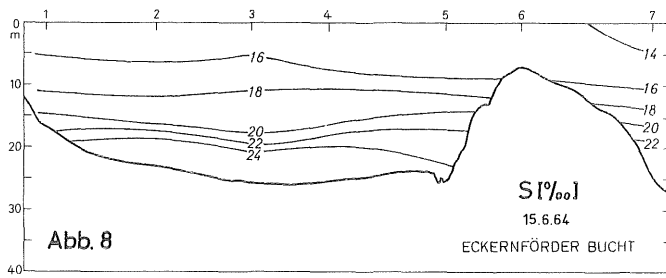
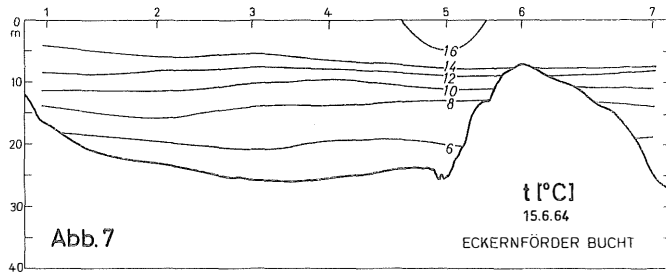
Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 3)

Abb. 7: Temperaturverteilung auf dem Längsschnitt durch die Eckernförder Bucht am 15. Juni 1964.

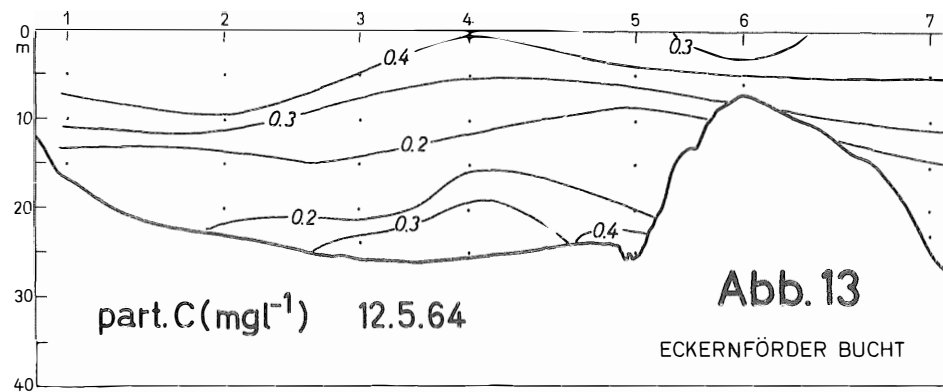
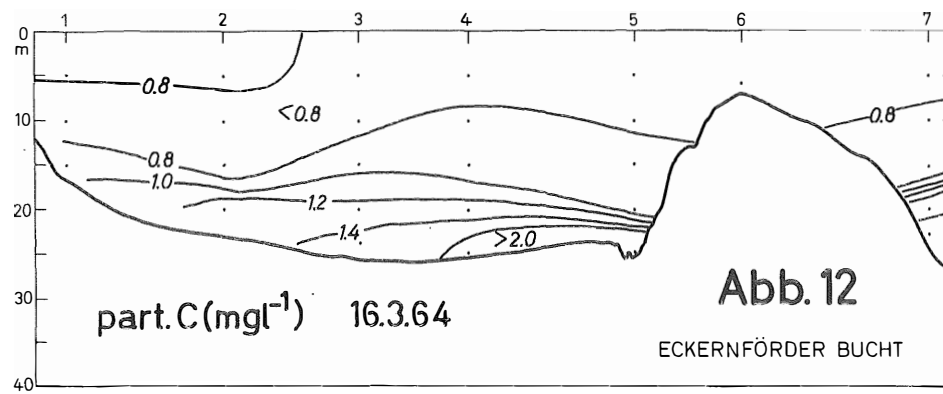
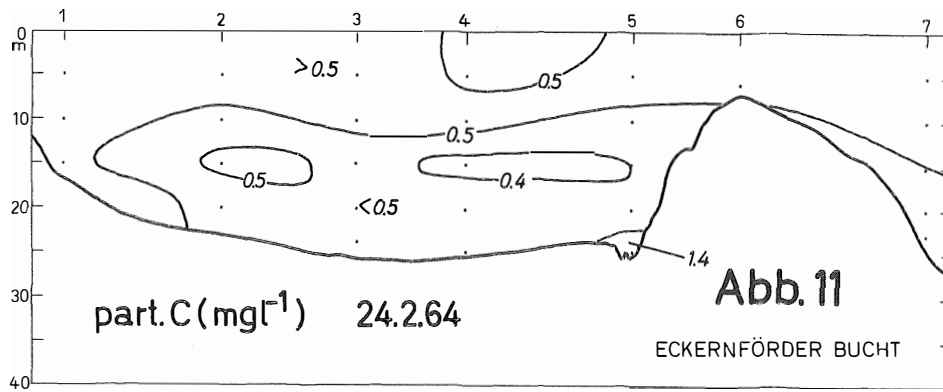
Abb. 8: Salzgehaltsverteilung auf dem Längsschnitt durch die Eckernförder Bucht am 15. Juni 1964.

Abb. 9: Salzgehaltsverteilung an der Oberfläche der Eckernförder Bucht am 15. Juni 1964.

Abb. 10: Temperaturverteilung an der Oberfläche der Eckernförder Bucht am 15. Juni 1964.



Tafel 3 (zu J. Krey, P. H. Koske u. K.-H. Szekiolda)



Tafel 4 (zu J. Krey, P.H. Koske u. K.-H. Szekiolda)

turminimum fortgefallen (Abbildung 7). Auf eine 5 m mächtige, homogene Deckschicht mit Temperaturen um 15° C folgt eine Zone, in der die Temperatur stetig abnimmt, bis bei einer Tiefe von etwa 19 Metern homogenes Bodenwasser erreicht wird, dessen Temperatur nach wie vor unter 6° C liegt. Die entsprechenden Vertikalregistrierungen von Temperatur und Salzgehalt auf der Station 4 zeigt Abbildung 3.

Der am 15. 6. herrschende Südwest (Wind zum Zeitpunkt der Messungen: SW 6) erzeugt wiederum im Westteil der Eckernförder Bucht Auftriebsverhältnisse und als Folge davon horizontale Unterschiede im Oberflächensalzgehalt, die mehr als 1,5‰ betragen (Abbildung 9).

Tabelle 2
Eckernförder Bucht 16. 3. 1964

Station	m	mg C/l gesamt	mg C/l part.	% C gelöst	µg P/l part.	P : C
1	5	3.2	0.840	75	15.8	1 : 53
	10	5.6	0.626	90	10.2	1 : 62
	15	3.8	0.950	74	8.8	1 : 109
2	5	5.6	0.860	84	8.8	1 : 98
	10	5.0	0.650	86	8.2	1 : 79
	15	5.4	0.750	85	17.2	1 : 44
	20	5.8	1.280	78	21.4	1 : 60
3	5	6.6	0.706	89	11.0	1 : 64
	10	5.4	0.740	87	10.0	1 : 74
	15	—	0.960	—	15.2	1 : 63
	20	3.4	1.240	65	13.2	1 : 94
	24	4.2	1.500	64	10.6	1 : 142
4	5	—	0.690	—	17.6	1 : 39
	10	—	0.876	—	9.6	1 : 91
	15	5.0	0.776	84	15.6	1 : 50
	20	5.8	1.360	76	10.5	1 : 130
	25	8.4	2.190	74	11.2	1 : 195
5	5	4.6	0.650	83	8.6	1 : 76
	10	6.4	0.754	87	19.8	1 : 40
	15	6.4	0.900	86	19.6	1 : 46
	20	6.6	0.720	89	11.8	1 : 61
	26	8.6	5.000	42	48	1 : 104
6	6	4.2	0.530	89	11.4	1 : 47
7	5	5.4	0.650	87	13.4	1 : 49
	10	8.0	0.900	90	12.0	1 : 75
	15	5.8	0.890	84	14.2	1 : 63
	20	5.6	2.130	63	18.4	1 : 116
	23	3.6	0.750	79	10.0	1 : 75

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 4)

Abb. 11: Die Verteilung des partikulären C am 24. 2. 1964.

Abb. 12: Die Verteilung des partikulären C am 16. 3. 1964.

Abb. 13: Die Verteilung des partikulären C am 12. 5. 1964.

Auf Grund des am 15. 6. vorliegenden starken vertikalen Temperaturgradienten zeigt auch die Temperaturverteilung an der Oberfläche der Eckernförder Bucht horizontale Unterschiede (Abbildung 10), die 3° C betragen. Die Oberflächentemperatur

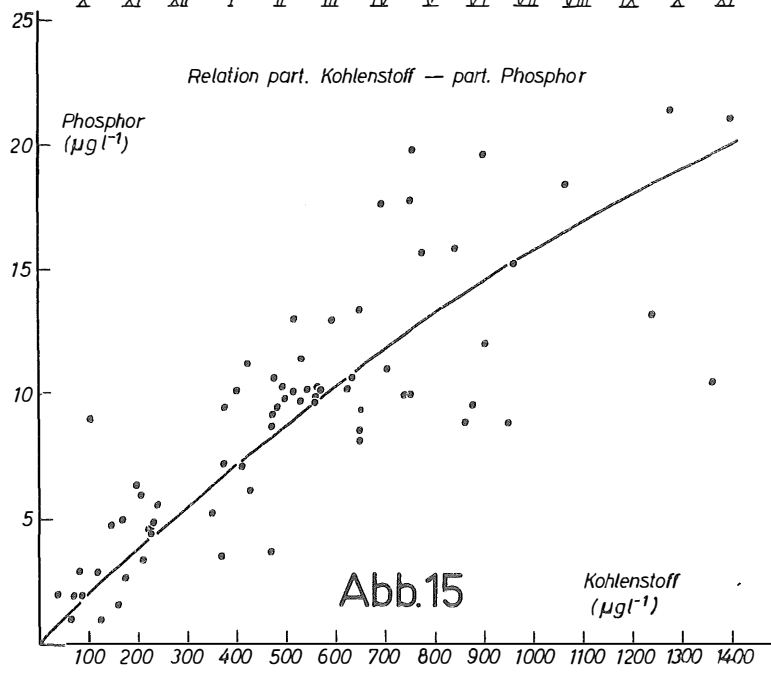
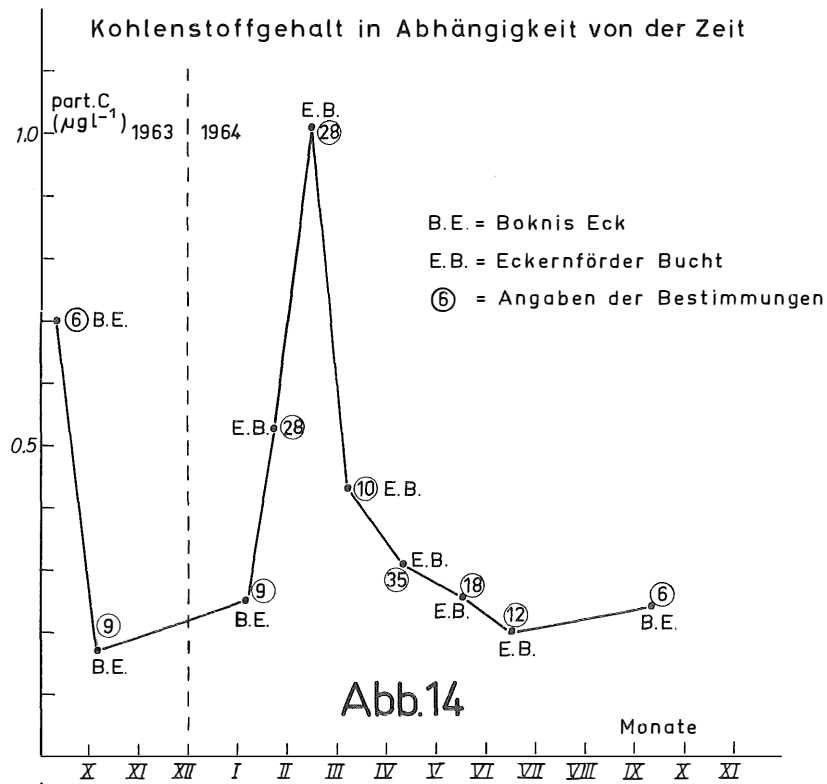
Tabelle 3
Eckernförder Bucht 12. 5. 1964

Station	m	mg C/l gesamt	mg C/l part.	% gelöst C
1	1		0.264	
	5		0.444	
	10		0.360	
	17		0.142	
2	1		0.320	
	5		0.520	
	10		0.388	
	15		0.164	
	20		0.150	
3	1	3.8	0.290	92
	5	2.5	0.356	84
	10	3.6	0.264	92
	15	—	0.190	88
	20	0.8	0.130	—
	25	—	0.316	—
4	1	2.4	0.404	83
	5	3.5	0.316	91
	10	3.4	0.216	94
	15	4.2	0.170	95
	20	1.6	0.340	92
	25	2.0	0.360	80
5	1	3.9	0.342	92
	5	3.0	0.360	87
	10	3.3	0.120	97
	15	2.6	0.170	92
	20	2.5	0.198	92
	25	3.2	0.430	88
6	1	2.7	0.234	93
	7	4.6	0.534	89
7	1	2.3	0.460	79
	5	2.9	—	90
	10	2.5	0.316	89
	15	2.5	0.180	92
	20	2.8	0.170	93
	22	3.8	0.124	97

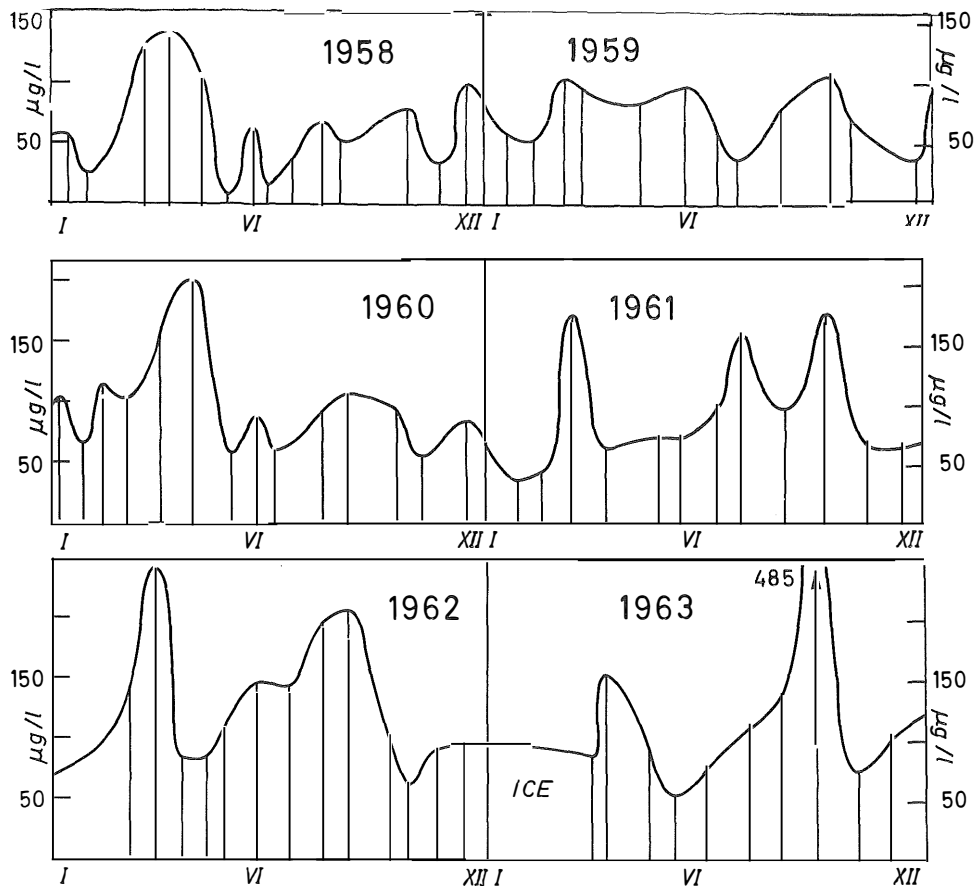
Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 5)

Abb. 14: Kohlenstoffgehalt in Abhängigkeit von der Zeit.

Abb. 15: Relation P : C.



Tafel 5 (zu J. Krey, P. H. Koske u. K.-H. Szekiolda)



Tafel 6 (zu J. Krey, P. H. Koske u. K.-H. Szekiolda)

im Inneren der Bucht liegt unter 13° C, während im übrigen Teil Temperaturen zwischen 15° C und 16° C vorherrschen und teilweise sogar 16° C überschreiten.

Bei der Fahrt am 24. 2. 1964 sind während der Untersuchungsperiode keine wesentlichen Unterschiede im Gehalt an partikulär gebundenem Kohlenstoff zu verzeichnen; lediglich bei der Station 5 sind in Bodennähe recht hohe Kohlenstoffkonzentrationen beobachtet worden, die durch Sedimentaufwirbelungen bei einströmendem Bodenwasser zu erklären sind und ebenfalls bei den anderen Terminfahrten an derselben Stelle beobachtet wurden (Tabelle 1). Die Werte des partikulären Kohlenstoffs liegen hierbei zwischen 0,375 mg C/Liter und 1,40 mg C/Liter, der Mittelwert bei 0,525 mg C/Liter. In dieser Zeit liegen 86% des gesamten organischen Kohlenstoffs in gelöster Form vor, das heißt 14% sind partikulär fixiert. Dieser Befund steht im Gegensatz zu den Daten von KAY, der etwa drei bis fünf Prozent des organischen Kohlenstoffs als partikulär angab.

Schon frühere Untersuchungen an einer Station, die durch J. KREY (1961) eingehend besprochen worden ist, zeigten, daß das Verhältnis des gesamten organischen Kohlenstoffs zum partikulären variiert, daß aber der partikuläre Anteil höher liegt, als bisher angenommen wurde. Interessant an dieser Untersuchung ist auch die C/P-Relation, die bisher als konstant angesehen wurde, nach unseren Untersuchungen aber starke Schwankungen zeigte.

Während der erfaßten Planktonblüte am 16. 3. 1964 liegt ein weit größerer Anteil des Gesamt-Kohlenstoffs in partikulärer Form vor (etwa 20 %). Die Mittelwerte (5,5 mg Gesamtorg.-C/Liter, 14,4µg partikulärer Phosphor/Liter und 1,10 mg partikulärer Kohlenstoff/Liter) zeigen die hohe Produktion an organischem Material während dieser Zeit.

In Tab. 2 und 3 ist aus den Einzelwerten für den Gesamtkohlenstoff und dem Anteil an partikulärem C der Zustand nach der Frühjahrsblüte erkennbar. Diese Werte liegen wesentlich tiefer als vor Beginn der Frühjahrsblüte. Eine Erklärung ist durch die Annahme verstärkter Austauschvorgänge gegeben, die im Februar relativ viel Bodenmaterial der gesamten Wassersäule beimischen.

Bisherige Bestimmungen des Verhältnisses zwischen Phosphor und Kohlenstoff in Planktonfängen ließen unter Berücksichtigung geringer Abweichungen den Schluß zu, daß analog den Relationen an Landpflanzen dieses Verhältnis konstant ist.

Es lassen sich hier jedoch Variationen der Korrelationen zwischen Phosphor und Kohlenstoff erstens durch das selektive Anreicherungsvermögen der einzelnen Organismen und zweitens durch das Phosphatangebot, das tiefenabhängig sowie regional und jahreszeitlich schwankt, erwarten.

Die regionalen und auch tiefenabhängigen Unterschiede werden durch die verschiedene Art der Zusammensetzung des Planktons und dessenspezifische Stoffanreicherung bedingt sein. So haben wir ein Verhältnis des Kohlenstoffs zum Phosphor von 100:27 in Diatomeen, 100:1,7 in Peridineen und 100:2,1 in Copepoden. Diese Angaben zeigen, daß schon durch die unterschiedliche Verteilung dieser Organismen die P/C-Relation im Gesamtplankton schwankt. Untersuchungen über Relationen der Elemente im Plankton müssen folglich unter Berücksichtigung der Konzentration des angebotenen Elements in Lösung und der anderen vorher aufgeführten Faktoren durchgeführt werden.

Die tiefenabhängige Relationsänderung ist weiterhin aus Sedimentations- und Remineralisationsprozessen zu erwarten, denn mit großer Wahrscheinlichkeit wird zwischen dem „In-Lösung-Gehen“ des partikulären Phosphors und Kohlenstoffs ein zeitlicher

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 6)
Abb. 16: Zeitlicher Wechsel der mittleren Eiweißwerte bei Boknis Eck.

Unterschied bestehen, so daß das sedimentierende Material nicht mehr der bei der Produktion herrschenden Zusammensetzung entspricht.

Jahreszeitliche Schwankungen in der P/C-Relation können dadurch auftreten, daß das Nährstoffangebot begrenzt ist, (in den vorliegenden Untersuchungen wird der Phosphor eingehend als Indikator herangezogen) und bei der Urproduktion des organischen Materials durch die Photosynthese Phosphor nur bis zu einer bestimmten Minimumkonzentration aus dem umgebenden Milieu in die organischen Verbindungen eingebaut werden kann. Dieser Grenzwert der Produktionsmöglichkeit gibt sich besonders im Frühjahr durch das Ende der Phytoplanktonblüte auf Grund der Nährstoffverarmung der oberflächennahen Zonen zu erkennen. Daß trotz der Verarmung einiger Spurenelemente die Photosynthese und die Zellteilung nicht eingestellt werden, konnte H. HARVEY (1953) an einer Kultur von *Nitzschia closterion* zeigen.

Die Relation von P:C zeigt am 24. 2. 1964 ein mittleres Verhältnis von 1:52 und steht in guter Übereinstimmung mit den Analysen anderer Autoren. Die weiteren Fahrten zeigten dann auch die erwarteten Änderungen. Deutlich verschiebt sich das Verhältnis P:C zur Tiefe zugunsten des Kohlenstoffs. Die zeitliche Verschiebung zeigt sich auch aus den gebildeten Mittelwerten: im Februar haben wir ein Verhältnis von P:C von 1:52, im März ist es schon 1:77. Die regionalen Unterschiede kommen in diesen Untersuchungen nicht so klar zum Vorschein, da in die Eckernförder Bucht einströmendes Bodenwasser das Sediment aufwirbelt.

Beim Vergleich der einzelnen Terminfahrten zeigt sich der Abbau des gebildeten organischen Materials aus den Mittelwerten des Gesamt-C. Die mittlere Konzentration von 1,1 mg C/Liter am 16. 3. 1964 sinkt bis zum 6. 4. 1964 auf 0,4 mg C/Liter und bis zum 12. 5. 1964 auf 0,3 mg C/Liter. Am 15. 6. 1964 beträgt der Mittelwert 0,26 mg partikulärer C/Liter und sinkt bis zum 17. 7. 1964 sogar auf 0,2 mg C/Liter. Später scheint sich der Abbau mit dem Aufbau organischen Materials die Waage zu halten.

Interessant ist ferner das Verteilungsbild des gelösten Kohlenstoffs am 24. 2. 1964. Im Gegensatz zur Oberfläche erhöht sich der Anteil des gelösten Kohlenstoffs am gesamten organisch gebundenen Kohlenstoff zur Tiefe, ein weiteres Zeichen für den Abbau des organischen Materials während der Sedimentation im untersuchten Gebiet. Der Abbau organischen Materials zeigt sich ebenso an Sedimentproben aus der Eckernförder Bucht, in denen der Kohlenstoffgehalt zwischen 5,4 und 12,5% schwankte. Betrachtet man den Gehalt des Kohlenstoffs im Seston an der Oberfläche, so sieht man, daß im Mittel ca. 70% während der Sedimentation abgebaut werden können.

Die Beziehung zwischen dem partikulären Kohlenstoff und dem partikulären Phosphor ist in der Abb. 15 mit sämtlichen aus der Eckernförder Bucht und der Bezugstation Boknis Eck gewonnenen Daten dargestellt. Eine Berechnung des Verlaufes der Kurve ließ sich durch Phosphatangebote machen. Als Bezugspunkt diente die Station Boknis Eck, an der der Gesamtphosphor an 262 Messungen über zwei Jahre gemittelt wurde. Unter der Voraussetzung, daß bei der Bildung der ersten Mengen organischer Verbindungen durch die Photosynthese der Phosphor in das organische Material im Verhältnis $P:C = 1:50$ eingebaut wird und die Planktonorganismen für die Phosphataufnahme aus dem umgebenden Milieu nur eine begrenzte Arbeit aufbringen können, ist es erklärlich, daß bei geringem Phosphatangebot auch nur eine geringe P-Aufnahme erfolgen kann. Da der Aufbau organischer Verbindungen später unter Phosphatmangel erfolgt, muß sich auch notgedrungen die prozentuale Zusammensetzung des gesamten organischen Materials ändern. Einen ähnlichen Verlauf haben auch die Wachstumskurven in Reinkulturen, wie sie von Mc ALLISTER et al. (1964) an *Skeletonema costatum* gezeigt wurden, wenn man den Chlorophyllgehalt mit der Phosphataufnahme vergleicht.

Zum Verständnis der Verteilung des partikulär gebundenen Kohlenstoffs ist die Tafel 2 sehr nützlich. Die Eiweißbestimmungen, die zur Aufstellung dieses Diagrammes führten, wurden zwar in der äußeren Eckernförder Bucht auf Station Boknis Eck, also unmittelbar östlich des hier zu diskutierenden Gebietes angestellt. Man darf jedoch einen Vergleich anstellen, da die hydrographischen und biologischen Vorgänge einander sehr ähnlich sind.

Die Tafel 6 gibt den zeitlichen Wechsel der mittleren Eiweißwerte für die gesamte Wassersäule wieder; man erkennt in allen Jahren unschwer das Frühjahrsmaximum und in den meisten Fällen auch die Ausbildung eines starken Herbstmaximums.

Die Kurven der Jahre 1962 und 1964 kommen in mancher Hinsicht der Jahreskurve, die s. Zt. LOHMANN für das Gesamtplankton aufgestellt hat, gleich. Andere Jahregänge, z. B. der von 1959 und von 1961 zeigen durch Abflachung des Frühjahrsmaximums oder die Aufspaltung des Herbstmaximums erhebliche Abweichungen von der Lohmann'schen Kurve oder von der Mittelwertskurve, wie sie für den Zeitraum 1938—1963 errechnet wurde.

Mit diesem Diagramm kann gezeigt werden, daß die Mittelwerte für den geformten organisch gebundenen Kohlenstoff im Stadium der einsetzenden Frühjahrsblüte (24. III. 64), in deren Maximum (16. III. 64) und im darauffolgenden Maximum (12. V. 64) liegen. Die Diagramme für die Jahre 1958—1963 zeigen jedoch, daß zu den gleichen Daten wesentlich andere Phasen der Entwicklung der Frühjahrsblüte des Planktons angetroffen werden können. Man muß sich diese im letzten Grunde meteorologisch bedingte Variabilität bei der Beurteilung einzelner Untersuchungsserien stets vor Augen halten, um nicht zu falschen generalisierenden Schlüssen zu kommen.

Literaturverzeichnis

- MCALLISTER, C. D., N. SHAH, J. D. H. STRICKLAND (1964): J. Fish. Res. Bd. Canada 21, 159—181. — PONT, G. DAL, B. NEWELL (1963): Suspended organic matter in the Tasman Sea. Australian Journal of Marine and Freshwater Research Vol. 14, 155—165. — DUURMA, E. K. (1960): Dissolved organic carbon, nitrogen and phosphorus in the sea. Netherlands Journal of Marine Research 1, 1 1960, 1—148. — KAY, H. (1954): Eine Mikromethode zur chemischen Bestimmung des organisch gebundenen Kohlenstoffs im Meerwasser. Kieler Meeresforschungen X, Heft 1, 26—36. — KOSKE, P. H. (1964): Über ein potentiometrisches Verfahren zur Bestimmung von Chloridkonzentrationen im Meerwasser. Kieler Meeresf. 20, 138—142. — KREY, J. (1951): Quantitative Bestimmung von Eiweiß mittels der Biuretreaktion. Kieler Meeresforschungen Vol. 8, S. 16—29. — KREY, J. (1957): Über die Bestimmung von Eiweiß im Plankton mittels der Biuretreaktion. Kieler Meeresforschungen Bd. XIII, 35—40. — KREY, J. (1961): Beobachtungen über den Gehalt an Mikrobiomasse und Detritus in der Kieler Bucht 1958—1960. Kieler Meeresforschungen XVII, 163—175. — KREY, J., SZEKIELDA, K.-H. (1965): Bestimmung des organisch gebundenen Kohlenstoffs im Meerwasser mit einem neuen Gerät zur Analyse sehr kleiner Mengen CO_2 . Z. analyt. Chemie, Bd. 207, 338—346. — MENZEL, D., VACARRO, R. F. (1964): The measurement of dissolved organic and particulate carbon in sea water. Limnology and Oceanography Vol. 9, 138—142. — OPPENHEIMER, C. H., CORCORAN, E. F., VAN ARMAN, J. (1963): Method for the determination of organic carbon in sea water. Limnology and Oceanography Vol. 8, 487—488. — SZEKIELDA, K.-H. (1962): Die Mikroelementaranalyse in organischen Stoffen. Chemie für Labor und Betrieb 52—56. — SZEKIELDA, K.-H. (1963): Die Mikroelementaranalyse in organischen Stoffen XII: Die Automatisierung der Elementaranalyse. Chemie für Labor und Betrieb 500—506. — SZEKIELDA, K.-H. (1963): Die Bestimmung des partikulär gebundenen Phosphors im Meerwasser mit der Kolbenmethode. Kieler Meeresforschungen Bd. XIX, 16—19. — SZEKIELDA, K.-H. (1964): Beitrag zur Bestimmung kleiner Mengen Kohlendioxyd. Z. analyt. Chemie Bd. 204, 81—86. — SZEKIELDA, K.-H., KREY, J. (1965): Die Bestimmung des partikulären, organisch gebundenen Kohlenstoffs im Meerwasser mit einer neuen Schnellmethode. Mikrochim. Acta 149—159. — WILSON, R. F. (1961): Measurement of organic carbon in sea water. Limnology and Oceanography Vol. 6, 259—261.