

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Das Werk bzw. der Inhalt 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 Urheberrechtsinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

Copyright and Moral Rights for this thesis are retained by the author and/or other copyright owners. 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.

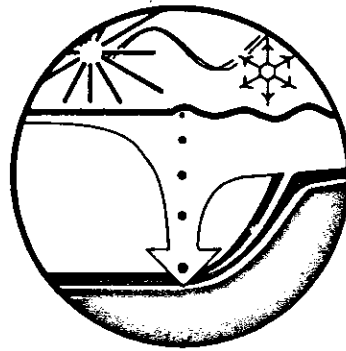
29. April 1990

BERICHTE

aus dem

SONDERFORSCHUNGSBEREICH 313

"SEDIMENTATION IM EUROPÄISCHEN NORDMEER"



Nr. 27

**Methodische Ansätze zur Bearbeitung
von bodennahen Trübezonen**

W. RITZRAU

CHRISTIAN-ALBRECHTS-UNIVERSITÄT ZU KIEL • 1990

z 945

Nr. 27



**Methodische Ansätze zur Bearbeitung
von bodennahen Trübezonen**

W. Ritzrau

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
2.	Material und Methoden.....	4
2.1.	Probennahme.....	4
2.2.	Gerätebeschreibung.....	5
2.3.	Analysen.....	7
2.3.1.	Sestontrockengewicht.....	7
2.3.2.	Partikulärer Kohlenstoff (POC) und partikulärer Stickstoff (PON).....	7
2.3.3.	Chlorophyll a.....	7
2.3.4.	Protein, organische Stickstoffverbindungen, Geopolymere und Phenole.....	7
2.3.5.	Protein und proteinähnliche Verbindungen.....	8
2.3.6.	Sauerstoffbestimmung.....	9
2.3.7.	Bestimmung der Bakterienzahl und – Biomasse.....	9
3.	Ergebnisse.....	11
3.1.	Beschreibung der Meteorologischen Situation während des Untersuchungszeitraums 1.10.1989 bis 28.02.1990.....	11
3.2.	Beschreibung der hydrographischen Situation im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.....	12
3.2.1.	Gabelsflach.....	12
3.2.2.	Boknis - Eck.....	15
3.3.	Beschreibung der einzelnen Parameter über den Untersuchungszeitraum.....	18
3.3.1.	Gabelsflach 19m.....	18
3.3.1.1.	Seston.....	18
3.3.1.2.	Chlorophyll a (Chl.a).....	18
3.3.1.3.	POC (partikulärer organischer Kohlenstoff).....	20
3.3.1.4.	PON (partikulärer organischer Stickstoff) und C/N - Verhältnisse.....	20
3.3.1.5.	LOWRY - Protein.....	22
3.3.2.	Boknis - Eck 19m.....	23
3.3.2.1.	Seston.....	23
3.3.2.2.	Chlorophyll a (Chl.a).....	23
3.3.2.3.	Partikulärer organischer Kohlenstoff (POC).....	25

3.3.2.4.	Partikulärer organischer Stickstoff (PON) und C/N - Verhältnisse.....	25
3.3.2.5.	LOWRY - Protein.....	27
3.3.3.	Boknis - Eck 24m.....	28
3.3.3.1.	Seston.....	28
3.3.3.2.	Chlorophyll a (Chl.a).....	30
3.3.3.3.	Partikulärer organischer Kohlenstoff (POC).....	30
3.3.3.4.	Partikulärer organischer Stickstoff (PON) und C/N - Verhältnisse.....	31
3.3.3.5.	LOWRY - Protein.....	33
3.4.	Beschreibung der Vertikalprofile ausgesuchter Parameter der einzelnen Ausfahrten.....	34
3.4.1.	Gabelsflach.....	34
3.4.1.1.	Seston.....	34
3.4.1.2.	POC zu Seston Verhältnisse.....	34
3.4.1.3.	LOWRY - Protein.....	36
3.4.1.4.	RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse.....	38
3.4.2.	Boknis - Eck 19m.....	40
3.4.2.1.	Seston.....	40
3.4.2.2.	POC zu Seston Verhältnisse.....	40
3.4.2.3.	LOWRY - Protein.....	42
3.4.2.4.	RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse.....	42
3.4.3.	Boknis - Eck 24.....	45
3.4.3.1.	Seston.....	45
3.4.3.2.	POC zu Seston - Verhältnisse.....	45
3.4.3.3.	LOWRY - Protein - Konzentrationen.....	47
3.4.3.4.	RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse.....	47
3.5.	Bakterien.....	50
3.5.1.	Zellgröße von Bakterien und deren Verteilung im bodennahen Bereich.....	50
3.5.2.	Bakterielle Biomasse.....	52
3.5.3.	Qualitative Beschreibung von rasterelektronenmikros - kopischen Fotos.....	53
3.6.	Beschreibung der Ergebnisse der Ausfahrt zum Mittelgrund am 21.3.1990.....	55
3.6.1.	Hydrographie.....	55
3.6.2.	Seston.....	56

Inhaltsverzeichnis

3.6.3.	Chlorophyll a (Chl a).....	57
4.	Diskussion.....	59
4.1.	Methodenkritik.....	59
4.2	Die bodennahe Trübezone (BTZ) der Kieler Bucht.....	62
4.3.	Entstehung und Bedeutung der BTZ für die Kieler Bucht.....	70
5.	Zusammenfassung.....	73
6.	Literaturverzeichnis.....	74
7.	Anhang.....	80

1. Einleitung

Die Nahrungsversorgung der heterotrophen Benthosorganismen, unterhalb der euphotischen Schicht, erfolgt über den angrenzenden bodennahen Wasserkörper (GRAF, 1989). Dieser ist geprägt durch Überlappung verschiedenster abiotischer und biotischer Faktoren. Zu den abiotischen Faktoren zählen hydrographische wie Einstromsituationen oder Aufbrechen von Dichtesprungschichten, aber auch hydrodynamische Ereignisse wie z.B. Resuspension (McCAVE, 1986, MUSCHENHEIM, 1987, WAINWRIGHT, 1987). Innerhalb dieses Wasserkörpers finden biologische Prozesse z.B. in Form von mikrobieller Produktion statt. Bioturbationsprozesse, d.h. Biodeposition und Bioentrainment (aktives Einbringen von Stoffen in die Wassersäule), fördern den Austausch von Partikeln, aber auch von gelösten organischen Substanzen (DOM) zwischen dem bodennahen Wasser und dem Sediment (LABABERA, 1980, JUMARS und NOWELL, 1984, NOWELL und JUMARS, 1984, GRAF, 1989, LOO und ROSENBERG, 1989, WAINWRIGHT, 1990).

Die Definition der vertikalen Ausdehnung des „bodennahen Bereiches“ und deren Benennung ist abhängig von dem theoretischen und methodischen Ansatz, mit dem dieser Wasserkörper bearbeitet werden soll. Dadurch ergeben in der Literatur verwirrende Begriffsüberschneidungen. Im folgenden Abschnitt werden drei unterschiedliche wissenschaftliche Ansätze zur Bearbeitung von Prozessen in „bodennahen Wasserkörpern“ vorgestellt.

- in der Tiefsee werden optische Methoden zur Erfassung der räumlichen Ausdehnung von „Boden - Nepheloid - Schichten (BNL)“ eingesetzt.
- in der „benthic turbidity zone“ (BTZ) im Flachwasser werden neben optischen Geräten klassische Meßverfahren der Planktologie angewendet, wobei z.B. RHOADS (1984) die bodennächste Probe in 1m Höhe über dem Sediment gewinnt.
- Wechselwirkungen zwischen Sediment und strömenden Bodenwasserkörpern werden basierend auf einer hydrodynamischen Fragestellung in Strömungskanälen bearbeitet.

McCAVE (1982) und GARDNER (1985) definieren die „bottom nepheloid layer (BNL)“ für die Tiefsee ausgehend von einem Minimum der Partikelkonzentration in mittleren Wassertiefen als einen Wasserkörper mit

zum Meeresboden hin zunehmender Partikelmenge. „Bottom nepheloid layer“ mit vertikalen Ausdehnungen bis zu 2000m über dem Meeresboden sind flächendeckend für den Atlantik beschrieben (BISCAYE und EITREIM, 1977, EITREIM et al., 1976). Die Erfassung dieser Wasserkörper geschieht mit Hilfe von Transmissiometern, d.h. Abschätzungen der Partikelkonzentrationen erfolgen durch Messung der Lichtschwächung infolge von Trübung. Diese Trübung nimmt zum Sediment hin zu. Häufig sind „bottom nepheloid layer“ gut korreliert mit hydrographisch charakteristische Wasserkörpern (McCAVE et al., 1980).

Im Flachwasser beschreibt RHOADS (1984) eine Saisonalität der „benthic turbidity zone“ (bodennahe Trübezone), BTZ, der Chesapeake - Bay anhand von Trübungsprofilen und den planktischen Parametern Seston, Chlorophylla, partikulärer organischer Kohlenstoff (POC) und partikulären organischen Stickstoff (PON). Dieser bodennahe Wasserkörper ist geprägt einerseits durch den starken Gezeiteneinfluß in der Chesapeake - Bay, andererseits durch das saisonale Auftreten von sediment - stabilisierenden Benthosorganismen, wie z.B. *Polydora* - Rasen. Die räumliche Ausdehnung der BTZ liegt im Bereich bis 10m über dem Meeresboden und ist wie in der Tiefsee eng mit hydrographischen Bedingungen verknüpft.

NOWELL und JUMARS (1984) verfolgen bei Definition der „benthic boundary layer“ (BBL, benthische Grenzschicht), basierend auf experimentell in Strömungskanälen gewonnenen Daten, einen hydrodynamischen Ansatz. Ausgehend von einer eindimensional gerichteten Horizontalströmung gliedern sie die BBL in eine Log. - Schicht, in der die Strömung zum Sediment hin logarithmisch abnimmt. Diese Schicht erstreckt sich in circa 10cm Abstand über dem Sediment. MUSCHENHEIM (1987) findet im bodennahen Bereich bis 10cm Höhe über dem Sediment Gradienten in bezug auf Partikelmenge und Partikelqualität. Er führt diese unterschiedliche Verteilung der Partikel auf hydrodynamische Sortierung zurück. Die Log. - Schicht ist unterlagert von einer 1cm - 2cm dicken viskösen Unterschicht mit linear abfallendem Strömungsgradienten. Das Vorhandensein einer sehr dünnen strömungslosen diffusiven Grenzschicht direkt an der Sediment - Wasser - Grenze ist von der Strömungsgeschwindigkeit und dadurch bedingte Turbulenzen abhängig. HALL et al. (1989) berechnet mit Hilfe von Sauerstoffgradienten an der Sediment - Wasser - Grenzschicht eine Dicke dieser diffusiven Grenzschicht von bis zu 2 mm. Aufgrund der in der Natur real existierenden

Strömungsgeschwindigkeiten ist das Auftreten dieser Schicht eher unwahrscheinlich.

Das Konzept dieser Arbeit beruht auf dem Versuch die Größenordnungen des experimentell hydrodynamischen Ansatzes im Zentimeterbereich mit kombinierten Meßmethoden aus Planktologie und Benthologie für ein Flachwassergebiet zu vereinen. Es soll das Auftreten und die räumliche Ausdehnung einer bodennahen Trübezzone, BTZ, in der Kieler Bucht untersucht werden. Mit Hilfe eines modifizierten Bodenwasserschöpfers erfolgt eine vertikale Auflösung des bodennahen Wasserkörpers bis in eine Höhe von 40cm in vier definierte Probenhöhen über dem Sediment. Diese Probennahme erlaubt die Erfassung von Gradienten der Partikelmenge und Partikelqualität *in situ* direkt über dem Meeresboden. Auftretende Änderungen der in der Sestonkonzentration und – zusammensetzung sollen in Zusammenhang mit meteorologischen und hydrographischen Ereignissen gesetzt werden. Die gewonnenen Ergebnisse sollen dahingehend betrachtet werden, inwieweit Modellvorstellung der vertikalen Partikelverteilung basierend auf Daten aus Strömungskanälen auf die bodennahe Trübezzone der Kieler Bucht angewendet werden können. Änderungen der Bakterienbiomasse durch laterale Advektion und Resuspension und die damit verbundene Erhöhung des Nahrungswertes der Partikel für Benthosorganismen soll abgeschätzt werden.

2. Material und Methoden

2.1 Probennahme

Für die Untersuchung der Partikelmenge und -zusammensetzung der bodennahen Trübezone in der Kieler Bucht wurden im Zeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990 acht Ausfahrten mit dem FK "Littorina" durchgeführt. Eine Station in der offenen Kieler Bucht befand sich auf dem Gabelsflach (19m) (54°33,30'N 10°05,70'E), küstennah wurde im Bereich des "Hausgartens" nahe Boknis - Eck auf 19m (54°32,33'N 10°03,05'E) und 24m (54°32,00'N 10°03,00'E) gearbeitet.

Tabelle 1 zeigt Ausfahrtsdaten sowie die fortlaufenden Stationsnummern.

Datum	Gabelsflach		Boknis - Eck	
	19m	24m	19m	
17.10.89	1	4	3	
26.10.89	5	6	7	
13.11.89	8	9	10	
21.11.89	11	12	13	
11.12.89	14	15	16	
19.12.89	17	18	19	
12.01.90	20	21	22	
21.02.90	23	25	24	

Der Arbeitsablauf jeder Station begann und endete jeweils mit der Aufnahme eines Vertikalprofils von Temperatur, Salzgehalt sowie Transmission mit der Multisonde MS 28. Das Probenwasser aus 7 cm, 12 cm, 20 cm und 40 cm über dem Sediment wurde mit Hilfe des modifizierten Bodenwasserschöpfers (BWS) von EVERSBERG (1990, im Druck) gewonnen, siehe auch 2.2.. Zusätzliche Höhen wurden auf beiden 19m Stationen in 1m bzw. 3m Höhe über Grund mit Hilfe von 5 - L Niskin - Schöpfern beprobt. Basierend auf Multisonden - Profilen wurde auf der Boknis - Eck 24m Station der oberste Schöpfer oberhalb der untersten Dichtesprungschicht plaziert. Zur Bearbeitung der Parameter Seston, partikulärer organischer Kohlenstoff (POC), partikulärer organischer Stickstoff (PON), Chlorophyll a, sowie LOWRY - Protein und RICE - Protein

wurden an Bord je 0.5 Liter des Wassers jeder Probentiefe auf vorgeglühte Whatman GF/F - Filter (angegebene Porengröße 0,45 μm), filtriert und anschließend tiefgefroren. Für die Bestimmung der Gesamtbakterienzahlen wurden jeweils ca. 100 ml Probenwasser mit 2 ml 37%-igem Formol fixiert. Die Ermittlung der Sauerstoffgehalte im bodennahen Bereich erfolgte über Winklertitration.

Neben der Zeitreihe auf den Routinestationen Gabelsflach und Boknis - Eck sollte auf einer zusätzlichen Ausfahrt am 21.3.1990 der Einfluß eines Suspensionsfresserfeldes auf die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Partikelkonzentration der BTZ untersucht werden. Dazu wurde basierend auf Literaturdaten (ARNTZ et al. 1976) als Untersuchungsgebiet der Nord - West - Hang des Mittelgrundes gewählt. Zu Beginn wurde mit Hilfe einer Videokamera, einem Kompass und einer Strömungsfahne die Strömungsrichtung des bodennahen Wasser ermittelt. Davon ausgehend wurde in 19m Tiefe beginnend auf einer Station "West" ($54^{\circ}30,67'N$ $10^{\circ}02,38'E$) stromaufwärts ein hangparalleles Profil über eine Station "Mitte" ($54^{\circ}31,19'N$ $10^{\circ}03,44'E$) bis auf die nordöstliche Spitze des Mittelgrundes mit der Station "Ost" ($54^{\circ}31,37'N$ $10^{\circ}04,60'E$) gelegt. Auf jeder Station wurden hydrographische Daten mit der Multisonde aufgenommen, sowie mit dem Bodenwasserschöpfer Wasserproben in 7cm, 12cm, 20cm und 40cm genommen. Als Parameter wurden Seston und Chlorophyll a bearbeitet. Die Probennahme zur Bearbeitung der Sedimentparameter sowie der Makrofauna erfolgte durch Herrn Dr. Linke und Herrn Thomsen mit Hilfe eines Großkastengreifers und eines Multiple - Corers.

2.2 Gerätebeschreibung

Mit dem modifizierten bodennahen Wasserschöpfer (BWS), (ABB. 1) nach EVERSBERG (1990, im Druck) ist es möglich, mit Hilfe von vier Probennehmern während eines Einsatzes 4 Wasserproben von je 8 Liter aus definierten Abständen von 7 cm, 12 cm, 20 cm, und 40 cm zum Meeresboden zu erhalten. Ein Probennehmer besteht aus einem zylindrischen PVC - Behälter, an dem nach unten ein Rohr mit Kugelventil und endständigem konusförmigem Wassereinlaß angeflanscht ist. Dieser Aufbau des Schnorchels, mit einem ca. 3mm breiten Einstromschlitz am weiten Ende des PVC - Konus, bietet den besten hydrodynamischen Kompromiß zwischen ungestörter Probennahme und Geräteartefakten. Um ein Einsinken des Gerätes in den Meeresboden zu vermeiden, stand der

2. Material und Methoden

EVERSBERG - Schöpfer auf einer 140 cm * 140 cm großen Grundplatte aus Gitterrostmaterial. Für den neuen Bodenwasserschöpfers wurde ein vierfüßiger Rahmen entwickelt. Dadurch kann das Sediment unter dem Schöpfer vom Bodenwasser aus allen Richtungen ungestört überströmt werden. Die zentrale Anordnung der Probennehmer in dem vierfüßigen Rahmen gewährleistet eine freie Anströmung der Einstromschlitze aus allen Strömungsrichtungen. Vor dem Einsatz werden die Schöpfer entsprechend der Einsatztiefe über einen Schlauch mit N₂ - Überdruck versehen, sodaß während des Absetzens des Gerätes kein Wasser eindringen kann. Nach einer Verweildauer von ca. 5 Minuten. am Grund, die zum Verdriften von aufgewirbeltem Sediment nach Videokontrolle als ausreichend erachtet wird, wird dem Umgebungswasser durch Druckminderung im System (über ein Ventil an Deck) langsames Eindringen in den Schöpfer ermöglicht. Ist der Druck im System auf 0 bar gesunken, erfolgt die Aufnahme des Gerätes an Deck. Beim Hieven schließt das Eigengewicht des Probenwassers die Kugelventile mechanisch.

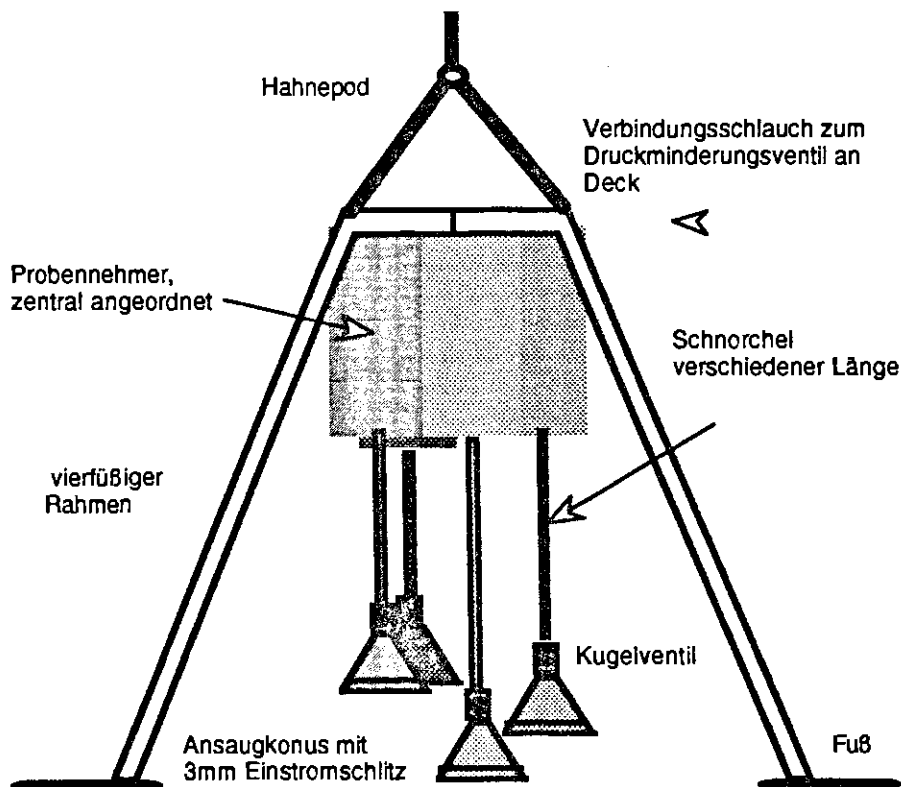


Abb. 1 Darstellung des modifizierten Bodenwasserschöpfers. Die Maße des Gerätes betragen 1,6m * 1,6m * 1,3m. Durch den weiten Abstand zwischen den Beinen können die Ansaugkonus aus allen Richtungen frei angeströmt werden, sodaß von einer ungestörten horizontalen Strömung im Bereich der Einstromschlitze ausgegangen werden kann..

2.3 Analysen

2.3.1. Sestontrockengewicht

Das Trockengewicht des Sestons ist nach LENZ (1971) mit Einzelbestimmungen bearbeitet worden. Basierend auf 12 Parallelproben aus einem Mischwasser wurde ein mittlerer Fehler von 15,6 % errechnet.

Bei vier *in situ* Parallelproben, die durch einen viermaligen Einsatz des Bodenwasserschöpfers nacheinander im Abstand von jeweils 60 Minuten am 26.10.1989 gewonnen wurden, wurde ein mittlerer Fehler von 20,2 % (n = 6) ermittelt.

2.3.2. Partikulärer Kohlenstoff (POC) und partikulärer Stickstoff (PON)

Beide Parameter wurden mit Hilfe eines CHN - Analyser Modell Perkin - Elmer 240 C bestimmt. Anorganisches Karbonat wurde durch eineinhalbstündiges Bedampfen mit rauchender Salzsäure (HCL) in einem geschlossenen Kasten ausgetrieben.

2.3.3. Chlorophyll a

Chlorophyll a als Parameter für den Phytoplanktonanteil am Seston wurde gemäß der Anleitung von JEFFREY & HUMPHREY (1975) bestimmt. Bei 10 Parallelbestimmungen aus einem Mischwasser ergab sich ein mittlerer Fehler von 8,7 %. Vier *in situ* Parallelen am 26.10.1989 ergaben einen mittleren Fehler von 12,5% (n=6).

2.3.4. Protein, organische Stickstoffverbindungen, Geopolymere und Phenole

Die Bestimmung der Gesamt - Organostickstoff - Verbindungen, Geopolymere und Phenole erfolgte neben der CHN - Analyse auch colorimetrisch nach LOWRY et al. (1951). Die Eichung erfolgte über eine Rinder - Serum - Albumin (BSA) Konzentrationsreihe. Aufgrund des hohen analytischen Fehlers sind drei Parallelen bearbeitet worden. Dieser Parameter als Gemisch aus Protein, Geopolymeren, Phenolen und organischen Stickstoffverbindungen (siehe auch 2.3.5.) wird in der Folge als LOWRY - Protein bezeichnet.

2.3.5. Protein und proteinähnliche Verbindungen

Da bei der sogenannten Protein - Methodik nach LOWRY starke Interferenzen mit Huminstoffen auftreten können, wurde zusätzlich eine Abschätzung der Proteine und proteinähnlichen Substanzen mit Hilfe einer modifizierten LOWRY - Methode für Sedimente nach RICE (1982) durchgeführt. Diese Methode beruht darauf, daß CuSO_4 mit C - N - Bindungen einen Tetramin - Komplex eingeht. Eine Intensivierung der Blaufärbung erfolgt durch Reduktion eines Phosphomolybdat - phosphotungstin - Komplexes (Folin - Ciocalteus - Reagenz) durch phenolische Verbindungen. Geopolymere, Phenole, jedoch auch die aromatischen Aminosäuren Tryptophan und Tyrosin, und andere organische Stickstoffverbindungen zeigen im Gegensatz zu Proteinen auch ohne CuSO_4 - Zugabe eine Blaufärbung, die photometrisch ebenfalls meßbar ist. Bildet man nun die Differenz zwischen Gesamt - Organostickstoff - Verbindungen nach (LOWRY mit CuSO_4) und der Fraktion der Geopolymere, Phenole sowie Tryptophan und Tyrosin (ohne CuSO_4), erhält man den Anteil der Proteine und proteinähnlichen Substanzen. Auch hier wurden Dreifach Bestimmungen durchgeführt. Es ist anzumerken, daß eventuell. Stickstoff in Triglyceriden oder aminierten Fettsäuren durch beide Methoden nicht erfasst wurde.

Der eigentliche Analysenvorgang gestaltete sich wie folgt:

Das filtrierte Material auf den Glasfaserfiltern wurde in 2ml NaOH (1N) über 24 h bei Raumtemperatur hydrolysiert.

Die 2ml Hydrolysat wurden in 2 x 1ml (A,B) getrennt und 1:5 mit Aqua Dest. verdünnt, um eine 0.2 normale Lösung zu erhalten.

Die weitere Bearbeitung der Proben A und B erfolgte gemäß des folgenden Schemas.

A	B
5ml Probe, 0,2N	5ml Probe, 0,2N
+	+
5ml LOWRY - Lsg. A (ohne CuSO_4)	5ml LOWRY - Lsg. D (mit CuSO_4)

Nach ca. 10 Minuten schnelle Zugabe von 1ml Folin - Ciocalteus - Reagenz. Anschließend kräftiges Schütteln.

Die photometrische Messung bei 750 nm konnte nach Stabilisierung des blauen Komplexes nach etwa 30 Minuten erfolgen. Die Eichung erfolgte für beide Ansätze über eine Rinder - Serum - Albumin (BSA)

Konzentrationsreihe. Somit war es möglich, die jeweiligen Konzentrationen der Gesamt - Organostickstoff - Verbindungen (mit CuSO_4) **A** und der Geopolymere, Phenole, sowie Tryptophan und Tyrosin (ohne CuSO_4) **B** zu bestimmen. Die Berechnung der proteinähnlichen Fraktion **C** beruht auf der Differenzbildung der Endkonzentrationen :

$$\text{Konz. A [} \mu\text{g/l]} - \text{Konz. B [} \mu\text{g/l]} = \text{Konz. C [} \mu\text{g/l]}$$

Im weiteren wird dieser Parameter RICE - Protein genannt.

2.3.6. Sauerstoffbestimmung

Sauerstoffgehalte dienten als Indikator dafür, ob das Gerät wirklich verschiedene Wässer über dem Boden beprobt hat. Die Bestimmung erfolgte nach WINKLER (GRASSHOFF, 1979).

2.3.7. Bestimmung der Bakterienzahl und – Biomasse

Unter der Annahme, daß die bodennahen Wasserproben resuspendierte Partikel enthalten, gestaltete sich die Probenvorbereitung in Anlehnung an die von MEYER - REIL (1978) beschriebene modifizierte Methode der Epifluoreszenz - Mikroskopie. 100 ml Wasserprobe der jeweilige Probentiefe wurde mit 2 ml gepufferter 37 %iger Formalin - Lösung (steril filtriert) fixiert. Um eine Ablösung der eventuell an Partikeln angehefteten Bakterien zu gewährleisten, wurde eine Unterprobe von 10 ml einer Ultraschallbehandlung (Branson Sonifier 250) bei 40 kHz von 2 x 5 Sekunden ausgesetzt. Unmittelbar im Anschluß, um einer erneuten Aggregation der Bakterienzellen vorzubeugen, wurden 1 bis 2,5 ml der Unterprobe auf schwarz gefärbte (Irgalan - Schwarz) Nucleopore Polycarbonatfilter ($0,2 \mu\text{m}$) abfiltriert und mit Acridine Orange 5 min. gefärbt. Das Auszählen und Photographieren der Bakterien erfolgte mit einem Epifluoreszenzmikroskop (Zeiss, Axiowert 35, Anregung bei 490 nm) bei 1000facher Vergrößerung. Es wurden nur Stäbchen, Kokken, gekrümmte und gebogene Bakterien mit eindeutig erkennbarer klarer Umrißlinie gezählt. Zur Ermittlung der Zellzahl wurden etwa 800 - 1500 Bakterien auf 30 Rasterfeldern unter dem Mikroskop ausgezählt und die Gesamtbakterienzahl über Multiplikationsschritte bestimmt (Rasterfläche $10000 \mu\text{m}^2$, Filterfläche $3,33 \text{ cm}^2$). Zur Ermittlung der bakteriellen Biomasse und der Größenklassenverteilung wurde die von THOMSEN (1989) beschriebene Methode der computerunterstützten Bildanalyse verwendet. Dazu wurden von Gesichtsfeldern Dias angefertigt und über die Bildverarbeitungsanlage

100 Bakterien gezählt und vermessen. Die Zellvolumina wurden bei Kokken als Rotationsellipsoid und bei Stäbchen als Zylinder mit aufgesetzten Polkappen errechnet. Eine Bakterienzelle wurde als Zylinder angesehen, sofern das Längen zu Breiten Verhältnis ≥ 2 war. Nach THOMSEN (1989) lauten die gekürzten Formeln:

Für den Zylinder:

$$\text{Volumen in } \mu\text{m}^3 = (\pi/4) * \text{Breite} \mu\text{m}^2 * ((\text{Länge } [\mu\text{m}] - (\text{Breite } [\mu\text{m}]/3))$$

Für das Rotationsellipsoid:

$$\text{Volumen in } \mu\text{m}^3 = (\pi/6) * \text{Länge} \mu\text{m} * \text{Breite} \mu\text{m}^2$$

Die Umrechnung der in μm^3 ermittelten Zellvolumina in bakteriellen Biomassen erfolgte nach BRATBAK (1985) und BJOERNSSEN (1986) über die Formel:

$$\text{C.org in g} * \mu\text{m}^{-3} = 1.06 * \text{Volumen} * 10^{-13} * \mu\text{m}^{-3}$$

Üblicherweise werden die Werte in $\text{ng} * \mu\text{m}^{-3}$ angegeben.

3. Ergebnisse

3.1. Beschreibung der Meteorologischen Situation während des Untersuchungszeitraums 1.10.1989 bis 28.02.1990.

Alle Angaben beziehen sich auf tägliche Routinemessungen von Windrichtungen und maximalen Windgeschwindigkeiten in m/s des Messtages des Deutschen Wetterdienstes Schleswig (DWD) an der Messstation Leuchtturm Kiel. Es ist die gemittelte, sowie das Datum der niedrigsten und der höchsten aufgetretenen Tages - Spitzenwindgeschwindigkeit für den jeweiligen Zeitraum angegeben. In diesem Zusammenhang möchte ich mich herzlich für die freundliche Bereitstellung der meteorologischen Daten durch Herrn Rieper vom Wetteramt Schleswig bedanken. Die Monate Oktober 1989 bis Februar 1990 lassen sich in sechs Abschnitte (A - F) verschiedener Windrichtungen gliedern.

A Vom 11.10. bis 16.11. ist die Windrichtung Süd-West mit einer mittleren maximalen Windstärke von 15,1 m/s vorherrschend. Der höchste Wert von 23,7 m/s tritt am 11.10.1989, der niedrigste von 6,2 m/s am 11.11.1989 auf.

B Anschließend, zwischen dem 17.11. bis 21.11.1989, wechselt die Richtung auf Nord-Ost mit mittlerer Maximalwindstärke von 14,1 m/s. Am 17. und 18.11.1989 wird der Maximalwert von 16,0 m/s, am 20.11.1989 der Minimalwert von 9,3 m/s gemessen.

C Darauf folgt eine Phase von Nord-West-Winden im Zeitraum vom 22.11.1989 bis 12.12.1989 mit mittlerer Spitzenwindgeschwindigkeit von 14,2 m/s, dem Maximalwert von 25,8 m/s am 6.12.1989, sowie der Minimalwert von 7,2 m/s vom 30.11. bis 2.12.1989.

D Im Anschluß (13.12.- 25.12.1989) dreht der Wind auf Süd-West mit mittlerer Windstärke von 11,8 m/s. Das Maximum von 25,8 m/s tritt am 15.12.1989 auf. Am 16. und 17.12.1989 herrscht mit 0 m/s absolute Windstille. Leider ist der Ausfahrtstermin vom 19.12.1989 nicht in den Winddaten des DWD dokumentiert. Es wurden jedoch auf dem Schiff, FK Littorina, Böen von 11 Beaufort aus Süd-West gemessen.

E Es folgt eine Periode (26.12.89 - 3.1.90.) von süd - östlichen Winden mit mittlerer Tages-Spitzengeschwindigkeit von 9,9 m/s, maximaler von 17,5 m/s am 29.12.1989 und minimaler von 5,2 m/s am 1.1.1990.

F Der Januar und Februar 1990 sind geprägt von süd - westlichen Winden der Spitzengeschwindigkeiten im Mittel von 18,3 m/s. Am 26.1.1989 wird mit 38,1 m/s der Maximalwert des Untersuchungszeitraums erreicht. Am 15.2.1989 ist es mit 6,2 m/s eher windstill.

Der März 1990 ist von West - Winden geprägt.

In Abbildung 2 sind die Tages - Spitzenwindgeschwindigkeiten in m/s über den Untersuchungszeitraum dargestellt. Zusätzlich ist eine Glättung über drei Tage eingefügt, die einen Anstieg der Windstärken, besonders ab Mitte Dezember 1989, widerspiegelt.

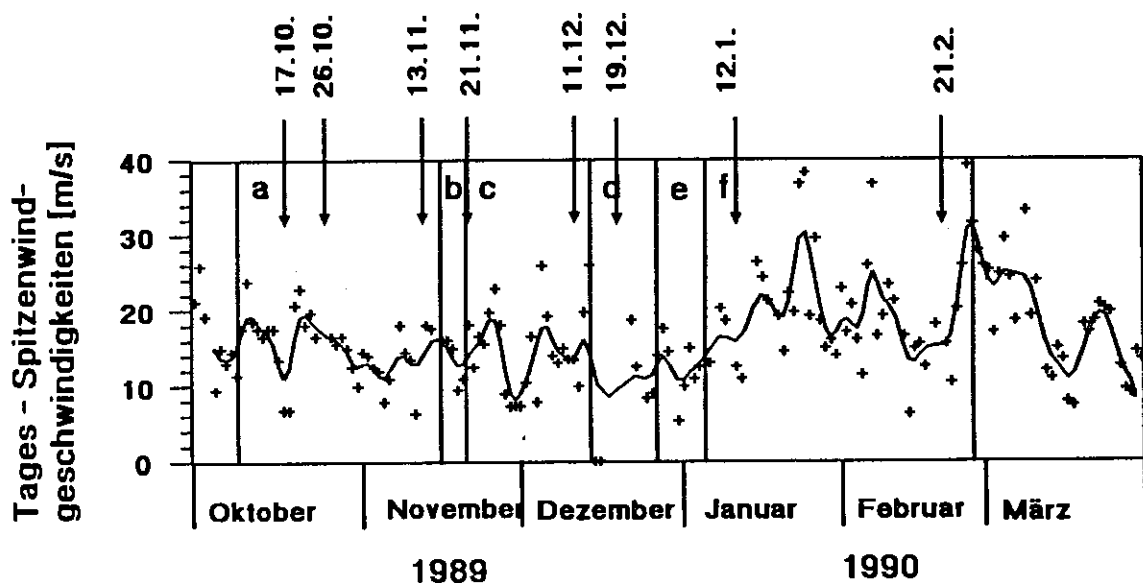


Abb. 2 Tages - Spitzenwindgeschwindigkeiten [m/s] über den Zeitraum vom 1.10.1989 bis 31.3.1990, gemessen an der Wetterstation Leuchtturm Kiel. Die eingefügte Kurve zeigt eine Glättung über 5 Tageswerte. a - f bezeichnen eine Einteilung nach vorherrschenden Windrichtungen (siehe Text 3.1). Die Pfeile deuten auf die Ausfahrtstermine.

3.2. Beschreibung der hydrographischen Situation im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Die Beschreibung der hydrographischen Situation im bearbeiteten Seegebiet beruht auf den routinemäßig aufgenommenen Multisondendaten während der einzelnen Ausfahrten.

3.2.1. Gabelsflach

Für die Station Gabelsflach 19m (Abbildung 3) läßt sich sagen, daß am 17.10.89 eine komplett durchmischte Wassersäule mit einer Temperatur $T = 12.5^{\circ}\text{C}$ und einer Salinität von $S = 16.5$ vorherrscht. Im Vergleich dazu muß

im Zeitraum bis zum 26.10.1989 ein Einstrom von salzreicherem ($S = 17.5$) Tiefenwasser stattgefunden haben. Dies läßt sich mit Hilfe der süd - westlichen Winde erklären, die das Oberflächenwasser der Eckernförder - Bucht in nord - östliche Richtung gedrückt haben und so zum Ausgleich salzreiches Tiefenwasser in die Bucht einströmen ließen. Am 13.11.1989 befindet sich in 13m Tiefe eine starke thermo - haline Sprungschicht. Warmes ($T = 11.5^{\circ}\text{C}$) salzreiches ($S = 21.7$) Tiefenwasser wird überlagert von kälterem ($T = 9.7^{\circ}\text{C}$) salzärmerem ($S = 17,7$) Oberflächenwasser. Niedrige Sauerstoffwerte (4 ml/l) deuten auf "altes" Tiefenwasser aus dem Rinnensystem der Kieler Bucht. Weitere Abkühlung des Oberflächenwassers auf 8.0°C scheint bis zum 21.11.1989 durch thermische Konvektion die T/S - Gradienten abgeschwächt zu haben. Eine Umkehrung der Windrichtung nach Nord - Ost bewirkt einen Stop der Einstromlage, sodaß sich die Situation am 13.11.1989 stabilisiert. Nord - westliche Winde und Abkühlung auf 5.0°C in der Folge lassen die stabile Schichtung aufbrechen. Die komplett durchmischte Wassersäule weist am 11.12.1989 auch in Bodennähe erhöhte Sauerstoffwerte von ca. 7.0 ml/l auf. Eine vergleichbare Situation bietet sich am 19.12.1989 dar. Durch weitere Abkühlung auf 4.5°C und Starkwind (11 Beaufort) sind die O_2 - Werte sogar noch höher als eine Woche zuvor. Süd - östliche und süd - westliche Winde haben bis zum 12.1.1990 einen Einstrom von salzreicherem ($S = 18.2$) und wärmeren (4.0°C) Tiefenwasser gefördert und so eine erneute Schichtung des Wasserkörpers bewirkt. Die recht stetige Süd - West Windlage über den Januar und Februar 1990 führt zu einer thermo - halinen Sprungschicht in 17m Tiefe mit Salinitäten von $S = 20.4$ im Oberflächen - und $S = 21.4$ im Tiefenwasser. Diese Schichtung zeigt sich ebenfalls in Bodennähe in abnehmenden Sauerstoffwerten von 7.0 ml/l am 21.2.1990, verglichen mit 7.6 ml/l am 12.1.1990.

Gabelsflach

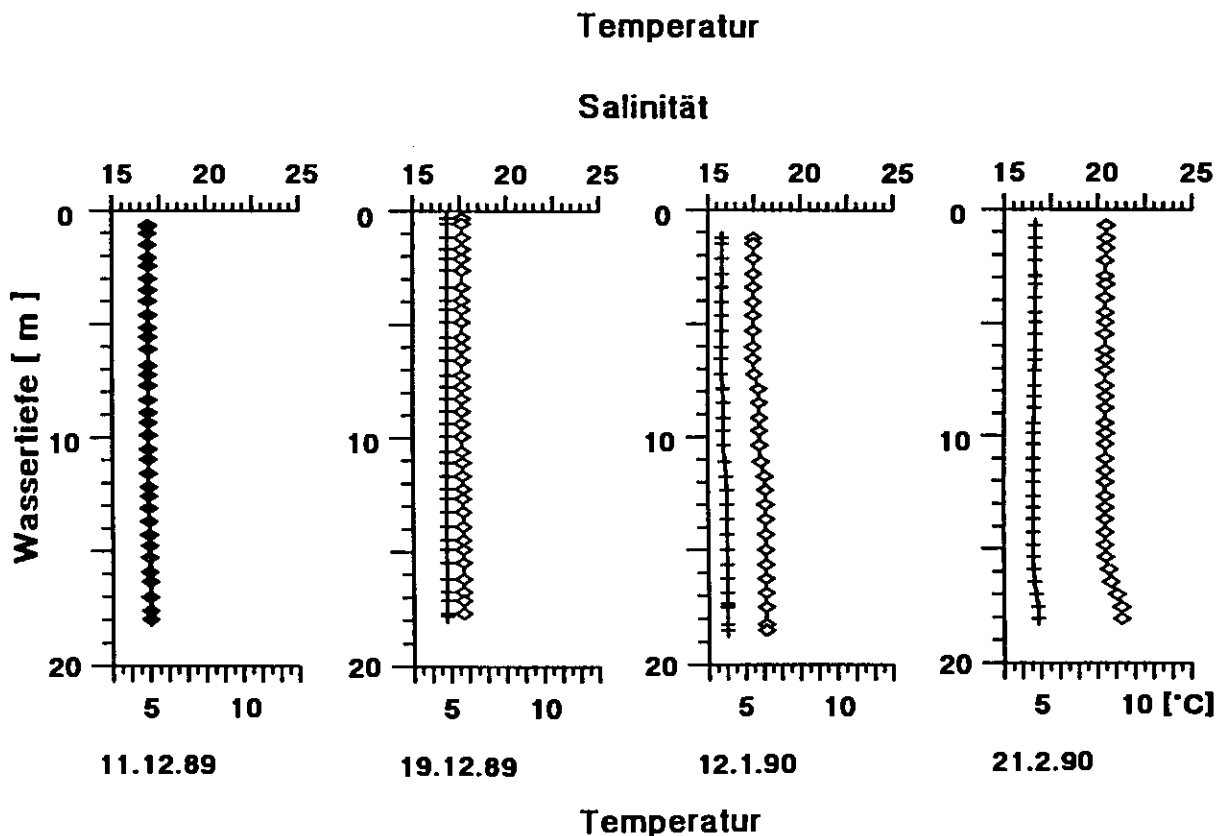
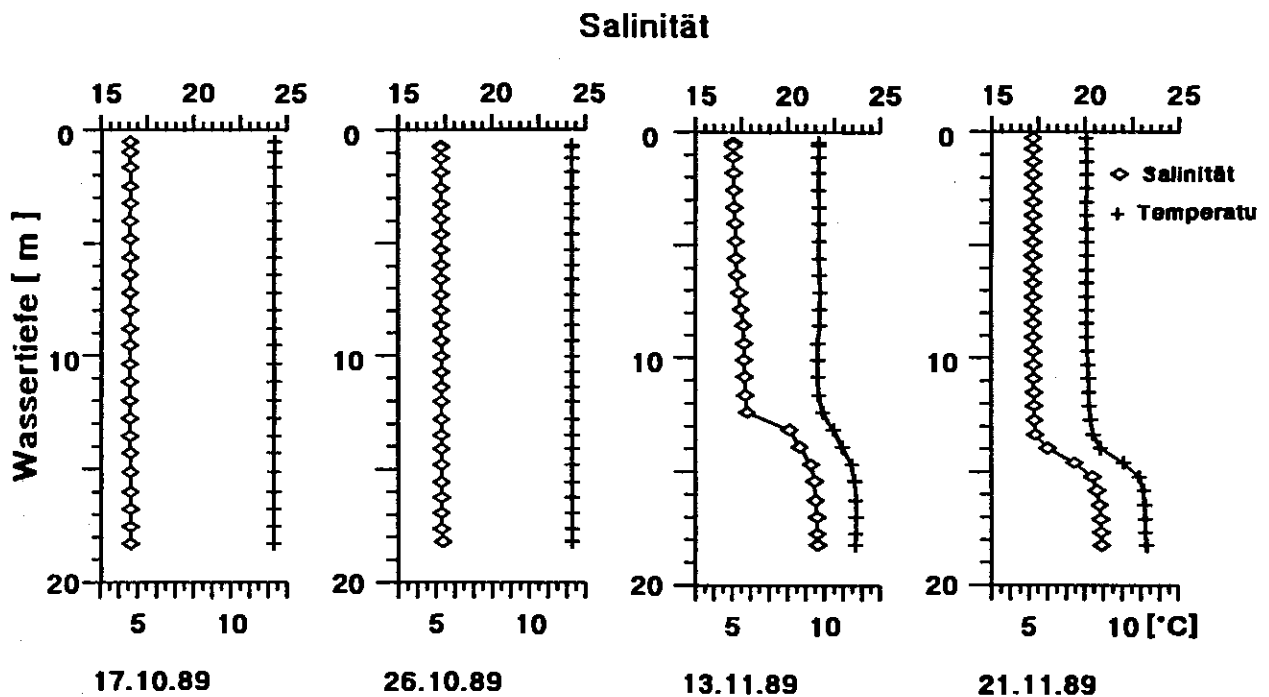


Abb. 3 Gabelsflach: Vertikalprofile von Temperatur [3 -13 °C] sowie Salinität [S = 15 - 25] der einzelnen Ausfahrtstermine vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Um einen besseren visuellen Eindruck der hydrographischen Situation über den Untersuchungszeitraum zu erhalten, sind in der graphischen Darstellung (Abbildung 4) die Tiefen der Dichtesprungschichten an den jeweiligen Ausfahrtsterminen aufgetragen und linear miteinander verbunden. Diese Linien umschließen, durch unterschiedliche Schraffuren markiert, hydrographisch verschiedene Wasserkörper. Kurzfristige Änderungen der hydrographischen Situation im Tages – oder Stundenbereich konnten aufgrund des zeitlich weitmaschigen Messnetzes nicht berücksichtigt werden.

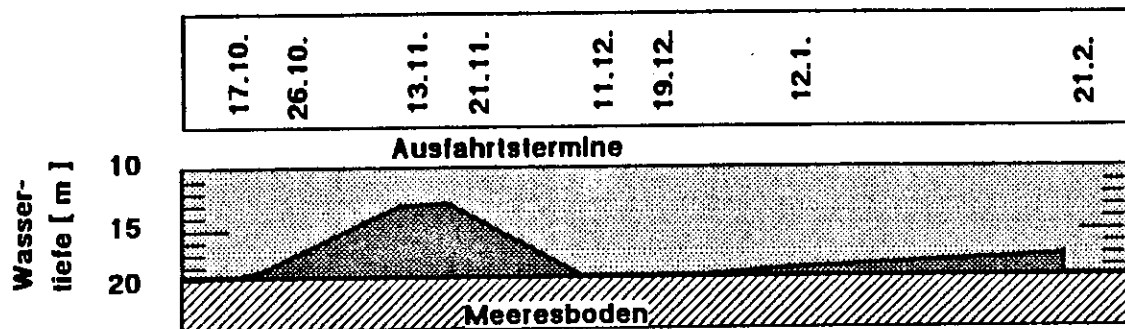


Abb. 4 Gabelsflach: Vereinfachte graphische Darstellung der hydrographischen Situation im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990. Unterschiedliche Schraffuren oberhalb des Meeresbodens stellen hydrographisch verschiedene Wasserkörper dar, die durch eine Sprungschicht (dicke Linie) voneinander getrennt sind. Die Pfeile deuten auf die einzelnen Ausfahrtstermine.

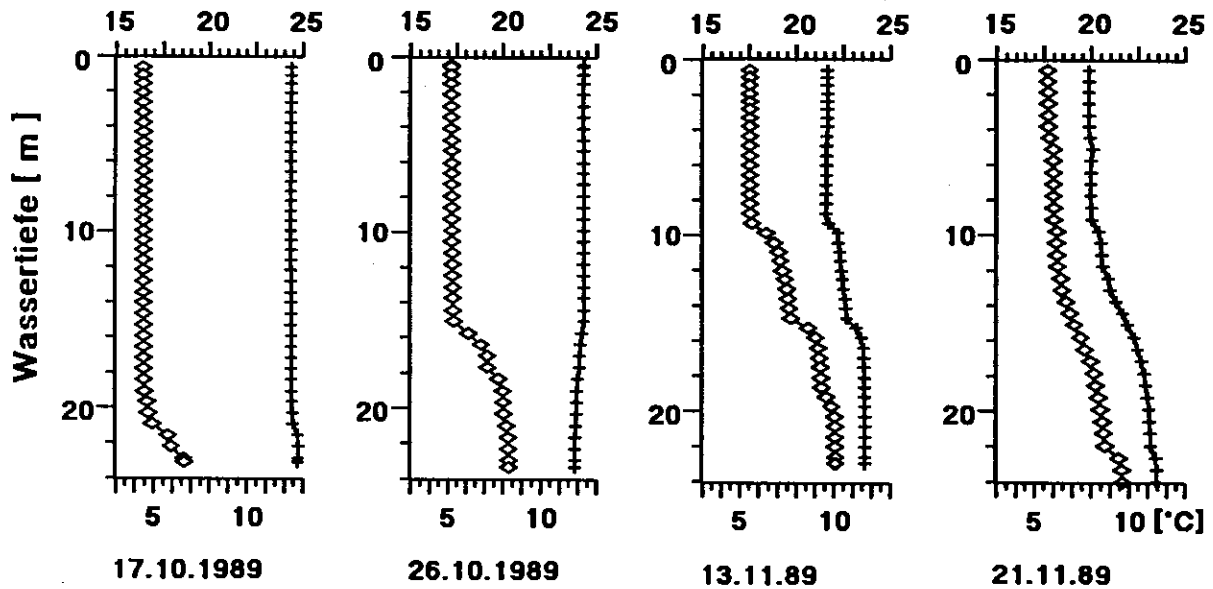
3.2.2. Boknis - Eck

Die Beschreibung der hydrographischen Situationen der Stationen Boknis - Eck 19m und 24m wird anhand der CTD – Daten der 24m Station durchgeführt (Abbildung 5). Am 17.10.1989 befindet sich in 21m Tiefe eine thermohaline Sprungschicht. Die Wassersäule oberhalb der 19m Station ist somit komplett durchmischt, mit O_2 – Gehalten von 6,5 mg/l. Unterhalb der Sprungschicht befindet sich salzreiches ($S = 18,5$) und warmes ($13,0^\circ C$) Tiefenwasser. Sauerstoffwerte zwischen 2,19 und 3,75 ml/l deuten auf gealtertes Wasser hin. Süd - westliche Winde bewirken bis zum 26.10.1989 einen Einstrom von salzreichem ($S = 20,4$) kaltem ($12,0^\circ C$) Tiefenwasser, das sich unter den Bodenwasserkörper vom 17.10.1989 lagert. So entsteht eine doppelte Schichtung in 15m und 19m Tiefe. Diese These wird untermauert, da im Vergleich zum Zwischenwasser mit 4,8 ml/l, das Tiefenwasser mit 5,0 ml/l höhere Sauerstoffgehalte aufweist. Süd – westliche Winde fördern im Zeitraum bis zum 13.11.1990 den Einstrom von "altem" salzreichem ($S = 22,0$) Wasser aus dem Rinnensystem der Kieler Bucht. Dies wird eben-

ebenfalls durch niedrige Sauerstoffwerte im Bereich von 4 ml/l bestätigt. Der Einstrom verschiebt die Sprungschichten auf 10 bzw. 15m Tiefe.

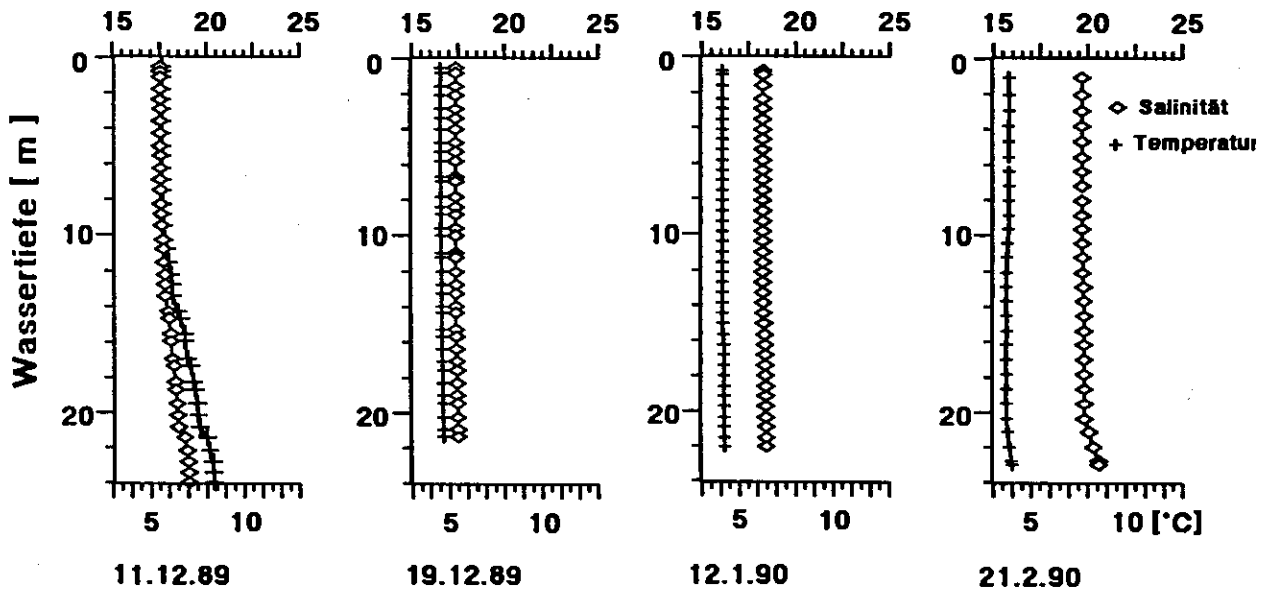
Boknis-Eck

Salinität



Temperatur

Salinität



Temperatur

Abb. 5 Boknis-Eck: Vertikalprofile von Temperatur [3 -13 °C] sowie Safinität [S = 15 - 25] der einzelnen Ausfahrtstermine vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Eine Abkühlung im Oberflächenwasser auf 9,7°C findet statt. Ähnlich wie bei der Gabelsfachstation scheint die Umkehrung der Windrichtung auf Nord - Ost diese hydrographische Situation zu stabilisieren. Bis zum 21.11.1989 bewirkt thermische Konvektion durch Abkühlung auf 8,0°C eine Vermischung der Wassermassen an ihren Grenzflächen. Die Abkühlung in der Zeit bis zum 11.12.1989 auf 5,6°C im Oberflächenwasser erzeugt Durchmischung und somit Abschwächung der thermischen und salinen Gradienten. Das Tiefenwasser bleibt im Vergleich zur Oberfläche jedoch wärmer ($T = 8,0^{\circ}\text{C}$). Am 19.12.1989 ist durch die vorherrschende Starkwindlage das Wasser bis auf 23m Wassertiefe komplett durchmischt mit einer Temperatur von 4,8°C und einer Salinität von $S = 17,6$. Süd - westliche Winde im Januar und Februar unterstützen einen Einstrom von wärmeren (4,8°C), salzreichem Wasser ($S = 21,4$). So entsteht am 21.2.1990 im 21m Tiefe eine Temperatur - Salzgehalts - Sprungschicht. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Station Boknis - Eck, 19m, stärkeren hydrographischen Schwankungen durch Einstromlagen und Durchmischung unterliegt als die tiefere Boknis - Eck Station. Diese liegt zumindest im bodennahen Bereich bis 50cm über dem Sediment ständig unterhalb einer Sprungschicht, was sich anhand niedriger Sauerstoffwerte (siehe Anhang Tabelle B, C) zeigen läßt.

Auch hier soll wiederum darauf hingewiesen werden, daß in der graphischen Darstellung (Abbildung 6) der hydrographischen Situation über den Untersuchungszeitraum kurzfristige Änderungen aufgrund der zeitlichen Abstände der Ausfahrtstermine nicht berücksichtigt werden konnten.

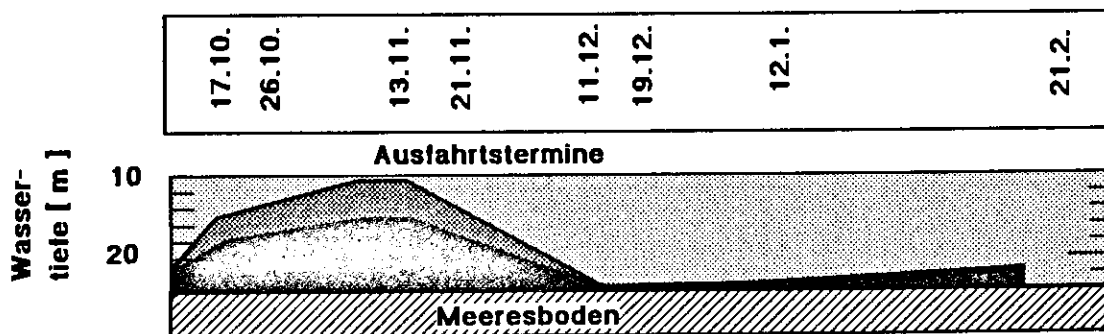


Abb. 6 Boknis - Eck: Vereinfachte graphische Darstellung der hydrographischen Situation im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990. Unterschiedliche Schraffuren oberhalb des Meeresbodens stellen hydrographisch verschiedene Wasserkörper dar, die durch eine Sprungschicht (dicke Linie) voneinander getrennt sind. Die Pfeile deuten auf die einzelnen Ausfahrtstermine.

3.3. Beschreibung der einzelnen Parameter über den Untersuchungszeitraum

3.3.1. Gabelsflach 19m

3.3.1.1. Seston

In allen Höhen über dem Meeresboden ist während des Untersuchungszeitraumes ein Anstieg der Sestongehalte zu beobachten. Betrachtet man Abbildung 7a so ist auffallend, daß in 40cm Höhe Sestonkonzentrationen von ca. $2,0 \text{ mg/l} \pm 0,5$ konstant über den Untersuchungszeitraum, mit Ausnahme des 17.10.1989, auftreten. Im Gegensatz dazu variieren oberhalb und unterhalb dieser Höhe die Sestongehalte weitaus stärker. Das Sturmereignis am 19.12.1989 bewirkt einen Anstieg der Partikelkonzentration bis 20cm Höhe über dem Sediment, wobei, im Vergleich zu $1,82 \text{ mg/l}$ am 11.12.89, $5,24 \text{ mg/l}$ in 7cm Höhe eine Erhöhung um den Faktor 2,8 darstellt. In 20cm Höhe erhöht sich die Sestonmenge um den Faktor 1,5. Der sehr kurzzeitig wirkende Einfluß des Sturmereignisses vom 19.12.1989 spiegelt sich in bereits gesunkenen Sestonkonzentrationen am 12.1.1990 wider. Im Februar bringt der beschriebene Tiefenwassereinstrom eine leichte Erhöhung der Werte in allen Höhen, wobei in 7cm Höhe die stärkste Änderung sichtbar ist.

3.3.1.2. Chlorophyll a (Chl.a)

Die Werte des Chlorophyll a (Abbildung 7b) in der komplett durchmischten Wassersäule zeigen bis Mitte Oktober die Herbstblüte des Jahres 1989. Diese ist am 17.10.1989 mit ungefähr $2,6 \text{ } \mu\text{g/l}$ noch in der Wachstumsphase, ihr Maximum erreicht sie mit $5,2 \text{ } \mu\text{g/l}$ jedoch erst am 26.10.1989. Der Einstrom von gealtertem Tiefenwasser zeichnet sich unterhalb der Sprungschicht in reduzierten Chl.a - Werten von ca. $0,7 \text{ } \mu\text{g/l}$ aus. Die Stabilisierung der hydrographischen Situation innerhalb der nächsten Woche äußert sich in ebenfalls geringen Chl.a - Gehalte (ca. $0,6 \text{ } \mu\text{g/l}$) bis 3m über dem Boden. Die komplette Durchmischung der Wassersäule erhöht die Chlorophyllwerte am 11.12.1989. Erstaunlich ist, daß am 19.12.1989 trotz Erhöhung der Sestonmenge die Chl.a - Werte weiter sinken. In der Folge sinken die Chlorophyll a - Werte auf normale Winterwerte (v. Bodungen 1975) von $0,4 \text{ } \mu\text{g/l}$ im Februar 1990.

Gabelsflach

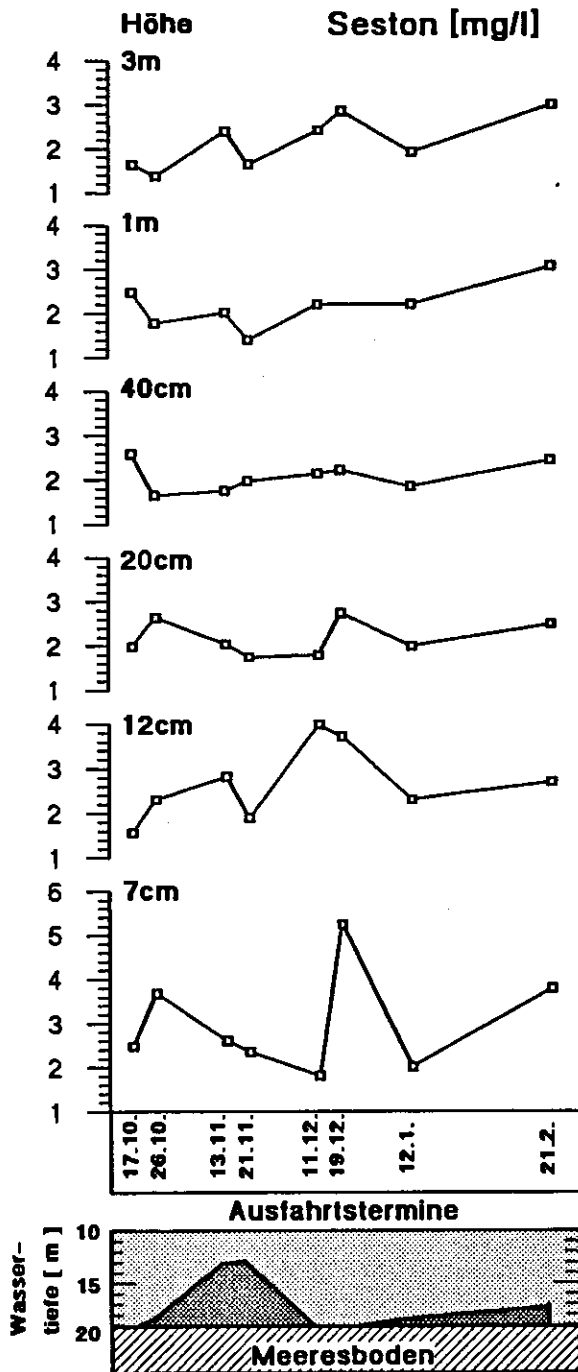


Abb. 7a Gabelsflach: Änderungen der Seston - Konzentrationen [1 - 6 mg/l] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

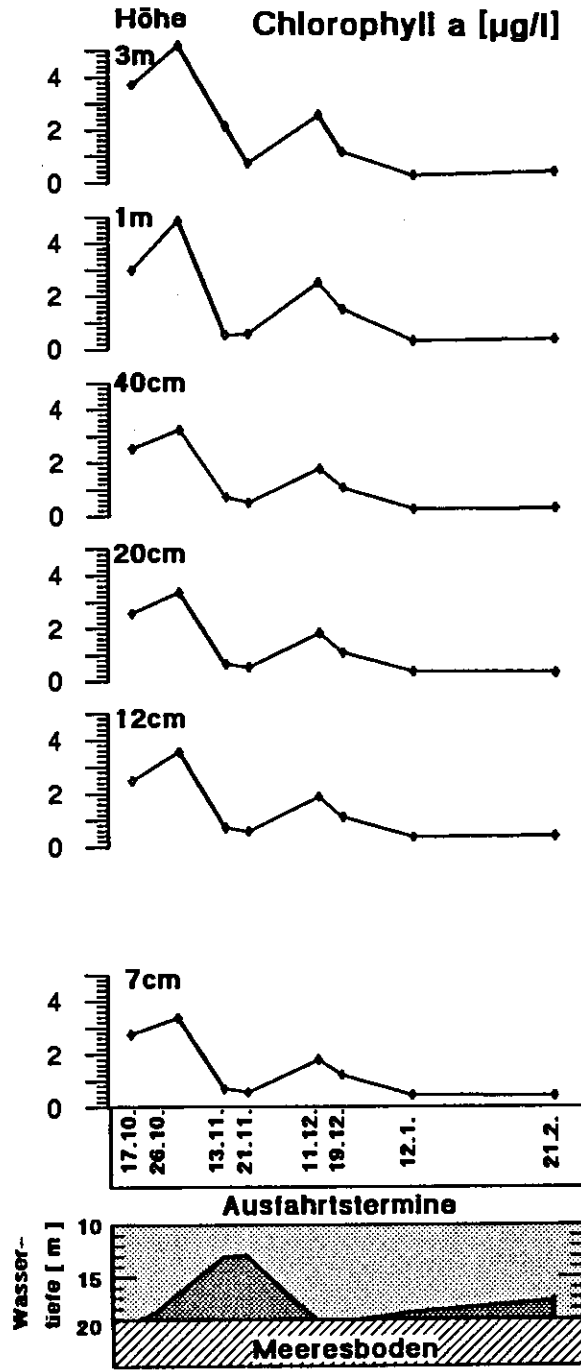


Abb. 7b Gabelsflach: Änderungen der Chlorophyll a - Konzentrationen [0 - 3 µg/l] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Die Ausfahrtstermine verbinden die Graphik der Parameter mit einer sogenannten Hydrgraphiebox. Diese Box bietet eine vereinfachte Darstellung der Hydrographie über den Untersuchungszeitraum. Unterschiedliche Schraffuren oberhalb des Meeresbodens stellen hydrographisch verschiedene Wasserkörper dar, die durch eine Sprungschicht (dicke Linie) getrennt sind.

3.3.1.3. POC (partikulärer organischer Kohlenstoff)

Die POC - Werte vom 26.10.1989 sind nicht verfügbar.

Die Betrachtung der POC - Profile (Abbildung 8a) über den Untersuchungszeitraum zeigt, daß die 40cm Höhe eine Trennung in zwei Gruppen von Kurven darstellt. Die Profile sind in weiten Teilen mit den Kurven des Sestons vergleichbar, d.h. ein Anstieg der Sestonmenge schlägt sich in einer Erhöhung des POC - Wertes nieder. Besondere Situationen stellen die beiden Dezember - Ausfahrten dar. Am 11.12.1989 steigt in 7cm der partikuläre Kohlenstoff, obwohl der entsprechende Sestonwert sinkt. Der 19.12.1989 ist geprägt durch niedrige POC - Werte zwischen 172 µg/l (40cm Höhe) und 188 µg/l (12cm Höhe). Eine Ausnahme bildet die POC - Konzentration in 20cm Höhe, die im Vergleich zur Vorwoche konstant bleibt. Im Februar 1990 treten in Bodennähe bis 40cm Höhe nur geringe Änderungen auf, wohingegen in 1m und 3m POC - Werte von 228 µg/l bzw. 219 µg/l erreicht.

3.3.1.4. PON (partikulärer organischer Stickstoff) und C/N - Verhältnisse

Die PON - Werte vom 26.10.1989 sind nicht verfügbar.

Der partikuläre organische Stickstoff verhält sich über den Untersuchungszeitraum ähnlich wie POC, wobei jedoch quantitative Unterschiede im Verhältnis der beiden Parameter zueinander ersichtlich sind (Abbildung 8a). Als bedeutendes Ereignis erscheint der Einstrom von PON - verarmtem Tiefenwasser am 21.11.1989 zu sein. Die C/N - Verhältnisse (Anhang Tabelle A) steigen von C/N = 7,4 am 17.10.1989, als durchschnittlichem Wert einer Herbstblüte, auf C/N = 14,9 am 21.11.1989. Eine Stabilisierung der hydrographischen Situation mit beständiger Schichtung über die nächste Woche bewirkt eine qualitative Änderung der Partikelzusammensetzung dahingehend, daß bei nahezu gleichbleibendem POC - Gehalt eine Erhöhung der PON - Werte das Verhältnis auf C/N = 6,6 erniedrigt.

Die Turbulenz der komplett durchmischte Wassersäule am 11.12.1989 bringt "altes" Material in Resuspension, wodurch die Absolutwerte des PON und POC steigen, sich ihr Verhältnis jedoch auf C/N = 12,6 verschlechtert. Das Sturmereignis vom 19.12.1989 schlägt sich in sowohl sinkenden PON - Gehalten als auch steigenden C/N - Verhältnissen nieder. Dies bedeutet in

Gabelsflach

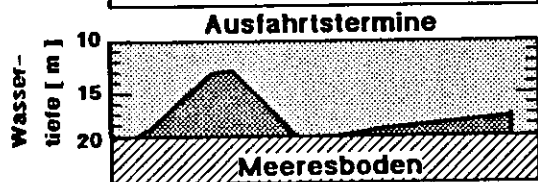
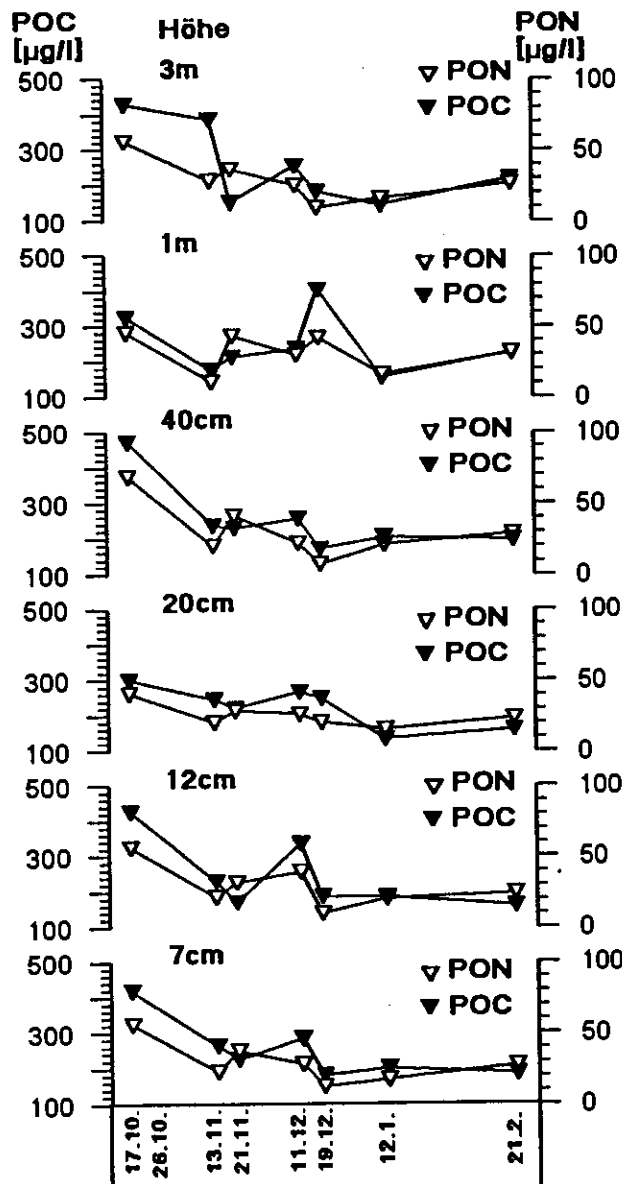


Abb. 8a Gabelsflach: Änderungen der POC - Konzentrationen sowie der PON - Konzentrationen [100 - 500 µg/l bzw. 0-100 µg/l] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

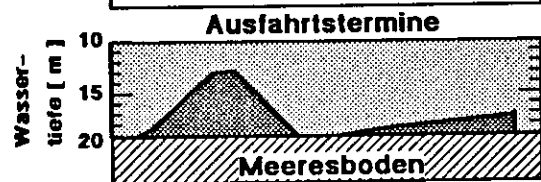
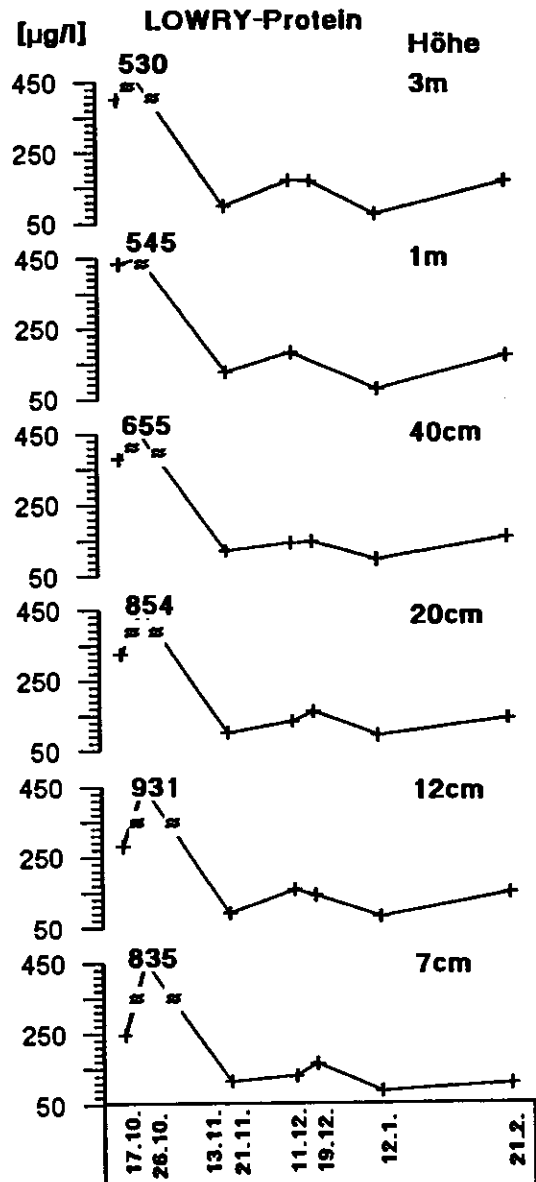


Abb. 8b Gabelsflach: Änderungen der LOWRY - Proteinkonzentrationen als Maß für Gesamt - Organostickstoff - Verbindungen, Geopolymere und Phenole [50 - 350 µg/l] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Die Ausfahrtstermine verbinden die Graphik der Parameter mit einer sogenannten Hydrgraphiebox. Diese Box bietet eine vereinfachte Darstellung der Hydrographie über den Untersuchungszeitraum. Unterschiedliche Schraffuren oberhalb des Meeresbodens stellen hydrographisch verschiedene Wasserkörper dar, die durch eine Sprungschicht (dicke Linie) getrennt sind.

Hinsicht auf Stickstoff eine Abnahme der Partikelqualität. Bis zum Februar steigen bei gleichbleibenden POC - Werten die Konzentrationen der partikulären organischen Stickstoffverbindungen an.

3.3.1.5. LOWRY - Protein

Die LOWRY - Proteinwerte vom 13.11.1989, sowie der aus 1m Höhe vom 19.12.1989 sind nicht verfügbar.

Die Konzentrationsprofile (Abbildung 8b) der Gesamt-Organostickstoffverbindungen, Geopolymere und Phenole (LOWRY - Protein) zeigen in allen Höhen einen ähnlichen Verlauf. Nach Werten von 246 $\mu\text{g/l}$ (7cm Höhe) bis 433 $\mu\text{g/l}$ (1m Höhe) am 17.10.1989 folgt bis zum 26.10.1989 ein Anstieg auf die jeweils gemessenen Maxima der einzelnen Höhen. Hierbei ist die Steigerung im bodennahen Bereich bis 20cm Höhe stärker als in 40cm, 1m und 3m über dem Sediment. Der Einstrom von Stickstoff - verarmten Partikeln mit dem Tiefenwasser bis zum 21.11.1989 reduziert die Konzentrationen aller Probenhöhen auf Werte um 100 $\mu\text{g/l}$. Bis zum 11.12.1989 folgt ein leichter Anstieg von 15 $\mu\text{g/l}$ (7cm Höhe) bis zu 73 $\mu\text{g/l}$ in 3m Höhe. Innerhalb der nächsten Woche bis zum 19.12.1989 bleiben die Werte in 3m und 40cm Höhe konstant. Die Werte in 7cm und 20cm erhöhen sich um 34 $\mu\text{g/l}$ bzw. 27 $\mu\text{g/l}$, wohingegen die Konzentration in 12cm Höhe sinkt. Alle Januarwerte 1990 mit unter 100 $\mu\text{g/l}$ bedeuten jeweils die Minima der einzelnen Höhen. In der Zeit bis zum 21.2.1990 steigen die Konzentrationen im bodennahen Bereich bis 7cm leicht an, bis 40cm um ca. 60 $\mu\text{g/l}$ und in 1m und 3m Höhe um mehr als das Doppelte.

3.3.2. Boknis - Eck 19m

3.3.2.1. Seston

Die Ergebnisse (Abbildung 9a) des Parameters Seston der Station Boknis - Eck 19m lassen sich in drei Gruppen von Profilen teilen. Die Höhen 3m und 1m über dem Sediment zeigen über den Untersuchungszeitraum einen Anstieg von 1,59 mg/l bzw. 1,82 mg/l auf 2,66 mg/l bzw. 2,20 mg/l. Bei den Höhen 40cm und 20cm sind gleichmäßige Profile mit geringen Schwankungen um den Wert 2,0 mg/l zu erkennen. Die Höhen 12cm und 7cm über dem Sediment zeigen bis zum 11.12.1989 eine Abnahme der Sestonkonzentrationen von 2,21 mg/l bzw. 2,65 mg/l auf 1,76 mg/l bzw. 2,08 mg/l. Im Januar und Februar 1990 steigen in beiden Höhen die Partikelfrachten wieder an. Als außergewöhnlich muß das Sturmereignis vom 19.12.1989 angesehen werden. In allen Höhen bewirkt es eine Erhöhung der Sestonmenge, wobei in 7cm der Maximalwert dieser Station von 4,66 mg/l erreicht wird. In 20cm Höhe erscheint der Anstieg auf 2,44 mg/l aufgrund des recht hohen Sestongehaltes der Vorwoche (2,42 mg/l) als nicht so gravierend. Bei den Höhen 40cm, 1m und 3m steigen die Sestongehalte 1,3 – bis 1,4 – fach.

3.3.2.2. Chlorophyll a (Chl.a)

Wie an der Gabelsflachstation zeigt sich auch hier die typische Saisonalität der Chlorophyll a - Werte der Kieler Bucht (Abbildung 9b). Am 17.10.1989 besteht in der bis 21m komplett durchmischten Wassersäule eine gut entwickelte Herbstblüte mit Werten von 2,5 µg/l in 3m Höhe über dem Grund bis 2,0 µg/l in 7cm Höhe. In der folgenden Woche bewirkt der Tiefenwassereinstrom ein Abfallen der Werte. Dieser Eintrag von pigment verarmtem Material hält bis zum 13.11.1989 an. Die Abschwächung der thermischen und salinen Gradienten lassen Sedimentation des Phytoplanktons aus dem Oberflächenwasser zu, sodaß die Chl.a - Gehalte kurzfristig steigen. In der Folge sinken die Konzentrationen bis zum 12.1.1990 auf durchschnittliche Winterwerte von 0,4 µg/l. Im Februar ist ein leichter Anstieg auf ca. 0,7 µg/l erkennbar, der mit einer Erhöhung der Sestonkonzentration zusammenfällt. Generell steht aber der Parameter Chlorophyll a nicht in direktem Zusammenhang mit dem Seston.

Boknis-Eck 19m

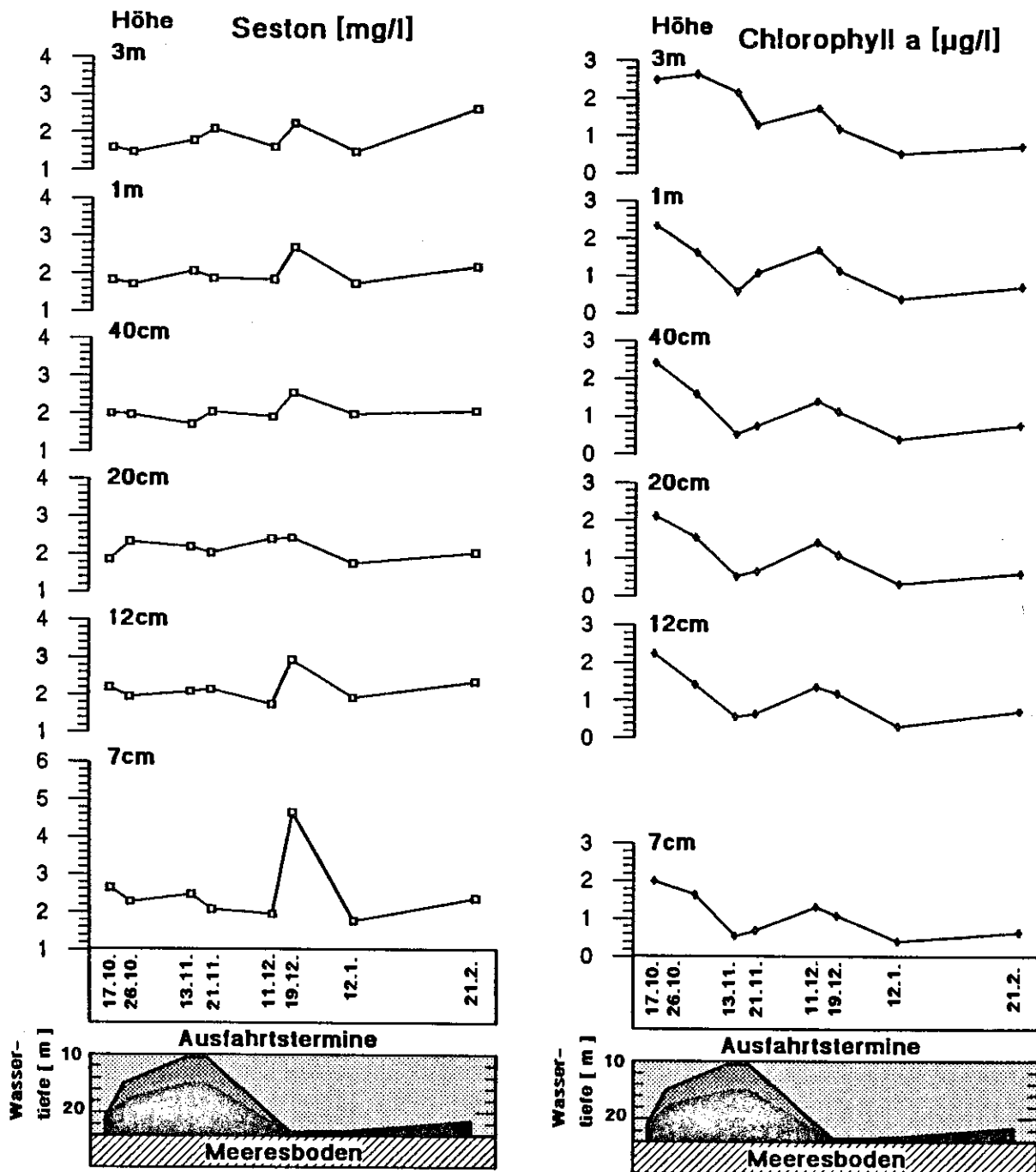


Abb. 9a Boknis-Eck 19m: Änderungen der Seston - Konzentrationen [1 - 6 mg/l] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Abb. 9b Boknis-Eck 19m: Änderungen der Chlorophyll a - Konzentrationen [0 - 3 µg/l] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Die Ausfahrtstermine verbinden die Graphik der Parameter mit einer sogenannten Hydrgraphiebox. Diese Box bietet eine vereinfachte Darstellung der Hydrographie über den Untersuchungszeitraum. Unterschiedliche Schraffuren oberhalb des Meeresbodens stellen hydrographisch verschiedene Wasserkörper dar, die durch eine Sprungschicht (dicke Linie) getrennt sind.

3.3.2.3. Partikulärer organischer Kohlenstoff (POC)

Im allgemeinen kann man sagen, daß der partikuläre organische Kohlenstoff, bis auf wenige Ausnahmen, in direktem Zusammenhang mit dem Seston steht (Abbildung 10a). Es ist in allen Höhen über dem Sediment vom 17.10.1989 bis zum 11.12.1989 eine Abnahme um jeweils etwa 100 µg/l zu verzeichnen (3m - Wert nicht verfügbar). Als Ausnahme muß der POC -Wert in 3m Höhe am 26.10.1989 angesehen werden. Das Sturmereignis am 19.12.1989 schlägt sich kurzfristig in einer Erhöhung des partikulären organischen Kohlenstoffs um ca. 70 µg/l in 7cm und 40cm Höhe nieder. Zum Januar hin sinken die Werte aller Höhen (außer in 20cm Höhe) wieder. Im Gegensatz zu POC - Gehalten oberhalb von 20cm, die konstant bleiben oder leicht abnehmen, steigt die Menge des organischen Kohlenstoffs in den drei bodennächsten Höhen bis zum 21.2.1990 bis 190 µg/l (7cm Höhe) an.

3.3.2.4. Partikulärer organischer Stickstoff (PON) und C/N - Verhältnisse.

Die Muster in den Änderungen der Konzentrationen des partikulären organischen Stickstoffs verlaufen in allen Probenhöhen gleich (Abbildung 10a). Einem Anstieg vom 17.10.1989 zum 26.10.1989 folgt ein Absinken der Werte bis zum 13.11.1989. Die Stabilisierung der Schichtung bis zum 21.11.1989 führt zu einem Ansteigen der PON - Werte in allen Höhen (3m - Wert nicht verfügbar). Mit dem folgenden Tiefenwassereinstrom werden bis zum 11.12.1989 Stickstoff - verarmte Partikel eingetragen. Das Resuspensionsereignis des 19.12.1989 spiegelt sich in gesteigerten PON - Gehalten in allen Höhen wider. Bis zum Ende der Untersuchungszeit laufen PON und POC parallel. Bei den C/N - Verhältnissen (Anhang Tabelle B) von durchschnittlich $C/N = 7,0$ zeigt sich am 17.10.1989 eine typische Herbstblütensituation. Zum 26.10.1989 fallen die Verhältnisse auf Werte bis auf $C/N = 4,4$ (40cm). Der Eintrag von stickstoffarmen "alten" Partikeln bis zum 13.11.1989 läßt C/N - Verhältnisse von bis zu $C/N = 27$ in 7cm über dem Boden entstehen. Am 11.12.1989 sind die Verhältnisse im Bereich von $C/N = 17$ als ungewöhnlich zu betrachten. Vom 19.12.1989 bis 21.2.1990 bleiben sie zwischen $C/N = 5,5$ und $9,5$, Verhältnisse die nicht auf Phytoplankton zurückzuführen sind. Das Sturmereignis vom 19.12.1989 tritt bei den C/N - Verhältnissen nicht in Erscheinung.

Boknis-Eck 19m

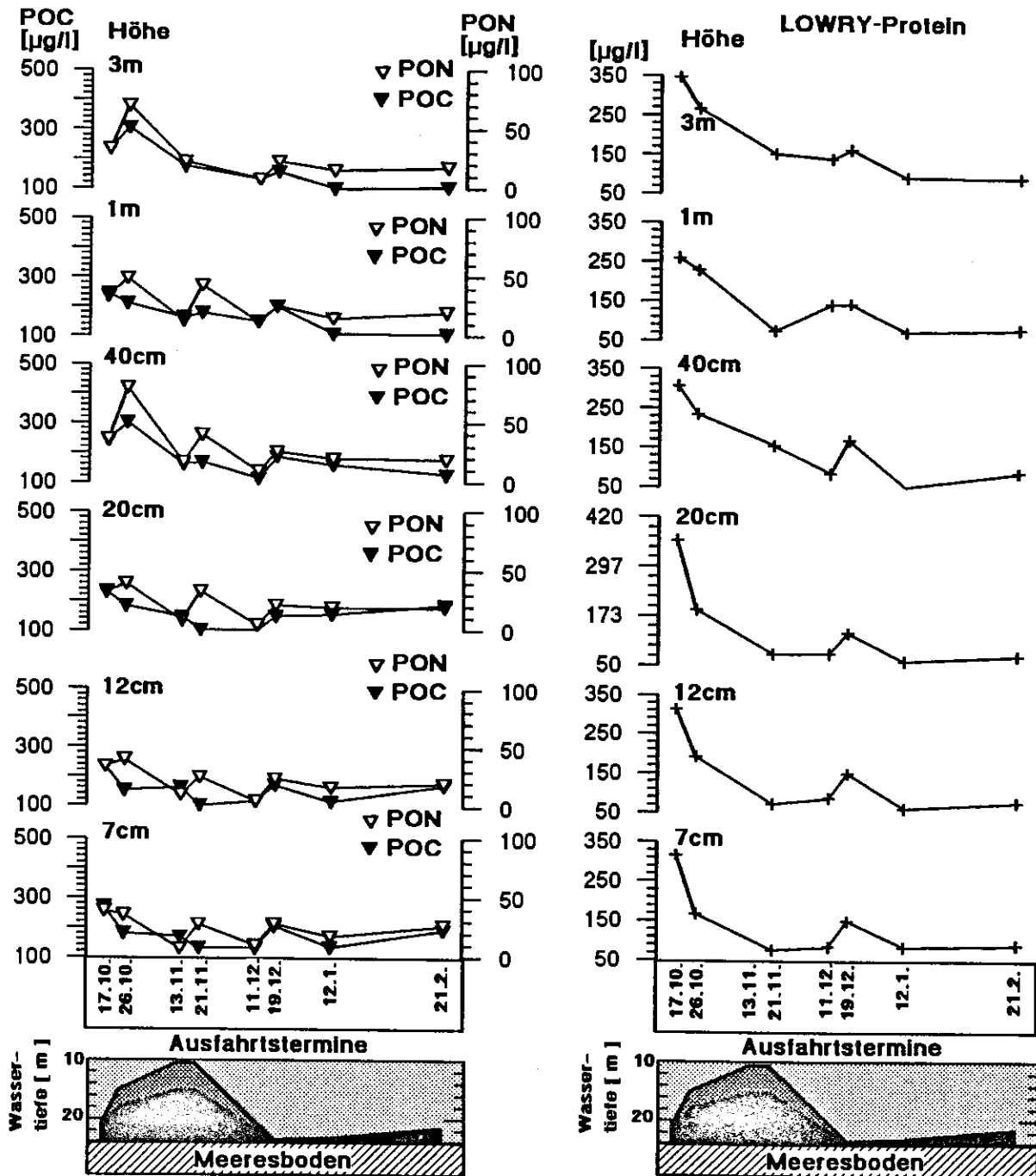


Abb. 10a Boknis-Eck 19m: Änderungen der POC - Konzentrationen sowie der PON - Konzentrationen [100 - 500 $\mu\text{g/l}$ bzw. 0-100 $\mu\text{g/l}$] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Abb. 10b Boknis-Eck 19m: Änderungen der LOWRY - Proteinkonzentrationen als Maß für Gesamt - Organostickstoff - Verbindungen, Geopolymere und Phenole [50 - 350 $\mu\text{g/l}$] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Die Ausfahrtstermine verbinden die Graphik der Parameter mit einer sogenannten Hydrgraphiebox. Diese Box bietet eine vereinfachte Darstellung der Hydrographie über den Untersuchungszeitraum. Unterschiedliche Schraffuren oberhalb des Meeresbodens stellen hydrographisch verschiedene Wasserkörper dar, die durch eine Sprungschicht (dicke Linie) getrennt sind.

3.3.2.5. LOWRY - Protein

Die LOWRY - Proteinwerte vom 13.11.1989 sind nicht verfügbar.

In der Zeit vom 17.10. bis 21.11.1989 zeigen alle sechs Höhen mit Proteinkonzentrationen von über 300 µg/l (excl. in 1m Höhe mit 259 µg/l) einen Abfall auf Werte zwischen 71 µg/l (12cm Höhe 2) bis 153 µg/l (40cm Höhe) siehe Abbildung 10b. Am 11.12.1989 liegen die Konzentrationen bis 40 cm Höhe im Bereich von 80 µg/l, oberhalb davon in 1m und 3m über dem Sediment bei 139 µg/l bzw. 136 µg/l. Die komplett durchmischte Wassersäule am 19.12.1989 erzeugt eine vertikale Angleichung der LOWRY - Proteinwerte aller Höhen auf 130 µg/l bis 167 µg/l. Dies fällt zusammen mit dem Anstieg des Sestons. Im Januar und Februar 1990 bleiben die Konzentrationen mit 49 µg/l bis 90 µg/l sehr niedrig.

3.3.3. Boknis - Eck 24m

Bei der Boknis - Eck 24m Station möchte ich in Erinnerung rufen, daß neben den Standardhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm und 1m die sechste Probenhöhe V (V für variabel) dicht oberhalb der bodennächsten Dichtesprungschicht, soweit vorhanden, gesetzt wurde. Die Abstände dieser Probenhöhe V zum Sediment der betrug für die einzelnen Ausfahrten am:

17.10.1989	5,0m Höhe über dem Sediment
26.10.1989	6,5m Höhe über dem Sediment
13.11.1989	5,5m Höhe über dem Sediment
21.11.1989	4,0m Höhe über dem Sediment
11.12.1989	3,0m Höhe über dem Sediment
19.12.1989	6,0m Höhe über dem Sediment
12.01.1990	6,0m Höhe über dem Sediment
21.02.1990	4,0m Höhe über dem Sediment

3.3.3.1. Seston

Die Ergebnisse (Abbildung 11a) des Parameters Seston dieser Station über die Untersuchungszeit lassen sich in zwei Gruppen von Profilen teilen. Da sind einerseits die Höhe 1m und die variable Probenhöhe V (3 - 6,5m Höhe über dem Sediment) oberhalb der Dichtesprungschicht, die einen gleichmäßigen Verlauf der Partikelkonzentrationen im Bereich von durchschnittlich 2,4 mg/l bzw. 2,0 mg/l aufweisen. Der Tiefenwassereinstrom vom 13.11.1989 erhöht die Sestonwerte in 1m Höhe auf 3,3 mg/l. Das Sturmereignis bewirkt in diesen beiden Höhen keine Änderungen.

Andererseits zeigen die Höhen 7cm bis 40cm völlig parallele Kurvenverläufe. Hohen Konzentrationen, in 40cm Höhe mit 2,9 mg/l bis 4,6 mg/l in 20cm Höhe, am 17.10.1989 folgt bis zum 26.10.1989 ein Abfall von mindestens 1 mg/l in allen Höhen. Das Tiefenwasser, das bis zum 13.11.1989 diese Station erreicht, führt keine erhöhte Sestonmenge mit sich. Zum 21.11.1989 steigen die Konzentrationen leicht an und bleiben bis zum 11.12.1989 konstant. Das Sturmereignis des 19.12.1989 bewirkt durch Resuspension kurzfristig eine Erhöhung des Sestons um den Faktor 1,4 bis 2,1. Erstaunlich ist, daß der 2,1 – fache Anstieg in 40cm Höhe stattfindet. Im Januar sinken die Konzentrationen auf Werte unter 2 mg/l.

Boknis-Eck 24m

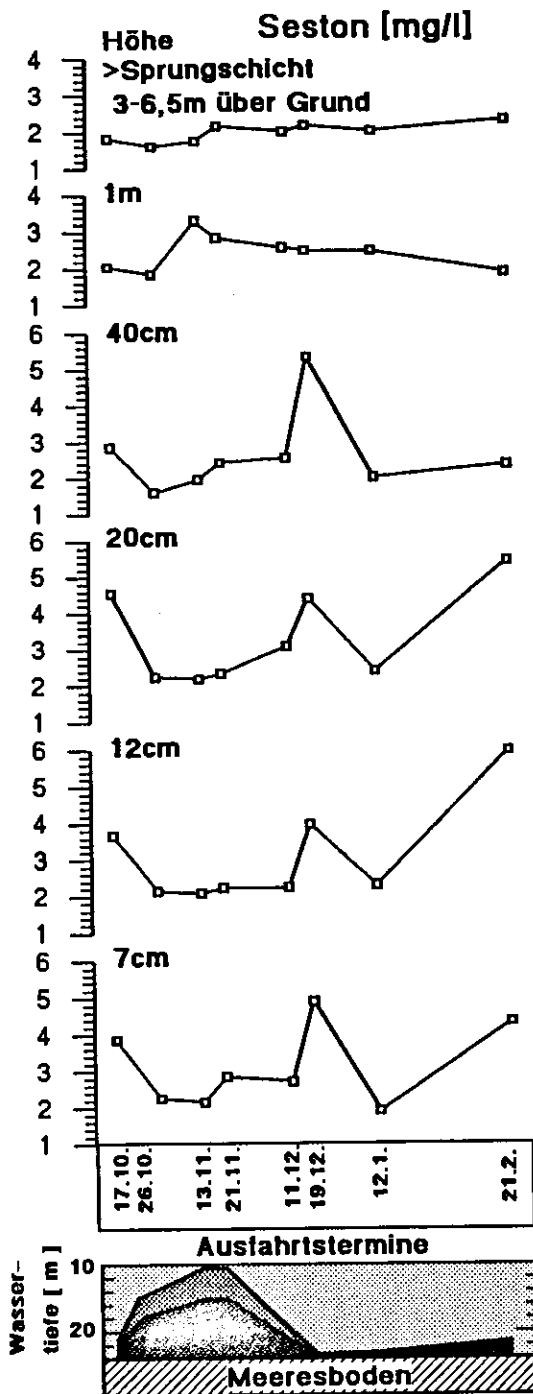


Abb. 11a Boknis-Eck 24m: Änderungen der Seston - Konzentrationen [1 - 6 mg/l] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3 - 6.5m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

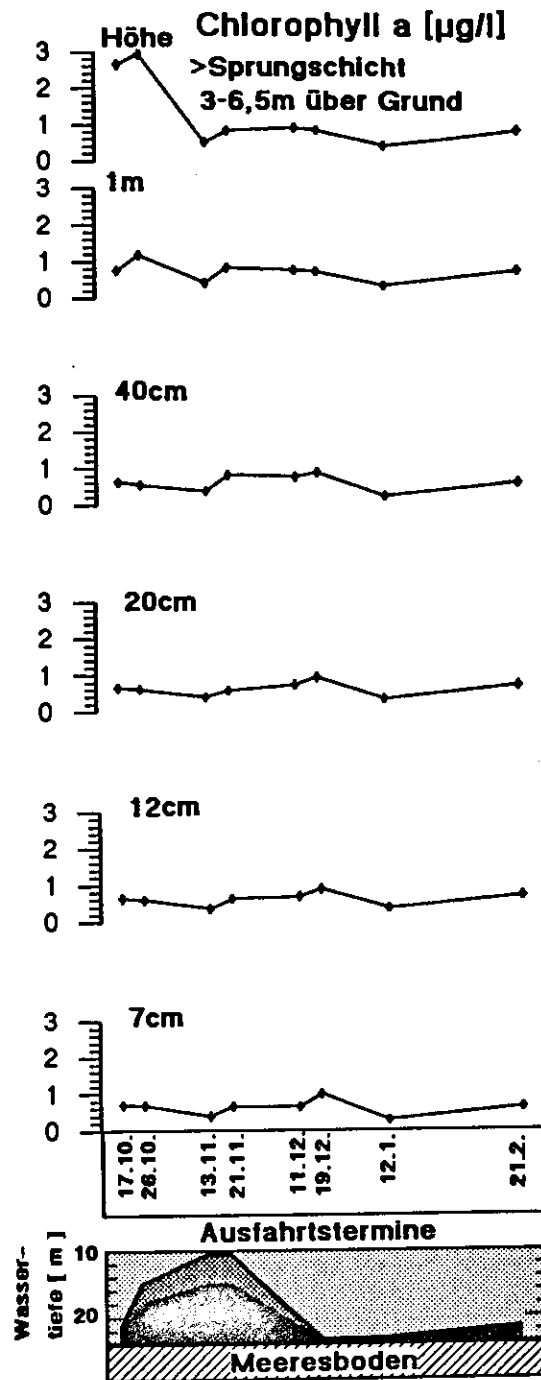


Abb. 11b Boknis-Eck 24m: Änderungen der Chlorophyll a - Konzentrationen [0 - 3 µg/l] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3 - 6.5m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Die Ausfahrtstermine verbinden die Graphik der Parameter mit einer sogenannten Hydrgraphiebox. Diese Box bietet eine vereinfachte Darstellung der Hydrographie über den Untersuchungszeitraum. Unterschiedliche Schraffuren oberhalb des Meeresbodens stellen hydrographisch verschiedene Wasserkörper dar, die durch eine Sprungschicht (dicke Linie) getrennt sind.

Die Einstromsituation des Februars bewirkt einen Anstieg des Sestons, wobei in 12cm und 20cm Höhe die Maxima von 6,2 mg/l bzw. 5,5 mg/l erreicht werden. Die Situation in 40cm Höhe wird kaum beeinflusst.

3.3.3.2. Chlorophyll a (Chl.a)

Auch bei diesem Parameter läßt sich eine Teilung der Profile (Abbildung 11b) in eine Gruppe oberhalb und eine unterhalb von 1m Höhe erkennen. Bei der variablen Probenhöhe V oberhalb der Sprungschicht (3m bis 6,5m über den Sediment) deuten am 17.10. und 26.10.1989 Chl.a - Werte von 2,7 µg/l bzw. 2,9 µg/l auf eine Herbstblüte. Bis zum 13.11.1989 bewirkt die Einstromlage durch Unterschichtung ein Anheben des ursprünglichen Tiefenwassers, was sich in pigmentverarmten Partikeln (0,5 µg/l Chl.a) in dieser Schicht ausdrückt. In der Folge pendeln sich Konzentrationen auf durchschnittlich 0,8 µg/l ein. Eine Ausnahme bilden 0,4 µg/l im Januar 1990. Das Profil in 1m Höhe ist mit durchschnittlichen Winterwerten um 0,8 µg/l recht ausgeglichen. Als markante Punkte zeigen sich einerseits der Einfluß des Tiefenwassereinstroms am 13.11.1989, andererseits der niedrige Januarwert. Die Höhen 7cm bis 40cm folgen in ihren Profilen dem Seston. Die niedrigen Pigmentgehalte um 0,5 µg/l bezeichnen eine typische Wintersituation, d.h. innerhalb der letzten 40cm über dem Sediment erfolgt in der Zeit vom 17.10.1989 bis zum 21.2.1990 kein Eintrag von frischem Phytoplankton. Erstaunlich ist, daß die Chlorophyllgehalte vom 21.11.1989 bis 19.12.1989 ansteigen. Im Februar bewirkt ein erneuter Einstrom von wärmeren salzhaltigerem ehemaligem Oberflächenwasser eines anderen Seegebietes Anstieg der Chl.a - Konzentrationen.

3.3.3.3. Partikulärer organischer Kohlenstoff (POC)

Die Daten vom 26.10.1989 sowie 40cm Höhe vom 11.12.1989 sind nicht verfügbar.

Der Verlauf der Konzentrationsänderungen des partikulären organischen Kohlenstoffs (Abbildung 12a) oberhalb der Sprungschicht und in 1m über dem Sediment steht in direktem Zusammenhang mit dem Seston. Diese These wird durch gleichmäßige POC zu Seston - Verhältnisse (siehe Anhang Tabelle B) von Oktober 1989 bis Februar 1990 unterstützt. Eine Ausnahme bilden die beiden Novemberausfahrten, bei denen am 13.11.1989 bei steigendem Seston die POC - Werte fallen und vice versa am 21.11.1989. In den Höhen unterhalb 40cm fallen nach hohen POC -

Gehalten von über 400 µg/l am 17.10.1989 die Werte bis zum 13.11.1989 auf unter 180 µg/l. Innerhalb der nächsten Woche bis zum 21.11.1989 folgen die POC - Werte (außer in 7cm Höhe) den steigenden Sestongehalten. Der 11.12.1989 zeigt in 7cm Höhe einen starken Anstieg auf 282 µg/l. Im Gegensatz zur Konzentration in 20cm Höhe, die im Vergleich zur Vorwoche konstant bleibt, sinken am 19.12.1989 die POC - Gehalte in 7cm und 12cm Höhe. Zum 12.1.1990 fallen die POC - Konzentrationen auf Werte zwischen 104 µg/l (40cm Höhe) und 139 µg/l (12cm Höhe), um dann bis zum Februar 1990 wie die Sestonwerten wieder anzusteigen.

3.3.3.4. Partikulärer organischer Stickstoff (PON) und C/N - Verhältnisse

Die Daten vom 26.10.1989 sowie der Wert aus 40cm Höhe vom 11.12.1989 sind nicht verfügbar.

Bei dem Parameter partikulärer organischer Stickstoff verlaufen die Kurven, Abbildung 11a, in 40cm, 1m Höhe, sowie der variablen Probenhöhe V oberhalb der Dichtesprungschicht parallel zu denen des POC. Nach hohen Herbstwerten dringt bis zum 13.11.1989 PON - verarmtes Tiefenwasser ein. Es folgt ein Anstieg auf durchschnittlich 50 µg/l, um dann im Bereich 16 µg/l bis 28 µg/l bis Ende Februar konstant zu bleiben. Die Höhen 12cm und 20cm zeigen bis zum 12.1.1990 den gleichen Verlauf wie die Höhen darüber. In diesen beiden Höhen folgt jedoch bis zum 21.2.1990 ein Anstieg auf 51 µg/l bzw. 45 µg/l. In 7cm Höhe fällt der Maximalwert dieser Station von 86 µg PON pro Liter am 17.10.1989 auf 12 µg/l am 13.11.1989. Bis zum 11.12.1989 steigen die PON - Gehalte bis auf 53 µg/l an. Das Sturmereignis am 19.12.1989 drückt sich in einer 2,4 - fachen Abnahme des PON auf 22 µg/l aus. Der Verlauf über den Januar und Februar 1990 ähnelt dem in 12cm und 20cm Höhe. Betrachtet man die C/N - Verhältnisse (siehe Anhang Tabelle C), so sind außer am 13.11.1989 in allen Höhen und am 11.12.1989 oberhalb der Sprungschicht keine außergewöhnlichen Erhöhungen erkennbar. Selbst der Sturm am 19.12.1989 bewirkt unterhalb der Sprungschicht nur sehr geringe Veränderungen.

Boknis-Eck 24m

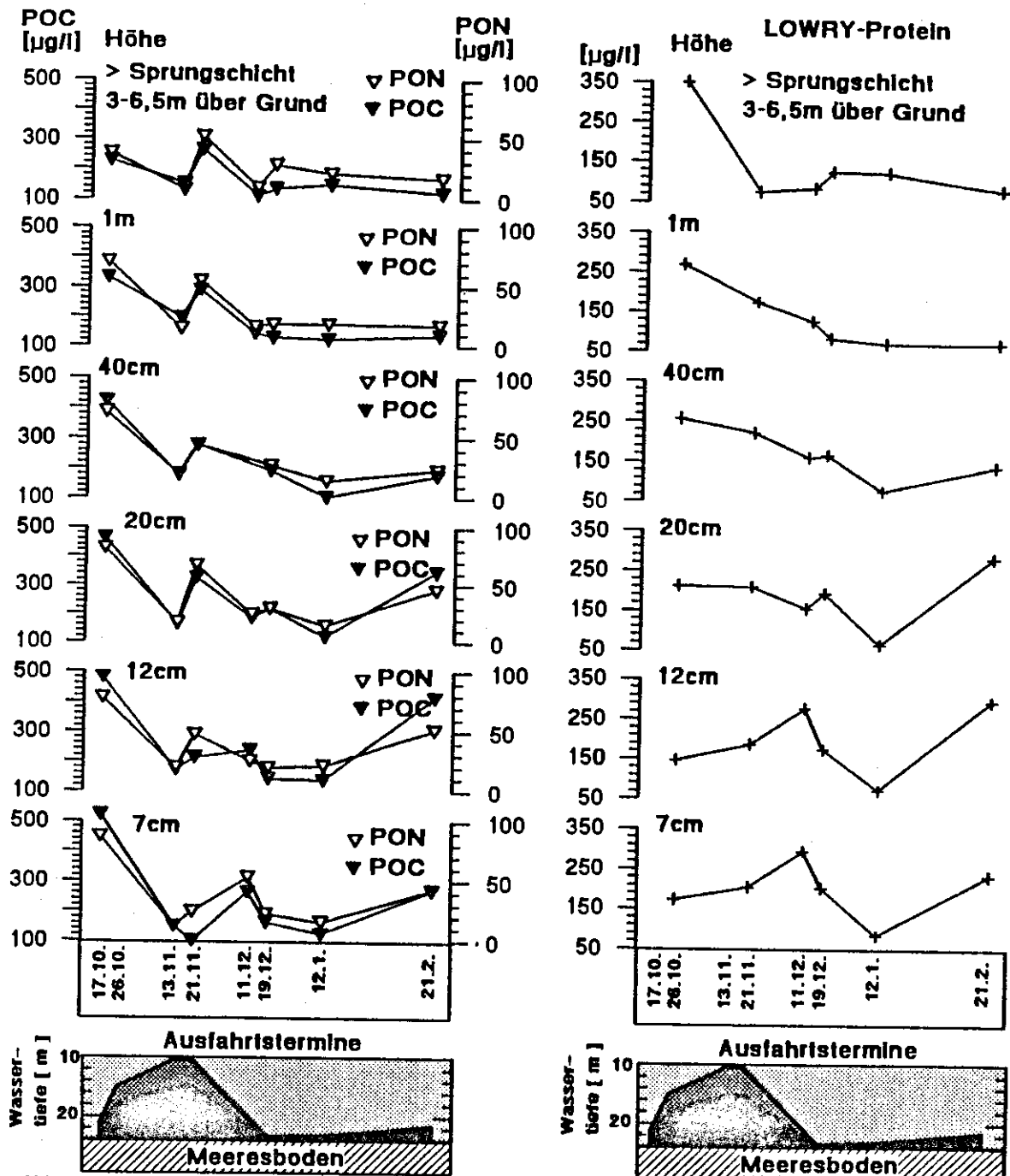


Abb. 12a Boknis-Eck 24m: Änderungen der POC - Konzentrationen sowie der PON - Konzentrationen [100 - 500 $\mu\text{g/l}$ bzw. 0-100 $\mu\text{g/l}$] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3 - 6.5m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Abb. 12b Boknis-Eck 24m: Änderungen der LOWRY - Proteinkonzentrationen als Maß für Gesamt - Organostickstoff Verbindungen, Geopolymere und Phenole [50 - 350 $\mu\text{g/l}$] in den Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, 1m und 3 - 6.5m Höhe über dem Sediment im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990.

Die Ausfahrtstermine verbinden die Graphik der Parameter mit einer sogenannten Hydrgraphiebox. Diese Box bietet eine vereinfachte Darstellung der Hydrographie über den Untersuchungszeitraum. Unterschiedliche Schraffuren oberhalb des Meeresbodens stellen hydrographisch verschiedene Wasserkörper dar, die durch eine Sprungschicht (dicke Linie) getrennt sind.

3.3.3.5. LOWRY - Protein

Die LOWRY - Proteindaten vom 17.10.1989 und vom 13.11.1989 sind nicht verfügbar.

Betrachtet man die Änderungen der Konzentrationen der Organostickstoff - Verbindungen, Geopolymere und Phenole (LOWRY - Protein) über den Untersuchungszeitraum (Abbildung 12b), so erkennt man Unterschiede in den verschiedenen Probenhöhen. Die variable Probenhöhe V oberhalb der Sprungschicht zeigt ein starkes Absinken von etwa 400 µg/l LOWRY - Protein am 26.10.1989 auf durchschnittlich 100 µg/l vom 21.11.1989 bis 21.2.1990. Das Sturmereignis am 19.12.1989 erhöhte die Konzentrationen leicht. Bei der Höhe 1m fallen die Werte von 267 µg/l im Oktober kontinuierlich bis auf 71 µg/l im Februar. Einen vergleichbaren Verlauf zeigen die Werte in 20cm sowie 40cm Höhe. Vom 26.10.1989 bis 11.12.1989 sinken die Konzentrationen von über 200 µg/l in beiden Höhen auf Werte um 160 µg/l. Am 19.12.1989 wirkt sich die hydrographische Situation in einer leichten Erhöhung der LOWRY - Proteinwerte aus. Die Januarwerte bedeuten für diese beiden Höhen die Minima über den gesamten Untersuchungszeitraum. Der Einstrom von Tiefenwasser führt im Februar stickstoffreiche Partikel an die Station. Die Profile der Höhen 12cm und 7cm zeigen einen anderen Verlauf. Niedrige Konzentrationen von 145 µg/l bzw. 172 µg/l im Oktober steigen bis zum 11.12.1989 bis auf die jeweiligen Maxima von 277 µg/l bzw. 294 µg/l an. In der Folge sinken die Werte und erreichen im Januar die jeweiligen Minima mit 72 µg/l bzw. 84 µg/l. Vergleichbar mit den LOWRY - Proteingehalten in 20cm und 40cm Höhe folgt im Februar ein starker Konzentrationsanstieg. Im allgemeinen steht das LOWRY - Protein in direktem Zusammenhang mit dem Seston. Als Besonderheit ist jedoch der 19.12.1989 hervorzuheben, an dem im Gegensatz zum Anstieg beim Seston die Proteinwerte fallen.

3.4. Beschreibung der Vertikalprofile ausgesuchter Parameter der einzelnen Ausfahrten.

Um einen Eindruck über die Mengen und qualitative Zusammensetzung der Partikelkonzentrationen in verschiedenen Höhen über dem Sediment zu erhalten, sollen Vertikalprofile des Sestons, des POC zu Seston Verhältnisses, des LOWRY - Proteins und als Parameter für den Anteil der leicht abbaubaren Stickstoff Fraktion das RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnis dargestellt werden. Zusätzlich werden bakterielle Biomassen und Bakterien Größenverteilungen der Ausfahrten vom 21.11.1989 und 19.12.1989 gegenübergestellt.

3.4.1. Gabelsflach

3.4.1.1. Seston

Betrachtet man die Vertikalprofile des Seston in (Abbildung 13), so sind die stärksten Gradienten der Konzentrationen im bodennahen Bereich unterhalb von 1m über dem Sediment erkennbar. Es lassen sich zwei Gruppen von Profilverläufen unterscheiden.

Zum einen sind am 17.10.1989, 26.10.1989, 21.11.1989, 19.12.1989 und 21.2.1990 die höchsten Sestonwerte jeweils in 7cm Höhe zu verzeichnen. Die Konzentrationen nehmen im Bereich von 12cm bis 20cm ab, um dann bis in 40cm Höhe wieder anzusteigen. Daraus ergibt sich im bodennahen Bereich bis 1m Höhe ein konkaver Kurvenverlauf, der an den einzelnen Ausfahrtstagen wiederum verschieden stark auseinandergezogen sein kann. Einen besonderen Einfluß auf den Sestongradienten hat das Sturmereignis vom 19.12.1989, das die Partikelmenge in 7cm Höhe bis auf 5,6 mg/l ansteigen läßt.

Im Gegensatz dazu erscheinen in den Vertikalprofilen vom 13.11.1989, 11.12.1989 und dem 12.1.1990 die höchsten Sestonwerte in 12cm Höhe und nehmen sowohl in Richtung der Wassersäule als auch zum Sediment hin ab. Die Höhen 1m und 3m können auf allen Ausfahrten, mit Ausnahme des 17.10.1989, hinsichtlich des Sestons als gleich betrachtet werden.

3.4.1.2. POC zu Seston Verhältnisse

Bei den POC zu Seston Verhältnissen (Abbildung 13) sind ebenfalls vertikale Gradienten bei den einzelnen Ausfahrten zu erkennen. Am 17.10.1989

fällt der prozentuale Anteil des POC am Seston von 26,2 % in 3m Höhe bis zum Sediment auf Werte unter 20 %. Auffallend ist der starke punktuelle Anstieg auf 26,9 % in 12cm Höhe.

Gabelsflach

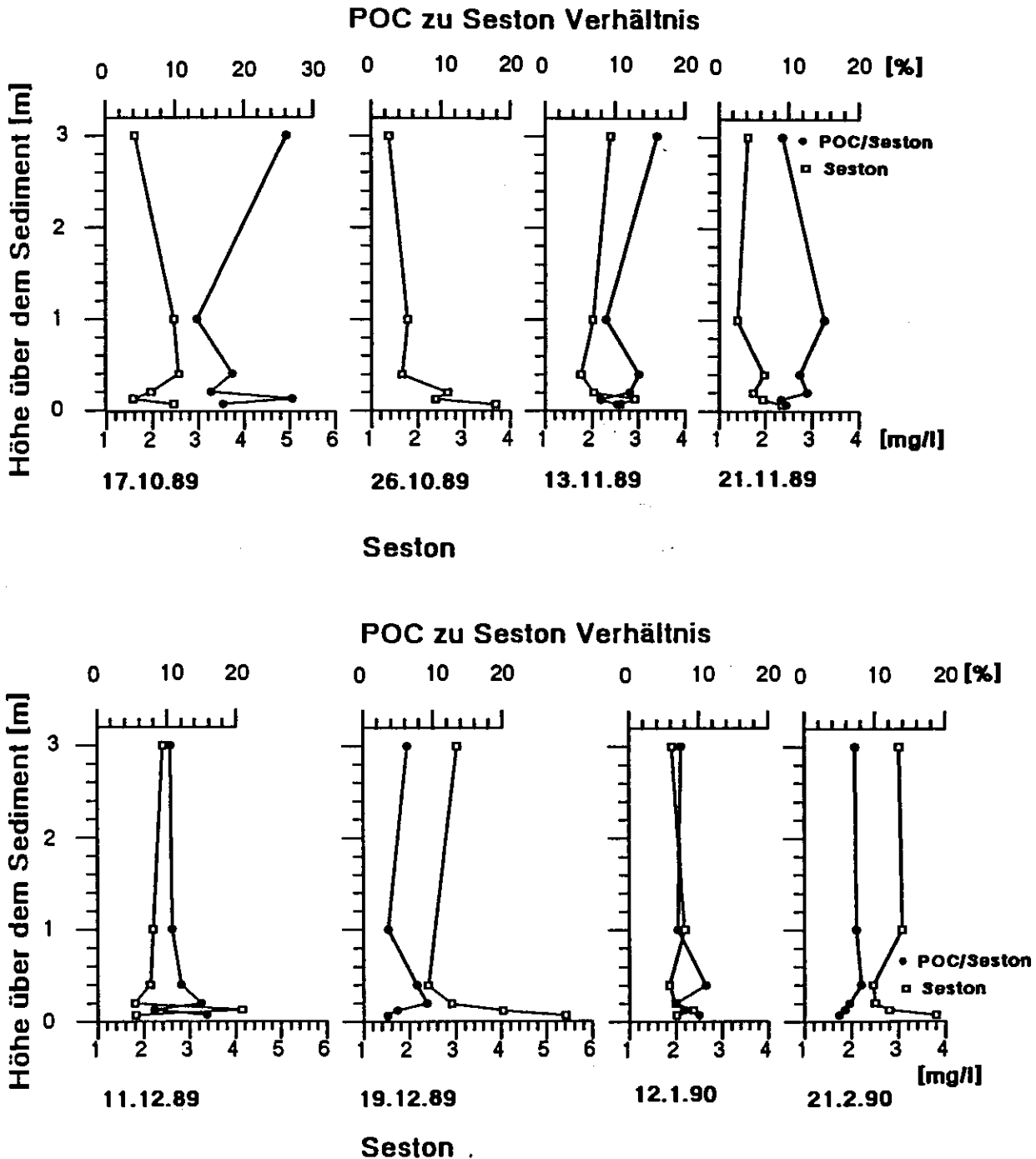


Abb. 13 Gabelsflach: Vertikalgradienten der Sestonkonzentrationen [1 - 6 mg/l] sowie des POC zu Seston Verhältnisses in Prozent [%] im bodennahen Bereich bis 3m über dem Sediment.

Der 13.11.1989 zeigt ein Absinken des POC zu Seston Verhältnisses von 16,0 % in 3m Höhe auf 8,7 % in 1m Höhe über dem Sediment. Die Werte in 40cm (13,4 %) und 20cm (12,1 %) sind als ähnlich anzusehen. In 12cm Höhe sind 8,0 % organischer Kohlenstoff vorhanden. Zum Boden hin erhöht sich der Anteil des POC am Seston auf 10,2 %. Am 21.11.1989 bewegen sich die prozentualen Anteile des POC in 1m bis 20cm Höhe über dem Sediment zwischen 11,6 % bis 15,1 %. Bodennah fallen die Werte auf 8,9 % (12cm Höhe) bzw. 9,7 % (7cm Höhe). Am 11.12.1989 stellt sich ein zum Meeresboden hin zunehmende Gradient (10,4 % Höhe 6 auf 15,7 % Höhe 1) des POC zu Seston Verhältnisses dar. Eine Ausnahme innerhalb dieses Profils bilden 8,1 % organischer Kohlenstoff in 12cm Höhe. Der 19.12.1989 zeichnet sich durch POC zu Seston Verhältnisse unter 10 % aus. In 20cm und 40cm Höhe sind mit 9,1 % bzw. 7,7 % die höchsten Werte dieses Profils vertreten. Zum Boden hin ist ein starker Abfall auf 3,5 % in 7cm Höhe erkennbar. Am 12.1.1990 nehmen die POC zu Seston Verhältnisse von 3m Höhe mit 7,4 % bis auf 7cm Höhe mit 19,0 % zu. Eine Ausnahme bilden 11,0 % organischer Kohlenstoff in 40cm Höhe. Das Vertikalprofil im Februar 1990 zeigt oberhalb von 20cm Höhe einen gleichmäßigen Verlauf mit Werten von 7,3 % (3m Höhe) bis 8,1 % (40cm Höhe). In Bodennähe (7cm Höhe) sinken die Anteile des organischen Kohlenstoffs am Seston auf 4,9 %.

3.4.1.3. LOWRY - Protein

Die LOWRY - Proteindaten vom 13.11.1989 sind nicht verfügbar. Beim Betrachten der (Abbildung 14) sind Unterschiede der LOWRY - Protein - Konzentrationen in den verschiedenen Probenhöhen erkennbar. Der 17.10.1989 zeigt einen zum Sediment hin abnehmenden Gradienten , bei dem die Konzentrationen von 400 µg/l in 3m Höhe bis auf 246 µg/l in 7cm Höhe fallen. Am 26.10.1989 werden die Maximalwerte dieser Station ansteigend von 530 µg/l (3m Höhe) bis auf 931 µg/l (12cm Höhe) erreicht. Bis 7cm Höhe sinkt die Konzentration auf 835 µg/l. Am 21.11.1989 liegen die LOWRY - Protein Werte zwischen 93 µg/l in 12cm Höhe und 127 µg/l in 1m Höhe. Im bodennahen Bereich zeigt sich von 7cm Höhe mit 115 µg/l eine Abnahme auf 93 µg/l in 12cm Höhe, um dann wieder auf 121 µg/l in 40cm Höhe zu steigen. Am Profil vom 11.12.1989 erkennt man ein Abfallen der Konzentration von 183 µg/l in 1m Höhe bis auf 131 µg/l in 7cm Höhe. In 12cm Höhe ist ein punktueller Anstieg auf 158 µg/l zu verzeichnen. Am 19.12.1989 sind zwischen 143 µg/l in 12cm Höhe und 171 µg/l in 3m Höhe

Gabelsflach

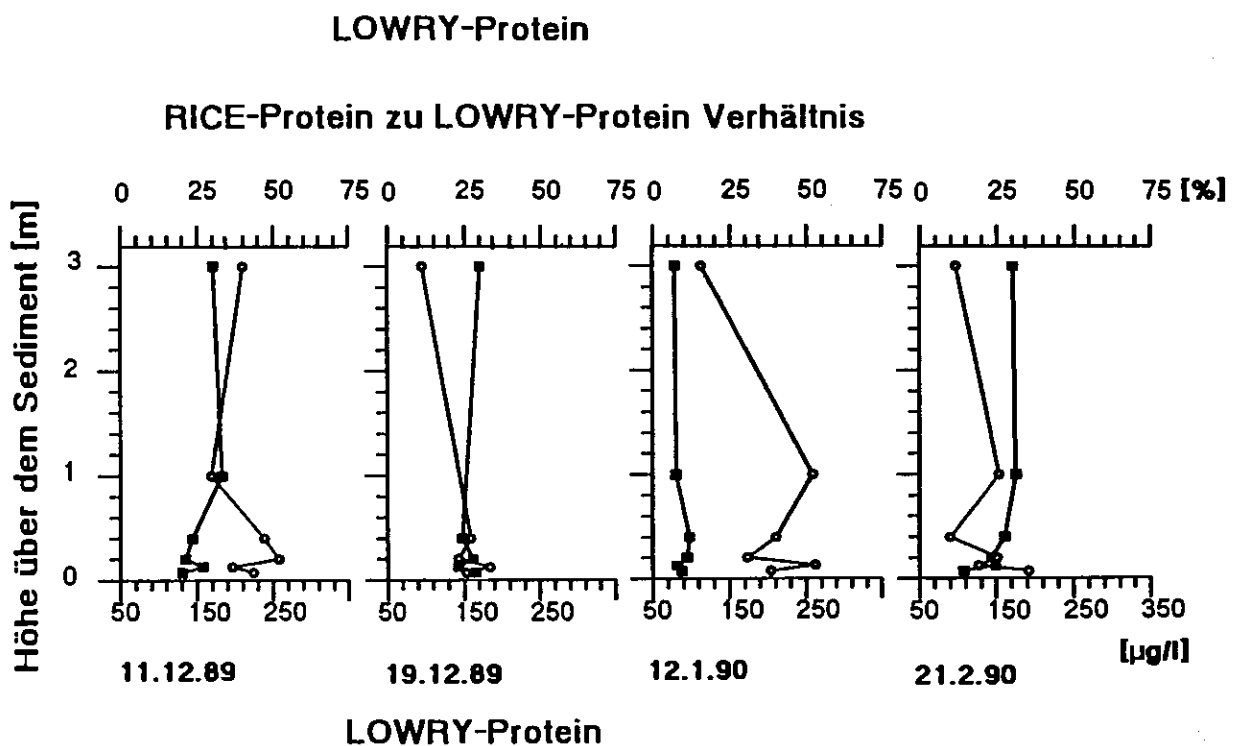
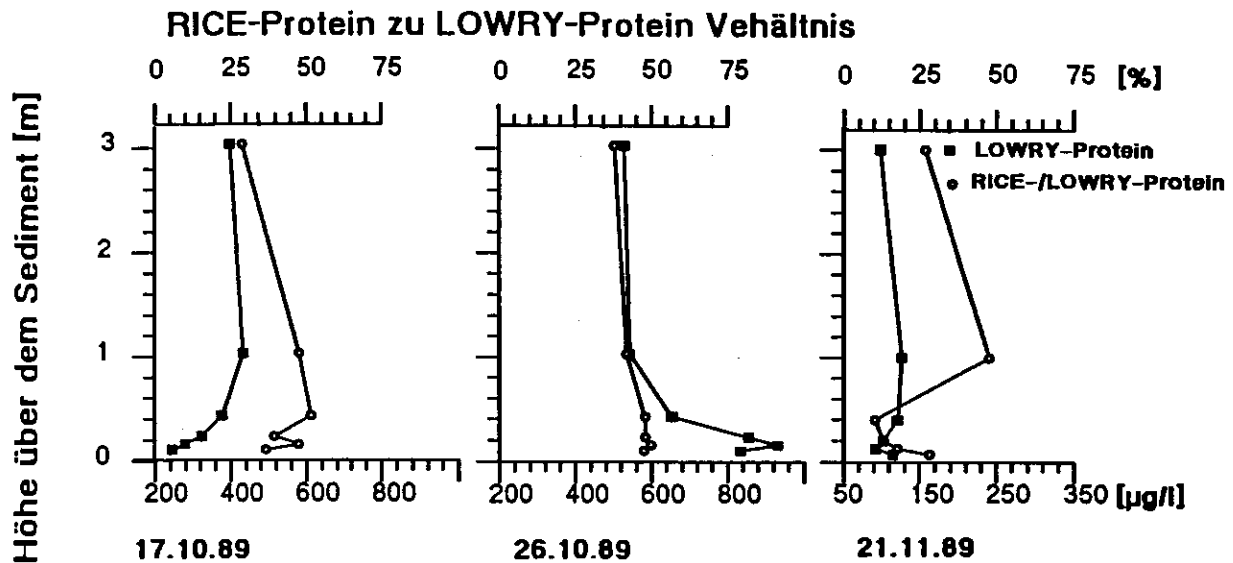


Abb. 14 Gabelsflach: Vertikalprofile der LOWRY - Protein - Konzentrationen (Gesamt - Organostickstoff - Verbindungen, Geopolymere und Phenole) im Bereich von [200 - 1000 µg/l] für den 17.10. und 26.10.1989, sowie im Bereich von [50 - 350 µg/l] für 21.11.1989, 11.12.1989, 19.12.1989, 12.1.1990 und 21.2.1990, sowie des Verhältnisses von RICE - Protein zu LOWRY - Protein in Prozent [%] als Maß für den Anteil der „bioverfügbaren“ Fraktion.

LOWRY - Protein vorhanden. Die stärksten Schwankungen treten zwischen 7cm Höhe (165 µg/l), 12cm Höhe (143 µg/l) und 20cm Höhe (161 µg/l) auf. Die niedrigsten Werten dieser Station betragen am 12.1.1990 in 3m und 1m 79 µg/l bzw. 80 µg/l. Bis 40cm Höhe über dem Sediment ist eine geringe Erhöhung auf 82 µg/l (12cm Höhe) bis 97 µg/l (40cm Höhe) erkennbar. Am 21.2.1990 stellt sich ein zum Sediment hin abnehmender Gradient dar, der von 175 µg/l in 1m Höhe auf 107 µg/l in 7cm Höhe sinkt. Der Wert in 12cm Höhe mit 149 µg/l LOWRY - Protein liegt geringfügig höher als der in 20cm Höhe mit 143 µg/l.

3.4.1.4. RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse

Aufgrund des Fehlens der LOWRY - Proteindaten vom 13.11.1989, können für dieses Datum keine RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse gebildet werden.

An dieser Stelle wird das RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnis eingeführt, um eine Abschätzung der leicht abbaubaren Protein und proteinähnlichen Stickstoff Fraktion (RICE - Protein) gegenüber der Gesamt - Organostickstoff - Fraktion einschließlich der Geopolymere und Phenole (LOWRY - Protein) zu versuchen. Diese prozentualen Verhältnisse zeigen Unterschiede in ihrer vertikalen Verteilung (Abbildung 15). Am 17.10.1989 steigt das Verhältnis RICE zu LOWRY - Protein von 28,9 % in 3m Höhe auf 51,8 % in 40cm Höhe. Von 20cm Höhe mit 39,7 % erhöhen sich die Werte in 12cm Höhe auf 47,6 %, um dann in 7cm Höhe auf 36,8 % zu fallen. Das Profil vom 26.10.1989 zeigt über alle Höhen geringe Schwankungen. Im Gegensatz zu 38,2 % und 42,1 % in 3m bzw. 1m Höhe ist ein leichter Anstieg im bodennahen Bereich bis 40cm Höhe mit Werten zwischen 47,9 % (7cm Höhe) und 50,1 % (12cm Höhe) zu verzeichnen. Zum 21.11.1989 hin sinken die prozentualen Anteile des RICE - Protein am LOWRY - Protein von 10,4 % in 40cm Höhe auf 28,3 % in 7cm Höhe. Außergewöhnlich hoch sind in diesem Zusammenhang 47,7 % in 1m Höhe. Am 11.12.1989 liegen die Verhältnisse in 3m Höhe und 1m Höhe bei 40,2 % bzw. 29,8 %, steigen dann auf 51,9 % in 20cm Höhe. Im Vergleich dazu sinkt der Wert in 12cm Höhe um ca. 15 % auf 36,5 %. In Bodennähe steigt bei sinkenden LOWRY - Protein - Konzentrationen der Anteil von RICE - Protein auf 43,6 % an. Am 19.12.1989 fällt auf, daß obwohl die LOWRY - Protein Konzentrationen besonders im bodennahen Bereich in 7cm, 20cm und 40cm Höhe im Vergleich zur Vorwoche steigen, sich die Prozentanteile auf Werte von 25,8 %, bzw.

23,2 % und 27,2 % auf etwa die Hälfte des RICE - Protein reduzieren. Die Prozentzahl in 12cm Höhe bleibt über diesen Zeitraum mit 36,5 % (21.11.1989) und 33,2 % (11.12.1989) konstant. Am 12.1.1990 zeigt sich stark ausgeprägter Vertikalgradient mit einem Anstieg von 15,8 % in 3m Höhe auf 52,1 % in 1m Höhe. Es folgt ein Abfallen auf 31,0 % in 20cm Abstand zum Sediment. Nach einem starken Anwachsen auf 53,0 % in 12cm Höhe, reduziert sich das RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnis auf 38,6 % in 7cm Höhe. Das Februarprofil (21.2.1990) zeigt stark schwankende Anteile zwischen 10,0 % in 40cm und 35,3 % in 7cm Höhe.

3.4.2. Boknis - Eck 19m

3.4.2.1. Seston

Ähnlich wie auf der Gabelsfachstation, sind auch hier Unterschiede in der vertikalen Verteilung der Partikelkonzentrationen zu erkennen, siehe Abbildung 15. Auch hier kann man die Höhen 1m und 3m als einheitlich betrachten. Die Änderungen treten im bodennahen Bereich bis 40cm Höhe auf. Vom Boden ausgehend zeigt sich ebenfalls ein konkaver Kurvenverlauf, der an den einzelnen Ausfahrtstagen bis 40cm oder nur bis 20cm Höhe ausgeprägt ist. Am 21.11.1989 und am 12.1.1990 sind keinerlei Gradienten erkennbar. Das Sturmereignis schlägt sich besonders in einer Erhöhung der Sestonkonzentrationen bis 12cm Höhe nieder.

3.4.2.2. POC zu Seston Verhältnisse

Die prozentualen Anteile des organischen Kohlenstoffs am Seston zeigen vertikale Gradienten, siehe Abbildung 15. Am 17.10.1989 fallen die Werte von 14,6 % in 3m Höhe auf 10,1 % in 7cm Abstand zum Boden. Das Vertikalprofil vom 26.10.1989 zeigt zwei Gruppe von von POC zu Seston Verhältnissen. Eine Gruppe oberhalb von 20cm Höhe mit Werten zwischen 20,6 % in 3m Höhe und 12,2 % in 1m Höhe. Der bodennahe Bereich zwischen 7cm und 20cm Höhe zeichnet sich durch gleiche Prozentzahlen von 7,9 % organischen Kohlenstoff am Seston aus. Am 13.11.1989 bewegen sich die Prozentwerte zwischen 9,6 % in 3m Höhe und 6,6 % in 20cm Höhe mit leichten Schwankungen in Bodennähe. Das Vertikalprofil der POC zu Seston Verhältnisse vom 21.11.1989 zeigt ein Absinken von 9,5 % in 1m Höhe auf 4,9 % in 12cm Höhe. Zum Boden hin nimmt der prozentuale Anteil leicht zu. Am 11.12.1989 sinken Werte von 8,0 % in 3m und 1m Höhe auf 3,7 % in 20cm Abstand zum Boden, um dann in 7cm Höhe 6,6 % zu erreichen. Am 19.12.1989 besteht ein zum Sediment abnehmenden Vertikalgradient, der von 6,9 % in 3m Höhe auf 4,4 % in 7cm Höhe fällt. Am 12.1.1990 wachsen die prozentualen Anteile des POC am Seston von 6,6 % in 3m Höhe in Richtung Sediment an und betragen in 20cm Höhe (8,7 %). Ein leichtes Abfallen auf 6,1 % in 12cm Höhe wird gefolgt von 7,5 % in 7cm Höhe. Das Profil vom 21.2.1990 wiederholt den Verlauf vom Vormonat mit Werten zwischen 3,8 % (Höhe 6) und 9,1 % (20cm Höhe), sowie 7,3 % (12cm Höhe) und 8,0 % (7cm Höhe).

Boknis-Eck 19m

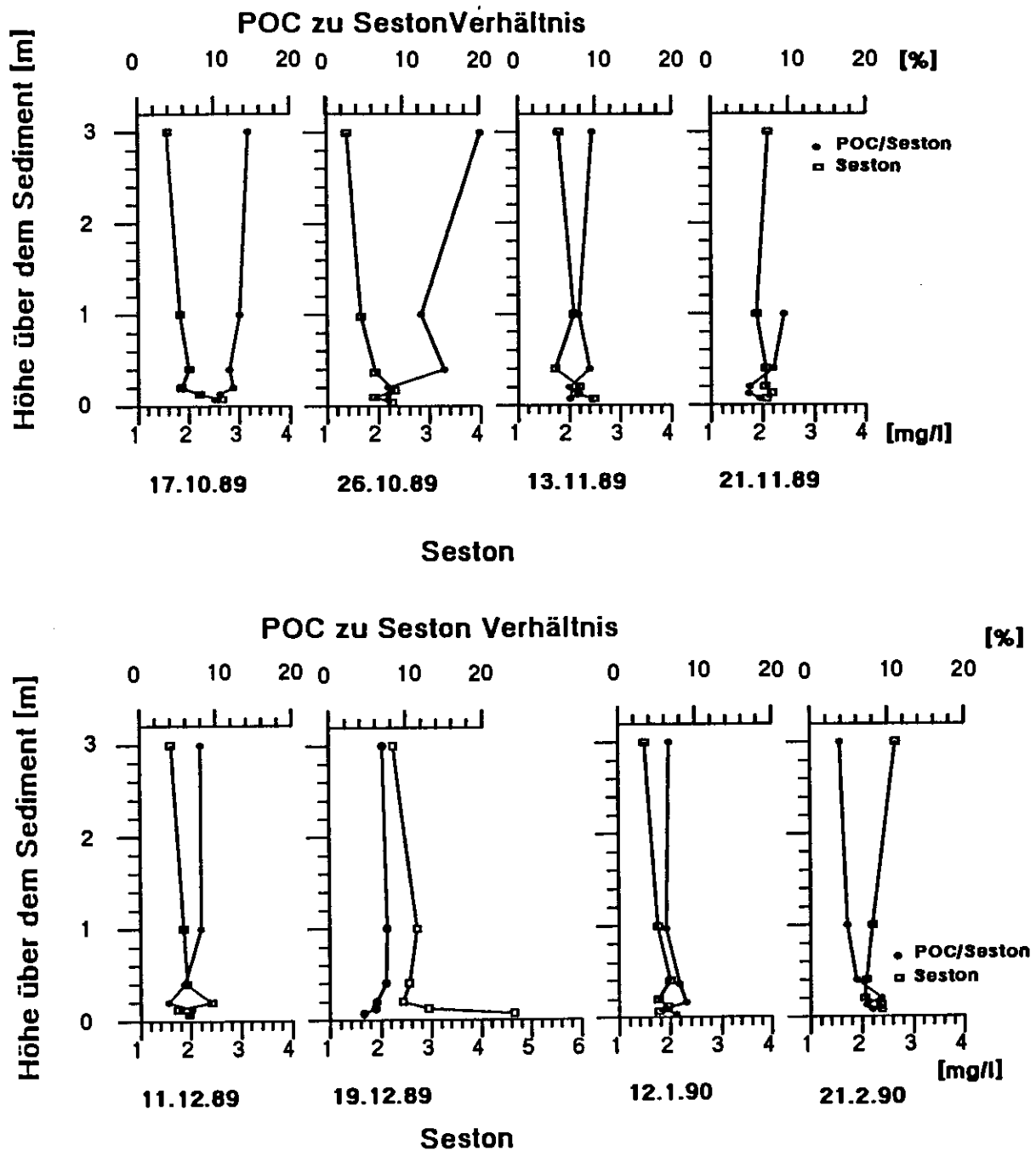


Abb. 15 Boknis - Eck 19m: Vertikalgradienten der Sestonkonzentrationen [1 - 6 mg/l] sowie des POC zu Seston Verhältnisses in Prozent [%] im bodennahen Bereich bis 3m über dem Sediment.

3.4.2.3. LOWRY - Protein

Die LOWRY - Proteindaten vom 13.11.1989 sind nicht verfügbar.

Auch der Summenparameter der organischen Stickstoffverbindungen, Geopolymere und Phenole (LOWRY - Protein) zeigt Vertikalgradienten (Abbildung 16). Am 17.10.1989 liegen die LOWRY - Proteinwerte im Bereich zwischen 258 µg/l in 1m Höhe und 362 µg/l in 20cm Höhe. Von 344 µg/l in 3m Höhe fällt die Proteinkonzentration auf 306 µg/l in 40cm Höhe, um dann auf 362 µg/l in 20cm Höhe zu steigen. In Bodennähe (12cm und 7cm) sind 312 µg/l bzw. 317 µg/l LOWRY - Protein vorhanden. Der 26.10.1989 ist geprägt von einem zum Sediment hin abfallenden Gradienten, bei dem die Konzentrationen von 264 µg/l in 3m Höhe bis auf 167 µg/l in 7cm Höhe sinken. Am 21.11.1989 befinden sich in 3m Höhe und 40cm Höhe 159 µg/l bzw. 153 µg/l LOWRY - Protein. In Bodennähe, d.h. von 20cm Höhe bis zum Sediment treten Konzentrationen zwischen 71 µg/l bis 77 µg/l auf. Ein ähnliches Profil ist am 11.12.1989 erkennbar, wo in 3m und 1m Höhe 136 µg/l bzw. 139 µg/l LOWRY - Protein vorhanden sind, im bodennahen Bereich jedoch nur zwischen 79 µg/l und 87 µg/l erreicht werden. Bis zum 19.12.1989 haben sich die LOWRY - Proteinwerte über alle Probenhöhen auf 130 µg/l bis 167 µg/l erhöht, wobei der niedrigste Wert in 20cm Höhe liegt. Im Januar (12.1.1990) sind die Proteinkonzentrationen in 3m Höhe mit 90 µg/l und 7cm mit 84 µg/l mehr oder weniger gleich. In den mittleren Höhen ist eine leichte Abnahme bis auf 49 µg/l in 40cm Höhe zu verzeichnen. Der Kurvenverlauf im Februar 1990 zeigt einen ähnlichen Verlauf, mit geringeren Schwankungen zwischen 75 µg/l und 89 µg/l.

3.4.2.4. RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse

Aufgrund des Fehlens der Proteindaten vom 13.11.1989 können für dieses Datum keine RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse gebildet werden.

Bei Betrachtung der Abbildung 16 lassen sich Unterschiede in der vertikalen Verteilung der prozentualen Anteile vom RICE - Protein am LOWRY - Protein erkennen. Am 17.10.1989 fallen die Anteile von 65,0 % in 3m Höhe auf 48,4 % in 40cm Höhe. Nach einem Anstieg auf 66,1 % in 20 cm Höhe sinken die Werte auf 50,1 % in 7cm Abstand zum Boden. Trotz des zum Sediment hin abnehmenden LOWRY - Proteinkonzentrationen, zeichnet

Boknis-Eck 19m

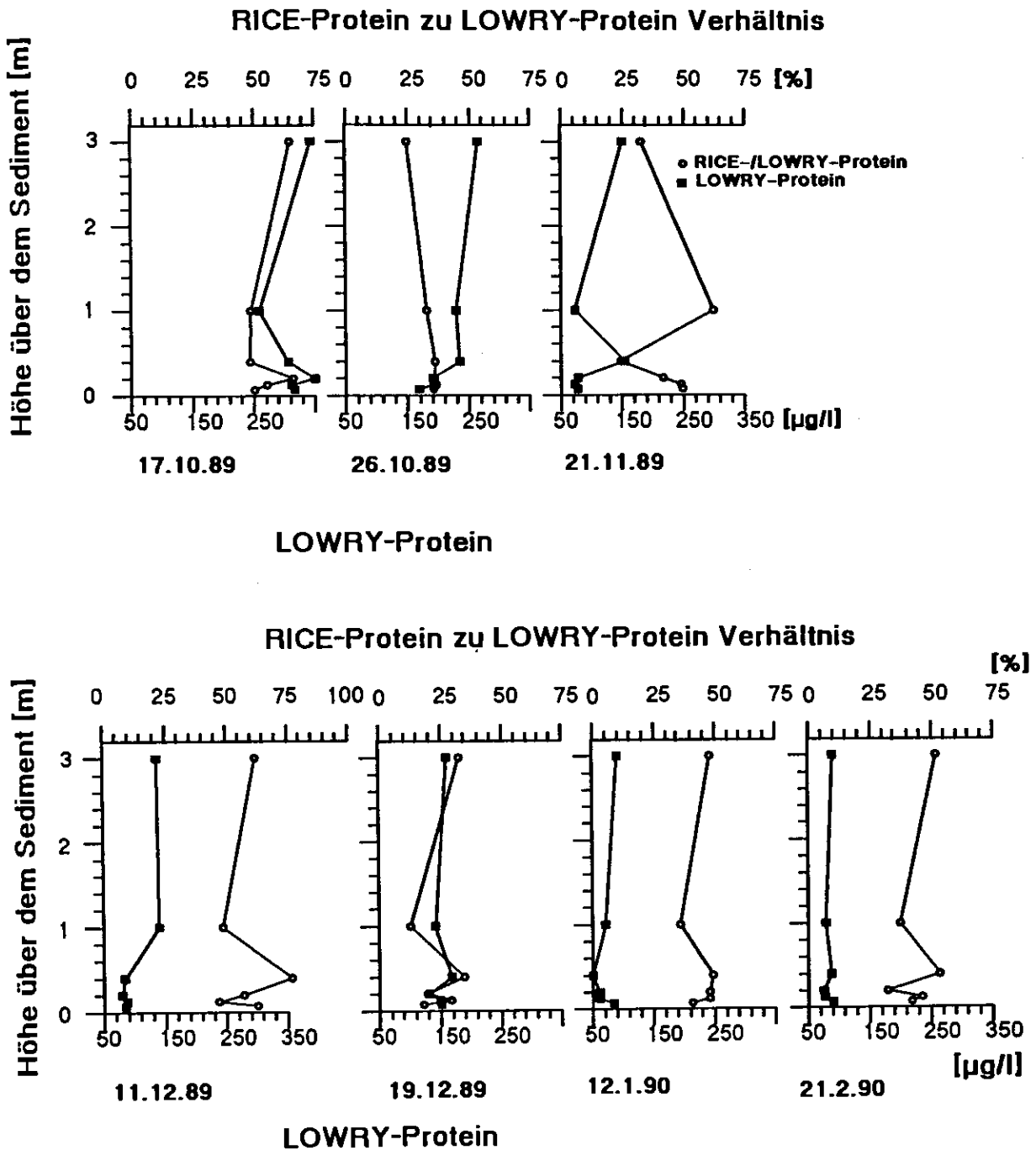


Abb. 16 Boknis - Eck 19m: Vertikalprofile der LOWRY - Protein - Konzentrationen (Gesamt - Organostickstoff - Verbindungen, Geopolymere und Phenole) im Bereich von [50 - 350 µg/l], sowie des Verhältnisses von RICE - Protein zu LOWRY - Protein in Prozent [%] als Maß für den Anteil der „bioverfügbaren“ Fraktion im bodennahen Bereich bis 3m über dem Sediment.

sich der 26.10.1989 durch ein gleichmäßiges Vertikalprofil der RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse mit Werten zwischen 25,0 % in 3m Höhe und 36,5 % in 12cm Höhe aus. Im Gegensatz dazu treten am 21.11.1989 starke Schwankungen auf. Ein Anteil von 32,9 % in 3m Höhe steigt auf 62,3 % in 1m Höhe, um in 40cm Höhe über dem Grund auf 24,5 % zu fallen. In Sedimentnähe in 7cm Höhe erreicht der Wert 49,7 %. Auch der 11.12.1989 zeigt einen ausgeprägten Vertikalgradienten, mit sehr hohen Anteilen von RICE - Protein am LOWRY - Protein, der im bodennahen Bereich bei gleichmäßig niedrigen LOWRY - Konzentrationen, zwischen 76,9 % (40cm Höhe) und 46,9 % (12cm Höhe) schwankt. Im Vergleich zur Vorwoche sind am 19.12.1989 bei nahezu verdoppelten LOWRY - Proteingehalten die prozentualen Anteile von proteinähnlichen Substanzen (RICE - Protein) auf ca. die Hälfte reduziert. Auffällig ist, daß bei gleichem LOWRY - Proteingehalt wie in 12cm Höhe mit 29,1 % das Verhältnis in 7cm Höhe bis auf 18,0 % fällt. Bis zum 12.1.1990 erreichen die Werte zwischen 36,1 % (1m Höhe) bis 49,4 % (40cm Höhe). Das Vertikalprofil der Verhältnisse stellt einen spiegelbildlichen Verlauf des LOWRY - Proteinprofils dar. Am 21.2.1990 zeigen sich, trotz der gleichmäßigen LOWRY - Proteingehalte, Unterschiede in der vertikalen Verteilung der RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse. In Bodennähe variieren die Werte zwischen 32,3 % in 20cm Höhe und 42,2 % in 7cm Höhe.

3.4.3. Boknis - Eck 24

3.4.3.1. Seston

Bei der Betrachtung der Vertikalprofile (Abbildung 17) aller Ausfahrten fallen Unterschiede der Partikelkonzentrationen in den verschiedenen Probenhöhen auf. Die stärksten Variationen treten wiederum im bodennahen Bereich bis 40cm Höhe auf. Es läßt sich jedoch im Gegensatz zu den anderen beiden Stationen kein gemeinsames Muster erkennen. Am 17.10.1989, 26.10.1989, 11.12.198, 19.12.1989 und 21.2.1990 erhöhen sich die Sestongehalte zum Boden hin. Am 13.11.1989, 21.11.1989 und am 12.1.1990 liegen die höchsten Werte in 1m Höhe. Die Probenhöhen in 1m und oberhalb der Sprungschicht lassen sich nicht als gleich betrachten.

3.4.3.2. POC zu Seston - Verhältnisse

Auch bei diesem Verhältnis sind Unterschiede in den einzelnen Abständen zum Sediment vorhanden, siehe Abbildung 17. Am 17.10.1989 betragen die POC - Anteile in 5m und 1m Höhe 6,2 % bzw. 8,1 %. Im bodennahen Bereich bis 40cm befindet sich ein Gradient der POC - Anteile von 10,2 % (20cm Höhe) bis 14,6 % (7cm Höhe) organischem Kohlenstoff am Seston. Am 13.11.1989 liegen die prozentualen Anteile des POC am Seston zwischen 5,9 % und 9,0 %, ohne die Ausprägung eines Vertikalgradienten. Das POC zu Seston Verhältnis am 21.11.1989 bewegt sich oberhalb von 20cm Höhe zwischen 10,2 % (1m Höhe) und 13,9 % (20cm Höhe). Zum Boden hin fallen die Anteile über 9,5 % in 12cm Höhe bis auf 3,5 % in 7cm Höhe. Im Gegensatz dazu sind am 11.12.1989 in 20cm, 40cm und 3m Höhe über dem Sediment jeweils nur 5,6 bis 6,0 % organischer Kohlenstoff am Seston vorhanden. Die Werte in 12cm und 7cm Höhe steigen auf 10,5 % bzw. 10,4 % an. Der 19.12.1989 zeigt einen zum Boden hin abfallenden (6,3% in 6m Höhe auf 3,5 % in 7cm Höhe) gleichmäßigen Vertikalgradienten POC zu Seston Anteile. Januar und Februar 1990 zeichnen sich durch gradientenlose Vertikalprofile aus, bei denen der organische Kohlenstoff zwischen 4,9 % und 7,4 % vom Seston ausmacht.

Boknis-Eck 24m

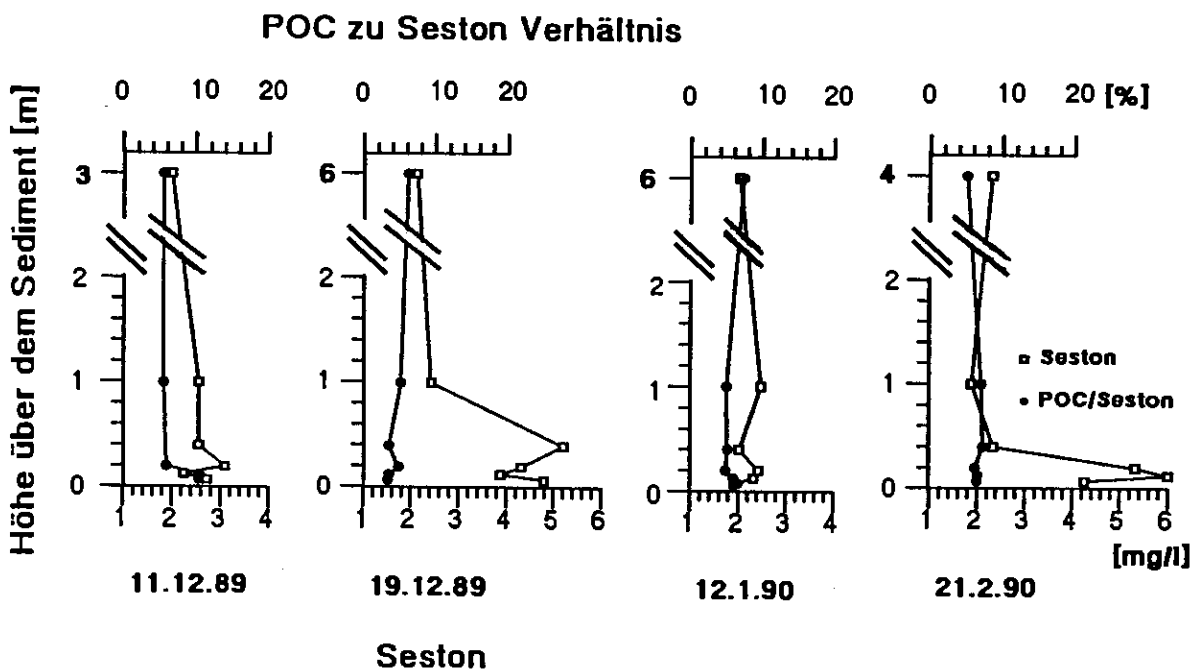
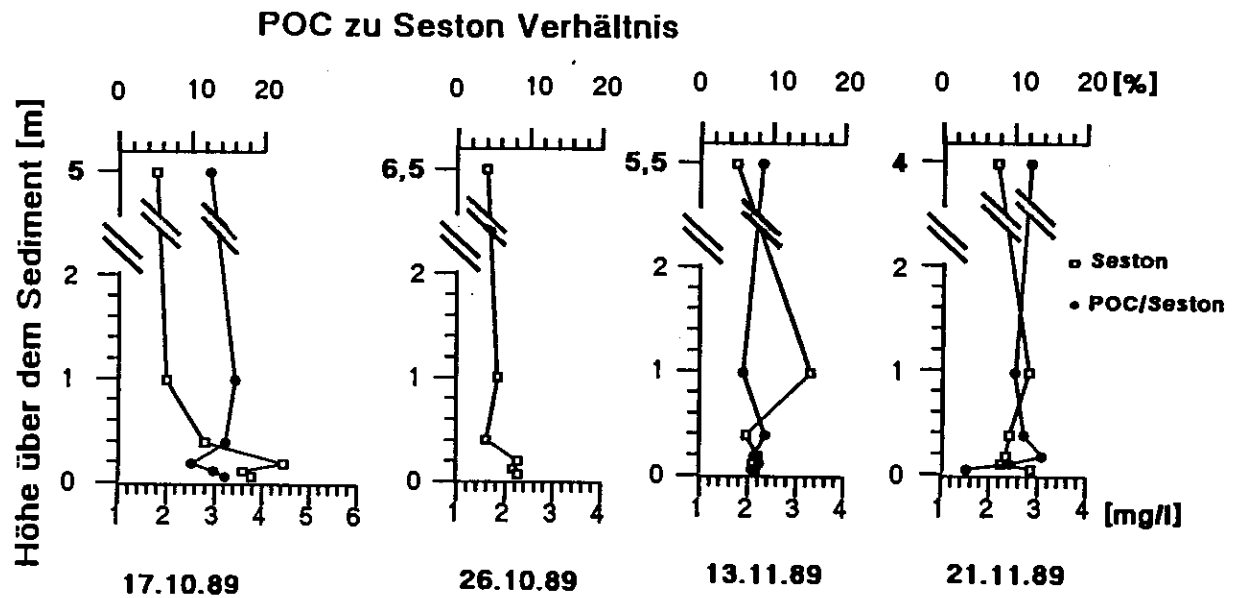


Abb. 17 Boknis - Eck 24m: Vertikalgradienten der Sestonkonzentrationen [1 - 6 mg/l] sowie des POC zu Seston Verhältnisses in Prozent [%] im bodennahen Bereich bis zu einer variablen Probenhöhe, die am jeweiligen Ausfahrtstermin oberhalb der Sprungschicht anhand der Multisondenprofile festgelegt wurde. Die unterbrochenen Linien deuten einen Bruch in der Höhenachse an.

3.4.3.3. LOWRY - Protein - Konzentrationen

Die LOWRY - Proteindaten vom 17.10.1989 und 13.11.1989 sind nicht verfügbar.

Am 26.10.1989 fallen die LOWRY - Proteinkonzentrationen von 344 µg/l in 6,5m Höhe auf 144 µg/l in 12cm Abstand zum Boden, um dann wieder in 7cm Höhe auf 171 µg/l anzusteigen (Abbildung 18). Der 21.11.1989 ist geprägt von einer starken Zunahme der LOWRY - Werte von 75 µg/l in 4m Höhe auf 222 µg/l in 40cm Höhe. Es folgt eine Abnahme der Konzentration auf 185 µg/l in 12cm Höhe um dann zum Boden hin wieder in 7cm Höhe auf 203 µg/l zuzunehmen. Am 11.12.1989 zeigt sich ein zum Sediment ansteigender Gradient, bei dem die LOWRY - Proteingehalte von 84 µg/l in 3m Höhe bis auf 294 µg/l in Bodennähe in 7cm Höhe anwachsen. Am 19.12.1989 sind die Konzentrationen im bodennahen Bereich mit Schwankungen zwischen 167 µg/l (40cm Höhe) und 202 µg/l (7cm Höhe) im Vergleich höher als in 1m (84 µg/l) und 6m Höhe (127 µg/l) über dem Sediment. Im Januar (12.1.1990) fallen die Werte von 124 µg/l in 6m Höhe bis auf 66 µg/l in 20cm Höhe über dem Sediment. Bodennah werden in 7cm Höhe 84 µg/l erreicht. In der Zeit bis zum 21.2.1990 erhöhen sich die LOWRY - Protein Konzentrationen bis 20cm Höhe um den Faktor 3 bis 4 auf Werte zwischen 233 µg/l (7cm Höhe) und 295 µg/l (12cm Höhe). Mit weiterem Abstand zum Boden sinken die Werte bis auf 71 µg/l in 1m Höhe bzw. 80 µg/l in 4m Höhe.

3.4.3.4. RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse

Aufgrund des Fehlens der LOWRY - Proteindaten vom 17.10.1989 und 13.11.1989, konnten für diese Ausfahrten keine Verhältnisse gebildet werden.

Am 26.10.1989 zeigen die RICE- zu LOWRY - Protein Verhältnisse (Abbildung 18) mit dem Anstieg von 26,9 % in 6,5m Höhe auf 42,8 % in 7cm Höhe einen entgegengesetzten Verlauf zu den zum Boden hin sinkenden LOWRY - Proteingehalten. Zum 21.11.1989 steigt der Anteil RICE - Protein bis auf 54,6 % in 4m Höhe. Besonders starke Schwankungen treten mit 31,0 % in 7cm Höhe und 53,7 % in 40cm Höhe auf. Entgegen dem zum Boden hin steigenden LOWRY - Proteingehalten sinken die RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnisse von 86,4% in 4m Höhe bis auf 28,7 % in 7cm Abstand zum Sediment.

Boknis-Eck 24m

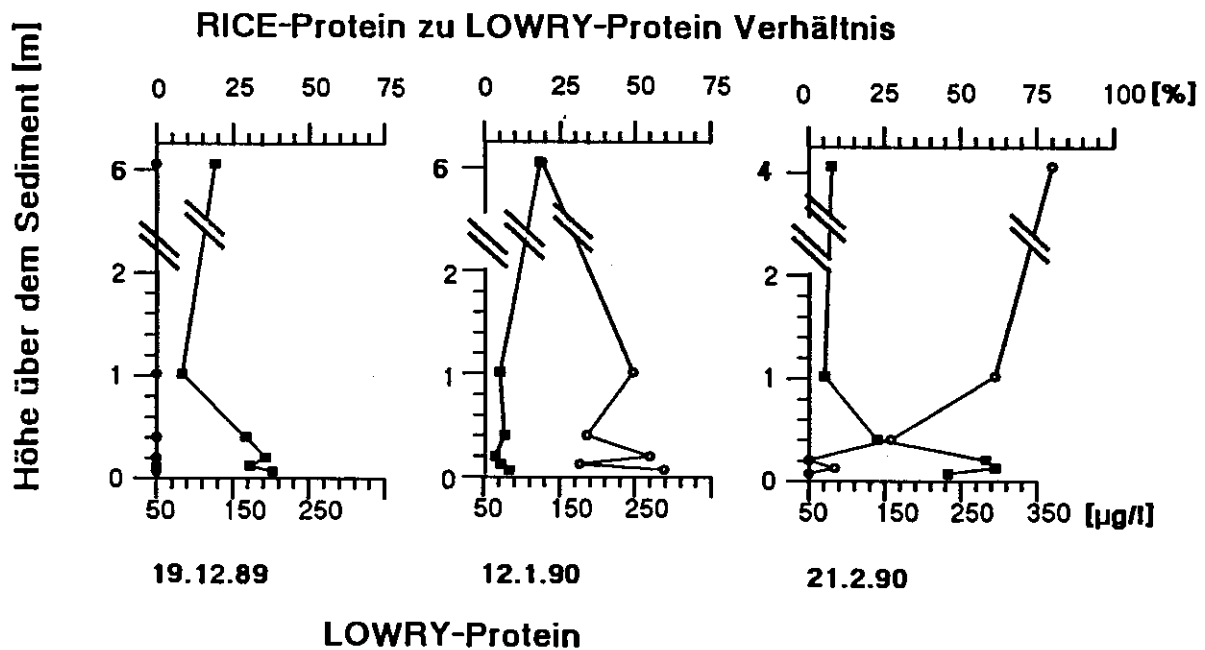
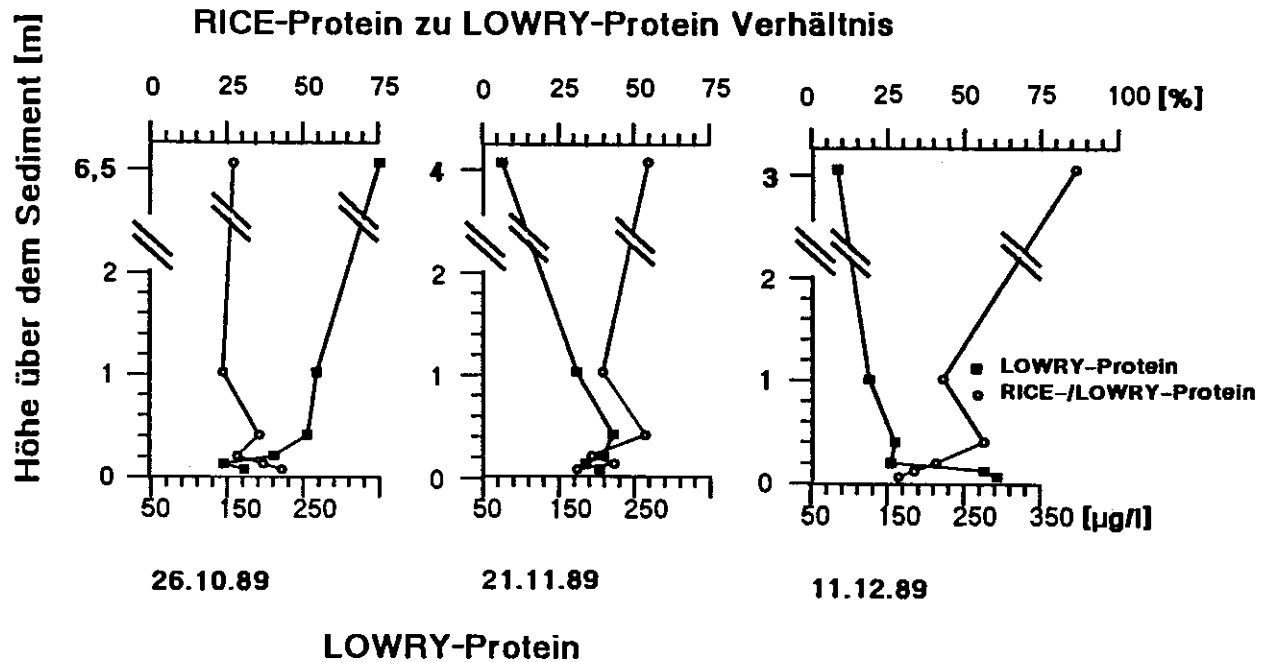


Abb. 18 Boknis - Eck 24m: Vertikalprofile der LOWRY - Protein - Konzentrationen (Gesamt - Organostickstoff - Verbindungen, Geopolymere und Phenole) im Bereich von [50 - 350 µg/l], sowie des Verhältnisses von RICE - Protein zu LOWRY - Protein in Prozent [%] als Maß für den Anteil der „bioverfügbaren“ Fraktion im bodennahen Bereich bis zu einer variablen Probenhöhe, die am jeweiligen Ausfahrtstermin oberhalb der Sprungschicht anhand der Multisondenprofile festgelegt wurde. Die unterbrochenen Linien deuten einen Bruch in der Höhenachse an.

Am 19.12.1989 sind an dieser Station keine RICE - Protein Anteile vorhanden. Am 12.1.1990 zeigen sich trotz gleichmäßig niedrigen LOWRY - Proteinkonzentrationen starke Variationen (31,6 % in 12cm Höhe bis 59,5 % in 7cm Höhe) der Verhältnisse im Bodennähe. Eine besondere Situation stellt sich am 21.2.1990 dar. Bei geringen LOWRY - Proteinwerte in 4m und 1m Höhe, beträgt in diesen Höhen der Anteil RICE - Protein 80,1 % bzw. 61,2 %. Bis in 40cm Höhe fällt er auf 27,1 %. Unterhalb 20 cm, mit LOWRY - Proteingehalten von über 230 µg/l, sinken die Anteile auf 8 % in 12cm Höhe und auf 0 % in 20cm und 7 cm Höhe.

3.5. Bakterien

3.5.1. Zellgröße von Bakterien und deren Verteilung im bodennahen Bereich

In der Folge soll ein Vergleich der bakteriellen Körpermassen und deren vertikale Verteilung in 7cm, 12cm, 20cm, 40cm und 3m Höhe über dem Sediment exemplarisch an den Daten der Ausfahrten vom 21.11.1989 und 19.12.1989 der Station Gabelsflach dargestellt werden. Die Ausfahrtsdaten spiegeln eine ruhige hydrographische Situation (21.11.1989) bzw. ein Sturmereignis (19.12.1989) wider.

Da die Bakteriengrößen, somit ihre Körpermasse, nicht normal verteilt sind, wurde eine Darstellung mit Medianen und Percentilen in Box - Plots, (Abbildung 19) gewählt. Die Körpermasse aller 1000 gemessenen Bakterien dieser beiden Stationen umfaßt ein Spektrum der mittleren Körpermasse von $3,1 \cdot 10^{-6}$ bis $6,0 \cdot 10^{-4}$ ng*C.org*Ind.⁻¹.

Tabelle 2 Gabelsflach: Auflistung der Bakterienkörpermasse [ng*10⁻⁵*Ind.⁻¹] im Mittel (Median) für die Ausfahrten am 21.11.1989 und 19.12.1989.

	21.11.89	19.12.89
Höhe über Grund	mittl. Körpermasse ng*10 ⁻⁵ *Ind. ⁻¹	mittl. Körpermasse ng*10 ⁻⁵ *Ind. ⁻¹
3m	1,7	1,6
40cm	3,1	3,0
20cm	1,9	3,6
12cm	2,9	10,0
7cm	2,8	3,7

Tabelle 2 zeigt für den 21.11.1989 in allen Höhen ein ähnliches Verteilungsmuster der Mediane. Die Körpermassen der Bakterien bewegen sich im Mittel zwischen $1,7 \cdot 10^{-5}$ und $3,1 \cdot 10^{-5}$ ng*C.org*Ind.⁻¹. Am 19.12.1989 stellt sich ein ausgeprägtes Vertikalprofil mit einer Zunahme der Individualmasse im Mittel auf $5,6 \cdot 10^{-5}$ ng*C.org*Ind.⁻¹ in 12cm Höhe und einer Abnahme bis in 3m Höhe auf $1,6 \cdot 10^{-5}$ ng*C.org*Ind.⁻¹ dar.

Vergleicht man die beiden Ausfahrtstermine untereinander (Abbildung 19), so sind die Unterschiede in 7cm, 12cm und 20cm Höhe über dem Sediment besonders auffällig. In diesen Höhen ist nicht nur eine Erhöhung der Medianwerte, sondern auch eine Verschiebung zu größeren Zellformen

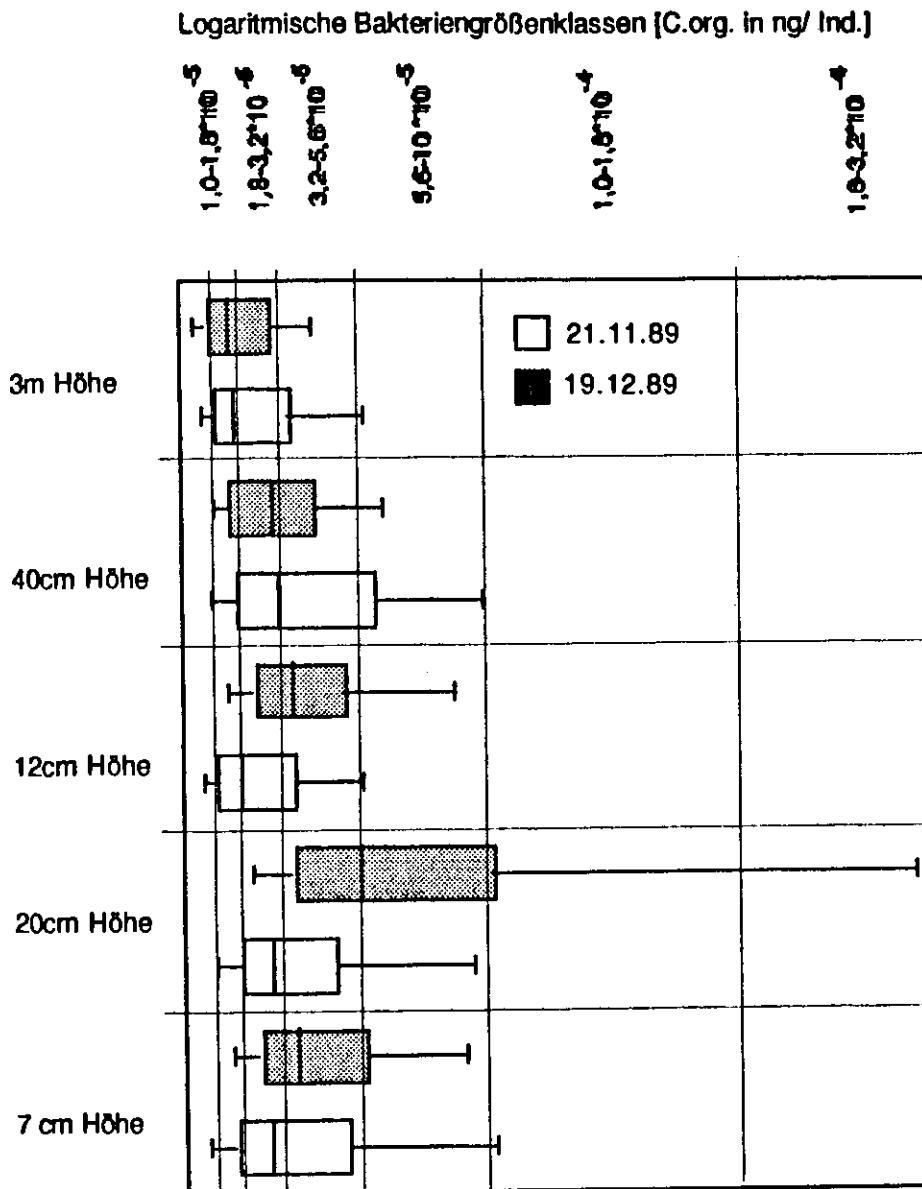


Abb. 19 Vergleich der Bakterien - Körpermassen - Größenspektren der Station Gabelsfach vom 21.11.1989 und 19.12.1989 über Probenhöhen 7cm, 12cm, 20cm, 40cm, und 3m über dem Sediment. Die Einteilung der C.org. - Größenspektren in ng/Ind. folgt der logarithmischen Einteilung von $10^{0.25} \dots 10^{0.5} \dots 10^{0.75}$ nach GERLACH et al. (1985)

Die Darstellung durch Box - Plots liefert Informationen über:

- den Median, der die Meßreihe in zwei Hälften (a 50%) teilt (SACHS, 1983, PRECHT, 1985),
- ein unteres Quartil (untere Grenze der Box), unterhalb dieses Wertes liegen 25 % aller Werte,
- ein oberes Quartil (obere Grenze der Box), oberhalb dieses Wertes liegen 75 % aller Werte,
- 10% und 90% - Werte (jeweils das horizontale Ende des Balkens), unterhalb bzw. oberhalb dieser Werte liegen nur noch extreme Ausreißer.

erkennbar. Am 19.12.1989 sind in 12cm und 20cm Höhe mehr als 75 % der Bakterien größer als der Median am 21.11.1989. In den Höhen 40cm und 3m über dem Sediment befinden sich bei annähernd gleichen Medianen mehr größere Bakterien in den Proben vom 21.11.1989.

3.5.2. Bakterielle Biomasse

Die bakterielle Biomasse, Tabelle 3 nimmt am 21.11.1989 von 13,4 µg/l in 3m Höhe bis auf 27 µg/l in 7cm Höhe zu und trägt damit 8,9 % bzw. 12,2 % zum Gesamt - POC bei. Am 19.12.1989 zeigen sich stark differierende Biomassen zwischen 13,3 µg/l in 3m Höhe und dem Maximum von 52 µg/l in 12cm Höhe über dem Sediment. Die mikrobiellen Parameter der Station Boknis - Eck 19m verhalten sich vergleichbar. Im Gegensatz dazu ist auf der Station Boknis - Eck 24m eine Abnahme der Bakterien - Abundanzen vom 21.11.1989 bis zum 19.12.1989 zu verzeichnen. Bei ähnlichen Größenspektren der Körpermassen bedeutet dies eine erhebliche Reduktion der Biomassen.

Die hier gefundenen Bakterienabundanzen im Bereich von 10^5 bis $10^6 \cdot \text{ml}^{-1}$ sind Zahlen von ZIMMERMANN (1977) für die Kieler Bucht vergleichbar.

Tabelle 3 Gegenüberstellung der Abundanzen, der mittleren Körpermasse sowie der Biomassen von Bakterien an den Ausfahrtsterminen 21.11. und 19.12.1989 für die Stationen Gabelsflach, Boknis - Eck 24m und Boknis - Eck 19m.

Gabelsflach

Höhe über Grund	21.11.1989			19.12.1989		
	Anzahl [$\cdot 10^5 \cdot \text{ml}^{-1}$]	mittl. Körpermasse $\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind}^{-1}$	Biomasse [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]	Anzahl [$\cdot 10^5 \cdot \text{ml}^{-1}$]	mittl. Körpermasse $\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind}^{-1}$	Biomasse [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]
3m	5,0	2,7	13,4	3,8	2,4	13,3
40cm	3,9	5,4	20,6	5,0	3,5	17,5
20cm	4,5	3,0	13,5	5,9	4,3	25,6
12cm	4,7	4,4	21,0	5,2	10,0	52,0
7cm	5,9	4,7	27,7	6,2	4,6	30,0

Fortsetzung Tabelle 3

Boknis-Eck 24m

Höhe über Grund	21.11.1989			19.12.1989		
	Anzahl [$\cdot 10^5 \cdot \text{ml}^{-1}$]	mittl. Körpermasse $\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind}^{-1}$	Biomasse [$\mu\text{g} \cdot \Gamma^{-1}$]	Anzahl [$\cdot 10^5 \cdot \text{ml}^{-1}$]	mittl. Körpermasse $\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind}^{-1}$	Biomasse [$\mu\text{g} \cdot \Gamma^{-1}$]
3m	5,5	4,4	23,9	5,4	10,0	54,0
40cm	12,6	4,4	54,8	4,9	2,5	12,0
20cm	13,7	4,7	64,0	4,6	4,3	19,8
12cm	15,0	10,0	150,0	7,0	2,6	17,9
7cm	12,0	10,0	120,0	6,8	10,0	68,0

Boknis-Eck 19m

Höhe über Grund	21.11.1989			19.12.1989		
	Anzahl [$\cdot 10^5 \cdot \text{ml}^{-1}$]	mittl. Körpermasse $\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind}^{-1}$	Biomasse [$\mu\text{g} \cdot \Gamma^{-1}$]	Anzahl [$\cdot 10^5 \cdot \text{ml}^{-1}$]	mittl. Körpermasse $\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind}^{-1}$	Biomasse [$\mu\text{g} \cdot \Gamma^{-1}$]
3m	4,1	10,0	41,0	6,1	3,6	22,0
40cm	3,9	4,0	15,5	5,2	4,2	22,0
20cm	5,6	4,4	24,8	5,4	2,8	14,9
12cm	5,4	4,9	26,7	5,4	10,0	54,0
7cm	4,7	10,0	47,0	6,4	10,0	64,0

3.5.3. Qualitative Beschreibung von rasterelektronenmikroskopischen Fotos

Um einen visuellen Eindruck der Partikel in der Bodennahen Trübezone zu bekommen, sind freundlicherweise durch Frau Silvia Forti Aufnahmen (Abbildung 20a + b) von Partikeln und Aggregaten aus 7cm Höhe vom 21.11.1989 von der Station Boknis - Eck 24m zur Verfügung gestellt worden. Abbildung 20a zeigt ein ca. 50 μm großes Aggregat. In dieses eingebunden erkennt man als stabförmige Gebilde Reste von Diatomeenschwebefortsetzen sowie scharfkantige mineralische Elemente.

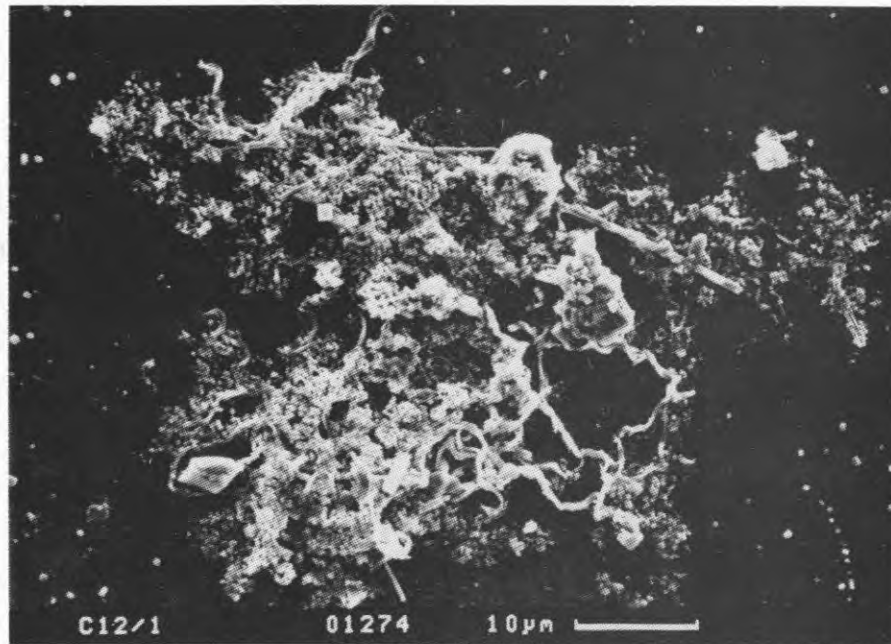


Abb. 20a Boknis - Eck 24m: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme eines ca. 50 μm großen Aggregates aus 7cm über dem Sediment. Der Maßstab hat eine Länge von 10 μm .

In der Detailaufnahme treten nun neben mineralischen Komponenten eine Vielzahl an kokkalen Bakterien von etwa 0,5 μm Durchmesser in Erscheinung. Erstaunlicherweise ist dieses Aggregat selbst nach sechs Monaten andauernde Formolfixierung noch nicht völlig zerstört.

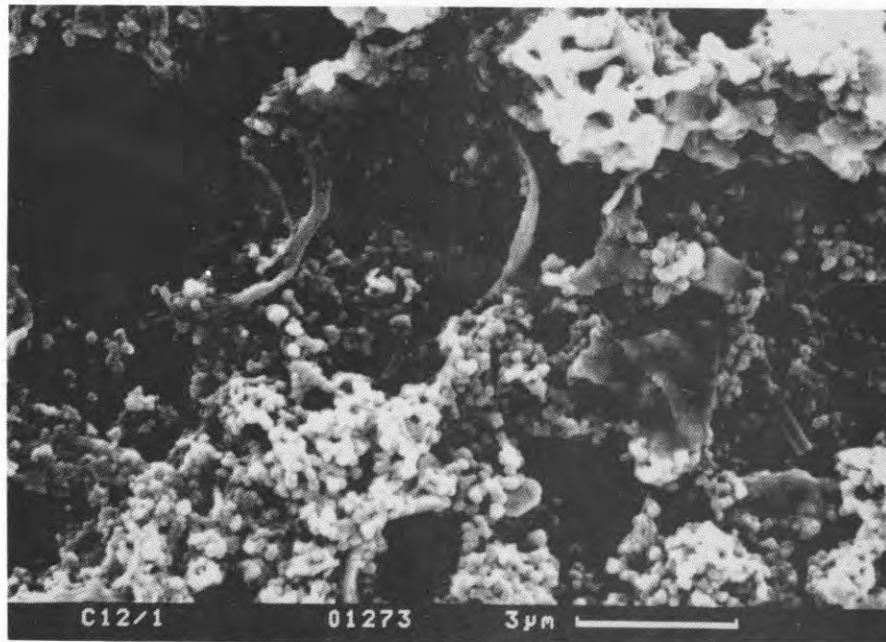


Abb. 20b Boknis - Eck 24m 21.11.1989: Detailaufnahme des Aggregates der Abb. 20a. Der Maßstab hat eine Länge von 3 μm . Neben mineralischen Anteilen erkennt man eine Vielzahl an kokkalen Bakterien.

3.6. Beschreibung der Ergebnisse der Ausfahrt zum Mittelgrund am 21.3.1990

3.6.1. Hydrographie

Am 21.3.1990 befand sich auf allen drei Stationen West, Mitte und Ost in 17m Tiefe eine schwache thermo - haline Sprungschicht (Abbildung 21). Der Wasserkörper unterhalb der Sprungschicht hatte eine Temperatur von $T = 5,1^{\circ}\text{C}$ und eine Salinität von $S = 20,6$. Oberhalb von 17m Tiefe waren $T = 5,7^{\circ}\text{C}$ sowie $S = 20,5$. Mit Hilfe der Videokamera konnte durch die sich deutlich bewegende Strömungsfahne auf dem Kompass eine Strömungsrichtung aus 30° , d.h. ein Süd - West - Strom, ermittelt werden. Dies bedeutet für das Tiefenwasser eine Einstromlage, was durch Westwinde (siehe 3.1.) im März plausibel erscheint.

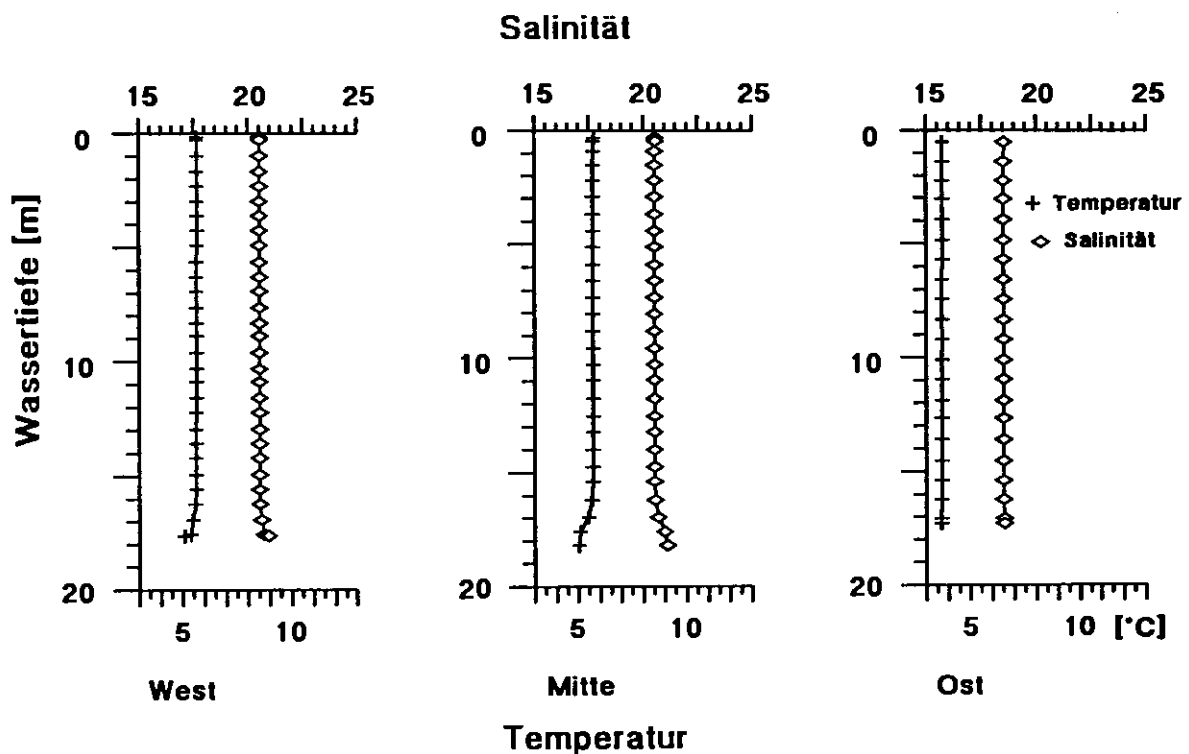


Abb. 21 Ausfahrt zum Mittelgrund am 21.3.1990: Vertikalprofile von Temperatur [3 - 13°C] und Salinität [S = 15 - 25].

3.6.2. Seston

Bei dem Parameter Seston (Abbildung 22) läßt sich in Strömungsrichtung, d.h. von der Station "Ost" zur Station "West" in 7cm und 12cm Höhe über dem Sediment ein Anstieg der Partikelfrachten von 2,6 mg/l auf 4,9 mg/l bzw. 1,9 mg/l auf 3,2 mg/l, d.h. um den Faktor 1,9 bzw. 1,7 erkennen. In 40cm Höhe liegen die Werte auf allen drei Stationen zwischen 2,0 mg/l ("Mitte") und 2,6 mg/l ("Ost").

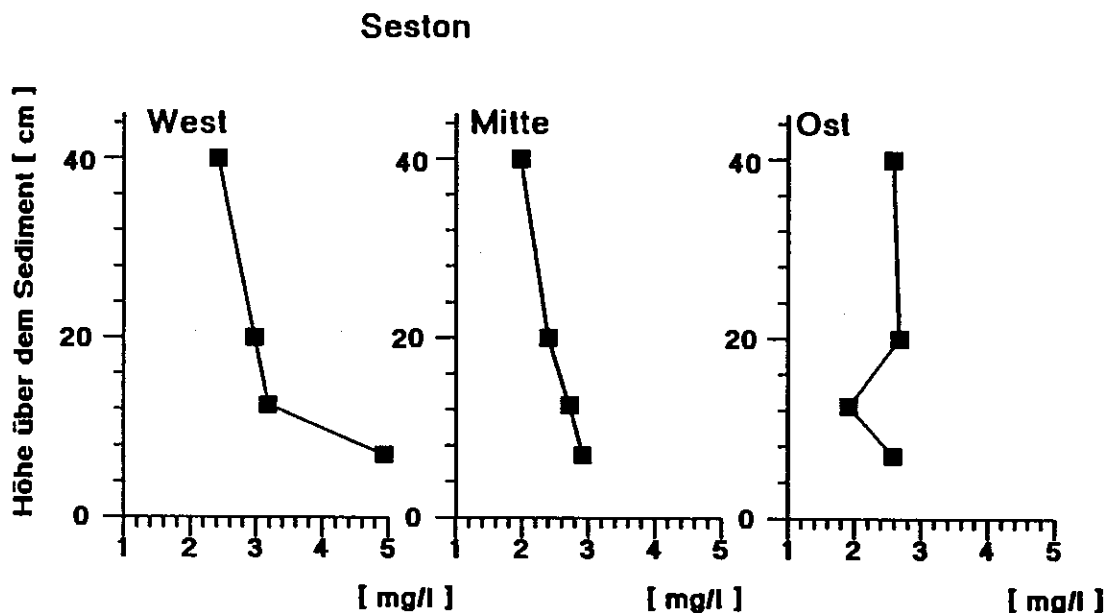


Abb. 22 Ausfahrt zum Mittelgrund am 21.3.1990: Sestonvertikalprofile der Stationen „West“, „Mitte“ und „Ost“ im bodennahen Bereich bis 40cm Höhe über dem Sediment

3.6.3. Chlorophyll a (Chl a)

Bei den Chl a - Werten (Abbildung 23) zeigt sich genau die entgegengesetzte Situation. Hohe Konzentrationen von $3,2 \mu\text{g/l}$ in 7cm Höhe bis $3,8 \mu\text{g/l}$ in 40cm Höhe auf der Station "Ost" nehmen in Strömungsrichtung auf Werte um $1,2 \pm 0,1 \mu\text{g/l}$ Station "Mitte" bzw. auf $1,3 - 1,4 \mu\text{g/l}$ Station "West" ab.

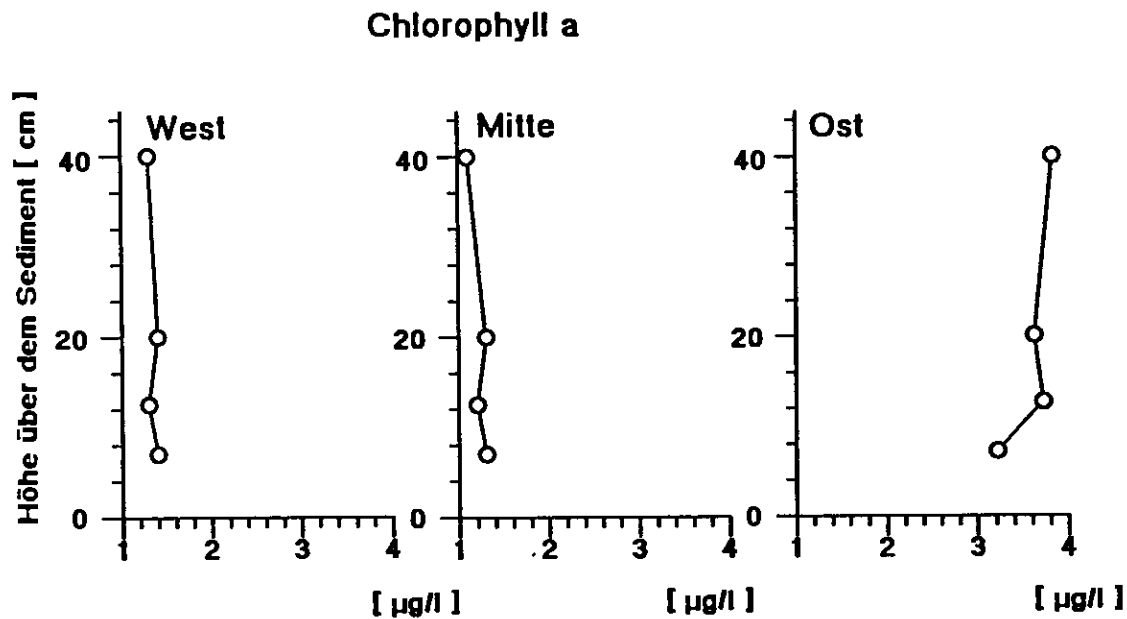


Abb. 23. Ausfahrt zum Mittelgrund am 21.3.1990: Chlorophyll a - Vertikalprofile [$1 - 4 \mu\text{g/l}$] im bodennahen Bereich bis 40cm Höhe über dem Sediment.

3.6. Qualitative Betrachtung eines Transmissionsprofils.

Die unterschiedliche Verteilung der Partikelmenge in der gesamten Wassersäule soll hier anhand eines Vertikalprofils der Transmission von der Station Boknis - Eck vom 26.10.1989 besprochen werden. Auf der Abbildung 24 erkennt man in 19m Wassertiefe eine thermo - haline Sprungschicht. Bis in diese Tiefe schwankt die Transmission um den Wert 92%. Im Bereich der Sprungschicht nimmt die Transmission bis auf 90% ab und zeigt so eine Partikelansammlung an der Grenzschicht zwischen zwei Wasserkörpern an. Das Bodenwasser ist im Vergleich zum Oberflächenwasser klarer. Da die Multisonde aus Gründen der Gerätesicherheit mit einem Vorlaufgewicht von etwa einem Meter Länge gefahren wurde, konnten Transmissionsdaten und hydrographische Daten im bodennahen Bereich, d.h. auch in den Probenhöhen des Bodenwasserschöpfers, nicht erfaßt werden. Da der Transmissionsensor nicht geeicht war, ist eine Zuordnung von Sestonkonzentration zu Transmissionswerten nicht möglich.

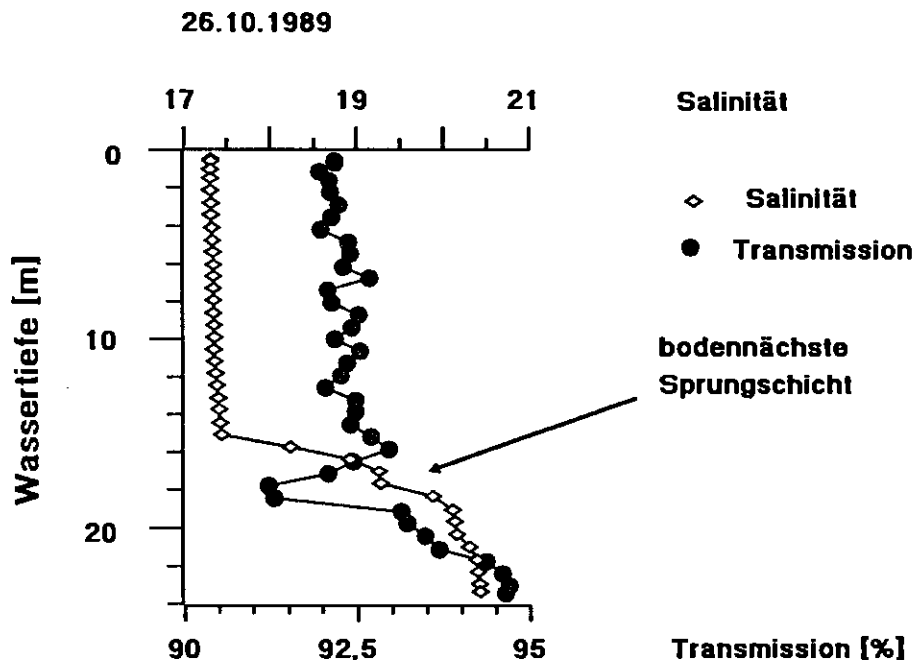


Abb. 24 Boknis - Eck: Vertikalprofil von Salinität [S = 15 - 25] und Transmission [%]

4. Diskussion

4.1. Methodenkritik

Die Probennahme zur vorliegenden Untersuchung mit Hilfe des modifizierten Bodenwasserschöpfers (BWS) beruht auf einem passiven Einströmen des Probenwassers durch Druckminderung in den Probennehmern. Diese schonende Art bietet in Verbindung mit den 3mm breiten Einstromschlitzen die Möglichkeit, *in situ* aus definierten Abständen zum Meeresboden Wasserproben zu gewinnen.

Im Gegensatz zu dem EVERSBERG - Schöpfer (EVERSBERG, im Druck), der auf einer Grundplatte aus Gitterrostmaterial steht, kann bei dem eingesetzten modifizierten Schöpfer das Bodenwasser das Sediment auch direkt unter dem Gerät ungestört überströmen. Verwidelungen der horizontalen Strömung an den Beinen und Füßen dringen durch die weiten Abstände der zentral angeordneten Schnorchel zum Rahmen nicht bis in den Bereich der Einstromschlitze vor. ECKMAN und NOWELL (1984) beschreiben eine Störung der Strömung stromabwärts bis in eine Entfernung vom 20 - fachen Durchmesser der Störungsquelle. Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, daß die Schnorchel aus allen Richtungen frei angeströmt werden können. Durch die geringe Einstromgeschwindigkeit des Wassers in die Probennehmer sollte eine Überlappung der beprobten Wasserschichten in verschiedenen Höhen über dem Sediment ausgeschlossen werden. Hier gemessene Sauerstoffgradienten unterstützen diese These. Somit können Geräteartefakte zwar nicht ausgeschlossen, jedoch vernachlässigt werden. Bei weiteren Einsätzen des Gerätes sollten die hydrographischen Daten durch eine Sonde direkt am Gerät aufgenommen werden.

Am 26.10.1989 wurde mit dem Bodenwasserschöpfer in zeitlichen Abständen von circa 60 Minuten vier *in situ* Parallelproben gewonnen. Diese zeigen für die Parameter Seston und Chlorophyll a eine geringe Erhöhung des mittleren Fehlers um 5% gegenüber der analytisch bedingten Fehlerbreite, die mit Hilfe von 10 bzw. 12 Parallelbestimmungen aus einem Mischwasser ermittelt wurde. Diese geringe Erhöhung läßt *in situ* Parallelen als nicht notwendig erscheinen.

Da der Stickstoffanteil im allgemeinen als entscheidend für den Wert von Nahrung angesehen wird (BOYD und GOODYEAR, 1971), sollte in dieser

Arbeit versucht werden, neben Aussagen über die Summe der organischen Stickstoffverbindungen eine Abschätzung über den Anteil der leicht abbaubaren, d.h. der bioverfügbaren Fraktion zu machen. Dazu wurden, neben den Messungen der partikulären organischen Stickstoffverbindungen (PON) über einen CHN - Analyzer, die kolorimetrischen Proteinmethoden nach LOWRY (1951), sowie die LOWRY-Methode modifiziert für Sedimente nach RICE (1982) auf die Partikel im bodennahen Bereich angewendet.

Im bodennahen Bereich kann refraktäres Material, wie Geopolymere und Phenole, bei der LOWRY-Methode zu einer Überschätzung des eigentlich verwertbaren Proteins führen (RICE, 1982). Das verwandte Folin-Reagenz erfaßt in Verbindung mit Kupfersulfat (CuSO_4) eine Summe von Organostickstoff - Verbindungen aus reinem Protein, Geopolymeren sowie Phenolen. Die für Sedimente modifizierte Methode nach RICE beruht auf der Annahme, daß die LOWRY-Methode durchgeführt ohne CuSO_4 eine Abschätzung der schwer abbaubaren Organostickstoff - Verbindungen, Geopolymere und Phenole, erlaubt. Bildet man nun die Differenz aus der Summe der organischen Stickstoffverbindungen ($+\text{CuSO}_4$) und dem refraktären Material ($-\text{CuSO}_4$), so erhält man eine Fraktion, die RICE als leichter abbaubar, somit als „bioverfügbar“ anspricht. Da jedoch die aromatischen Aminosäuren Tryptophan und Tyrosin zusammen mit Geopolymeren und Phenolen gemessen werden, wird diese ebenfalls „bioverfügbare“ Fraktion nicht mit berücksichtigt.

Die allgemein akzeptierte Abschätzung des Proteingehaltes einer Sestonprobe (SMETACEK, HENDRIKSON, 1979) erfolgt durch Multiplikation des Gehaltes an partikulärem organischen Stickstoffs (PON) mit einem Konversionsfaktor von 6,25, d.h. $[\text{Protein}] = 6,25 \cdot [\text{PON}]$ (PETERS und van SLYKE, 1946). Dieser Faktor beruht auf der Annahme, das der gesamte Stickstoff 16% - Gewichtsprozent am reinen Gesamtprotein ausmacht. AEBI (1965) beschreibt Schwankungen des prozentualen Stickstoffgehaltes zwischen 12,6% und 24,2% für reine Proteine und Proteide. In dieser Arbeit wurde basierend auf 105 Zahlenpaaren eine lineare Regression zwischen Konzentrationen von LOWRY-Protein und PON durchgeführt. Es ergab sich die Beziehung:

$$[\text{LOWRY-Protein}] = 3,56 \cdot [\text{PON}] + 55,9 \quad \text{Korrelationskoeffizient } r = 0.62.$$

Dies bedeutet, daß im hier bearbeiteten bodennahen Bereich nur eine sehr schwache Korrelation zwischen LOWRY-Protein und partikulärem organischen Stickstoff PON besteht. Es erscheint somit als nicht ratsam,

Konzentrationsberechnungen eines der beiden Parameter durch Multiplikation der Konzentration des anderen Parameters mit einem Konversionsfaktor durchzuführen, wie es auch RICE (1982) beschreibt. Sollen Aussagen über den leicht abbaubaren Anteil an den Gesamt-Organostickstoff-Verbindungen im bodennahen Bereich gemacht werden, muß zusätzlich zu einer PON-Analyse eine spezifische Proteinmethode angewendet werden. Hierfür bieten die erarbeiteten RICE - Protein - und LOWRY - Proteindaten der Station Boknis - Eck 24m vom 21.11.1989 ein gutes Beispiel. Die gemessenen PON - Werte lassen Proteinkonzentrationen von bis zu 300 µg/l erwarten. Die höchste an diesem Tag gemessene Konzentration der „bioverfügbaren“ Fraktion (RICE - Protein) beträgt 119 µg/l.

Aufgrund nicht vorhandener Erfahrungswerte über den Anteil von resuspendierten Partikeln in der bodennahen Trübezone ist für die Bearbeitung von Bakterienproben auf die von MEYER-REIL (1978) beschriebene Methode für Sedimente zurückgegriffen worden. Die Behandlung der Proben mit Ultraschall, die ein Ablösen der an Partikel festgehefteten Bakterien bewirken soll, ist für alle Probenhöhen über dem Sediment einheitlich durchgeführt worden, obwohl sie für die Bearbeitung von Bakterienproben aus der Wassersäule nicht üblich ist. Es entstanden bei keiner der 30 Bakterienzählungen Unterscheidungsprobleme zwischen Detritus und scharf umrandeten fluoreszierenden Bakterien. Obwohl MEYER-REIL (1988) einheitliche Kriterien für die Zählung von Bakterien vorschlägt, kann sich ein individueller Zählfehler durch Multiplikatoren (Mikroskop- und Verdünnungsfaktor) schnell verstärken. Zur Bestimmung der Bakterienkörpergröße wurde die von THOMSEN (1989) beschriebene halbautomatische Bildverarbeitungsanlage (Tamron Fotofix, Gen-Lock, Atari St 1040 mit Videochip, Biomass Software) verwendet. Die hervorragenden optischen Qualitäten des benutzten Zeiss Axiovert 35 Mikroskops boten in Form von scharfen Abbildungen der Bakterien auf Dia - Positiven in Verbindung mit einer dreifachen Vergrößerung durch den Tamron Fotofix eine optimale Vermessungsgrundlage auf dem Computerbildschirm. Der Vorteil dieser Anlage besteht darin, daß nur eindeutig als Bakterien erkannte fluoreszierende Körper von dem Benutzer vermessen werden. Mit Hilfe der manuell gemessenen Längen und Breiten der Bakterien berechnete der Computer die entsprechenden Zellvolumina, die die Grundlage zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes der Bakterien bildeten. Eine zusätz-

liche Fehlerquelle bei der Abschätzung der Bakterienbiomassen stellen die in der Literatur angegebenen Umrechnungsfaktoren zwischen $0,8-5,6 \cdot 10^{-13} \text{ g C} \cdot \mu\text{m}^{-3}$ (MEYER-REIL, 1988) dar. THOMSEN (1989) gibt für Wiederholungsmessungen eine Fehlerbreite von 5% an.

Als Tracer für den Eintrag von Produkten aus pflanzlicher Kohlenstoffassimilation in die bodennahe Trübezzone wurde in der hier vorliegenden Arbeit der Parameter Chlorophyll a verwendet. Eine Berechnung des Phytoplanktonkohlenstoffs (PPC) erscheint aufgrund der stark variierenden Umrechnungsfaktoren (SMETACEK 1979) als nicht sinnvoll.

Die Auseinandersetzung mit den verwendeten Methoden läßt erkennen, daß die klassischen Messverfahren der Planktonforschung wie Proteinberechnung über PON - Konzentrationen, Proteinbestimmung mit LOWRY, aber auch mikrobielle Techniken im bodennahen Bereich nicht kritiklos angewendet werden können. Somit erscheint die bodennahe Trübezzone der Kieler Bucht auch hinsichtlich der zu benutzenden Methodik als ein eigenständiger Wasserkörper zwischen dem Oberflächensystem und dem Meeresboden.

4.2 Die bodennahe Trübezzone (BTZ) der Kieler Bucht

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, daß sowohl in der offenen Kieler Bucht auf dem Gabelsflach, als auch küstennah am Boknis-Eck in 19 und 24 Meter Tiefe in einem Bereich bis 40cm über dem Sediment eine bodennahe Trübezzone (BTZ) über den gesamten Untersuchungszeitraum von Oktober 1989 bis Februar 1990 ausgeprägt ist. MUSCHENHEIM (1987) beschreibt basierend auf einem experimentellen Ansatz im Strömungskanal konkave Gradienten bezogen auf Konzentrationen von suspendierten Partikeln innerhalb einer 10cm dicken Wasserschicht über dem Sediment. Parallel zu der vertikal unterschiedlichen Mengenverteilung entstehen bei den C/N - Verhältnissen, als Maß für Partikelqualitäten, ähnliche Gradienten. Er führt dies auf hydrodynamische Sortierung zurück, was in Einklang mit dem hydrodynamischen Ansatz für die Benthic Boundary Layer (BBL) von NOWELL and JUMARS (1984) steht. Die Ergebnisse dieser Arbeit lassen ähnliche Gradienten, sowohl bezogen auf Quantität, als auch auf die Qualität der Partikel in der bodennahen Trübezzone der Kieler Bucht erkennen. Diese Gradienten zeigen verschieden starke Ausprägungen der Mengenverteilung, aber auch der vertikalen räum-

lichen Ausdehnung bis 40cm über dem Sediment, die sehr schwer mit hydrographischen Daten in Verbindung zu setzen sind.

Die BTZ der Kieler Bucht unterscheidet sich, ähnlich wie es RHOADS (1984) für die Chesapeake Bay in einem Vergleich zwischen Oberflächenwasser und bodennahem Bereich feststellt, in Art und Menge ihrer suspendierten Partikel von darüber liegenden Wasserschichten. Die Saisonalität in diesem Gezeitengebietes bezogen auf Seston, POC, PON und Chlorophyll a innerhalb der BTZ, folgt aufgrund fehlender Schichtung den Prozessen im Oberflächenwasser. Für die Zeiträume mit einer komplett durchmischten Wassersäule ist diese Aussage auch für die Kieler Bucht gültig. So sind auf beiden 19m Stationen am 17.10.1989 die Chlorophyll a - Gehalte in 7cm Höhe genauso hoch wie in 3m Höhe über dem Sediment. Die Kopplung der BTZ mit dem Oberflächensystem kann jedoch durch besondere abiotische Ereignisse völlig überlagert werden. Aufgrund der gegebenen Hydrographie in der Kieler Bucht ist deshalb eine Trennung in zwei unterschiedliche Situationen für die Prozesse innerhalb der bodennahen Trübezone notwendig.

1. Die beiden 19m Stationen, Gabelsflach und Boknis-Eck, die im Winterhalbjahr mit wenigen Ausnahmen über eine komplett durchmischte Wassersäule mit dem Oberflächenwasserkörper in Verbindung stehen.

2. Die 24m Station, unterhalb einer über den Untersuchungszeitraums permanenten Sprungschicht, erscheint vom Oberflächenwasserkörper losgelöst.

In der Folge wird versucht, Änderungen der Qualität und Quantität der Partikel in der bodennahen Trübezone der beiden 19m Stationen Gabelsflach und Boknis-Eck über den Untersuchungszeitraum zu diskutieren und sie in Verbindung mit abiotischen Umweltparametern zu setzen. Es lassen sich für die Kieler Bucht drei entscheidende Ereignisse während des Untersuchungszeitraums unterscheiden:

-Sedimentation einer Plankton-Herbstblüte

-Lateraler Eintrag von Partikeln durch einen Tiefenwassereinstrom und anschließend an der Station verbleibendem Tiefenwasserkörper.

-Das Sturmereignis am 19.12.1989 auf den beiden 19m Stationen.

Sedimentation einer Plankton-Herbstblüte.

Im Oktober sedimentiert bei einer komplett durchmischten Wassersäule eine (SMETACEK, HENDRIKSON, 1979, SMETACEK et al., 1987), wobei eine zeitliche Verschiebung zwischen beiden Stationen Gabelsflach und Boknis-Eck zu beobachten war. Diese Sedimentation bedeutet neben einer Erhöhung der Partikelmenge, auch eine Verbesserung der Qualität. Durch einen Eintrag von Produkten aus pflanzlicher Kohlenstoffassimilation aus dem Oberflächenwasser in die BTZ erfolgt eine Verbesserung des Nahrungswertes der Partikel. Die qualitative Bedeutung dieser Partikel als Nahrung für die Benthosorganismen drückt sich in den höchsten, über den Untersuchungszeitraum gemessenen, PON-Gehalten, aber auch in hohen Anteilen an leicht abbaubarem, eventuell „bioverfügbarem“, organischen Stickstoff aus. Sedimentierender Phytoplankton - Kohlenstoff überdeckt durch seinen hohen Anteil am POC qualitativ schlechteres resuspendiertes Material im Seston (SMETACEK et al, 1987) und kann innerhalb kurzer Zeit eine Aktivitätssteigerung der Fauna (GRAF et al., 1982) und der Mikroorganismen (MEYER - REIL, 1983) hervorrufen. Anfang Dezember 1989 wird durch das Aufbrechen der Sprungschicht die Verbindung der BTZ mit dem Oberflächenwasserkörper wieder hergestellt, was sich in erhöhten Chlorophyll a - Werten ausdrückt.

Lateraler Eintrag von Partikeln durch einen Tiefenwassereinstrom und anschließend an der Station verbleibendem Tiefenwasserkörper.

McCAYE (1986) beschreibt für Partikel, die mit einem Wasserkörper von ihrem Resuspensionsort (Hot spot) verdriftet werden, einen Alterungsprozeß. Vertikal sinkende Partikel werden auf ihrem Weg zum Meeresboden durch Mikroorganismen modifiziert (SUESS, 1980). Diese Situation tritt für die beiden 19m Stationen in der Zeit bis zum 13.11.1989 durch einen windinduzierten Einstrom (GEYER, 1965) von Tiefenwasser mit geringen Sauerstoffwerten ein, welches aus dem Rinnensystem der Kieler Bucht stammt. Die eingetragenen Partikel zeichnen sich durch reduzierte

Chlorophyll a- und PON - Konzentrationen, sowie damit verbundenem Anstieg der C/N-Verhältnisse aus. Dieser Anstieg läßt sich auf einen hohen Anteil an Huminstoffen mit C/N-Verhältnissen bis zu C/N=20 (HENDRIKSON, 1975) zurückführen. Ein weiteres Indiz für gealterte Partikel bieten die verminderten Anteile des partikulären organischen Kohlenstoffs am Seston. Die Änderung der vorherrschenden Windrichtung auf Nord - Ost am 17.11.1989 stoppt den Einstrom. In der folgenden Woche bis zum 21.11.1989 verbleibt der eingeströmte Tiefenwasserkörper an den Stationen. In diesem Zeitraum ändert sich bei etwa gleichbleibender Sestonkonzentration Qualität der Partikel. Obwohl sich der Anteil von pflanzlichen Produkten, ausgedrückt durch gleichbleibend niedrige Chl. a - Werte, am Seston nicht verändert, zeigen steigende PON-Werte eine Akkumulation von Stickstoff in den Partikeln. Aggregatbildung durch mikrobielle und physiko - chemischen Prozesse, d.h. Adsorption von DON und DOC, kann innerhalb von 48 Stunden stattfinden (GOLDMAN, 1984, MUSCHENHEIM et al., 1989). Dies steht im Einklang mit TENORE und RICE (1980), die erklären, daß Anreicherung von Stickstoff im Detritus nicht unbedingt auf mikrobielle Biomasse oder Protein zurückzuführen ist. Die Bakteriendaten der Gabelsflachstation bestätigen diese These. Hier trägt die Bakterienbiomasse zwischen 9% und 12% zum partikulären organischen Kohlenstoff bei. Die leichtabbaubare „bioverfügbare“ Stickstofffraktion (RICE-Protein) liegt zwischen 10% und 28% am LOWRY-Protein, d.h. der Hauptanteil des Anstiegs der PON-Gehalte beruht nicht auf Protein oder Bakterienbiomasse. Im Gegensatz dazu beträgt für die Station Boknis-Eck 19m der Anteil der bakteriellen Biomasse am POC, insbesondere im bodennahen Bereich, zwischen 25% und 36%. Dies äußert sich in niedrigen C/N-Verhältnissen von 4 bis 5, sowie einem „bioverfügbaren“ Stickstoffanteil bis zu 50%. Es zeigt sich, daß der Stickstoffgehalt der eingetragenen Partikel aus dem Rinnensystem der Kieler Bucht während einer ruhigen hydrographischen Situation steigt, was zumindest teilweise auf mikrobielle Aktivitäten beruht. Trotz geringer Assimilationseffizienzen für refraktäres Material, bietet der große Pool dieser Substanzen eine hervorragende Basis zum Aufbau von Biomasse durch eine etablierte Bakterienpopulation (WETZEL, 1984).

Ein Sturmereignis am 19.12.1989 auf den Stationen Gabelsflach und Boknis - Eck 19m

Sturmereignisse können sehr kurzfristig Änderungen in der BTZ bewirken. BRYDSTEN (1988) beschreibt eine Reaktionszeit von nur drei Stunden vom Beginn des Windstresses bis zum Aufbau der maximalen Wellenhöhe. In diesem Zusammenhang stellt FLODERUS (1989) eine Korrelation zwischen Winddaten und der Häufigkeit von Resuspensionsereignissen im Kattegat auf. Im bodennahen Bereich wird durch die Orbitalbewegungen der Wasserteilchen feines Material von der Wasser-Sediment-Grenzschicht in Suspension überführt. Basierend auf einer Näherung zur Berechnung der Eindringtiefe der Wellenbasis in den Wasserkörper (BRETSCHNEIDER, 1952, Anhang Formel G), errechnet FLODERUS für die zentrale Kieler Bucht eine Häufigkeit des Auftretens von Resuspension durch windinduzierte Wellenbewegung von 0 - 0,1% pro Jahr. Um am 19.12.1989 windinduzierte Resuspension auf den beiden 19m Stationen hervorzurufen, errechnet sich mit dieser Näherung für eine Windstärke von 29m/s (11 Beaufort) ein notwendiger Fetch (Wirklänge des Windes) von 24,6km. Die an diesem Tag vorherrschenden süd-westlichen Winde konnten über die gesamte Länge der Eckernförder Bucht ihre Energie auf den Wasserkörper übertragen. Infolgedessen ist bei Boknis - Eck und Gabelsflach der Anstieg der Partikelkonzentrationen im bodennahen Bereich bis 20cm Höhe über dem Sediment direkt auf windinduzierte Resuspension zurückzuführen. Der längere Fetch des Windes auf der Strecke bis zum Gabelsflach baut eine größere Wellenlänge auf. Dadurch kann auf dem Gabelsflach erhöhte Resuspension bis in 20cm Höhe über dem Sediment stattfinden. Auf der Boknis-Eck Station sind Auswirkungen des Sturmes nur bis in 12cm Höhe erkennbar.

Resuspension hat jedoch nicht nur Einfluß auf die Menge der Partikel in der BTZ, sondern auch auf deren qualitative Zusammensetzung. BOTHNER (1980) untersucht sturmbedingte Resuspension auf dem Schelf der amerikanischen Nordost Küste und bewertet sie für die Änderungen im bodennahen Bereich höher als Auswirkungen durch Flußeintrag und Saisonalität im Oberflächenwasser. Er beschreibt einen zum Sediment hin abnehmenden Gradienten des POC zu Seston Verhältnisses, der auch besonders prominent während des Sturmereignisses in der Kieler Bucht in Erscheinung tritt. Pelagische Aggregate tragen höhere organische Anteile als solche, die am Meeresboden generiert sind (RHOADS, 1984). Dies kann für die Kieler Bucht bestätigt werden, da der mineralische Anteil am Seston durch Resuspension stark gestiegen ist.

Resuspension bringt Detritus, d.h. refraktäres Material, von der Sedimentoberfläche in das bodennahe Wasser. Dieses Material erscheint pigmentverarmt, ein Anzeichen für geringe Mengen an pflanzlichen Assimilationsprodukten. Eine Konzentrationserhöhung der Huminstoffe in der partikulären organischen Substanz nach Resuspensionsereignissen (HENDRIKSON 1975), erklärt die Änderung der C/N - Verhältnisse auf der Gabelsflachstation. Der Anteil der leicht abbaubaren Fraktion (RICE-Protein) an den Gesamt-Organostickstoff Verbindungen liegt im Bereich der starken Resuspension bis 20cm Höhe zwischen 18% und 34%. Am Boknis-Eck lassen Bakterienbiomassewerte von 31% am POC keine Änderungen in den C/N-Verhältnissen erscheinen.

WAINWRIGHT (1990) beschreibt für eine durchmischte 10m Wassersäule eine Erhöhung von Bakterienabundanz durch Resuspension von bis zu $2,2 \cdot 10^5$ Bakterien pro Liter und Stunde. Nicht nur die Zellzahl, sondern auch das Zellvolumen, d.h. die Größe, der resuspendierten Bakterien steigt mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit, da die Resuspension tiefer auf das Sediment einwirken kann. RHOADS (1984) unterscheidet pelagische von benthischen Aggregaten anhand der kleineren mikrobiellen Zellgrößen und – Abundanz.

Vergleicht man die Ergebnisse der Bakterienbearbeitung in der Kieler Bucht vom 19.12.1989 mit denen vom 21.11.1989 so erkennt man, daß aufgrund höherer Bakterienabundanz und anderer Größenklassen der Bakterien die Partikel in der BTZ benthischer Herkunft sein müssen. Diese Tatsache erklärt den Anstieg der Bakterienbiomasse am 19.12.1989. WAINWRIGHT (1987) diskutiert die Korrelation von Bakterienabundanz zu vorhandener Partikeloberfläche und erkennt einen stimulierenden Einfluß von Resuspension auf Bakterienwachstum. Der entscheidenden Biomassenzuwachs durch Zellwachstum, wie ihn WAINWRIGHT beschreibt, tritt erst mit der typischen Verzögerung, lag-Phase, in der Folge eines Resuspensionsereignisses auf. Feines Material bleibt länger in Suspension und bietet so die notwendige Oberfläche zum Aufbau von Bakterienbiomasse. AZAM (1981) beschreibt in einem „microbial loop“ für die euphotische Zone unter anderem die Umwandlung von gelöstem organischem Material (DOM) in verwertbare Biomasse. Diese Biomasse basiert auf gelösten hochwertigen organischen Exudaten der Primärproduzenten. Im Gegensatz dazu wird die Bakterienbiomasse im bodennahen Bereich unter Verwendung des großen überall vorhandenen DOC - Pools und durch

Resuspension freigesetzte gelöste reduzierte organische Substanzen (GRAF, 1989) aufgebaut. Innerhalb dieses Pools bieten selbst schwer abbaubare, refraktäre gelöste Substanzen, trotz geringer Assimilationseffizienz wegen ihrer hohen Menge im Meerwasser eine Grundlage zum Aufbau von Bakterienbiomasse (GOLDMAN, 1984, WETZEL, 1984, ALLDREDGE und SILVER, 1988). Auf dieser Basis ist eine erhöhte Umwandlung von DOM in verwertbare Biomasse durch windinduzierte Resuspension unter Ausschluß der Primärproduktion für die bodennahe Trübezzone der Kieler Bucht denkbar.

Die bodennahe Trübezzone unterhalb der permanenten Sprungschicht im Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990

Die bereits angesprochene zweite hydrographische Situation für die bodennahe Trübezzone der Kieler Bucht stellt die 24m Boknis-Eck-Station dar, die über den Untersuchungszeitraum unter einer permanenten Sprungschicht liegt (EVERSBERG, 1990).

Die bodennahe Trübezzone unterhalb der Sprungschicht auf der 24m Station unterscheidet sich in Art, Menge und Veränderlichkeit, von der BTZ auf den flacheren Stationen oberhalb der Sprungschicht. Sprungschichten können Barrieren für Vertikaltransport von Partikeln (BOTHNER, 1980, RHOADS, 1984) darstellen. So zeigt das Transmissionsprofil (Abb. 24) vom 26.10.1989 am Boknis - Eck auf und in der Sprungschicht in 19m Tiefe, durch ein Abfallen der Lichtdurchlässigkeit, eine Erhöhung der Partikelmenge im Wasser. Damit ergibt sich ein vom Oberflächensystem abgekoppelter Wasserkörper. Veränderungen in der Menge und Art der suspendierten Partikel, auch der Sauerstoffsituation, werden hauptsächlich durch Prozesse innerhalb dieses Wasserkörpers oder durch laterale Advektion bestimmt (GRAF, 1989). Dementsprechend fällt im Vergleich zu den beiden 19m Stationen der Aspekt einer sedimentierenden Planktonblüte als Eintrag von Produkten pelagischer Primärproduktion, zumindest für den Oktober 1989, aus. Dies wird durch den Befund unterstützt, daß die im Oberflächensystem herrschende Herbstblüte vom Oktober kein Chlorophyllsignal in der BTZ in 24m Tiefe erzeugt. Lateraler Eintrag von Makrophyten - Detritus, wie ihn GRAF et al. (1983) diskutiert, ist hier nicht nachweisbar.

Ein weiteres Indiz für einen abgekoppelten Wasserkörper liefern Sauerstoffwerte, die unterhalb der Sprungschicht grundsätzlich niedriger

liegen als darüber. Eine Verbesserung der Sauerstoffsituation stellt sich ab 19. Dezember 1989 durch einen Einstrom von salzreichem ehemaligem Oberflächenwasser ein.

Lateraler Eintrag von Partikeln durch einen Tiefenwassereinstrom und anschließend an der Station Boknis - Eck 24m verbleibendem Tiefenwasserkörper.

In der Zeit zwischen dem 26.10.1989 bis zum 21.11.1989 gibt es eine Änderung der Partikelzusammensetzung durch laterale Advektion, nämlich durch einen Tiefenwassereinstrom und folgendem Verbleiben des eingeströmten Wasserkörpers an der Station Boknis - Eck 24m. Bei leicht ansteigenden Sestonkonzentrationen ändern sich die qualitativen Parameter PON, LOWRY - Protein und C/N - Verhältnisse. Infolge der einstrominduzierten Resuspension sind feine Partikel in Suspension geblieben und bieten Bakterien die notwendige Besiedlungsfläche (WAINWRIGHT, 1987), die in Verbindung mit einem großen Pool an gelösten refraktären Substanzen eine Grundlage zum Aufbau von Biomasse bildet (GOLDMAN, 1984, WETZEL, 1984, ALLDRIDGE und SILVER, 1988). Innerhalb von 48 Stunden können durch Mikroorganismen robuste Aggregate gebildet werden (MUSCHENHEIM et al., 1989), wie es die elektronenmikroskopischen Aufnahmen der Proben vom 21.11.1989 beweisen.

Aggregatbildung nach einem Resuspensionsereignis kann die hohen Bakterienbiomassen von bis zu 150 µg/l Kohlenstoff im bodennahen Bereich bis in 12cm Höhe über dem Sediment erklären. Diese Biomassen werden durch Abundanzen von 1,2 bis $1,5 \cdot 10^6$ Zellen pro ml und typisch benthische Größenspektren der Bakterien erreicht.

Ein weiteres Beispiel für lateralen Eintrag von Partikeln in die BTZ der 24m Station durch Tiefenwassereinstrom ist am 21.2.1990. Bis in 20cm Höhe über dem Sediment steigen Seston, POC, PON und LOWRY-Protein stark an.

Ein Sturmereignis am 19.12.1989 auf der Station Boknis - Eck 24m

Im Gegensatz zu den beiden 19m Stationen ist der Einfluß des Sturmereignisses auf der 24m Station indirekter Art. Das Oberflächenwasser wird durch die süd - westlichen Winde aus der Eckernförder Bucht gedrückt (GEYER, 1965). Aufgrund des viel geringeren Querschnitts der Boknis-Eck-Rinne unterhalb der Sprungschicht treten bei dem gegenläufigen

Tiefenwassereinstrom höhere Strömungsgeschwindigkeiten auf. Dies drückt sich in einer Verdoppelung der Sestonkonzentrationen in der BTZ in 24m Tiefe aus. Es könnte die Folge einer Sedimentzusammensetzung aus feineren Partikeln im Rinnensystem der Kieler Bucht im Vergleich zu den flacheren Stationen (WERNER, 1987) sein. Parallel dazu steigen sowohl die PON – als auch LOWRY-Protein-Konzentrationen bis in 1m Höhe über dem Sediment. Die Anteile der „bioverfügbaren“ Stickstofffraktion sinkt auf 0%. Dies ist vermutlich auf einen methodischen Fehler zurückzuführen, da es schwer vorstellbar ist, daß Partikel keinerlei Proteine enthalten. Der Einfluß dieses Resuspensionsereignisses auf die Bakterienabundanz und –biomassen beschränkt sich auf die Höhe 7cm über dem Grund. Nur hier ist eine Größenklassenverschiebung im Vergleich zu den Größenklassen vom 21.11.1989 erkennbar. Die Größenklassenverteilung oberhalb der Sprungschicht ähnelt der Verteilung der 19m Station vom 19.12.1989, ein weiteres Indiz für die These der Sprungschichtbarriere.

4.3. Entstehung und Bedeutung der BTZ für die Kieler Bucht

McCAYE (1986) beschreibt Modelle zur Entstehung und Aufrechterhaltung von Nepheloidschichten, den Trübezonen der Tiefsee, durch vertikale Sedimentation, Resuspension, laterale Advektion und Bioentrainment (das aktive Einbringen von Partikeln in die BTZ durch Tiere). Der horizontale Partikeleintrag, die laterale Advektion, beruht nach McCAYE auf Resuspension an sogenannten „hot spots“, z.B. Bereiche auf den Kontinentalhängen, durch absinkendes dichtes Oberflächenwasser. Stößt dieser partikelangereicherte ehemalige Oberflächenwasserkörper auf dichteres Wasser, löst er sich vom Kontinentalhang und verbreitet sich anschließend entsprechend seiner Dichte horizontal. Sowohl topographisch als auch hydrographisch ist ein solcher Prozeß besonders für das Gebiet bei Boknis-Eck vorstellbar. Die Partikelanreicherung würde nicht durch vertikales Absinken, sondern auf horizontalen Strömungen beruhen. GRAF (1989) beschreibt für die zentrale Kieler Bucht Erosionsgebiete mit sehr geringen Gehalten an organischem Material, die eventuell mit den „hot spots“ von McCAYE (1986) vergleichbar sein könnten. Inwieweit diese Hypothese für das Flachwassersystem Kieler Bucht zutrifft, d.h. inwieweit sich ein partikelangereicherter Wasserkörper oberhalb einer Sprungschicht ausbreitet, konnte innerhalb dieser Untersuchung nicht entschieden werden. Die

Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, daß, durch eine Sprungschicht vom Oberflächenwasserkörper getrennt, die BTZ in 24m Tiefe sehr stark durch die von McCAYE (1986) beschriebenen Prozesse der lateralen Advektion und Resuspension geprägt ist. Es ist denkbar, die Kieler Bucht trotz ihrer größeren hydrographischen Dynamik als Modellsystem für Prozesse in den Nepheloidschichten der Tiefsee zu verwenden.

Wo liegt nun die Bedeutung der bodennahen Trübezone als Verbindungsglied zwischen dem Oberflächensystem und dem Benthos? Während der Ausfahrt am 21.3.1990 sollte der Einfluß eines Suspensionsfresserfeldes auf die BTZ am Mittelgrund bearbeitet werden. Anhand der Chlorophyll a-Werte erkennt man eine Abnahme der Nahrungsqualität der Partikel beim Überströmen des Suspensionsfresserfeldes. Die Sestonkonzentrationen nehmen in Strömungsrichtung ab. Dieses Ergebnis zeigt, daß Suspensionsfresser Einfluß auf die BTZ haben und scheinbar die Partikelqualität stark vermindern können. Eine Quantifizierung von Biodeposition und Bioentrainment oder Flußberechnungen bezogen auf Sedimentfläche, die zur genaueren Bilanzierung des lateralen Partikel –im- und –export notwendig sind, konnte mit diesem Ansatz nicht verfolgt werden. Basierend auf experimentell gewonnenen „clearance rates“ berechnen LOO und ROSENBERG (1989), daß Populationen von *Cerastoderma edule* in der Lage sind in der Laholm Bucht innerhalb von drei Tagen eine durchmischte Wassersäule von 10m Tiefe partikelfrei zu filtrieren. Berechnungen bezogen auf durchmischte Wassersäulen machen tierische Leistungen sehr anschaulich; das Auftreten von Gradienten innerhalb einer vorhandenen BTZ relativiert diese Berechnungen jedoch. Deshalb ist es sehr schwierig mit Hilfe von Filtrationsleistungen aus der Literatur abzuschätzen, wieviel von der horizontal fließenden Partikel fracht von Suspensionsfressern verwertet und in das Sediment transportiert wird. Weiterführende Arbeiten in dieser Richtung könnten jedoch Aufschlüsse über die Diskrepanz zwischen dem Verbrauch an organischem Material durch Benthosorganismen und dessen vertikaler Sedimentation liefern.

Ein Vergleich zwischen dem künstlichen System des Strömungskanals von MUSCHENHEIM (1987) mit den Felddaten der hier vorliegenden Arbeit aus der Kieler Bucht, zeigt ähnliche Gradienten im bodennahen Bereich bezogen auf Partikelmenge und –qualität. Zum Boden hin nimmt in vielen Fällen die Qualität in Form von niedrigen POC zu Seston Verhältnissen, aber

auch von geringeren Anteilen „bioverfügbarem“ RICE-Protein ab. Diese Tatsache kann für Suspensionsfresser mit der Fähigkeit erhöht über dem Sediment Partikel zu fangen selektive Vorteile bringen (LaBARBERA, 1984, JUMARS und NOWELL, 1984). Dieses Material kann zu verschiedenen Jahreszeiten verschiedenster Herkunft und Zusammensetzung sein. So ist ein Eintrag von Phytoplanktonkohlenstoff (SMETACEK und HENDRIKSON, 1979, SMETACEK et al., 1987) im Winter sehr gering. Für die Gabelsflach Station soll nun eine Modellrechnung für horizontale Flüsse von Bakterienbiomasse erstellt werden. Man stelle sich eine Fläche von $100\text{cm} \times 1\text{cm}$ Höhe vor, die z.B. in 7cm Höhe im Winkel von 90° zum Sediment und zur Strömungsrichtung steht. Man kann nun den Bakterienbiomassefluß durch diese 100cm^2 für eine Strömungsgeschwindigkeit von $5\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ berechnen. Für die hydrographisch stabile Situation am 21.11.1989 ergibt sich in 7cm Höhe ein Fluß von $1,2 \text{ kg C.org.} \cdot 100\text{cm}^{-2} \cdot \text{Tag}^{-1}$ und in 12cm Höhe ein Fluß von nur $0,9 \text{ kg C.org.} \cdot 100\text{cm}^{-2} \cdot \text{Tag}^{-1}$. Während des Sturmereignisses am 19.12.1989, erhöhen sich die Flüsse in 7cm auf $2,75 \text{ kg C.org.} \cdot 100\text{cm}^{-2} \cdot \text{Tag}^{-1}$ bzw. in 12cm auf $1,3 \text{ kg C.org.} \cdot 100\text{cm}^{-2} \cdot \text{Tag}^{-1}$. Resuspension kann den Bakterienbiomassefluß, der entscheidend für die Versorgung der Benthosorganismen mit Nahrung sein kann (LANGDON, NEWELL, 1990), mehr als verdoppeln.

Gerade die Ergebnisse der Bakterienbearbeitung lassen eine eigenständige „BTZ - Bakterien - Produktion“, d.h. Umwandlung von gelöster organischer Substanz in verwertbare Biomasse, als Grundlage für eine auf Detritus basierende Nahrungskette (FENCHEL und BLACKBURN, 1979) für die bodennahe Trübezone der Kieler Bucht fordern. Diese Produktion basiert auf einem Prozeß in der BTZ, bei dem durch laterale Advektion oder Resuspension die für Bakterien besiedelbare Oberfläche vervielfacht wird und gleichzeitig reduzierte gelöste organische Substanzen freigesetzt werden. Eine solche Situation bietet optimale Voraussetzungen zum schnellen Aufbau von Bakterienbiomasse. Auf der Ebene der Benthosorganismen ist vorstellbar, daß Bioturbation und Bioentrainment ähnlich stimulierende Wirkung auf Mikroorganismen haben können. Diese „BTZ - Bakterien - Produktion“ kann einen entscheidenden Beitrag zur energetischen Versorgung des Benthos im aphotischen Bereich unabhängig von pelagischer oder benthischer Primärproduktion leisten.

5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit konnte über den Untersuchungszeitraum vom 17.10.1989 bis 21.2.1990 sowohl auf den 19m Stationen Gabelsflach und Boknis - Eck, aber auch für die Station Boknis - Eck 24m eine bodennahe Trübezone bis 40cm Höhe über dem Sediment als eigenständiger Wasserkörper zwischen Pelagial und dem Benthos nachgewiesen werden.

Windgetriebene abiotische Ereignisse haben großen Einfluß auf die BTZ der Kieler Bucht.

Es muß zwischen einer bodennahen Trübezone oberhalb und unterhalb einer permanenten Dichteschicht unterschieden werden.

Sedimentation einer Herbstblüte, laterale Advektion und windinduzierte Resuspension bewirken Änderungen der Partikelmenge und -qualität in der BTZ auf den 19m Stationen. Saisonalität ist erkennbar.

Durch eine Sprungschicht vom Oberflächensystem getrennt, sind die Prozesse in der BTZ in 24m durch abiotische Ereignisse wie laterale Advektion und Resuspension geprägt.

Innerhalb der Trübezone lassen sich Vertikalgradienten hinsichtlich der Parameter Seston, POC, PON, LOWRY - Protein, RICE - Protein, Bakterienbiomasse, Bakteriengrößenklassen sowie Sauerstoff beobachten.

Auf den 19m Stationen kann Resuspension die Sestonkonzentration 2.9 - fach, die Bakterienbiomasse 2.5 - fach erhöhen, während der Anteil von „bioverfügbarem“ Kohlenstoff sinkt.

Es wird eine eigenständige „mikrobielle BTZ Produktion“ gefordert. In der Folge von Resuspension wird das Bakterienwachstum durch Freisetzung von gelösten organischen Substanzen in Verbindung mit besiedelbarer Oberfläche stimuliert. Dadurch wird für Benthosorganismen verwertbare Biomasse produziert.

Proteinberechnungen basierend auf PON - Konzentrationen führen zu Überschätzungen des „bioverfügbaren“ verwertbaren Proteins. Somit ist eine zusätzliche Proteinmethode notwendig.

6. Literaturverzeichnis

- AEBI, H.; 1965. Einführung in die praktische Biochemie. Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt/Main: pp. 328
- ALLDREDGE, A. L., SILVER, M. W.; 1988. Characteristics, dynamics and significance of marine snow. *Prog. Oceanog.*, Vol 20: 41 - 82.
- ARNTZ, W. E., BRUNSWIG, D. und SARNTHEIN, M.; 1976. Zonierung von Muscheln und Schill im Rinnensystem der Kieler Bucht. *Senckenbergia maritima*, 8: 189 - 269.
- AZAM, F. HODSON, R. E.; 1981. Multiphasic kinetics for D - glucose uptake by assemblages of natural marine bacteria. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 6: 213 - 222.
- BISCAYE, P. E., EITREIM, S. L.; 1977. Suspended particulate loads and transport in the nepheloid layer of the abyssal Atlantic Ocean. *Mar. Geol.*, 23: 155 - 172.
- BODUNGEN, B. von; 1975. Der Jahresgang der Nährsalze und der Primärproduktion des Planktons in der Kieler Bucht unter Berücksichtigung der Hydrographie. Dissertation, Universität Kiel.
- BOTHNER, M. H., PARMENTER, C. M., MILLIMAN, J. D.; 1981. Temporal and spatial variation in suspended matter in continental shelf and slope waters off the North-eastern United States. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 13: 234 - 211.
- BOYD, C. E., GOODYEAR, C. P.; 1971. Nutritive quality of food in ecological systems. *Arch. Hydrobiol.* 69: 256 - 270.
- ECKMAN, J. E., and NOWELL, A. R. M. ; 1984. Boundary skin friction and sediment transport about an animal tube mimic. *Sedimentology*, 31: 851 - 862.

- EITTREIM, S., THORNDIKE, E. M. & SULLIVAN, L.; 1976. Turbidity distribution in the Atlantik Ocean. *Deep Sea Res.*, 23: 1115 - 1137.
- EVERSBERG, U.; 1990. A new device for sampling water from the benthic boundary layer. *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, im Druck.
- FENCHEL, T. and BLACKBURN, T. H.; 1979. *Bacteria and Mineral Cycling*. Academic Press, London.
- FLODERUS, S.; 1989. The effect of sediment resuspension on nitrogen cycling in the Kattegat. *Ungi Rapport*, 71: .
- GARDNER, W. D., SOUTHARD, J. B., HOLLISTER, C. D.; 1985. Sedimentation, resuspension and chemistry of particles in the northwest Atlantic. *Mar.Geol.*, 65: 199 - 242.
- GERLACH, S. A., HAHN, A. E. & SCHRAGE, M.; 1985. Size spectra of benthic biomass and metabolism. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 26: 161 - 173.
- GEYER, D.; 1965. Eigenschwingungen und Erneuerung des Wassers in der Eckernförder Bucht unter besonderer Berücksichtigung der Sturmflut vom 5.-6. Dezember 1961. *Kieler Meeresforschungen*, XXI, Heft 1: 33-55.
- GOLDMAN, J.C.; 1984. Conceptual role for microaggregates in pelagic waters. *Bull. of Mar. Science*, 35(3): 462 - 476.
- GRAF, G., BENGTON, W., DIESNER, U., AND THEEDE, H.; 1982. Benthic response to sedimentation of a spring bloom: process and budget. *Mar. Biol.*, 77: 235 - 246.
- GRAF, G., SCHULZ, R., PEINERT, R., MEYER-REIL, L. A.; 1983. Benthic response to sedimentation events during autumn to spring at a shallow water station in Western Kiel Bight. I Analysis of processes on a community level. *Mar. Ecol.*, 77: 235 - 246.

- GRAF, G.; 1987. Benthic response to the annual sedimentation pattern. In: RUMOHR, J., WALGER, E., ZEITZSCHEL, B. (eds). Lecture notes on coastal and estuarine studies, Vol. 13. Seawater-sediment interactions in coastal waters. An interdisciplinary approach. Springer Verlag, New York, pp. 84.
- GRAF, G.; 1989. Die Reaktion des Benthos auf den saisonalen Partikelfluß und die laterale Advektion, sowie deren Bedeutung für Sauerstoff- und Kohlenstoffbilanzen. Habilitationsschrift, Universität Kiel.
- GRABHOFF, K.; 1976: Methods of seawater analysis. Verlag Chemie, Weinheim: 317 pp.
- HOBBIE, J. E., DALEY, R. J., JASPER, S.; 1977. Use of Nucleopore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy. Appl. and Env. Microbiol., Vol.33, No.5: 1225 - 1228.
- JEFFREY, S. W. & HUMPHREY, G. F.; 1975. Biochem. Physiol. Pflanzen 167.
- JUMARS, P. A., NOWELL, R. M.; 1984. Fluid and sediment dynamic effects on marine benthic community structure. Amer. Zool., 24: 45 - 55.
- LaBARBERA, M.; 1984. Feeding currents and particle capture mechanisms in suspension feeding animals. Amer. Zool., 24: 71 - 84.
- LANGDON, C. J., NEWELL, R. I. E.; 1990. Utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension-feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel *Geukensia demissa*. Mar. Ecol. Prog. Ser., 58: 299 - 310.
- LENZ, J.; 1971. Zur Methode der Sestonbestimmung. Kieler Meeresforschung, 27: 180 - 193.
- LOO, L-O., ROSENBERG, R.; 1989. Bivalve suspension-feeding dynamics and benthic pelagic coupling in an eutrophicated marine bay. J. Exp. Mar. Biol., Vol. 130: 253 - 276.

- LOWRY, O. H., ROSEBROUGH, N. J., FARR, A.L., RANDALL, R.J.; 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. biol. Chem.* 193: 265 - 275.
- McCAYE, I. N., LONSDALE, P. F., HOLLISTER, C. D. & GARDNER, W. D.; 1980. Sediment transport over the Hatton and Gardar contourite drifts. *J. Sed. Petrol.*, 50: 1049 - 1062.
- McCAYE, I. N.; 1986. Local and global aspects of the bottom nepheloid layers in the world ocean. *Netherlands Journal of Sea Research*, 20(2/3): 167 - 181.
- MEYER - REIL, L. A.; 1983. Benthic response to sedimentation events during autumn to spring at a shallow water station in Western Kiel Bight. II Analysis of benthic bacterial populations. *Mar. Ecol.*, 77: 247 - 256.
- MEYER – REIL, L. A.; 1978. Autoradiography and epifluorescence microscopy combined for the determination of number and spectrum of actively metabolizing bacteria in natural waters. *Appl. and Env. Microbiol.*, 36: 506 - 512.
- MEYER – REIL, L. A.; 1988. Bakterien in Sedimenten der Kieler Bucht: Zahl, Biomasse und Abbau von organischem Material. Habilitationsschrift, Universität Kiel.
- MUSCHENHEIM, D. K., KEPKAY, P. E., KRANCK, K.; 1989. Microbial growth in turbulent suspension and its relation to marine aggregate formation. *Neth. J. of Sea Res.*, 23(3): 283 - 292.
- MUSCHENHEIM, D. K.; 1987. The dynamics of near-bed seston flux and suspension feeding benthos. *J. of Mar. Res.*, 45: 473 - 496.
- NOWELL, A. R. M., JUMARS, P.A.; 1984. Flow environments of aquatic benthos. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 15: 303 - 328.

- PETERS, D., van SLYKE, W. J.; 1946. Quantitative clinical chemistry, 12nd ed., Williams and Wilkins, Baltimore, p. 3..
- PRECHT, M.;1985. Bio - Statistik. R.Oldenburger Verlag, 4. Auflage: 359pp.
- RHOADS, D. C., BOYER, L. F., WELSH, B. L., HAMPSON, G. R.; 1984. Seasonal dynamics of detritus in the benthic turbidity zone (BTZ); Implications for bottom-rack molluscan mariculture. Bull. of Mar. Science, 35(3): 536 - 549.
- RICE, D. L.; 1982. The detritus nitrogen problem: New observations and perspectives from organic geochemistry. Mar. Ecol. Prog. Ser., 9: 153 - 162.
- SACHS, L.; 1983. Angewandte Statistik. Springer Verlag, 6.Auflage: 552pp.
- SMETACEK, V., BODUNGEN, B. von, BRÖCKEL, K. von., KNOPPERS, B., MARTENS, P., PEINERT, R., POLLEHNE, F., STEGMANN, P., ZEITZSCHEL, B.; 1987. Seasonality of Plankton Growth and Sedimentation. In: RUMOHR, J., WALGER, E., ZEITZSCHEL, B. (eds). Lecture notes on coastal and estuarine studies, Vol. 13. Seawater-sediment interactions in coastal waters. An interdisciplinary approach. Springer Verlag, New York, pp. 34.
- SMETACEK, V., HENDRIKSON, P.; 1979. Composition of particulate organic matter in Kiel Bight in relation to phytoplankton succession. Oceanologica Acta, Vol.2 No.3: 287 - 298.
- SUESS, E.; 1980. Particulate organic carbon flux in the oceans-surface productivity and oxygen utilization. Nature, Vol. 288: 260 - 263.
- TENORE, K. R., RICE, D. L.; 1980. Trophic factors affecting secondary production of deposit feeders. In: TENORE, K. R., COULL, B. C. (eds.). Marine benthic dynamics. Univ. of South Carolina Press, Columbia, pp. 325 - 340.

- THOMSEN, L.; 1989: Bakterien und Meiofauna in Gangsystemen der Makrofauna. In: PILNAY, C., THOMSEN, L., ALTENBACH, A. V.. Methodische Ansätze zur Biomassebestimmung mittels biochemischer Parameter und der computergestützten Bildanalyse, Berichte aus dem Sonderforschungsbereich 313 „ Sedimentation im europäischen Nordmeer“, Nr. 19.
- WAINWRIGHT, S. C.; 1987. Stimulation of heterotrophic microplankton production by resuspended marine sediment. *Science*, Vol. 238: 1710 - 1711.
- WAINWRIGHT, S. C.; 1990. Sediment-to-water fluxes of particulate material and microbes by resuspension and their contribution to planktonic food web. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 62: 271 - 281.
- WERNER, F.; 1987. General Features of Sedimentary Environment. In: RUMOHR, J., WALGER, E., ZEITZSCHEL, B. (eds). Lecture notes on coastal and estuarine studies, Vol. 13. Seawater-sediment interactions in coastal waters. An interdisciplinary approach. Springer Verlag, New York, pp. 166.
- ZIMMERMANN, R.; 1977. Estimation of Bacterial number and Biomass by Epifluorescence Microscopy and Scanning Electron Microscopy. In: RHEINHEIMER, G. Ecological Studies, 25 Microbial Ecology of a Brackish Water Environment, Springer-Verlag, Berlin: 103-120.

7. Anhang

Tabelle A : Gabelsflach: Auflistung der Parameter: Seston, POC, PON, C/N - Verhältnisse, Sauerstoff, Chlorophyll a, LOWRY - Protein, RICE - Protein und RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnis.

Tabelle B Boknis - Eck 24m: Auflistung der Parameter: Seston, POC, PON, C/N - Verhältnisse, Sauerstoff, Chlorophyll a, LOWRY - Protein, RICE - Protein und RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnis.

Tabelle C: Boknis - Eck 19m: Auflistung der Parameter: Seston, POC, PON, C/N - Verhältnisse, Sauerstoff, Chlorophyll a, LOWRY - Protein, RICE - Protein und RICE - Protein zu LOWRY - Protein Verhältnis.

Tabelle D: Gabelsflach: Bakterienkörpermassen in $[\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}]$ für die Ausfahrten 21.11.1989 und 19.12.1989. Anzahl der gemessenen Bakterien $n = 100$.

Tabelle D: Boknis - Eck 24m: Bakterienkörpermassen in $[\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}]$ für die Ausfahrten 21.11.1989 und 19.12.1989. Anzahl der gemessenen Bakterien $n = 100$.

Tabelle F: Boknis - Eck 19m: Bakterienkörpermassen in $[\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}]$ für die Ausfahrten 21.11.1989 und 19.12.1989. Anzahl der gemessenen Bakterien $n = 100$.

Formel G: $d = 0.12 \cdot U \cdot F^{0.53}$

d = Tiefe der Wellenbasis

U = Windgeschwindigkeit m/s

F = Fetch, Wirkstrecke des Windes.

Tabelle A :Gabelsfach Auflistung der Parameter Seston, POC, PON, C/N - Verhältnisse, POC/Seston - Verhältnis, Sauerstoff, Chlorophyll a, LOWRY -Protein, RICE - Protein, RICE/LOWRY - Protein - Verhältnis

Seston [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	1,63	1,38	2,40	1,63	2,42	2,86	1,92	3,02	
1	2,48	1,78	2,02	1,40	2,20	11,36	2,20	3,08	
0,4	2,59	1,66	1,76	1,98	2,14	2,22	1,86	2,46	
0,2	1,99	2,64	2,04	1,75	1,80	2,74	2,00	2,50	
0,12	1,59	2,38	2,92	1,95	4,14	3,86	2,38	2,80	
0,07	2,48	3,68	2,60	2,35	1,82	5,24	2,02	3,80	

POC [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	427,6	0,0	384,6	149,6	252,5	180,5	142,9	219,1	
1	325,4	0,0	174,7	211,6	234,2	401,7	154,3	227,9	
0,4	471,3	0,0	236,0	229,1	256,0	171,7	204,7	198,5	
0,2	299,8	0,0	246,4	221,3	266,8	249,2	133,9	159,8	
0,12	426,9	0,0	232,0	174,2	335,3	188,4	167,4	162,1	
0,07	418,7	0,0	264,7	227,1	285,4	181,5	201,7	185,7	

PON [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	55,8	0,0	28,1	35,9	24,5	8,6	15,5	26,3	
1	45,3	0,0	10,3	42,9	29,3	41,5	15,8	31,3	
0,4	68,4	0,0	20,1	40,7	21,7	7,2	20,8	28,9	
0,2	40,5	0,0	20,3	28,4	25,9	20,3	15,3	23,2	
0,12	56,1	0,0	21,4	31,7	39,0	10,0	20,5	24,2	
0,07	56,1	0,0	23,1	37,7	28,2	12,5	17,4	27,4	

C/N-Verhältnisse									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	7,7	0,0	15,9	4,9	12,5	24,4	9,2	8,3	
1	7,2	0,0	19,8	5,8	13,7	11,3	9,8	7,3	
0,4	6,9	0,0	13,7	6,6	14,3	27,7	9,8	6,9	
0,2	7,4	0,0	14,1	9,1	12,4	14,3	8,8	6,9	
0,12	7,6	0,0	12,6	6,4	10,3	21,9	9,1	6,7	
0,07	7,5	0,0	13,4	7,0	12,2	16,9	11,6	6,8	

POC zu Seston Verhältnis [%]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	26,2	0,0	16,0	9,2	10,4	6,3	7,5	7,3	
1	13,1	0,0	8,7	15,1	10,7	3,5	7,0	7,4	
0,4	18,2	0,0	13,4	11,6	12,0	7,7	11,0	8,1	
0,2	15,1	0,0	12,1	12,7	14,8	9,1	6,7	6,4	
0,12	26,9	0,0	8,0	8,9	8,1	4,9	7,9	5,8	
0,07	16,9	0,0	10,2	9,7	15,7	3,5	10,0	4,9	

Sauerstoff [ml^{-1}]									
Datum Höhe m	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
3	7,21	7,49	4,51	4,96	7,13	7,30	7,72	7,58	
1	8,88	7,17	4,21	4,28	7,09	7,25	7,85	7,04	
0,4	6,47	6,61	4,16	4,17	6,97	7,23	7,83	7,07	
0,2	6,61	6,50	4,05	3,95	7,01	7,18	7,59	7,00	
0,12	8,58	6,37	3,98	4,00	6,96	7,12	7,64	7,03	
0,07	6,59	6,05	3,76	3,91	6,90	7,20	7,54	7,00	

Chlorophyll a [μg^{-1}]									
Datum Höhe m	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
3	3,77	5,24	2,21	0,77	2,63	1,23	0,36	0,55	
1	3,00	4,87	0,57	0,61	2,55	1,56	0,39	0,50	
0,4	2,54	3,26	0,74	0,54	1,82	1,13	0,33	0,39	
0,2	2,57	3,37	0,67	0,56	1,85	1,13	0,42	0,39	
0,12	2,51	3,57	0,73	0,59	1,91	1,15	0,39	0,45	
0,07	2,74	3,38	0,70	0,57	1,81	1,25	0,47	0,44	

LOWRY-Protein [μg^{-1}]									
Datum Höhe m	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
3	400,3 ± 59,0	530,0 ± —	—	99,3 ± 11,4	171,9 ± 9,2	171,1 ± 28,5	78,6 ± 23,6	171,9 ± 56,6	
1	433,8 ± 63,0	545,0 ± —	—	126,9 ± 12,3	183,0 ± 25,8	—	79,9 ± 3,7	175,2 ± 41,3	
0,4	376,0 ± 101,0	655,8 ± —	—	121,2 ± 16,0	144,1 ± 15,0	147,3 ± 9,2	97,4 ± 8,3	161,3 ± 23,2	
0,2	325,0 ± 62,2	654,5 ± —	—	102,0 ± 3,7	135,1 ± 4,9	161,5 ± 7,9	94,2 ± 13,3	143,3 ± 6,5	
0,12	260,7 ± 14,8	830,6 ± —	—	82,5 ± 2,3	158,0 ± 16,8	142,5 ± 5,0	81,9 ± 13,3	149,0 ± 12,3	
0,07	246,4 ± 21,4	834,9 ± —	—	115,4 ± 2,0	131,0 ± 4,2	185,4 ± 16,8	87,6 ± 9,5	107,3 ± 1,2	

RICE-Protein [μg^{-1}]									
Datum Höhe m	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
3	115,8 ± —	202,7 ± —	—	27,0 ± —	69,2 ± 5,2	19,4 ± —	20,3 ± 12,4	20,2 ± 8,6	
1	207,7 ± 30,3	229,4 ± —	—	60,6 ± 10,8	54,6 ± 12,3	—	41,6 ± —	45,5 ± —	
0,4	199,3 ± 66,6	316,2 ± —	—	12,6 ± 8,2	68,0 ± —	40,1 ± —	39,2 ± 15,2	16,2 ± 14,2	
0,2	129,0 ± 57,4	412,0 ± —	—	14,0 ± —	70,2 ± —	37,4 ± —	29,3 ± 19,9	36,0 ± —	
0,12	133,7 ± 26,3	466,4 ± —	—	16,5 ± 5,5	57,6 ± —	47,5 ± 13,5	43,4 ± —	28,5 ± —	
0,07	90,6 ± 17,4	399,0 ± —	—	32,7 ± 3,7	57,2 ± 28,7	42,6 ± —	33,8 ± 22,5	37,9 ± —	

RICE/LOWRY [%]									
Datum Höhe m	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
3	28,9	38,2	0,0	27,1	40,2	11,3	15,8	11,7	
1	47,9	42,1	0,0	47,7	29,8	0,0	52,1	26,0	
0,4	51,8	48,2	0,0	10,4	47,2	27,2	40,2	10,0	
0,2	39,7	48,2	0,0	13,4	51,9	23,2	31,0	25,2	
0,12	47,6	50,1	0,0	17,8	36,5	33,5	53,0	19,1	
0,07	36,8	47,9	0,0	28,3	43,6	25,8	38,6	35,3	

Tabelle B Boknis - Eck 24m: Auflistung der Parameter Seston, POC, PON, C/N - Verhältnisse, POC/Seston - Verhältnis, Sauerstoff, Chlorophyll a, LOWRY - Protein, RICE - Protein, RICE/LOWRY - Protein - Verhältnis

Seston [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	1,82	1,80	1,74	2,14	2,00	2,16	2,02	2,34
1	2,05	1,84	3,30	2,82	2,56	2,48	2,48	1,90
0,4	2,86	1,80	1,98	2,42	2,56	5,34	2,02	2,38
0,2	4,58	2,28	2,20	2,34	3,10	4,42	2,42	5,46
0,12	3,88	2,18	2,10	2,24	2,28	3,98	2,32	8,16
0,07	3,87	2,28	2,18	2,88	2,72	4,92	1,92	4,36

POC [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	228,5	0,0	149,7	262,3	110,8	135,1	148,1	119,8
1	329,4	0,0	194,7	288,2	142,7	129,7	123,9	136,6
0,4	421,2	0,0	177,1	277,2	0,0	192,2	104,1	176,9
0,2	462,7	0,0	184,5	325,4	185,8	217,3	119,2	345,5
0,12	480,7	0,0	172,0	212,4	236,4	142,8	138,5	413,9
0,07	586,1	0,0	155,0	100,2	282,0	170,0	127,1	288,1

PON [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	37,3	0,0	7,5	51,5	9,4	28,2	21,8	16,8
1	70,9	0,0	14,2	54,9	18,5	18,4	18,7	17,4
0,4	71,2	0,0	19,8	44,4	0,0	27,4	14,5	23,9
0,2	81,8	0,0	17,0	68,7	24,5	29,5	14,5	45,8
0,12	78,2	0,0	19,5	47,1	25,1	19,7	21,3	51,3
0,07	86,8	0,0	12,5	24,5	53,3	22,8	15,8	42,9

C/N-Verhältnisse								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	7,1	0,0	23,2	5,9	11,8	4,8	6,9	7,2
1	5,4	0,0	18,0	6,1	8,6	7,0	6,6	7,9
0,4	6,9	0,0	10,5	6,0	0,0	7,0	7,2	7,4
0,2	6,6	0,0	11,3	5,7	7,3	7,4	8,2	7,5
0,12	7,2	0,0	10,3	5,3	9,4	7,2	6,5	8,1
0,07	7,8	0,0	14,4	4,8	5,3	7,5	8,0	6,7

POC zu Seston Verhältnis [%]								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	6,2	0,0	8,6	12,3	5,5	6,3	7,3	5,1
1	8,1	0,0	6,9	10,2	5,6	5,2	5,0	7,2
0,4	14,7	0,0	9,0	11,5	0,0	3,6	5,2	7,4
0,2	10,2	0,0	7,5	13,9	6,0	4,9	4,9	6,3
0,12	13,1	0,0	8,2	9,5	10,5	3,6	6,0	6,7
0,07	14,6	0,0	7,2	3,5	10,4	3,5	6,6	6,6

Sauerstoff [ml^{-1}]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	6,54	5,04	4,04	3,86	5,56	7,21	7,09	8,11	
1	3,75	5,13	4,19	2,55	4,52	7,17	6,98	7,45	
0,4	2,65	5,02	4,04	2,01	3,98	7,11	6,81	7,35	
0,2	2,55	5,03	4,00	1,90	4,19	7,03	6,73	6,88	
0,12	2,41	5,03	3,89	1,94	3,86	7,06	6,53	6,87	
0,07	2,19	5,00	4,16	1,90	3,78	6,88	6,55	6,80	

Chlorophyll a [$\mu\text{g l}^{-1}$]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	2,66	2,94	0,53	0,85	0,93	0,86	0,44	0,87	
1	0,76	1,19	0,42	0,84	0,77	0,74	0,38	0,78	
0,4	0,63	0,56	0,39	0,83	0,78	0,90	0,25	0,64	
0,2	0,66	0,62	0,40	0,59	0,74	0,85	0,36	0,74	
0,12	0,65	0,60	0,37	0,64	0,70	0,91	0,39	0,72	
0,07	0,70	0,69	0,39	0,66	0,65	1,00	0,28	0,63	

LOWRY-Protein [$\mu\text{g l}^{-1}$]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	—	353,6 ± —	—	74,5 ± 14,2	84,4 ± 2,3	126,9 ± 6,4	124,2 ± 17,1	80,2 ± 26,9	
1	—	267,7 ± —	—	173,5 ± 30,1	128,4 ± 22,4	83,5 ± 6,9	71,2 ± 2,0	71,2 ± 4,0	
0,4	—	255,4 ± —	—	221,8 ± 39,2	160,4 ± 16,7	167,0 ± 10,5	77,8 ± 10,3	140,0 ± 8,0	
0,2	—	211,2 ± —	—	208,7 ± 17,1	154,7 ± 28,7	193,2 ± 15,0	65,5 ± 7,6	283,2 ± 15,0	
0,12	—	144,9 ± —	—	185,0 ± 24,3	276,7 ± 34,8	172,7 ± 22,8	72,1 ± 7,6	295,5 ± 24,1	
0,07	—	171,9 ± —	—	203,8 ± 34,3	293,9 ± 17,0	202,2 ± 11,1	83,5 ± 5,3	233,3 ± 10,4	

RICE-Protein [$\mu\text{g l}^{-1}$]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	—	95,1 ± —	—	40,7 ± 4,6	72,9 ± 3,8	0,0 ± —	23,9 ± 16,3	64,3 ± 20,7	
1	—	82,6 ± —	—	88,5 ± 30,1	54,6 ± 9,5	0,0 ± —	35,2 ± 1,7	44,1 ± 15,3	
0,4	—	90,3 ± —	—	119,0 ± 50,2	91,0 ± 1,7	0,0 ± —	26,6 ± 2,9	37,9 ± 12,2	
0,2	—	59,5 ± —	—	74,8 ± 17,7	63,2 ± 11,2	0,0 ± —	36,1 ± —	0,0 ± —	
0,12	—	53,3 ± —	—	80,1 ± 14,3	93,8 ± 17,4	0,0 ± —	22,8 ± —	24,9 ± —	
0,07	—	73,6 ± —	—	63,2 ± 10,1	84,3 ± 3,8	0,0 ± —	49,7 ± 6,5	0,0 ± —	

RICE/LOWRY [%]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	0,0	26,9	0,0	54,6	86,4	0,0	23,9	64,3	
1	0,0	23,4	0,0	39,5	43,3	0,0	35,2	44,1	
0,4	0,0	35,4	0,0	53,7	56,7	0,0	26,6	37,9	
0,2	0,0	28,2	0,0	35,8	40,9	0,0	36,1	0,0	
0,12	0,0	36,8	0,0	43,3	33,9	0,0	22,8	24,9	
0,07	0,0	42,8	0,0	31,0	28,7	0,0	49,7	0,0	

Tabelle C :Boknis - Eck 19m: Auflistung der Parameter Seston, POC, PON, C/N - Verhältnisse, POC/Seston - Verhältnis, Sauerstoff, Chlorophyll a, LOWRY -Protein, RICE - Protein, RICE/LOWRY - Protein - Verhältnis

Seston [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe								
3	1,59	1,47	1,80	2,10	1,62	2,26	1,50	2,66
1	1,83	1,72	2,08	1,88	1,86	2,72	1,76	2,20
0,4	2,01	1,97	1,72	2,06	1,92	2,56	2,00	2,08
0,2	1,86	2,33	2,20	2,04	2,42	2,44	1,76	2,04
0,12	2,21	1,96	2,10	2,16	1,76	2,94	1,94	2,36
0,07	2,65	2,28	2,48	2,08	1,96	4,66	1,78	2,38

POC [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	232,4	302,8	173,4	0,0	130,0	155,8	98,7	102,2
1	244,7	208,9	162,1	177,8	149,8	200,8	107,9	104,7
0,4	240,5	300,3	160,8	167,0	112,2	186,2	158,0	124,7
0,2	231,8	183,0	145,5	101,6	89,7	147,4	153,9	185,8
0,12	237,6	155,9	166,5	105,3	120,9	174,4	117,4	171,4
0,07	268,5	179,7	168,1	130,6	129,7	204,0	132,8	190,1

PON [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	33,2	69,7	22,8	0,0	7,7	22,9	15,8	17,6
1	33,4	48,9	12,8	42,9	12,0	25,3	15,0	19,7
0,4	36,1	79,7	16,7	40,0	9,4	25,8	19,7	18,7
0,2	32,1	39,5	8,6	32,9	4,3	21,3	19,2	19,5
0,12	34,5	40,4	10,3	25,3	4,6	23,7	16,3	19,7
0,07	38,7	35,3	7,2	27,5	9,7	27,9	17,1	26,6

C/N-Verhältnisse								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	7,0	5,1	9,0	0,0	16,9	6,8	6,3	5,8
1	7,3	5,0	14,7	4,8	12,5	7,9	7,2	5,3
0,4	6,7	4,4	11,2	4,9	11,9	7,2	8,0	6,7
0,2	7,2	5,4	19,7	3,8	20,9	6,9	8,0	9,5
0,12	6,9	4,5	18,9	4,9	26,3	7,4	7,2	8,7
0,07	6,9	5,9	27,1	5,8	13,4	7,3	7,8	7,1

POC zu Seston Verhältnis [%]								
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990
Höhe m								
3	14,6	20,6	9,6	0,0	8,0	6,9	6,6	3,8
1	13,4	12,2	7,8	9,5	8,0	7,4	8,1	4,8
0,4	12,0	15,2	8,4	8,1	5,8	7,3	7,9	6,0
0,2	12,5	7,9	6,6	5,0	3,7	6,0	8,7	9,1
0,12	10,8	8,0	7,9	4,9	6,9	5,9	6,1	7,3
0,07	10,1	7,9	6,8	6,3	6,6	4,4	7,5	8,0

Sauerstoff [ml^{-1}]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	6,54	4,95	0,00	5,37	6,68	7,22	7,31	8,19	
1	6,42	4,92	3,98	4,28	6,71	7,25	7,30	8,17	
0,4	6,39	4,91	4,10	3,88	6,45	7,09	7,29	8,10	
0,2	6,42	4,84	4,07	3,69	6,38	7,16	7,17	8,11	
0,12	6,35	4,82	4,05	3,84	6,42	7,17	7,17	8,07	
0,07	6,29	4,74	3,88	3,83	6,37	7,15	7,00	7,98	

Chlorophyll a [μg^{-1}]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	2,49	2,64	2,16	1,30	1,75	1,20	0,53	0,76	
1	2,34	1,63	0,60	1,10	1,71	1,16	0,41	0,78	
0,4	2,41	1,59	0,52	0,75	1,41	1,14	0,41	0,80	
0,2	2,12	1,56	0,53	0,67	1,44	1,10	0,35	0,64	
0,12	2,24	1,49	0,57	0,64	1,37	1,19	0,32	0,74	
0,07	1,99	1,62	0,54	0,68	1,31	1,08	0,40	0,64	

LOWRY-Protein [μg^{-1}]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	344,6 ± 11,3	264,6 ± 67,7	—	149,6 ± 17,8	136,4 ± —	159,6 ± 9,2	90,1 ± 16,2	89,2 ± 12,9	
1	256,7 ± 33,4	227,9 ± 34,1	—	72,1 ± 2,3	139,2 ± 28,5	140,6 ± 24,6	70,4 ± 5,0	77,8 ± 1,1	
0,4	306,1 ± 35,7	233,9 ± 48,4	—	153,1 ± 9,9	83,4 ± 16,2	187,0 ± 22,4	49,2 ± 5,3	86,8 ± 15,0	
0,2	362,2 ± 55,5	189,1 ± 44,4	—	77,0 ± 16,8	79,6 ± 5,3	130,2 ± 13,1	60,6 ± 2,3	74,5 ± 7,5	
0,12	311,9 ± 53,0	191,8 ± 50,3	—	71,3 ± 12,5	86,7 ± 14,2	146,2 ± 9,1	60,6 ± 3,1	76,1 ± 11,2	
0,07	316,8 ± 62,6	167,6 ± 31,8	—	76,2 ± —	84,3 ± 11,1	149,8 ± 9,2	83,5 ± 26,2	89,2 ± 4,2	

RICE-Protein [μg^{-1}]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	224,2 ± 99,0	66,2 ± 19,0	—	49,3 ± 11,1	84,6 ± —	62,4 ± 4,6	43,6 ± —	46,5 ± 7,5	
1	126,0 ± 15,9	74,5 ± 8,7	—	44,9 ± 7,7	67,6 ± 12,7	18 ± 6,2	25,4 ± 10,4	29,2 ± —	
0,4	148,2 ± 50,7	82,2 ± 9,9	—	37,6 ± 8,0	80,7 ± —	57,6 ± 39,6	24,3 ± 7,7	46,3 ± 13,6	
0,2	239,4 ± 51,1	67,5 ± 24,4	—	32,0 ± 7,8	44,8 ± 4,1	25,2 ± 22,4	29,1 ± 7,5	24,1 ± 13,4	
0,12	172,6 ± 27,8	69,9 ± 42,0	—	35,0 ± —	40,7 ± —	43,2 ± 24,2	29,0 ± 7,4	35,3 ± —	
0,07	158,6 ± 52,7	59,3 ± 24,1	—	37,9 ± —	52,7 ± 16,5	27 ± 9,3	34,1 ± 21,4	37,7 ± 5,6	

RICE/LOWRY [%]									
Datum	17.10.1989	26.10.1989	13.11.1989	21.11.1989	11.12.1989	19.12.1989	12.1.1990	21.2.1990	
Höhe m									
3	28,9	38,2	0,0	27,1	40,2	11,3	15,8	11,7	
1	47,9	42,1	0,0	47,7	29,8	0,0	52,1	26,0	
0,4	51,8	48,2	0,0	10,4	47,2	27,2	40,2	10,0	
0,2	39,7	48,2	0,0	13,4	51,9	23,2	31,0	25,2	
0,12	47,6	50,1	0,0	17,8	36,5	33,5	53,0	19,1	
0,07	35,8	47,9	0,0	28,3	43,6	25,8	38,8	35,3	

Tabelle D: Gabelsflach, Bakterienkörpermasse in $[ng \cdot 10^{-5} \cdot Ind.^{-1}]$, n = 100.										
Gabelsflach 21.11.1989						Gabelsflach 19.12.1989				
Bakterienkörpermasse $[ng \cdot 10^{-5} \cdot Ind.^{-1}]$						Bakterienkörpermasse $[ng \cdot 10^{-5} \cdot Ind.^{-1}]$				
#	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m
1	1,35	7,46	0,81	8,96	5,23	4,03	2,70	8,31	7,73	4,26
2	4,38	2,08	1,21	0,83	3,45	2,07	9,78	3,65	3,50	2,49
3	1,41	2,18	1,13	3,50	1,14	31,41	5,75	9,81	2,98	2,81
4	3,63	11,94	1,15	5,84	1,14	1,03	0,76	11,21	4,77	2,20
5	8,42	5,07	5,47	10,07	1,80	4,57	4,22	5,22	6,87	0,91
6	2,82	6,79	1,85	1,02	8,47	2,22	4,20	5,12	3,50	0,80
7	0,82	1,61	4,97	2,72	1,53	5,82	10,77	2,89	1,51	0,70
8	0,82	0,89	1,78	7,54	1,28	4,25	9,92	6,87	7,74	0,44
9	2,75	10,01	1,51	1,37	0,95	8,84	4,84	2,50	4,97	0,70
10	1,43	0,95	0,92	0,85	1,27	3,17	2,47	1,39	5,43	12,17
11	3,12	2,40	1,69	29,02	5,18	1,01	2,35	1,96	1,20	2,16
12	1,17	0,35	1,93	43,11	6,28	2,13	3,71	3,75	2,44	4,47
13	4,36	20,97	1,84	3,51	1,05	1,31	10,08	6,52	5,09	9,83
14	4,81	1,03	5,74	0,67	8,41	9,75	15,25	1,00	4,01	17,33
15	3,74	1,07	3,89	0,52	1,75	3,31	28,89	4,43	1,84	0,45
16	0,98	8,65	3,09	0,72	1,18	2,97	2,98	14,04	1,67	2,85
17	0,47	4,78	14,10	2,65	3,39	7,15	61,23	3,17	11,92	0,45
18	1,80	5,26	1,17	0,73	1,01	2,79	4,91	8,03	1,39	2,03
19	0,70	2,02	6,01	0,83	1,74	2,51	10,10	1,50	5,56	1,03
20	2,18	1,57	1,52	6,77	4,06	3,70	1,87	1,55	3,14	3,19
21	2,18	1,76	0,95	6,18	0,75	4,17	2,59	3,82	6,32	2,39
22	1,54	3,57	2,85	2,94	1,24	5,74	8,64	2,52	3,41	7,32
23	1,04	1,87	2,88	1,10	2,69	3,05	5,01	2,44	1,84	3,01
24	2,16	4,84	1,92	7,28	5,15	1,76	3,05	2,12	2,28	1,00
25	2,84	3,22	2,57	41,23	1,58	6,41	1,87	3,14	3,01	1,58
26	0,39	3,39	3,39	2,83	0,90	2,30	5,70	3,97	1,13	1,20
27	8,93	1,89	0,70	3,44	1,15	3,28	10,72	2,27	1,50	0,85
28	4,13	5,79	0,40	6,67	3,03	4,44	14,45	3,72	1,06	0,31
29	3,17	5,29	1,66	2,88	0,86	9,35	33,00	4,83	1,09	1,07
30	3,01	4,78	2,90	2,84	0,71	8,83	55,77	1,76	1,74	1,46
31	2,78	6,92	3,86	1,51	1,07	1,83	12,34	4,53	1,03	1,54
32	1,68	2,08	4,66	1,80	0,56	7,23	7,57	3,18	3,89	1,79
33	2,36	4,59	1,04	2,93	0,53	4,38	13,78	2,63	1,42	0,73
34	7,13	1,85	2,12	2,48	1,20	2,78	16,95	2,68	1,83	0,46
35	3,63	5,52	2,18	4,07	0,56	1,16	2,38	2,93	2,34	3,99
36	7,59	0,82	0,54	3,79	0,58	4,20	2,47	1,47	1,36	1,56
37	2,50	19,12	2,10	4,46	2,19	1,84	16,70	4,80	2,25	1,44
38	4,56	15,04	2,85	0,94	0,95	3,42	3,56	2,03	0,84	0,32
39	3,89	2,79	0,72	1,98	7,61	5,67	9,48	2,63	0,81	0,47
40	2,77	4,36	0,58	3,46	4,77	4,89	3,05	1,71	1,77	4,09
41	2,51	1,91	6,50	2,42	3,85	3,43	28,47	4,14	0,65	3,53
42	2,62	4,46	0,70	2,83	0,67	9,27	4,10	0,66	4,09	0,77
43	3,92	23,35	15,00	4,04	4,81	6,81	8,65	4,19	3,11	3,06
44	1,12	2,44	0,86	3,65	1,58	27,83	20,65	5,54	1,77	1,84
45	3,42	19,69	2,85	6,71	6,32	2,89	5,51	9,21	1,07	4,10
46	1,86	3,74	1,92	6,17	2,01	5,60	54,54	7,79	3,43	1,32
47	7,37	4,77	1,92	22,53	3,36	6,27	7,22	2,80	4,61	3,61
48	12,26	2,85	0,98	2,81	6,88	2,08	4,71	2,71	11,85	2,21
49	1,42	2,53	1,17	9,81	3,36	1,34	25,82	4,59	1,28	1,64
50	2,29	1,43	1,80	1,21	2,81	4,08	10,09	1,46	7,49	2,28

Fortsetzung Tabelle D										
Gabelsflach 21.11.1989 Bakterienkörpermasse [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$]						Gabelsflach 19.12.1989 Bakterienkörpermasse [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$]				
#	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m
51	4,86	1,45	2,58	4,75	9,71	7,55	5,73	0,91	1,74	1,05
52	9,23	2,09	0,67	9,30	2,00	5,65	8,55	1,22	9,14	2,54
53	2,24	4,39	7,55	1,77	1,74	3,22	3,10	5,10	3,12	2,06
54	1,16	3,37	2,30	0,40	0,63	10,32	2,16	1,60	1,95	0,63
55	2,05	1,85	2,13	1,10	1,82	9,58	2,92	4,07	3,48	0,73
56	2,94	1,45	3,41	13,84	2,20	4,93	8,33	3,57	3,55	1,09
57	6,98	9,85	0,46	8,55	4,69	1,03	61,95	10,86	10,41	2,01
58	5,28	2,13	0,63	5,54	2,41	8,41	9,19	1,21	1,41	0,34
59	12,36	2,79	2,61	17,67	3,57	2,35	8,99	1,67	0,96	0,38
60	1,74	1,25	1,55	2,35	1,20	3,55	2,26	3,11	0,40	2,17
61	2,02	2,95	3,88	3,27	1,25	4,31	2,36	6,40	3,80	1,04
62	3,88	2,88	1,83	2,80	4,51	7,35	1,29	2,46	1,31	3,37
63	0,55	1,27	1,71	1,14	4,13	2,06	1,38	3,43	3,30	0,75
64	4,77	4,25	1,01	1,14	0,96	0,58	2,04	2,59	0,92	1,43
65	5,05	1,39	0,36	4,36	1,19	1,41	3,81	1,68	5,91	7,05
66	13,10	0,36	6,94	1,62	0,44	3,81	10,39	4,73	1,26	2,63
67	1,99	3,55	4,35	7,00	1,71	3,47	5,30	12,58	1,38	0,39
68	4,00	8,79	1,91	5,05	9,38	0,48	11,40	14,89	1,84	3,23
69	7,87	3,61	0,52	2,26	0,38	1,52	6,99	3,43	5,59	7,14
70	0,32	5,01	0,90	1,69	1,00	3,37	2,44	9,38	3,17	3,98
71	2,24	0,68	2,09	1,80	1,56	1,72	3,52	4,57	3,88	3,73
72	1,30	2,85	1,54	4,55	3,77	2,72	2,34	4,08	2,11	2,12
73	2,52	1,53	0,91	0,86	5,43	2,20	8,28	13,26	5,60	1,81
74	1,70	5,85	0,82	16,03	2,01	1,84	5,06	7,42	3,17	0,80
75	7,72	4,52	2,53	4,02	11,43	2,88	7,25	5,55	1,06	0,71
76	0,66	3,92	3,47	1,46	2,91	7,07	8,70	3,16	1,12	0,35
77	2,56	4,12	5,72	5,60	0,67	3,76	9,03	1,84	6,23	0,92
78	17,90	1,99	12,74	7,48	2,02	3,13	7,48	2,49	5,66	1,23
79	0,68	0,95	1,68	0,51	1,23	1,87	5,85	4,43	20,95	0,81
80	0,68	8,24	3,46	1,77	1,26	8,62	12,84	4,56	3,70	1,08
81	9,23	2,88	4,41	10,61	0,93	2,81	14,80	3,56	1,96	2,63
82	2,94	14,30	5,76	8,56	1,07	6,70	19,81	10,83	2,02	0,65
83	2,81	3,09	7,53	1,94	1,70	16,09	29,70	1,70	2,71	4,23
84	1,69	2,91	5,51	1,67	1,51	2,82	6,58	6,37	3,34	1,55
85	12,08	9,16	4,28	6,86	3,77	2,99	3,55	5,61	3,10	1,03
86	10,42	1,37	4,45	5,19	2,11	8,03	22,66	1,50	3,45	0,58
87	21,61	2,67	19,19	6,49	1,25	3,64	5,76	1,67	8,23	1,31
88	16,18	1,01	0,98	7,76	2,44	4,49	4,04	5,56	1,30	1,19
89	5,41	1,21	3,39	2,92	13,38	2,47	2,46	7,89	0,67	6,41
90	9,27	4,21	2,95	2,30	1,98	3,91	4,48	3,45	2,77	3,63
91	5,91	2,48	2,47	6,81	6,48	12,22	3,86	3,80	1,58	1,10
92	7,96	10,62	2,12	2,68	1,75	4,50	4,31	5,36	2,37	2,18
93	40,12	2,51	0,67	5,58	1,23	1,72	4,21	1,16	4,68	4,24
94	17,58	4,13	1,50	1,10	0,63	3,96	2,81	2,37	1,26	1,45
95	0,47	2,72	0,63	4,19	1,37	3,01	25,58	5,03	4,00	0,60
96	0,80	3,77	0,92	2,74	3,57	7,24	7,92	2,37	4,07	2,08
97	0,93	0,82	1,92	1,79	1,30	4,15	4,48	0,75	5,35	2,44
98	4,56	2,05	0,84	4,38	0,83	14,55	3,97	5,33	3,44	4,19
99	2,37	0,65	6,11	2,74	0,83	4,38	3,67	3,56	5,42	2,97
100	7,97	5,22	4,55	4,06	0,52	4,25	3,59	3,94	2,74	1,09

Tabelle E: Boknis-Eck 24m, Bakterienkörpermasse in $[ng \cdot 10^{-5} \text{Ind.}^{-1}]$, n = 100.

Boknis-Eck 24m 21.11.1989 Bakterienkörpermasse $[ng \cdot 10^{-5} \text{Ind.}^{-1}]$						Boknis-Eck 24m 21.11.1989 Bakterienkörpermasse $[ng \cdot 10^{-5} \text{Ind.}^{-1}]$				
#	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m
1	2,86	2,48	2,06	2,48	9,00	12,99	3,17	3,88	1,00	2,67
2	2,48	11,14	1,77	89,85	1,16	1,85	0,48	2,22	2,00	2,14
3	11,15	1,63	4,13	3,67	5,50	5,57	3,59	11,42	2,21	10,86
4	1,48	0,77	8,78	4,75	5,56	2,55	0,68	3,37	1,63	14,24
5	1,56	3,52	2,38	1,70	5,94	0,91	1,93	2,56	0,71	13,46
6	5,39	1,20	1,05	0,90	8,88	0,84	1,27	2,26	1,02	13,47
7	20,45	3,47	2,42	1,94	3,77	17,07	0,68	1,96	2,39	14,16
8	8,31	3,49	1,33	0,42	2,85	18,91	0,88	1,38	1,20	9,40
9	3,66	1,88	1,63	1,52	1,90	2,53	2,53	0,96	2,95	84,10
10	7,20	2,06	18,41	4,64	5,81	8,69	1,10	1,49	0,82	23,26
11	4,50	2,80	1,44	2,06	3,19	0,47	1,27	2,63	1,31	4,86
12	17,74	2,00	8,67	1,70	2,15	24,97	1,11	4,31	4,91	1,50
13	1,78	4,22	2,20	1,79	6,20	9,72	3,13	2,43	1,44	6,05
14	7,74	21,96	2,87	1,35	2,26	1,15	0,26	3,56	1,15	9,00
15	2,33	2,74	1,78	0,95	4,75	10,88	0,21	0,93	0,84	10,40
16	2,19	2,82	2,82	1,59	0,99	22,16	1,47	2,03	0,74	3,68
17	11,92	1,85	2,96	0,39	7,02	19,57	1,08	1,84	5,19	8,92
18	2,81	3,31	2,16	1,15	1,74	25,91	1,00	14,00	3,66	4,80
19	1,09	9,10	4,93	3,97	5,40	2,03	2,21	3,01	3,89	5,16
20	4,75	0,69	4,22	0,73	3,52	2,98	0,95	13,07	0,75	0,44
21	1,68	4,69	3,59	3,28	7,51	7,45	4,55	1,73	4,41	2,06
22	2,69	6,01	0,89	2,13	2,54	4,63	10,19	23,54	5,18	1,95
23	2,51	2,04	1,20	3,04	2,09	8,30	1,06	5,25	5,42	0,48
24	10,80	4,08	7,96	1,11	3,46	17,61	0,38	1,18	2,27	2,10
25	7,15	0,98	3,14	4,81	5,52	7,02	0,30	1,83	15,50	3,04
26	11,73	4,47	1,95	0,65	3,93	7,76	1,88	9,89	1,16	0,45
27	8,47	1,27	2,06	4,34	4,10	11,26	0,99	1,46	2,47	0,57
28	2,43	2,07	1,08	7,26	7,48	59,70	0,82	1,73	1,21	4,43
29	3,77	3,91	0,97	1,81	0,76	15,49	1,82	9,50	1,10	2,84
30	11,86	1,45	0,93	2,51	5,75	19,88	0,67	1,75	1,10	5,85
31	2,62	5,78	2,63	9,58	1,43	12,02	4,01	1,25	0,91	2,80
32	3,25	4,14	1,50	1,94	4,32	1,23	3,74	7,45	4,20	3,78
33	2,81	1,92	1,28	7,26	3,83	24,93	2,58	1,28	2,79	3,21
34	4,56	3,08	5,06	6,15	5,26	45,25	0,93	0,29	4,15	30,55
35	6,49	1,96	2,52	4,65	2,52	3,19	0,54	1,08	1,95	1,15
36	3,15	3,91	3,85	2,28	5,57	1,15	0,95	0,67	3,01	7,02
37	1,81	2,08	1,88	2,81	1,45	0,87	12,16	1,44	3,25	1,04
38	4,22	1,81	1,81	2,72	2,04	1,25	0,54	6,98	3,56	1,70
39	3,13	2,00	0,39	0,98	1,72	2,00	3,22	2,15	0,87	6,05
40	0,98	32,16	1,62	47,58	3,75	11,17	7,49	8,51	0,49	8,76
41	0,84	0,98	5,20	1,58	3,05	1,85	17,50	3,36	1,83	3,86
42	7,54	2,96	14,05	5,53	7,00	3,98	4,78	6,91	0,95	5,20
43	10,67	3,40	3,76	4,59	4,65	1,55	5,01	0,93	1,78	2,11
44	4,64	14,47	5,27	2,55	2,66	9,35	2,29	1,03	2,49	1,80
45	6,87	3,79	3,44	1,14	2,69	2,00	0,48	1,57	0,92	3,04
46	2,06	4,34	25,14	1,09	1,83	1,61	2,85	3,93	1,48	1,48
47	3,86	4,74	3,81	2,08	10,80	12,39	0,76	4,35	0,58	16,02
48	2,54	4,62	8,12	1,54	4,08	4,40	0,57	6,60	1,42	1,73
49	1,20	5,26	2,35	1,87	7,51	2,43	1,08	5,18	1,09	9,09
50	9,07	0,63	8,14	2,34	2,92	7,90	2,30	2,03	0,52	1,70

Fortsetzung Tabelle E										
Boknis-Eck 24m 21.11.1989						Boknis-Eck 24m 21.11.1989				
Bakterienkörpermasse [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$]						Bakterienkörpermasse [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$]				
#	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m
51	3,77	4,27	4,37	2,58	10,38	7,90	2,30	2,03	0,52	1,70
52	7,90	11,59	2,38	1,26	22,72	6,50	1,07	1,86	1,72	1,49
53	13,31	6,96	3,17	1,63	18,88	6,84	0,45	1,24	0,94	1,45
54	3,90	10,74	6,32	17,10	6,59	5,04	5,47	3,22	0,98	3,83
55	2,34	2,06	6,83	1,56	31,86	7,78	2,92	2,05	2,35	5,09
56	4,35	2,68	4,44	2,46	2,95	1,09	1,71	1,54	1,99	1,52
57	1,43	2,31	3,38	2,01	3,58	1,90	1,14	1,08	0,86	5,29
58	4,79	41,08	43,61	4,19	6,06	5,82	0,68	1,12	2,31	0,92
59	1,91	8,54	1,55	1,46	3,45	4,08	6,83	2,47	0,55	7,38
60	3,68	3,10	1,63	2,37	1,55	12,34	0,43	3,42	0,77	0,29
61	3,55	1,98	0,98	0,97	1,33	5,30	3,90	7,55	0,83	0,62
62	2,59	3,91	1,26	1,71	8,33	2,98	2,65	1,66	2,79	0,29
63	11,40	2,85	1,77	3,05	1,89	3,95	1,49	3,27	2,22	9,33
64	4,00	3,20	0,95	3,30	4,40	31,62	1,71	2,61	1,56	4,95
65	5,08	2,74	8,77	0,89	4,73	22,28	0,89	5,49	1,29	3,15
66	3,31	5,66	0,65	3,48	1,57	0,45	3,63	2,41	0,97	3,08
67	4,40	3,98	0,41	3,16	1,89	1,56	6,14	3,27	1,80	1,27
68	7,24	3,33	0,95	0,86	0,43	102,10	1,81	2,20	5,37	6,35
69	32,13	17,08	0,42	0,90	1,29	8,67	0,40	0,75	1,76	3,13
70	2,90	24,86	2,93	0,99	6,48	16,84	3,55	2,38	2,37	4,15
71	2,77	6,90	2,08	2,74	6,97	1,13	5,64	2,43	3,08	5,46
72	3,63	1,27	2,33	0,65	1,36	3,28	10,96	3,48	1,71	6,33
73	2,41	5,76	11,25	0,90	4,30	2,20	1,28	8,74	4,08	18,67
74	1,62	8,20	1,60	8,67	1,76	1,32	2,81	9,06	2,32	20,20
75	8,89	2,03	0,72	13,74	2,82	3,36	2,27	8,89	1,94	8,02
76	2,54	6,13	4,08	1,32	0,46	2,88	2,76	4,00	2,95	8,86
77	2,47	1,24	2,01	1,83	2,76	2,36	0,65	2,45	3,57	17,78
78	1,27	0,74	4,94	3,55	1,24	2,66	1,81	9,40	4,08	6,62
79	6,83	18,85	1,58	1,04	14,00	1,43	0,91	3,51	1,74	11,55
80	2,63	1,61	8,64	9,25	5,22	0,46	1,85	17,44	4,70	2,83
81	3,51	4,92	22,64	4,29	0,92	3,69	0,94	4,25	3,30	2,41
82	0,62	12,12	18,18	17,33	2,08	5,24	2,70	7,40	3,49	3,75
83	1,54	2,01	8,06	2,55	4,37	5,84	2,04	3,11	4,16	1,11
84	2,19	3,41	1,27	2,48	1,43	1,60	0,93	4,55	2,26	26,27
85	1,45	0,85	7,62	7,83	2,75	12,38	1,62	8,98	1,62	7,61
86	13,48	20,71	5,71	4,23	2,20	14,81	1,74	1,44	2,76	1,05
87	2,72	2,43	1,43	2,59	2,36	12,09	1,07	1,17	1,13	2,42
88	1,23	2,36	2,07	0,65	2,08	2,59	2,48	1,47	1,64	1,69
89	10,22	3,59	1,98	1,37	2,06	10,68	1,85	2,87	3,84	1,16
90	1,78	1,84	2,08	0,86	2,85	2,71	1,16	9,67	2,37	0,42
91	3,53	1,64	22,49	2,53	1,69	5,99	1,86	3,66	5,98	1,27
92	1,58	5,28	6,81	11,28	1,51	12,55	11,30	12,28	2,46	4,88
93	2,44	0,89	2,35	2,14	3,47	2,64	1,20	3,49	7,19	1,87
94	3,55	1,37	1,30	1,73	1,78	0,91	8,24	3,80	4,89	6,30
95	2,49	1,33	0,93	1,77	2,39	4,31	1,33	13,98	4,80	3,57
96	1,23	2,09	0,75	3,02	4,72	0,98	1,04	1,79	2,36	2,41
97	3,34	2,66	6,99	2,22	1,85	2,13	2,03	2,36	2,75	8,27
98	2,35	2,36	8,03	4,62	1,44	7,55	3,83	14,47	2,87	3,66
99	13,85	2,18	2,87	10,62	1,80	6,24	0,86	3,78	1,48	3,78
100	4,82	1,91	3,86	3,41	3,52	1,36	0,26	1,61	1,03	2,38

Tabelle F: Boknis-Eck 19m, Bakterienkörpermasse in [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$], n = 100.

Boknis-Eck 19m 21.11.1989 Bakterienkörpermasse [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$]						Boknis-Eck 19m 19.12.1989 Bakterienkörpermasse [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$]				
#	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m
1	6,81	14,20	13,03	4,56	36,86	1,22	9,64	7,12	5,94	2,59
2	7,45	5,85	3,27	1,83	18,43	0,54	3,65	1,81	4,09	0,91
3	9,51	2,84	1,87	3,37	5,21	4,78	77,88	2,36	4,18	0,61
4	0,33	1,80	2,79	6,08	7,65	4,35	1,04	4,77	4,47	1,93
5	1,74	2,18	2,38	2,09	2,24	5,74	12,34	1,60	13,91	2,37
6	0,99	0,82	5,40	4,20	1,15	1,41	1,51	3,86	3,97	2,94
7	6,57	1,48	4,36	14,38	1,37	1,64	2,04	1,16	1,30	1,46
8	0,27	1,46	1,78	6,82	3,55	1,99	2,60	8,06	5,32	5,05
9	7,82	2,98	2,20	1,03	1,22	1,31	4,74	0,51	3,69	7,36
10	1,21	4,23	5,34	3,21	9,53	15,55	10,90	1,17	3,94	2,42
11	2,87	1,58	4,74	5,64	8,13	38,80	7,77	2,83	4,45	4,38
12	2,48	3,31	6,06	3,23	1,73	12,24	9,68	12,17	3,70	2,34
13	3,53	1,49	30,26	2,49	16,46	3,98	27,68	2,14	1,56	2,33
14	2,02	8,97	3,85	2,60	3,93	4,65	1,51	2,44	21,57	0,68
15	2,85	5,68	3,80	5,20	6,72	1,18	9,73	1,66	0,99	7,20
16	5,58	4,81	7,91	2,85	5,79	6,38	50,83	4,00	3,43	9,23
17	1,86	4,92	4,07	1,22	5,38	1,83	0,79	1,23	20,54	4,58
18	4,68	5,55	4,43	6,64	1,96	7,20	3,52	0,68	3,79	3,84
19	6,83	26,56	2,31	1,03	3,53	1,76	2,59	2,04	6,16	1,77
20	4,39	3,78	4,22	3,18	6,45	2,69	0,55	1,90	2,60	18,15
21	0,24	0,24	8,82	1,81	1,18	2,07	9,27	1,65	3,39	1,72
22	4,14	0,81	1,95	1,02	2,85	3,29	2,85	0,96	2,64	9,02
23	5,10	7,42	3,43	1,05	12,65	3,92	2,22	0,73	2,35	3,67
24	2,56	2,00	1,86	4,56	15,92	0,51	6,29	1,07	14,04	1,82
25	5,63	3,48	8,87	8,06	5,52	2,56	0,86	2,52	3,72	16,29
26	3,46	2,67	4,32	1,01	0,57	20,25	7,15	6,81	5,16	5,35
27	2,36	2,42	2,71	2,55	1,33	14,20	4,34	0,49	4,50	4,10
28	2,72	2,93	1,22	2,72	2,11	4,59	2,84	2,05	1,51	5,93
29	6,37	5,22	7,95	1,91	14,50	1,24	3,09	0,73	2,51	2,33
30	3,06	13,54	1,33	2,05	18,66	8,54	4,31	1,28	0,94	2,66
31	1,78	10,09	6,29	1,38	4,11	32,71	3,47	0,93	1,74	5,18
32	1,08	8,44	3,39	6,01	4,80	2,12	4,83	0,81	0,94	1,28
33	3,02	4,98	6,74	4,88	5,53	20,22	1,89	0,82	1,23	1,75
34	0,43	6,58	2,80	0,70	9,61	4,28	4,30	5,17	3,90	1,93
35	4,91	11,07	3,51	2,52	10,26	9,43	12,71	1,42	2,09	0,92
36	7,16	6,53	1,30	2,91	3,31	12,77	2,63	3,00	2,20	8,84
37	7,44	32,24	5,28	0,64	3,79	3,67	1,89	4,37	1,91	2,73
38	1,54	7,46	1,42	1,77	8,95	13,28	0,83	1,18	0,99	0,81
39	2,13	4,92	0,93	3,90	1,21	6,37	1,21	3,13	1,71	0,66
40	3,90	9,93	4,48	1,26	4,05	2,14	2,43	2,15	2,03	3,93
41	0,72	10,93	10,47	4,00	5,61	3,64	2,90	4,45	2,18	0,58
42	2,03	8,77	1,62	1,29	5,20	2,54	1,67	1,69	2,36	4,73
43	1,94	13,53	0,87	2,01	2,63	8,72	0,48	1,74	0,80	3,33
44	1,34	2,87	2,02	2,29	4,99	2,40	0,43	7,18	8,63	1,73
45	2,74	1,61	1,57	2,58	92,28	2,26	1,51	0,65	1,26	3,62
46	0,90	1,46	4,27	1,54	17,66	11,23	9,05	4,91	0,68	3,54
47	2,85	4,93	1,48	4,56	4,20	6,25	1,29	1,32	0,97	3,36
48	1,43	2,84	4,09	3,66	5,41	4,17	0,62	2,17	4,00	3,08
49	2,19	5,67	0,94	0,41	5,86	1,99	0,56	2,49	0,76	0,73
50	2,94	2,30	2,86	1,65	8,09	1,06	2,92	1,63	0,65	2,85

Fortsetzung Tabelle F										
Boknis-Eck 19m 21.11.1989						Boknis-Eck 19m 19.12.1989				
Bakterienkörpermasse [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$]						Bakterienkörpermasse [$\text{ng} \cdot 10^{-5} \cdot \text{Ind.}^{-1}$]				
#	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m	7 cm	12 cm	20 cm	40 cm	3 m
51	1,44	1,24	6,75	1,15	13,21	6,05	0,71	0,71	0,77	1,36
52	3,33	3,80	1,39	2,95	11,33	6,11	1,56	0,93	3,48	5,73
53	7,13	9,93	33,91	1,30	10,76	8,92	0,92	1,64	1,78	0,68
54	4,97	8,01	3,25	0,46	18,90	0,47	0,92	2,03	0,82	1,05
55	2,66	14,35	9,56	0,79	20,96	0,22	1,80	13,57	1,14	3,86
56	3,06	5,65	0,41	2,81	2,12	14,81	2,81	4,42	3,81	1,88
57	3,69	3,41	2,54	3,63	6,82	114,26	0,84	4,00	3,80	1,82
58	1,79	4,16	2,19	1,33	5,51	7,67	2,10	2,39	12,50	0,76
59	3,63	4,48	2,83	2,52	1,01	11,68	9,60	1,05	1,09	2,25
60	1,71	1,43	5,66	0,97	0,70	19,24	10,19	1,03	5,36	2,00
61	2,90	19,85	1,54	18,96	2,41	28,15	5,41	3,67	3,42	0,94
62	8,99	4,31	3,83	6,94	5,31	24,51	10,37	0,63	0,73	1,09
63	11,78	5,32	1,02	0,93	0,62	5,17	4,22	2,12	3,96	3,94
64	9,11	2,77	4,59	5,23	3,97	119,29	12,53	0,80	2,65	0,75
65	12,77	0,97	5,21	1,98	3,04	2,02	24,81	1,13	0,62	1,77
66	5,20	4,90	2,89	1,55	2,18	11,07	11,77	1,53	5,35	1,94
67	3,67	1,60	3,34	5,18	2,21	16,36	2,22	1,11	5,30	1,39
68	8,94	9,09	17,58	3,18	1,82	1,59	5,59	1,10	4,19	1,04
69	5,10	1,31	24,01	0,82	0,56	19,79	7,46	1,32	3,14	2,73
70	6,16	1,81	3,78	1,27	1,32	0,45	1,03	0,81	3,77	1,74
71	2,68	4,49	2,34	10,23	2,45	0,22	0,58	2,95	3,45	0,89
72	16,14	0,81	2,34	4,56	5,05	2,41	1,96	4,75	3,47	3,03
73	2,63	4,06	1,16	1,99	0,43	3,02	1,83	11,71	4,95	3,13
74	3,76	0,69	1,10	0,68	0,98	4,55	6,86	0,74	1,37	2,77
75	8,55	1,21	3,52	6,34	2,22	4,60	4,23	0,95	4,97	2,91
76	2,86	3,41	1,96	2,48	0,99	2,63	1,38	1,50	1,93	3,36
77	21,72	0,32	6,88	3,12	14,88	7,43	2,83	23,29	0,72	4,95
78	4,07	0,47	2,32	20,16	1,92	4,24	0,25	0,90	5,47	1,84
79	3,22	7,16	2,72	5,64	16,51	12,04	6,15	1,19	40,49	8,23
80	6,47	1,18	4,92	3,44	2,65	5,34	8,00	0,93	3,97	7,63
81	8,98	1,65	3,22	2,79	5,14	4,10	2,57	1,12	3,53	2,63
82	2,90	3,29	1,26	3,49	4,04	73,08	1,35	4,63	2,60	6,83
83	6,29	2,44	4,83	4,37	1,80	4,15	1,01	3,16	1,47	4,24
84	2,91	1,41	3,15	2,60	4,29	3,88	4,85	4,79	3,37	2,78
85	4,41	2,11	4,29	3,56	3,99	4,80	14,54	0,93	5,04	2,93
86	3,39	1,82	2,29	2,49	0,92	3,57	2,23	2,10	1,72	6,12
87	12,44	2,85	2,98	13,39	20,44	0,47	15,54	1,87	4,47	1,76
88	21,33	0,88	1,30	3,24	0,42	6,07	7,77	0,68	5,58	0,97
89	6,74	4,62	1,46	2,89	1,53	3,35	4,45	1,07	2,12	3,74
90	5,45	5,40	2,18	3,38	16,05	2,57	1,80	3,21	8,38	7,74
91	6,99	2,40	5,25	8,36	5,33	5,50	3,48	7,50	0,75	1,13
92	5,66	0,40	2,71	25,70	2,42	4,77	18,88	1,81	1,48	0,45
93	9,13	2,82	4,50	9,70	1,84	2,33	8,44	0,88	2,12	3,07
94	0,50	0,73	2,18	10,34	17,30	0,85	5,89	2,36	1,72	4,21
95	4,13	4,14	1,15	2,92	5,29	1,03	2,54	0,84	3,76	15,78
96	1,63	2,19	2,00	1,80	4,05	1,74	6,08	1,21	2,40	0,70
97	13,94	3,51	2,70	7,45	3,65	1,95	3,40	2,33	5,99	5,80
98	3,23	5,64	3,07	2,88	17,81	2,33	3,26	2,36	3,64	18,87
99	29,29	2,47	1,82	4,01	1,01	14,49	4,16	3,13	1,73	1,31
100	14,63	2,21	1,53	3,69	5,63	0,30	9,89	1,93	17,77	3,07