

UMWELT, PRODUKTION UND SEDIMENTATION  
BENTHISCHER FORAMINIFEREN IN DER WESTLICHEN OSTSEE

Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
des Fachbereichs Mathematik-Naturwissenschaften  
der Christian-Albrechts-Universität  
zu Kiel

Vorgelegt von

GEROLD WEFER

KIEL 1976

## SUMMARY

Samples of algae and sediment were taken between July 1973 and May 1975 at intervals of 2-5 weeks from a number of depths at the entrance of Eckernförder Bay (Western Baltic Sea). The purpose was to ascertain the correlation between the settlement of foraminifera and ecofactors, and to determine the annual carbonate production by foraminifera. Production data were compared with the foraminifera content of the sediments. Information on the extent and place of dissolution could be gained by measuring the saturation of the water with mineral carbonates.

The exact area of colonisation (=sediment surface, in the sediment or on algae, Fig. 6) was determined for the most important species of the Western Baltic. Reproductions were not regulated by one environmental factor, but rather by a number of these. Here the abiotic parameters appear to play the more important part. The conditions necessary for the start of a reproduction can, however, also be fulfilled by the presence of symbiotic algae or increased food availability (Fig. 6). The growth of the foraminifera lasts 3 to 5 months.

Carbonate production by foraminifera amounts to between 0,01 and 0,04 g  $\text{CaCO}_3/\text{m}^2$  pa in the residual sediment area and up to 3,12 g  $\text{CaCO}_3/\text{m}^2$  pa in the basins. The species living on algae only produce up to 0,003 g  $\text{CaCO}_3/\text{m}^2$  pa (Tab. 9, Fig. 9). The carbonate production figures are only 1 - 3% of those reached by the large foraminifera in tropical latitudes, however, similar values were found in the Adriatic.

Only 0 - 3% of the carbonate produced by the foraminifera is preserved (Tab. 11). In the residual sediment area all foraminiferal carbonate produced is destroyed or washed out. The highest preservation was found in the deepest basins; here, not only is more produced, but also more is preserved. In the shallower part of the area of investigation the tests are destroyed by the continual restratification of the sediment and also through being washed out and transported away. In the deeper areas dissolution and predation are major factors.

For some months of the year the water column is under-saturated with mineral carbonates, while there is over-saturation in the interstitial water below a sediment depth of about 1 cm. Therefore tests must be dissolved on the surface or in the uppermost millimetres of the sediment.

The quantity of calcareous foraminifera in the sediments is regulated by the following factors:

- a) intensity of water movement,
- b) oxygen content of the bottom water (regulates settlement of macrobenthos and bacterial growth),
- c) rate of sedimentation,
- d) grain size composition of the sediment.

A far more important part than previously assumed is played by the burrowing macrobenthos. The animals transport some foraminifera tests from the sediment surface, where they are exposed to dissolution, into the deeper parts of the sediment, where they can be preserved. On the other hand high colonisation density of macroorganisms feeding on substrate and foraminifera can, in extreme cases, lead to the total destruction of the tests.



## INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. <u>Vorwort</u>	1
1.1. Danksagung	1
2. <u>Problemstellung</u>	2
2.1. Umwelt	2
2.2. Produktion	2
2.3. Sedimentation	2
3. <u>Proben-Entnahme</u>	4
3.1. Sediment	4
3.1.1. Probennahme-Geräte	4
3.1.2. Fleckenhafte Besiedlung	8
3.1.3. Erfassung der obersten Sedimentschichten	8
3.1.4. Untersuchungen tieferer Sedimentschichten	9
3.2. Pflanzen	10
3.3. Wasser	10
4. <u>Proben-Aufbereitung und Auswertung</u>	11
4.1. Sedimentprobenaufbereitung	11
4.2. Algenaufbereitung	12
4.3. Auswertung der Foraminiferenproben	12
4.4. Wasseranalysen	12
5. <u>Sedimente, Hydrographie, chemische und biologische Parameter</u>	15
5.1. Substratverhältnisse	17
5.1.1. Abtragungsgebiet mit Restsedimenten	17
5.1.2. küstenfernes Sand-Anhäufungsgebiet	17
5.1.3. Schlick	17
5.2. Temperatur	17
5.3. Druck	18
5.4. Licht	18
5.5. Wasserbewegung	18
5.6. Salzgehalt	19
5.7. O <sub>2</sub> -Gehalt	19
5.8. Sättigungszustand des Wassers gegenüber Karbonatmineralen	19
5.9. Redox Discontinuity Layer (RDL)	19
5.10. Nahrungsangebot	20
6. <u>Mikro-Biotop der Foraminiferen</u>	21
6.1. Bewohner der Sedimentoberfläche	21
6.2. Bewohner des Sedimentes	21
6.3. Pflanzen-Bewohner	23
6.4. Besiedlung von Tieren	23
6.5. Anheftung an Steine, Schalen etc.	23

	Seite
7. <u>Umwelt der Foraminiferen</u>	24
7.1. Artenliste	24
7.1.1. Sandschaler	24
7.1.2. Kalkschaler	25
7.2. Biologie und Mikrobiotop der einzelnen Arten und Einfluß der Umwelt auf das Wachstum	28
7.3. Diskussion und Zusammenfassung	39
8. <u>Karbonat-Produktion durch Foraminiferen</u>	43
8.1. Siedlungsdichte	43
8.2. Reproduktions-Frequenz und Anteil der reproduzierenden Individuen an der Gesamtpopulation	45
8.3. Durchschnittsgewicht	46
8.4. Produktion für einzelne Arten und für unterschiedliche Wassertiefen	46
8.5. Vergleich mit anderen Biotopen	49
9. <u>Sedimentation benthischer Foraminiferen-Gehäuse</u>	51
9.1. Sedimentation in unterschiedlichen Sediment- und Wassertiefen	52
9.2. Vergleich Sedimentation zu Produktion	53
9.3. Ursachen der Zerstörung von Gehäusen	54
9.4. Diskussion und Zusammenfassung	54
10. <u>Zusammenstellung der Ergebnisse</u>	58
11. <u>Literaturverzeichnis</u>	59

#### ANHANG

Abb. 13 bis 23	Artenverteilung und Siedlungsdichten auf den Dauerstationen, sowie Größenverteilungen ausgewählter Arten	67
24 bis 29	Umwelt-Parameter (Jahresgang von Salzgehalt und Temperatur, der O <sub>2</sub> -Sättigung, des Sättigungszustandes gegenüber Karbonatmineralen (Kalzit) und der Sestonkohlenstoff-Gehalte)	78
30	Jahresgang der 1% Lichttiefe	84
31	Jahresgang des Sättigungszustandes gegenüber Kalzit	85
Tafel		87
Tab. 12 bis 24	Foraminiferen-Daten	89
25	Daten zur Berechnung der Foraminiferenkarbonat-Produktion	102
26	Daten zur Berechnung der Foraminiferenkarbonat-Sedimentation	103



## 1. VORWORT

Zur Foraminiferen-Fauna der Ostsee wurde bisher in einer großen Zahl von Arbeiten beigetragen (RHUMBLER 1935, 1936; ROTTGARDT 1952; LUTZE 1965, 1968 a und b, 1974; BRODNIEWICZ 1965; HAAKE 1967; EXON 1972; WINN 1974). Für den Entschluß, diesen Arbeiten noch eine weitere hinzuzufügen, waren 3 Gründe entscheidend:

- 1.) Durch das Meßprogramm der Gruppen B und C des Sonderforschungsbereiches 95 (SFB 95)<sup>+</sup> stand ein Datenmaterial der Umweltfaktoren zur Verfügung, das erfolgversprechende Wachstumsuntersuchungen an Foraminiferen erwarten ließ.
- 2.) Durch das in Kiel seit 1968 intensiv betriebene wissenschaftliche Tauchen waren erst quantitative Probennahmen für gewisse Lebensbereiche der Foraminiferen möglich geworden. So für den Phytalbereich, im Restsedimentgebiet und im m<sup>2</sup>- oder cm-Bereich.
- 3.) Taxonomisch sind die Ostsee-Foraminiferen von RHUMBLER (1935 und 1936) und LUTZE (1965) untersucht worden. LUTZE (1974) untersuchte im "Hausgartengebiet" des SFB 95 über mehrere Jahre mit "engmaschigen" Proben-Profilen die Verteilung der Foraminiferen-Fauna. Er konnte getrennte Dominanzbereiche für die wichtigsten Arten feststellen. Die Tiefenlage der Dominanzbereiche sind, von geringen Schwankungen abgesehen, über das Jahr und über mehrere Jahre konstant. Anhand dieser Befunde wurden Dauerstationen ausgewählt, auf denen über mehrere Jahre genügend Exemplare für produktionsbiologische Untersuchungen erwartet werden konnten.

### 1.1. DANK

Herrn Prof. Dr. G. F. Lutze danke ich herzlich für das Thema und die Betreuung dieser Arbeit. Durch wertvolle Anregungen haben er und Herr Prof. Dr. E. Seibold die Arbeit sehr gefördert.

Der Planktongruppe Tannenberg verdanke ich ein umfangreiches Datenmaterial der Umweltfaktoren. Die Probennahme wäre ohne die Hilfe der Kollegen der wissenschaftlichen Tauchgruppe an der Universität Kiel, vor allem von Herrn T. Kollatschni, nicht möglich gewesen. Herr Dr. E. Suess wies mich in die Methoden zur Messung des Sättigungszustandes des Wassers gegenüber Karbonatmineralen ein. Technische Hilfe erhielt ich von Frau H. Heimhold und Frau E. Schmidt-Eisele. Die genannten und viele andere Mitglieder des Geologisch-Paläontologischen Institutes, des Institutes für Meereskunde, des Zoologischen Institutes, des Institutes für Angewandte Physik und des Institutes für Kernphysik haben mir bei dieser Arbeit durch Diskussionen und Anregungen sehr geholfen. Ihnen allen möchte ich für ihre Hilfe danken.

Mein Dank gilt ebenso den Besatzungen der Forschungsschiffe "ALKOR", "BENNO", "LITTORINA", "WATTENBERG" und "WILLIAM". Außerdem der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die über den Sonderforschungsbereich 95 diese Arbeit finanziell unterstützt hat.

<sup>+</sup> Sonderforschungsbereich 95 der Universität Kiel Wechselwirkung Meer-Meeressediment



## 2. PROBLEMSTELLUNG

### 2.1. UMWELT

Benthische Foraminiferen sind zur Bestimmung der Ablagerungsbedingungen von Sedimenten und Sedimentgesteinen wichtige Hilfsmittel. Sind sind vor allem als Klima- und Tiefenanzeiger geeignet. Die Aussagekraft zur Interpretation der fossilen Sedimente oder Sedimentgesteine wird aus der Verbreitung der heute lebenden Arten abgeleitet. In den meisten Arbeiten werden neben der Artenverbreitung jedoch nur noch die Wassertiefe und das Substrat als Umweltfaktoren angeführt. Seltenere wurden Salzgehalt und Temperatur gemessen (s. MURRAY 1973, S. 168). Andere Umweltfaktoren wie Sauerstoffgehalt und Nahrungsangebot wurden kaum behandelt. Die Verbreitung wird jedoch wie bei allen Organismen von der gesamten Umwelt reguliert. Deshalb wurden wiederholt Langzeit-Untersuchungen über das Leben von benthischen Foraminiferen unter Berücksichtigung möglichst aller wichtigen Umweltfaktoren gefordert (siehe MURRAY 1973, Appendix 3).

Bestehen für Foraminiferen ständig günstige Lebensbedingungen, so wird eine kontinuierliche Reproduktion, je nach Reife der einzelnen Individuen, stattfinden. Eine ständige Vermehrung verhindert das Auftreten von "peaks" in der Größenverteilung lebender Populationen (CRAIG & OERTEL 1966, S. 329). Bestehen nur zeitweise günstige Lebensbedingungen, so wird auch nur schubweise reproduziert. Anhand der Reproduktionszeiten lassen sich somit für die einzelnen Arten die optimalen Umweltbedingungen feststellen. Gerade die Ostsee bietet durch die ständig wechselnden Umweltbedingungen ausgezeichnete Voraussetzungen zur Untersuchung der oben angeführten Fragen.

### 2.2. PRODUKTION

Benthische Foraminiferen können wesentlich zur Ablagerung von Karbonaten beitragen (so z.B. Großforaminiferen wie Fusulien in Ober-Karbon und Perm oder Nummulitiden im Tertiär). Auch heute können wesentliche Anteile (z.B. in Florida Bay bis zu 30%, GINSBURG 1956) der abgelagerten Karbonate von Foraminiferen stammen.

Quantitative Daten zur Produktion der Foraminiferen liegen bisher nur in geringer Zahl vor (CHAVE et al. 1972; LUTZE 1970; LUTZE et al. 1971; MULLER 1974), so daß es üblich ist, diese aus den Sedimentationsraten und Foraminiferengehalten der Sedimente zu errechnen. Genauere Daten können nach Feststellung der "turn over rates" in Verbindung mit Siedlungsdichte und Karbonatgewicht der einzelnen Foraminifere erwartet werden (MURRAY 1973, S. 201/202). Außerdem wurden die an Pflanzen lebenden, für die Karbonatproduktion besonders wichtigen Foraminiferen-Arten bisher vernachlässigt. Es kommen biogene Flachwassersedimente vor, deren Karbonat fast ausschließlich auf Pflanzen produziert wird (MURRAY 1970; WRIGHT & HAY 1971). Untersuchungen hierüber wurden bisher vernachlässigt, da sie vielfach die Probennahme durch Taucher und die Zusammenarbeit mit Meeresbotanikern voraussetzen: die Befunde über Bestandsdichten der Pflanzen geben erst die Grundlage zur Berechnung der phytalen Karbonatproduktion. Die Zusammenarbeit mit den Meeresbotanikern, die am gleichen Ort und zur gleichen Zeit arbeiteten, bot die Möglichkeit, diese Lücke zu schließen.

### 2.3. SEDIMENTATION

Benthische Foraminiferen wurden in der Ostsee auch anhand ihrer organischen Innenhäute (sogenannte Innentapeten: RESIG 1965) identifiziert. Diese Auflösungsreste weisen auf Kalklösung und dadurch

auf ein Mißverhältnis zwischen wahrer biogener Kalkbildung (biologischer Produktion) und Sedimentation (geologischer Produktion) hin. Bisher bestehen jedoch nur Schätzungen darüber, wieviel Prozent der insgesamt produzierten Menge zur Ablagerung gelangt (LUTZE 1974, Kap. 10). Durch Berücksichtigung bisheriger Untersuchungen (RESIG 1965; LUTZE 1974; EXON 1972) und Hinzunahme neuer Sedimentkerne soll die Menge Kalk, die jährlich von Foraminiferen abgelagert wird, ermittelt und den biologischen Produktionswerten gegenübergestellt werden.

Auch konnte bisher nicht eindeutig geklärt werden, ob die Kalklösung bereits auf dem Sediment oder nach der Sedimentation im Sediment oder in beiden Bereichen stattfindet. JARKE (1961, S. 9) vermutet, daß die Kalkschale der Mikrofossilien in der Übergangsschicht zwischen Oxidations- und Reduktionszone aufgelöst werden. RESIG (1965) erwartet, daß in den Sedimentschichten in denen keine Übersättigung gegenüber Karbonatmineralen durch Auflösung größerer Schalen (i.d.R. Muschelschalen) vorhanden ist, Foraminiferen aufgelöst werden. Sie erwartet die Auflösung der Foraminiferen-Schalen an der Oberfläche und in den obersten 15 cm des Sedimentes. Auch EXON (1972) vermutet eine Kalklösung im freien Wasser und in den obersten 30 cm des Sedimentes, vor allem in den Schlickgebieten, die unterhalb der Sprungschicht liegen. LEWY (1975) dagegen beobachtete an Mytilusschalen eine vorherrschende Lösung auf der Sedimentoberfläche.

Hier sollten Messungen des Sättigungszustandes des Wassers aus der Wassersäule und aus dem Sediment gegenüber Karbonatmineralen nähere Auskünfte bringen.



### 3. PROBEN-ENTNAHME

#### 3.1. SEDIMENT

Auf den 6 Stationen der Tab. 1 und Abb. 1 innerhalb oder nahe des sogenannten SFB-Hausgartens wurden alle 2 - 4 Wochen über den Zeitraum von 1 - 2 Jahren Sediment- und Algenproben genommen.

Wassertiefe (m)	DECCA	Zeitraum	Substrat	Gerät	Fläche/Gewicht
27	rot H 14.55 grün A 34.56	Juli 73 - Mai 75	sandiger Schlick	4 x Krumm- greifer	126 cm <sup>2</sup>
23.5	rot H 14.34 grün A 34.62	Juli 73 - Mai 75	schlickiger Sand	4 x Krumm- greifer	126 cm <sup>2</sup>
13	rot H 14.09 grün A 34.26	Juli 73 - Mai 75	Mittel- sand	3 x Taucher- stutzen	79,5 cm <sup>2</sup>
13	"	Juli 73 - Mai 75	Rest- sediment	"	"
13	"	Juli 73 - März 75	Algen	Absammeln	ca.200 gr. Naßg.
11	rot H 13.59 grün A 34.36	Sept. 73 - Mai 75	Rest- sediment	3 x Taucher- stutzen	79,5 cm <sup>2</sup>
11	"	"	Algen	Absammeln	ca.200 gr. Naßg.
8	rot H 13.08 grün A 34.51	Dez. 73 - Mai 75	Rest- sediment	3 x Taucher- stutzen	79,5 cm <sup>2</sup>
8	"	"	Algen	Absammeln	ca.200 gr. Naßg.
6	rot H 12.62 grün A 34.65	Dez. 73 - Mai 75	Rest- sediment	3 x Taucher- stutzen	79,5 cm <sup>2</sup>
6	"	"	Algen	Absammeln	ca.200 gr. Naßg.

Tab. 1: Probennahme-Stationen

#### 3.1.1. PROBENNAHME-GERÄTE

Um die geeignetste Proben-Entnahmemethode zu ermitteln, wurden auf einer Station mehrere Proben mit Tauchern mit dem "Taucherstutzen" (beschrieben in LUTZE 1968, S. 18), mit dem Krummgreifer (v. DANIELS et al. 1970) und mit einem Stecher aus dem Backengreifer heraus entnommen.

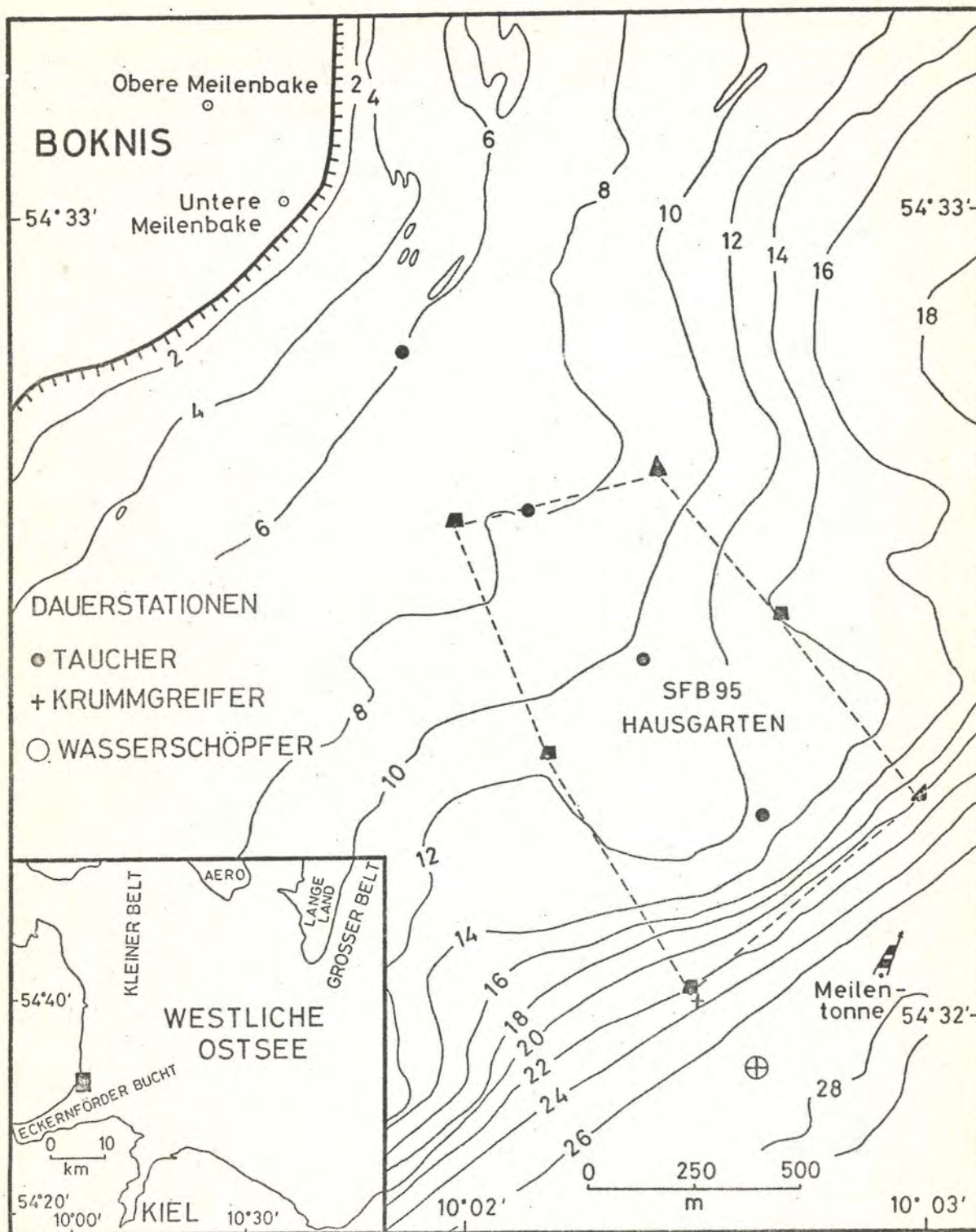


Abb. 1: Dauerstationen in oder nahe des SFB 95-Hausgartens.



Tab. 2 zeigt, daß erhebliche Unterschiede in den Foraminiferenzahlen zwischen den einzelnen Probenahmen einer Methode und zwischen den drei Methoden bestehen. Schlußfolgerungen über den Fehler der einzelnen Probennahmemethoden lassen sich aus diesen Daten jedoch nicht ziehen, da die Anzahl der Proben zu gering ist. Außerdem müßte hierfür die Größe der Siedlungsflecken bekannt sein.

Stutzen aus Backengreifer			Taucherstutzen			Krummgreifer		
Proben- Nr.	leb.	tot	Proben- Nr.	leb.	tot	Proben- Nr.	leb.	tot
12220			12221			12242		
-1	159	687	-1	409	494	-2	170	473
-2	48	1223	-2	223	845	-3	347	701
-3	95	805	-3	254	754	-4	180	172
-4	107	1052	-4	497	745			
Durch- schnitt	102	942		346	710		232	449

Tab. 2:  
Foraminiferenzahlen/  
10 cm<sup>2</sup> bei 5 cm Ein-  
dringung (getrennt  
nach lebend und tot)  
bei Verwendung von  
Backengreifer, Tau-  
cherstutzen und  
Krummgreifer - je-  
weils 23,5 m Dauer-  
station und gleiche  
Probengröße (26,5 cm<sup>2</sup>).

Beim Tauchen wurde beobachtet, daß der Backengreifer kurz vor dem Aufsetzen auf den Boden durch den Wasserstau die obersten Sedimentschichten im Millimeterbereich aufwirbelt. Das aufgewirbelte Material wurde von Tauchern mit einem Wasserschöpfer aufgefangen und auf Foraminiferen durchgesehen. In der Probe GIK 12222 z.B. fanden sich in ca. 1 l Wasser 4 *E. clavatum*. Da der Taucherstutzen sehr langsam aufgesetzt werden kann und zudem oben mit einer 50 µ-Gaze abgeschlossen wird, ist der Verlust der obersten Sedimentschichten auszuschließen. Außerdem wird eine mißglückte Probennahme vom Taucher beobachtet und kann sofort wiederholt werden. Die Taucherstutzen mitsamt der Probe werden unter Wasser in eine Weithals-Probenflasche geworfen und die Flasche verschlossen. Dadurch wird ein Verlust von Probenmaterial während des Transports auf das Schiff verhindert.

Bei der oben beschriebenen Probennahme durch Taucher kann man annehmen, daß sie quantitativ ist (s. auch SCHAFER 1967). Davon kann auch bei speziell für Foraminiferenproben konstruierten Entnahmegaräten nicht ausgegangen werden, da zuwenig Wert auf die Erhaltung der Oberfläche (im mm-Bereich) gelegt wird (z.B. HOSKIN (1974): bei Schließen des Deckels wird leicht Material aufgewirbelt).

Für die 27- und 23,5 m Station wurde der Krummgreifer verwendet, da die zulässigen Tauchzeiten für größere Tiefen sehr kurz sind (an der Universität Kiel wird i.d.R. nur so lange getaucht, daß keine "Dekompression" notwendig wird).

Der Inhalt des Stoßrohres des Krummgreiflers wird direkt in eine Weithals-Probenflasche abgelassen. Auch hier wird ein Zwischenschritt (z.B. beim Backengreifer das Abfüllen der Probe in die



Probenflasche mit einem Löffel, Spatel oder Ähnlichem) eingespart und somit ein Verlust von Material ausgeschlossen. Durch den Krümmgreifer wurden in dem in Tab. 2 angeführten Versuch 2/3 der in den Taucherproben gefundenen Foraminiferen erfaßt. Der Verlust wird vermutlich durch eine Aufwirbelung beim Herablassen des Krümmgreifers hervorgerufen.

An Bord wird nach dem Absetzen des Sediments 2/3 des überstehenden Wassers aus der Flasche abgossen und die Flasche mit einer Mischung aus Spiritus und dem Farbstoff Bengalrosa (LUTZE 1964) aufgefüllt. Das Sediment wird durch Schütteln der Flasche intensiv mit dem Spiritus vermengt.

Wiederholt wurde die Lebend-Anfärbung mit Bengalrosa (zuerst beschrieben von WALTON 1952) kritisiert. Der Unterschied zwischen den beiden Modifikationen (WALTON 1952 zu LUTZE 1964) besteht darin, daß die Proben nach LUTZE (1964) nicht mit Formaldehyd, sondern mit Brennspritus konserviert werden. Der Farbstoff wird direkt dem Brennspritus zugegeben. Mindestens 1 Woche bleibt das Sediment in der Mischung aus Seewasser (ca. 1/3) und Brennspritus (rot gefärbt durch Bengalrosa), bevor die Proben geschlämmt werden. Die kritisierenden Arbeiten gehen entweder alle von dem von WALTON (1952) beschriebenen Verfahren aus (z.B. WALKER et al. 1974) oder berufen sich auf Experimente (z.B. LEES et al. 1969), die sich nicht auf in situ-Bedingungen übertragen lassen. Zur Beurteilung der Verwendbarkeit von Bengalrosa wären Untersuchungen über die Dauer des Abbaus des Protoplasmas nach dem Tode der Tiere wichtig. Sicherlich werden auch bereits tote Organismen zu den lebenden gezählt, da der Farbstoff auch tote organische Substanz anfärbt. Auch Sudan Black B, der von WALKER et al. (1974) verwendete Farbstoff, färbt die Fette toter Organismen.

### 3.1.2. FLECKENHAFTE BESIEDLUNG

Benthische Foraminiferen leben nicht gleichmäßig verteilt, sondern in Siedlungsflecken (s. BUZAS 1965, ELLISON 1966, LYNTS 1966, LUTZE 1968, SCHAFFER 1971). Informationen über die Größe dieser Flecken können lückenlose Probennahmen größerer Flächen geben. Am 25.8.73 wurden 34 x 59,5 cm mit 28 Proben (jeweils 72,25 cm<sup>2</sup>) vollständig erfaßt. Die Verteilung von 2 Arten ist auf Abb. 2 dargestellt. Um Aussagen über Größe und Ursache der Siedlungsflecken zu machen, sind weitere Probennahmen, vor allem saisonale und eine statistische Auswertung notwendig. Es wird jedoch die Vermutung bestätigt (LUTZE 1968, S. 34), daß die mit weitmaschigen Netzen ermittelten Siedlungsflecken im m<sup>2</sup>-Bereich oder größer eher eine Häufung kleiner, allenfalls handtellergrößer Flecken sind.

Die Probennahme diente vor allem als Vorstudie, um für die geplante Probennahme die geeignete Probengröße und -zahl zu bestimmen (s. SCHAFFER 1971, S. 949). Aufgrund der Verteilung in Abb. 2 wurden für die eigentliche Untersuchung jeweils mehrere 26,5 cm<sup>2</sup> große Proben genommen, diese zusammengeworfen und falls notwendig, bei der Aufbereitung auf eine für die Auswertung zweckmäßige Größe wieder gesplittet.

	59,5cm						
8,5cm	54	93	147	211	69	102	151
	70	109	115	116	109	129	112
	115	118	85	163	122	85	96
	95	122	82	102	97	113	164
				ELPHIDIUM INCERTUM			

75	59	131	88	58	110	118
71	92	99	50	45	116	57
115	115	153	204	266	157	45
102	125	151	130	154	228	120
				AMMOTIUM CASSIS		

Abb. 2:  
 Lebende Exemplare von  
*E. incertum* und *A. cassis*  
 in 28 Proben (jeweils  
 72,25 cm<sup>2</sup>) auf einer  
 Fläche von 34 x 59,5  
 cm.

Auf den Krummgreiferstationen wurden jeweils 4 Proben genommen. Durch das Schwojen des Schiffes ergibt sich eine zufällige Verteilung dieser Proben. Auf den Taucherstationen wurden jeweils 3 Taucherstutzen entnommen, wobei die Verteilung dieser Proben nicht zufällig sein kann, da bei der Probennahme durch Taucher immer eine Auswahl der Probenpunkte getroffen wird. Auf eine andere Auswahl der Probennahmepunkte, z.B. durch Herunterwerfen von Markierungen von der Wasseroberfläche, wurde aus technischen und zeitlichen Gründen verzichtet. In den Restsedimentgebieten wurde versucht, sämtliche Substrattypen mit den 3 Stutzen zu erfassen. Auf die Problematik der Probennahme in Restsedimentgebieten wurde bereits in WEFER & TAUCHGRUPPE (1974) hingewiesen.

### 3.1.3. ERFASSUNG DER OBERSTEN SEDIMENTSCHICHTEN

Um die Frage nach dem Mikro-Biotop der Foraminiferen (Endofauna-Epifauna) zu beantworten, mußten die obersten Sedimentschichten (bis ca. 2 mm tief) getrennt erfaßt werden, um auch die wirklich auf dem Sediment lebenden Foraminiferen zu gewinnen. Dafür wurde ein Blech (72 cm<sup>2</sup> groß), welches in die für die üblichen Probennahmen verwendete Weithalsflaschen paßt, 2 mm dick mit Vaseline bestrichen und auf das Sediment gelegt. Das Blech drückt durch das Eigengewicht auf das Sediment und an der Vaseline bleiben die auf dem Sediment liegenden Partikel kleben. Das Blech wurde nach dem Auflegen auf das Sediment unter Wasser in die Probenflasche geworfen und nach Abgießen des überstehenden Wassers mit Bengalspiritus aufgefüllt. Im Labor wurde die Vaseline mit heißem Wasser unter Zusatz von Pril (trocken) durch ein 63 µ-Sieb gespült. Die weitere Probenaufbereitung geschah wie bei den anderen Proben (siehe Abschnitt 4.1). Die Probennahme ist sicher nicht quantitativ, da sogar im Schlick ein Mikrorelief vorhanden ist (s. Tafel). Die in den Löchern - aber an der Oberfläche - lebenden Foraminiferen werden hierbei nicht erfaßt. Dennoch ist diese Methode geeignet, Aussagen über die auf dem Sediment lebenden Foraminiferen zu machen. Ähnliche Probennahmen wurden bereits von LEES et al. (1969, Plate 6) durchgeführt. In Tab. 3 sind die Ergebnisse der oben beschriebenen Probennahme aufgeführt.



LEBENDE FORAMINIFEREN / 72 cm<sup>2</sup>

Datum	GIK-Nr.	Wasser- tiefe (m)	E. in- certum	E. exc. clav.	A. cassis	sonstige	Bemerkungen
30. 5.74	12913-5	27	17	162	1		
16. 7.74	12936-5	27	6	46	2		
1. 7.74	12925-1	27	-	-	-		Ostracoden, Quarzkörner, tote Foraminif.
2. 8.74	12942-5	27	-	10	-	1 M.fusca 1 R.ochr.	
18. 9.74	12957-5	27	-	2	-		
3.10.74	12964-5	27	-	35	1		
5.11.74	12975-5	27	18	403	3		
5.11.74	12975-6	27	50	685	-		
30. 5.74	12914-3	23,5	-	-	-		Quarzkörner
16. 7.74	12937-5	23,5	-	-	-		Ostracoden, Quarzkörner, tote Foraminif.
1. 7.74	12926-1	23,5	-	2	2		
2. 8.74	12943-5	23,5	5	-	1		
18. 9.74	12958-5	23,5	8	2	1		
3.10.74	12965-5	23,5	1	-	-		
16.10.74	12970-3	23,5	-	-	-		Kotpillen, Quarzkörner
16.10.74	12970-4	23,5	-	-	-		Kotpillen, Kotpillen, Quarzkörner

Tab. 3: Foraminiferen, die an ein mit Vaseline (ca. 2 mm dick) beschichtetes Blech angeheftet gefunden wurden.

3.1.4. UNTERSUCHUNGEN TIEFERER SEDIMENTSCHICHTEN

Am 3.11.73 wurden auf den Stationen 27 und 23,5 m Wassertiefe Kastengreifer (GIK 12732 und 12733) entnommen, um auch tiefere Sedimentschichten auf Foraminiferen zu untersuchen und den Sättigungszustand des Porenwassers gegenüber Karbonatmineralen zu bestimmen.

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Geochemie des Geologisch- Paläontologischen Institutes wurden die Untersuchungen auch an Kastenlot- und Kastengreiferproben des Bornholm-Beckens (PLANET-Fahrt 1974, METEOR 37) und der Danziger Bucht (METEOR 37) durchgeführt.



### 3.2. PFLANZEN

Parallel zu den Sedimentproben aus dem Restsedimentgebiet (siehe Tab. 1), wurden von den Steinen jeweils ca. 200 gr. Algen abgesammelt und noch unter Wasser in eine Weithalsprobenflasche gebracht. Diese Probennahmen dienten dazu, die auf den Pflanzen siedelnden Foraminiferen zu erfassen. Das überstehende Wasser wurde an Bord abgossen und die Flaschen mit Bengal-Spiritus aufgefüllt.

### 3.3. WASSER

Mit Schöpferserien wurden anfangs in 2-wöchigen und später in 4-wöchigen Abständen Wasser für Karbonatsättigungsmessungen (Kalzit, sporadisch auch Aragonit und Mg-Kalzit) in Tiefenabständen von 5 m entnommen. Um die Grenzfläche Wasser/Sediment besser zu erfassen, wurden Wasserproben 50 cm und 1 cm über Grund entnommen. Die Probennahme wurde von Tauchern mit 100 ml-Plastikspritzen durchgeführt.

#### 4. PROBEN-AUFBEREITUNG UND AUSWERTUNG

##### 4.1. SEDIMENTPROBENAUFBEREITUNG

Die Proben wurden nach durchschnittlich 2-wöchiger Lagerung in Bengalspiritus über ein 63  $\mu$ - und 2 mm-Sieb geschlämmt. Nach der Trocknung bei 100 °C wurde die Fraktion 63  $\mu$  bis 2 mm zweimal mit Tetrachlorkohlenstoff ( $\text{CCl}_4$ ) konzentriert. Um den Prozentsatz der nach dem 2. Konzentrat zur Auswertung zur Verfügung stehenden Foraminiferen zu bestimmen, wurden von der Probe GIK 12221 zusätzlich ein 3. und 4. Konzentrat und der Leerrückstand auf Foraminiferen durchgesehen. In Abb. 3 sind die Prozentzahlen getrennt nach toten und lebenden Foraminiferen und getrennt nach Sand- und Kalkschalern aufgetragen.



Abb. 3: Prozentzahlen, die sich nach dem Konzentrieren mit Tetrachlorkohlenstoff im 1. bis 4. Konzentrat und im Rückstand befanden (getrennt nach Kalk- und Sandschalern und nach toten und lebenden Foraminiferen).

Für die Kalkschaler sind nach dem 2. Konzentrat 90% ausgesondert. Die im Rückstand verbleibenden Kalkschaler waren fast ausnahmslos an andere Körnchen (z.B. Quarz) angeheftet. Es ist daher wichtig, daß die Proben ausreichend geschlämmt sind und nach dem Einspülen in eine Porzellanschüssel das überstehende Wasser mit den darin schwimmenden organischen Bestandteilen (wie Pflanzenfasern) abgossen wird. Diese organischen Bestandteile verbacken sonst die oberste Schicht und binden sehr viele Foraminiferen, die beim Flotieren nicht mit oben schwimmen (siehe hierzu auch LUTZE 1965, S. 79).

Auffallend ist der hohe Anteil an toten Sandschalern, die sich noch im Rückstand nach dem 4. Konzentrat befinden. Überwiegend sind es Brocken, die wahrscheinlich nicht mehr genügend Hohlräume zum Aufschwimmen besitzen.



#### 4.2. ALGENAUFBEREITUNG

Die Algen wurden nach ca. 2-wöchiger Lagerung über ein 63  $\mu$ -Sieb mit kräftigem Strahl abgespült und das Naßgewicht der Algen ermittelt. Der Rückstand wurde wie bei der Sedimentprobenbearbeitung 2x mit Tetrachlorkohlenstoff konzentriert.

Einige Algenproben (nach Trocknung bei ca. 100<sup>0</sup>) wurden auf Foraminiferen durchgesehen, um den nicht abgespülten Anteil zu ermitteln. Fast quantitativ werden die Kalkschaler abgespült, während zwei Sandschalerarten (*Crithionina heinckeii* und *Tholosina vesicularis*) fast ausschließlich an den Algen hängenbleiben. Diese beiden Sandschaler wurden aus diesem Grunde nicht in den Tabellen und Diagrammen der Algenserien berücksichtigt. Die Siedlungsdichten werden für diese 2 Arten unter Kap. 7.2 (Tab. 5) angegeben.

#### 4.3. AUSWERTUNG DER FORAMINIFERENPROBEN

Es wurde entweder die gesamte Probe oder, falls umfangreicheres Material zur Verfügung stand, mindestens 100 Exemplare ausgezählt.

Nach ca. 100 gezählten Exemplaren ändern sich die Prozentzahlen nicht mehr wesentlich, da in der westlichen Ostsee niedrige Diversitäten vorliegen (siehe auch LUTZE 1974, S. 12). Leere and angefärbte (noch Plasma enthaltend) Gehäuse wurden getrennt gezählt und die Ergebnisse zu Diagrammen (Abb. 13 bis 23) zusammengestellt. Für die wichtigsten in der westlichen Ostsee vorkommenden Foraminiferen-Arten wurde der Jahresgang untersucht. Dazu wurden von durchschnittlich 100 Exemplaren die größten Durchmesser ermittelt und prozentual aufgetragen (Abb. 15, 16, 17, 19, 20, 21 und 23). Die im Zeitablauf sichtbaren Änderungen in den Größenverteilungskurven werden durch die Faktoren Reproduktion, Wachstum und Sterblichkeit bestimmt. Aus dem Vergleich des Verlaufs dieser Kurven mit Umweltfaktoren kann also das Einwirken der Umweltfaktoren auf Reproduktion, Wachstum und Sterblichkeit benthischer Foraminiferen abgeleitet werden. Eine ausführliche Diskussion der Verwendbarkeit von Größenverteilungen zur Analyse von Populationen findet sich bei SAMTLEBEN (1973). Reproduktionszyklen wurden auch über Änderungen in der Siedlungsdichte bestimmt (z.B. BUZAS 1969). Bei drei Arten wurden die durch Größenverteilungskurven ermittelten Reproduktionszeiten mit den Siedlungsdichten verglichen (Abb. 19 und 21). Bei *A. cassis* stimmen die Reproduktionsphasen mit hohen Siedlungsdichten überein. Bei *E. incertum* und *O. Kilianensis* war die Festlegung der Reproduktionen anhand der Siedlungsdichte - Änderungen dagegen nicht möglich.

#### 4.4. WASSERANALYSEN

Für die Bestimmung des Sättigungszustandes des Wassers gegenüber Karbonatmineralen sind zwei Methoden gebräuchlich: Alkalinitätsdifferenzen (WEYL 1961 oder nach dem HEYER-Versuch aus HÖLL 1968, S. 99 - 100) oder pH-Änderungen (SCHMALZ & CHAVE 1963). Bei Parallelbestimmungen zeigten beide Methoden gleiche Ergebnisse. Für diese Untersuchung wurde die Bestimmung durch Alkalinitätsdifferenzen verwendet, da die Messungen im Labor ausgeführt werden können und damit die Arbeit an Bord erleichtert wird. Außerdem lassen sich die Alkalinitätsdifferenzen im Gegensatz zu pH-Differenzen direkt in CaCO<sub>3</sub> pro Volumeneinheit Wasser umrechnen.

Die Bestimmung der Alkalinität wurde nach STRICKLAND & PARSONS (1968) durchgeführt. Die Alkalini-

tät ( $\text{Alk.}_{\text{titr.}} = m\text{HCO}_3^- + 2m\text{CO}_3^{2-} + B(\text{OH})_4^-$ ) wurde an unverändertem und an filtriertem Wasser bestimmt. Das filtrierte Wasser war vorher zur Einstellung des Karbonatgleichgewichtes mit feingemahlenem Pulver (Kalzit, Aragonit oder Mg-Kalzit) versetzt und 2 Tage stehengelassen worden. Aus der Alkalinitätsdifferenz ergab sich, ob das Meerwasser  $\text{CaCO}_3$  in Form von Kalzit, Aragonit oder Mg-Kalzit lösen kann oder ob es gesättigt oder übersättigt relativ zu diesen Mineralen ist. Ist die Alkalinitäts-Differenz positiv (die Alkalinität des unversetzten Seewassers ist höher), so war das Wasser übersättigt an  $\text{CaCO}_3$  für das betreffende Mineral. Ist die Differenz negativ, war die ursprüngliche Wasserprobe untersättigt. War keine Differenz zu messen, so war das Wasser relativ zu den Testmineralen in gesättigtem Zustand.

Dem Wasser muß so viel Karbonatpulver zugegeben werden, daß ein Equilibrium erreicht wird. Für eine 100 ml Probe aus der Wassersäule reicht hierfür aus:

1 g Kalzit (Marmorpulver zur Wasseruntersuchung, E. MERCK Art. 5977),

0,5 g Aragonit (gemahlene Korallen: *Porites asteroides*, Korngröße  $< 200 \mu$ ) oder

0,5 g Mg-Kalzit (gemahlene Seeigel: *Clypeaster rosaceus*, 8,5 mol% Mg-Kalzit, Korngröße  $< 200 \mu$ ).

Aragonit und Mg-Kalzit wurden per Hand in einem Mörser gemahlen. Der Staub wurde anschließend mit destilliertem Wasser ausgewaschen. Über die Veränderung des Lösungsverhaltens nach mechanischer Beanspruchung oder bei unterschiedlichen Korngrößen siehe CHAVE & SCHMALZ (1966). Für Porenwasser muß, je nach dem Gehalt des Wassers an organischer Substanz, mehr Pulver zugegeben werden. Die organische Substanz ummantelt die Kristalle und schützt sie bei Untersättigung des Wassers vor Auflösung. Bei Übersättigung verhindert sie die Bildung von Kristallisationskeimen oder die Anheftung an Kristallisationskeime (siehe hierzu CHAVE & SUESS, 1970). Um die Mindestmenge zu ermitteln, wurden Messungen (hier nach SCHMALZ & CHAVE, 1963) mit unterschiedlichen Pulvermengen durchgeführt (Abb. 4).



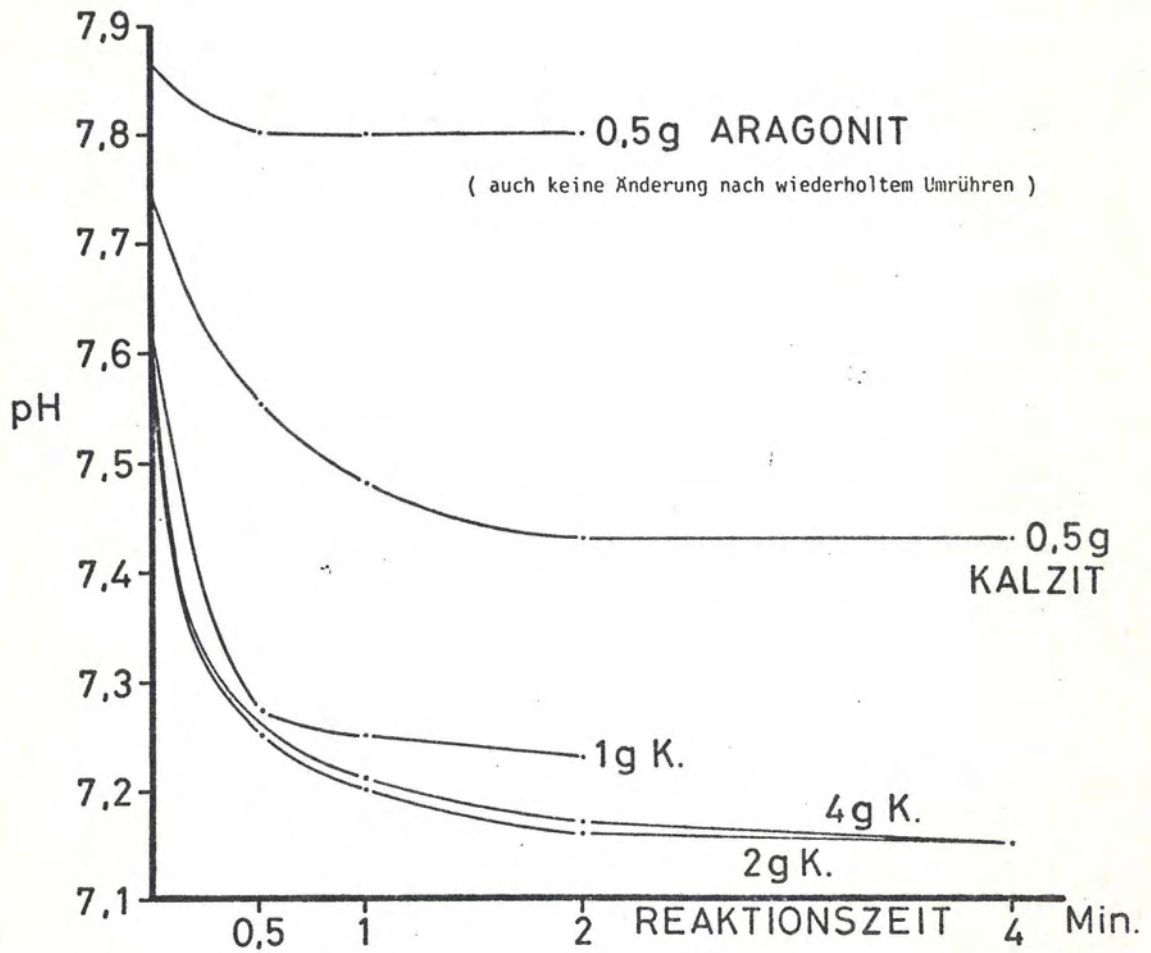


Abb. 4: pH-Änderungen von Seewasser (20 ml) nach Zugabe von CaCO<sub>3</sub>-Pulver (Aragonit und Kalzit).

Für 20 ml Porenwasser aus der Ostsee reichen bereits 0,5 g Aragonit zur Erreichung eines Gleichgewichts aus. Für Kalzit dagegen sind mindestens 2 g/20 ml erforderlich. Um auf jeden Fall sicherzustellen, daß die Proben untereinander vergleichbar sind, wurden für alle Proben die gleiche Pulvermenge und gleiche Reaktionszeiten eingehalten.

## 5. SEDIMENTE, HYDROGRAPHIE, CHEMISCHE UND BIOLOGISCHE PARAMETER

Die Umweltfaktoren, die für die Besiedlung der westlichen Ostsee durch Foraminiferen bestimmend sein könnten, werden durch die Hydrographie und die biologische Produktion bestimmt.

Die hydrographischen Verhältnisse der westlichen Ostsee (Beltsee im Sinne von WATTENBERG, 1949) werden durch den Wasseraustausch zwischen der eigentlichen Ostsee und der Nordsee gesteuert. Der Austausch geht nicht kontinuierlich, sondern sprunghaft, bedingt durch Großwetterlagen, vonstatten. Die Gezeitenströme haben hierbei keinen wesentlichen Einfluß. Die Süßwasserflüsse der östlichen Ostsee bewirken einen Oberflächen-Ausstrom, dem ein salzreicherer Bodenstrom entgegenwirkt.

Diese Trennung des Wasserkörpers in einen salzarmen an der Oberfläche (Ostseewasser) und salzreichen am Boden (Nordseewasser) kann eine Erneuerung des Bodenwassers durch Vertikal-Konvektion verhindern. Vor allem in den windärmeren Sommermonaten ist eine sogenannte Sprungschicht (i.d. R. zwischen 10 - 15 m anzutreffen) ausgebildet, während in den Wintermonaten eine Vermischung der beiden Wasserkörper eintritt.

Die biologische Produktion in der Wassersäule wird durch die Planktonblüten, die mehrmals im Laufe eines Jahres auftreten können (z.B. 1972 5 mal, 1973 9 mal; v. BODUNGEN 1975, S. 64), gesteuert. Das Ende der Blüten wird durch einen völligen Verbrauch der Nährsalze herbeigeführt und nach einem Abbau der organischen Substanz (Remineralisation) kann eine neue Blüte einsetzen. Die Primärproduktion beeinflusst den  $O_2$ -Gehalt, den pH- und  $CO_2$ -Gehalt und somit auch den Sättigungszustand gegenüber Karbonatmineralen des Wassers. Sie beeinflusst zudem die der Primärproduktion folgenden Schritte der Nahrungskette.

Eine eingehende Darstellung der hydrographischen Situation, des Jahresgangs der Nährsalze und der Primärproduktion des Planktons in der westlichen Ostsee für die Jahre 1972 - 1974 findet sich bei v. BODUNGEN (1975).

Für die folgende Darstellung der einzelnen Umweltfaktoren wurden im Wesentlichen Messungen verwendet, die auf einer Dauerstation in 27 m Wassertiefe nahe des SFB 95-Hausgartens gewonnen wurden. Dabei wird davon ausgegangen, daß die auf der Station gemessenen Werte (jeweils in 5 m Tiefenstufen) sich horizontal auf den flacheren Teil des Untersuchungsgebietes übertragen lassen. Ein Versuch mit 5 Stationen (Abb. 5) mit Messungen von Temperaturen und Salzgehalt bestätigt diese Annahme.



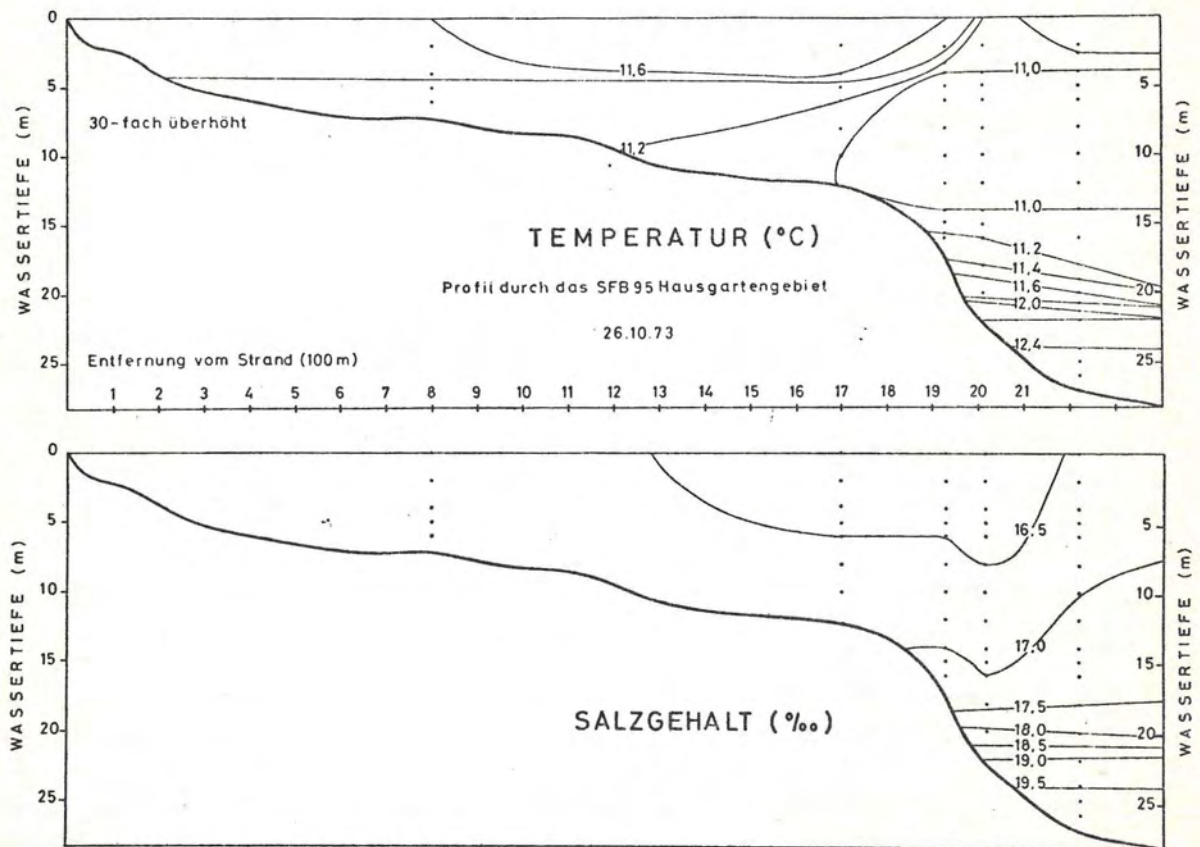


Abb. 5: Temperatur und Salzgehalt auf einem Profil durch das Hausgartengebiet.

Auch die hydrographischen Profile aus dem Limski Kanal (v. DANIELS 1970, Abb. 2 - 6) zeigen fast horizontal verlaufende Isolinien. Ein Aufschleppen der Wassermassen den Hang hinauf findet offensichtlich nicht statt.

Für jede Probestation getrennt sind Temperatur, Salzgehalt,  $O_2$ -Sättigung, Sättigungszustand gegenüber Karbonatmineral und Sestonkohlenstoffgehalt des Wassers in Abb. 24 bis 29 aufgetragen. Der Gang der 1% Lichttiefe von Januar 73 bis April 74 ist in Abb. 30 dargestellt.

## 5.1. SUBSTRATVERHÄLTNISSE

Eine ausführliche Darstellung der Sedimentations-Verhältnisse kann den Arbeiten FLEMMING & WEFER (1973) und WEFER & TAUCHGRUPPE (1974) entnommen werden.

Im Untersuchungsgebiet werden durch die Dauerstationen 3 Sedimentationszonen berührt:

- 1) Abtragungsgebiet mit Restsedimenten,
- 2) küstenfernes Sand-Anhäufungsgebiet,
- 3) Schlickgebiet.

### 5.1.1. ABTRAGUNGSGBIET MIT RESTSEDIMENTEN

Hier liegen die Stationen in 6, 8, 11 und 13 m (Restsediment) Wassertiefe. Da die Algen an Festsubstrat - hier Steine - gebunden sind, werden sie feststehend (adnant) nur in dem Restsedimentgebiet angetroffen. Die mittlere Vegetationsdichte beträgt 263 g Frischgewicht Algen/m<sup>2</sup> (KAMINSKI & BLACK 1974, S. 86). Im Abtragungsgebiet werden sämtliche Korngrößen größer 40  $\mu$  angetroffen.

Die Sedimente sind jedoch nicht homogen verteilt. Durch die Modifizierung der Wasserbewegung durch Steine, sind sie im m<sup>2</sup>-Bereich sortiert abgelagert (FLEMMING & WEFER 1973, S. 11). Dadurch kann im Restsedimentgebiet im cm- oder dm-Bereich auch sortierter Mittelsand angetroffen werden, der sonst nur tiefer als 13 m Wassertiefe vorherrscht.

### 5.1.2. KÜSTENFERNES SAND-ANHÄUFUNGSGBIET

Die Station 13 m (Mittelsand) liegt in dieser Zone, in der Korngrößen zwischen 40  $\mu$  und 1 mm mit einem Medianwert zwischen 0,315 und 0,4 mm vorkommen. Der Anteil kleiner 40  $\mu$  beträgt weniger als 1%.

### 5.1.3. SCHLICK

In dieses Gebiet fallen die Dauerstationen 23,5 und 27 m Wassertiefe. Es treten alle Korngrößen zwischen 0,5  $\mu$  und 1 mm mit einem Medianwert zwischen 0,04 und 0,1 mm auf.

## 5.2. TEMPERATUR

Obgleich jedes Jahr einen anderen Temperatur-Verlauf zeigt, bedingt durch unterschiedliche Großwetterlagen (hier sind vor allem Winde und Niederschläge entscheidend), läßt sich für 1973 - 1975 generell folgender Jahresgang feststellen. Am Jahresanfang bis April ist der Wasserkörper durchmischt mit einer Temperatur bis 5 °C. Eine langsame Temperaturerhöhung beginnt mit der Ausbildung einer Sprungschicht ab Juni. Die höchsten Oberflächentemperaturen werden im Juli/August mit ca. 20° erreicht, während das Bodenwasser in 27 m Wassertiefe kaum über 10 °C ansteigt. Danach tritt



eine langsame Temperaturerniedrigung auf unter 5 °C ein, die mit einer Durchmischung des Wasserkörpers einhergeht.

### 5.3. DRUCK

Der Druck mit im Höchstfall 3.7 ata für die tiefste Stelle des Untersuchungsgebietes, wird sicher keinen limitierenden Einfluß auf die Lebensbedingungen der Foraminiferen besitzen.

### 5.4. LICHT

Die 1% Lichtstufe wird im allgemeinen als untere Begrenzung der euphotischen Zone angegeben. Der Jahresgang der euphotischen Zone ist für die Foraminiferen-Arten wichtig, die in Symbiose mit Algen leben oder einzellige Algen fressen. Bisher sind jedoch nur Beobachtungen an Großforaminiferen bekannt. Von ROETTGER (1972, S. 153) z.B., wird für *Heterostegina depressa* ein Beleuchtungsoptimum zwischen 100 und 300 Lux erwartet. In unseren Breiten liegen die Ausgangsmengen auf der Wasseroberfläche bei einigen Zehntausend Lux und läßt somit für die 1% Lichtstufe Werte um einige Hundert Lux erwarten.

Die 1% Lichttiefe variiert während des Jahres zwischen 13 und 33 m Wassertiefe (Abb. 30). Im Januar/Februar werden die größten Tiefen erreicht. Mit der Plankton-Frühjahrsblüte pendelt sich die Tiefe zwischen 15 - 20 m ein, kann jedoch kurzfristig, wie z.B. im September 1973, auch wieder auf über 30 m Wassertiefe absinken.

### 5.5. WASSERBEWEGUNG

Wasserbewegungen, die auf Bodenorganismen einen Einfluß ausüben können, werden durch Strömungen oder Oberflächenwellen verursacht. Sie wirken nicht nur direkt auf Foraminiferen, sondern auch durch die aus ihnen resultierenden Sedimentbewegungen.

Strömungen treten in der Rinne der Eckernförder Bucht in der Nähe des Untersuchungsgebietes 4 m über Grund bis zu 40 cm/sec (GEYER 1965) auf. MÜNZER (1970, Abb. 17) stellte auf der gegenüberliegenden Seite der Eckernförder Bucht in 5 m Wassertiefe Strömungsgeschwindigkeiten bis zu 35 cm/sec und in 12 m Wassertiefe bis zu 20 cm/sec fest. Die Messungen stammen jedoch aus der Wassersäule und sind nicht vorbehaltlos auf den Boden zu übertragen. Strömungs-Messungen in Bodennähe sind im Rahmen des SFB 95 in Vorbereitung.

Durch Oberflächenwellen verursachte Wasserbewegungen bilden bei entsprechenden Geschwindigkeiten und Korngrößen symmetrische Rippel aus. Ausgehend von Rippelbeobachtungen (FLEMMING & WEFER 1973 und neuere Beobachtungen) kommen im Restsedimentgebiet wiederholt im Jahr Geschwindigkeiten vor, die Sandkörner bis zu 2 cm Größe transportieren. Tiefer als 13 m Wassertiefe wurden ca. 1 mal im Jahr Rippelneubildungen beobachtet. Auf den beiden tiefsten Probenstationen (23,5 m und 27 m) treten nur sehr selten Wasserbewegungen auf, die das Sediment bewegen.

## 5.6. SALZGEHALT

Der Verlauf ist dem Jahresgang der Temperatur ähnlich. Zu Beginn des Jahres besteht ein durchgehend hoher Salzgehalt (um 20‰). Ab März/April verringert sich dieser in den Oberflächenschichten bis auf unter 15‰ (Juli/August). Einher geht die Ausbildung einer Sprungschicht, die verhindert, daß der Salzgehalt des Bodenwasserkörpers unter 20‰ absinkt. Ab September/Okttober wird die Wassersichtung wieder abgebaut; ein Salzgehalt um 20‰ stellt sich für den gesamten Wasserkörper ein.

## 5.7. O<sub>2</sub>-SÄTTIGUNG

Der Gehalt des Wassers an gelöstem O<sub>2</sub> wird durch den Austausch mit der Atmosphäre, von der pflanzlichen Produktion (CO<sub>2</sub>-Aufnahme-O<sub>2</sub>-Abgabe), der tierischen Atmung (O<sub>2</sub>-Aufnahme) und der Oxidation organischer Substanz bestimmt.

Ab November/Dezember bis April beträgt die O<sub>2</sub>-Sättigung über 85%. Mit der ersten Frühjahrsblüte können auch Werte um 110%, also Übersättigung, erreicht werden. Mit dem Abbau der Blüten (ab März/April) treten im Tiefenwasserkörper, der durch die Schichtung des Wassers vom Austausch ausgeschlossen ist, Sättigungswerte zwischen 20 und 80% auf. Kurzzeitig kann die O<sub>2</sub>-Sättigung in der Rinne der Eckernförder Bucht auch weniger als 10% betragen. Vor allem im Herbst (August/September) treten die niedrigsten Werte auf. Die Sättigungswerte des oberen Wasserkörpers dagegen liegen im Sommer zwischen 60 und 100%.

## 5.8. SÄTTIGUNGSZUSTAND DES WASSERS GEGENÜBER KARBONATMINERALEN (ABB. 31)

Die Messungen wurden auf das Mineral Kalzit bezogen, da die in der Ostsee vorkommenden kalkschaligen Foraminiferen mit ihren wenigen Mol% MgCO<sub>3</sub> in ihrem Sättigungsverhalten dem Kalzit ähnlich sind. Der Jahresgang entspricht dem Verlauf für den Sauerstoff. Niedriger O<sub>2</sub>-Gehalt bedeutet starke Untersättigung. Bei 5 - 7 ml O<sub>2</sub>/l wird eine Sättigung erreicht.

Ab September/Okttober ist das Wasser übersättigt mit einem Maximum im März/April. Danach nimmt die Übersättigung langsam wieder ab, und im Juli/August kann bereits eine Untersättigung festgestellt werden. Im bodennahen Wasser wurden die stärksten Untersättigungen gemessen.

## 5.9. REDOX DISCONTINUITY LAYER (RDL)

Ein limitierender Faktor für die Endofauna ist die Dicke der oxidierten Schicht im Sediment. Diese Schicht hängt im wesentlichen von der sedimentierten organischen Substanz und der Korngröße des betreffenden Sedimentes ab. So ist im Restsedimentgebiet das auf dem Geschiebemergel liegende Sediment durchgehend oxidiert, während in der Rinne in 27 m Wassertiefe zeitweise H<sub>2</sub>S im Wasserkörper nachgewiesen wurde (REIMERS 1974, S. 77). Während der Wintermonate liegt der RDL in 27 m Wassertiefe in 3 - 4 cm Sedimenttiefe, während er auf den flacheren Stationen durch die Vergrößerung der Korngröße noch tiefer liegt. Im Sommer oder Herbst kann der RDL im Rinnentiefsten mit der Sedimentoberfläche zusammenfallen, während auf den flacheren Stationen ständig eine oxidierte Schicht von einigen cm Dicke vorhanden sein wird.



#### 5.10. NAHRUNGSANGEBOT

Für die Beurteilung des Nahrungsangebotes für Foraminiferen mag der von der Plankton-Arbeitsgruppe, Gruppe B1 (SFB 95) bestimmte Sestonkohlenstoffgehalt am ehesten zutreffend sein. Im Winter besteht er hauptsächlich aus Detritus, während der Planktonblüten aus Phytoplankton und Mikrozooplankton (SMETACEK 1975) und zwischen den Blüten aus Detritus, Phytoplankton und Mikrozooplankton mit wechselnden Anteilen (LENZ 1974 und v. BODUNGEN 1975, S. 49). Alles kann potentielle Nahrung für Foraminiferen sein. Die Sestonkohlenstoffwerte erreichen ihr Maximum im Frühjahr und Herbst, etwas geringere Werte im Sommer und niedrige Werte im Winter.

Im Verhältnis zum Ozean mit einer Primärproduktion zwischen  $50 - 100 \text{ g C/m}^2/\text{J}$  (RYTHER 1969) gibt v. BODUNGEN (1975, S. 48)  $158 \text{ g C/m}^2/\text{J}$ , entsprechend  $2,66 \cdot 10^3 \text{ kcal/m}^2/\text{J}$  (v. BRÜCKEL 1975, Abb. 20), an. Diese Berechnungen sind auf eine Station in der westlichen Ostsee (SFB 95 Hausgarten) in 20 m Wassertiefe bezogen. 61% dieser Primärproduktion (v. BRÜCKEL 1975, S. 66) werden direkt oder über Sekundär- oder Tertiärproduzenten sedimentiert, gelangen also als Nahrung für Foraminiferen zum Boden. Die Phytoplanktonblüten können bei ruhigen hydrographischen Bedingungen innerhalb weniger Tage aus der Wassersäule auf das Sediment absinken (v. BRÜCKEL 1975, S. 14). Für Kotballen der Copepoden (SMAYDA 1969) wurden noch schnellere Sinkgeschwindigkeiten (80 - 300 m/d) als für Phytoplanktonzellen ermittelt.

## 6. MIKRO-BIOTOP DER FORAMINIFEREN

Die Kenntnis ihrer Lebensräume ist notwendig, um die Umweltfaktoren beurteilen zu können, die die Verbreitung der benthischen Foraminiferen regulieren.

Foraminiferen können

1. auf dem oder im Sediment,
2. an Pflanzen,
3. an Tieren,
4. an Steinen, Schalen, etc.  
leben.

Die Literatur über den Lebensraum von Foraminiferen ist nicht sehr umfangreich. Nur Laboruntersuchungen (RICHTER 1964b, BRADSHAW 1955, 1957, 1961) oder wenige differenzierte Probennahmen sind bekannt, die eine Unterscheidung z.B. zwischen einer Phytal- oder Sedimentfauna möglich machen oder den genauen Siedlungsort im Sediment festlegen lassen. Normalerweise erlauben die üblichen Probennahmegeräte (in der Hauptsache Greifer vom Typ van Veen) diese Unterscheidungen nicht. In der anschließenden Darstellung der bisherigen Kenntnisse wurde besondere Aufmerksamkeit auf jene Arten gelegt, die im Untersuchungsgebiet vorkommen oder unter vergleichbaren Umweltbedingungen leben.

### 6.1. BEWOHNER DER SEDIMENTOBERFLÄCHE

Ein Beispiel für einen Bewohner der Sedimentoberfläche führt RICHTER (1964b, S. 426) mit *Elphidium articulatum* (D'ORBIGNY) (=RICHTERS : *Elphidium excavatum*) an. Diese Foraminifere wandert bei künstlicher Überschüttung stets schnell zur Oberfläche. Außerdem dringt sie nie freiwillig in das Sediment ein.

### 6.2. BEWOHNER DES SEDIMENTES

Im Gegensatz zu *E. articulatum* wandert *E. excavatum* (TERQUEM) (= *E. selseyense* bei RICHTER (1964)) sofort in tiefere Sedimentschichten, falls sie an die Oberfläche gebracht wird (RICHTER 1964b, S. 426).

In der folgenden Tabelle sind die bisher beobachteten Siedlungstiefen aufgeführt.



Art	Lokalität	Siedlungstiefe	Autor
<i>Elphidium crispum</i> (LINNÉ)	Küste von Süd- england	bis zu 1 cm	MYERS 1943
nicht genannt	Nordpolarmeer	bis zu 20 cm	GREEN 1960, S. 58
<i>Protelph. anglicum</i> (MURRAY) (als <i>N. depressulum</i> )	Watt der Nord- see	0 - 3 cm	RICHTER 1964b, S. 426
<i>Elphidium excavatum</i> (TERQUEM) (als <i>selseyense</i> )		0,5 - 6 cm	
<i>Elphidium articulatum</i> (D'ORBIGNY) (als <i>excavatum</i> )		Sedimentober- fläche	
diverse	Argentinische Küste	bis zu 16 cm	BOLTOVSKOY 1966, S. 44
<i>Ammonia beccarii</i> (LINNÉ)	Rhode Island Westatlantik	0 - 4 cm (= größte Kern- tiefe)	BROOKS 1967
diverse	Bottsand Lagune (Ostsee)	bis zu 7 cm	LUTZE 1968, Abb. 15
<i>Peneroplis</i> sp.	Labor	bis zu 2 cm	MARSZALEK et al. 1969, S. 342
diverse	Limski Kanal (Adria)	bis zu 16 cm	v. DANIELS 1970, Abb. 37/38
<i>Elphidium articulatum</i> (WILLIAMSON) (als <i>incertum</i> )	Bristol Channel (England)	direkt unter Oberfläche	SHEEHAN & BANNER 1972, S. 38
nicht angegeben		bis zu 3,4 cm (meistens zwi- schen 0,3-0,9 cm)	FRANKEL 1972, S. 64
<i>Ammobaculites exiguus</i>	Rhode River Maryland	bis 10 - 15 cm	BUZAS 1974, S. 145
<i>Ammotium cassis</i>	Westküste, Schwe- den	0 - 3 cm	OLSSON & ERIKSON 1974, S. 81
diverse	Gulf of St. Law- rence, Kanada	0 - 9 cm (= größte Kern- tiefe)	SCHAFFER 1971, Tab. 1
diverse	Long Island Sound, USA	bis 4 cm (= größte Kern- tiefe)	BUZAS 1965, S. 43/44, Tab. 10

Tab. 4: Beobachtete Siedlungstiefen von Foraminiferen.

In der Mehrzahl wurden also Siedlungstiefen von einigen Zentimetern Sedimenttiefe beobachtet. Das Vorkommen in bis zu 16 oder sogar 20 cm Tiefe (BOLTOVSKOY 1966 und GREEN 1960), dürften die Wühl- oder Grabgänge der Macrofauna ermöglichen. V. DANIELS (1970, S. 61 - 63) hat die Problematik der Feststellung der Siedlungstiefe, verfälscht durch Wühl- oder Grabgänge oder das Verschleppen von Schalen in die Tiefe durch Probennahmegeräte, ausführlich diskutiert.

### 6.3. PFLANZEN-BEWOHNER

Foraminiferen, die aufgewachsen, angeheftet oder lose weidend an Pflanzen leben, sind zwangsläufig an Gebiete mit Hartsubstrat (für Algen) oder Sand- oder Kalkschlamboden (für Blütenpflanzen) gebunden. Durch die Beschränkung auf die euphotische Zone sind die epiphytisch lebenden Foraminiferen sichere Flachwasseranzeiger.

Anhand der Artenzusammensetzung einer Probe kann Bewuchs des Bodens mit Algen oder Blütenpflanzen vermutet werden, z.B. anhand hoher Anteile von Milioliden an der Gesamtfauuna oder anhand spezieller Arten, z.B. *Crithionina heinckeii* und *Tholosina vesicularis* (LUTZE 1974).

Die Foraminiferen wurden an den verschiedensten Stellen der Pflanzen angeheftet beobachtet. Eine Präferenz bestimmter Foraminiferen-Arten für bestimmte Pflanzen (BATHURST 1971, S. 163, nach einer persönlichen Mitteilung von GANCARZ 1969; LEE et al. 1969), wurde beobachtet.

### 6.4. BESIEDLUNG VON TIEREN

Als Beispiel einer Besiedlung von Tieren durch Foraminiferen sollen die Untersuchungen TODD 1965, VOIGT & BROMLEY (1974) und DOBSON & HAYNES (1973) angeführt werden; in der letzteren wurden auch andere Arbeiten diskutiert. TODD (1965, S. 832) beschreibt eine Rosalina-Art, die angeheftet an eine Muschel lebt. Sie vermutet, daß Löcher auf der Schalenoberfläche der Muschel von der Foraminifere verursacht wurden, um  $\text{CaCO}_3$  zum Aufbau des Gehäuses zu erhalten. VOIGT & BROMLEY (1974) beschreiben agglutinierte sessile Gattungen vergesellschaftet mit Bohrschwämmen aus der Kreide und aus dem Rezenten. Wiederholt wurden auch Foraminiferen angeheftet an Foraminiferen beobachtet. BUCHANAN & HEDLEY (1960, S. 557) z.B., beobachteten aufgewachsene Foraminiferen auf *Astrorhiza limicola*. DOBSON & HAYNES (1973) fanden mehrere Arten von Foraminiferen angeheftet an Polypen-Kolonien (Coelenteraten) bis in Wassertiefen von 100 Metern.

### 6.5. ANHEFTUNG AN STEINE, SCHALEN, ETC.

Vor allem die Bewohner der sogenannten Turbulenzfauna sind an Sandkörner oder andere Partikel festgeheftet. RHUMBLER (1938, S. 216) beschrieb aus den Amphioxussanden von Helgoland den Anheftungsmechanismus von einer auch in der westlichen Ostsee vorkommenden Gattung. Danach schmiegen sich diese Arten mit einer Puffermasse an die Sandkörner an, mit denen sie notfalls herumrollen können, ohne nennenswerte Schalenverletzungen davonzutragen. Sie sitzen wie uhrschildchenförmige Schuppen an den Körnern und bleiben so klein, daß sie die besiedelnden Sandkörner nicht überragen. Aus Größe und Form der Schalen kann mit gewissen Vorbehalten (sie kommen vereinzelt auch tiefer vor (LUTZE 1974, S. 14)). auf ihren Lebensraum geschlossen werden.



## 7. UMWELT DER FORAMINIFEREN

### 7.1. ARTENLISTE

Es werden die von LUTZE (1965 und 1968) verwendeten Namen benutzt. Für den Gattungsnamen *Cribro-  
nonion* wird jedoch *Elphidium* verwendet. Auf die in den beiden Arbeiten aufgeführte Referenz-Lite-  
ratur und -Abbildungen wird verwiesen. Zur Vervollständigung wurden außerdem Zitate aus den Arbei-  
ten HAAKE (1967) und BRODNIEWICZ (1965) angeführt. Für seltenere Arten, wie *Spirillina vivipara*  
und *Entolinguolina* sp. ist eine Beschreibung, für andere Arten eine Revision in Vorbereitung (LUTZE  
& WEFER in Vorb.).

#### 7.1.1. SANDSCHALER

##### 1. Annotium cassis (PARKER 1870)

1870 *Lituola cassis* P. - PARKER in DAWSON, Lorenzstrom, S. 176, 177, Fig. 3.

1965 *Annotium cassis* (PARKER) - LUTZE, Ostsee, S. 89, Taf. 10; Taf. 15, Fig. 14-17.

1965 *Annotium cassis* (PARKER) - BRODNIEWICZ, Southern Baltic Sea, S. 187, Taf. VIII, Fig. 10,  
text-fig. 21-25.

1967 *Annotium cassis* (PARKER) - HAAKE, Jahresgang westl. Ostsee, S. 15.

##### 2. Reophax dentaliniformis regularis HÖGLUND 1947

1936 *Reophax dentaliniformis* BRADY- RHUMBLER, Kieler Bucht II, S. 182, Abb. 129-144 (*formae  
compactilis, rapulum, nodulosus*).

1947 *Reophax regularis* n.sp. - HÖGLUND, Gullmar Fjord, S. 86, Taf. 9, Fig. 11-12, Taf. 26,  
Fig. 37-43, Taf. 27, Fig. 24-27, Abb. 53 auf S. 89.

1965 *Reophax dentaliniformis regularis* HÖGLUND 1947 - LUTZE, Ostsee, S. 86, Taf. 7-9; Taf. 14,  
Fig. 22-29.

1965 *Reophax hoeaglundi* n.sp. - BRODNIEWICZ, Southern Baltic Sea, S. 179, Taf. III, Fig. 4, 5.

1967 *Reophax dentaliniformis regularis* HÖGLUND 1947 - HAAKE, Jahresgang westl. Ostsee, S. 15.

##### 3. Eggerella scabra (WILLIAMSON 1858)

1858 *Bulimina scabra*, nob. - WILLIAMSON, Great Britain, Taf. 5, Fig. 136-137.

1965 *Eggerella scabra* (WILLIAMSON 1858) - LUTZE, Ostsee, S. 92, Taf. 15, Fig. 24-29, Taf. 12,  
Fig. 3-12.

1967 *Eggerella scabra* (WILLIAMSON 1858) - HAAKE, Jahresgang westl. Ostsee, S. 15.

##### 4. Ammoscalaria runiana (HERON-ALLEN & EARLAND 1916)

1916 *Haplophragmium runianum*, sp.n. - HERON-ALLEN & EARLAND, Scotland, S. 224, Taf. 40, Fig. 15-  
18.

1965 *Ammoscalaria runiana* (HERON-ALLEN & EARLAND 1916) - LUTZE, Ostsee, S. 91, Taf. 11; Taf. 15,  
Fig. 18-20.

##### 5. Miliammina fusca (BRADY 1870)

1870 *Quinqueloculina fusca*, nov. - BRADY, Tidal rivers, S. 87 u. 95, Taf. 11, Fig. 2-3.

1965 *Miliammina fusca* (BRADY 1870) - LUTZE, Ostsee, S. 88, Taf. 15, Fig. 1-9.

1965 *Miliammina fusca* (BRADY 1870) - BRODNIEWICZ, Southern Baltic Sea, Taf. VIII, Fig. 3, 4.

6. Astrammina sphaerica (HERON-ALLEN & EARLAND 1932)

- 1932 *Amorella sphaerica*, sp.n. - HERON-ALLEN & EARLAND, South Atlantik 4, S. 257, Taf. 2, Fig. 4-11.  
1965 *Astrammina sphaerica* (HERON-ALLEN & EARLAND 1932) - LUTZE, Ostsee, S. 80, Taf. 1; Taf. 14, Fig. 1-3.  
1965 *Amorella sphaerica* HERON-ALLEN & EARLAND 1932 - BRODNIWICZ, Southern Baltic Sea, S. 166-167, Taf. II, Fig. 1-6; Taf. VIII, Fig. 5-8; Text-Fig. 14.

7. Hippocrepina flexibilis (WIESNER 1931)

- 1931 *Technitella flexibilis* n.sp. - WIESNER, Südpolar-Expedition, S. 85, Taf. 7, Fig. 75.  
1965 *Hippocrepina flexibilis* (WIESNER 1931) - LUTZE, Ostsee, S. 81, Taf. 2; Taf. 14, Fig. 4-8.  
1965 *Hippocrepina* sp. - BRODNIWICZ, Southern Baltic Sea, S. 175 mit Ausnahme der gröber-körnigen, Taf. II, Fig. 10; Text-Fig. 14.

8. Tholosina vesicularis (BRADY 1879)

- 1879 *Placopsilina vesicularis*, n.sp. - BRADY, Notes Challenger, S. 51, Taf. 5, Fig. 2.  
1965 *Tholosina vesicularis* (BRADY 1879) - LUTZE, Ostsee, S. 82, Taf. 3; Taf. 14, Fig. 10-12.  
1965 *Tholosina vesicularis* (BRADY 1879) - BRODNIWICZ, Southern Baltic Sea, S. 171/172, Taf. I, Fig. 10.

9. Crithionina heinckeii (RHUMBLER 1928)

- 1928 *Crithionina heinckeii* sp.nov. - RHUMBLER, in GRIMPE & WALGER, Tierwelt Nord- und Ostsee, S. 8, Taf. 4, Fig. 4  
1965 *Crithionina heinckeii* (RHUMBLER 1928) - LUTZE, Ostsee, S. 83, Taf. 4; Taf. 14, Fig. 9.

10. Rotaliammina ochracea (WILLIAMSON 1858)

- 1858 *Rotalina ochracea* - WILLIAMSON, Great Britain, S. 55, Taf. 4, Fig. 112; Taf. 5, Fig. 113.  
1974 *Rotaliammina ochracea* (WILLIAMSON 1858) - LUTZE, Westl. Ostsee, S. 13.

7.1.2. KALKSCHALER

11. Elphidium incertum (WILLIAMSON 1858)

- 1858 *Polystomella umbilicatula*, var. *incerta* - WILLIAMSON, Great Britain, S. 44, Taf. 3, Fig. 82a.  
1965 *Cribrononion incertum* (WILLIAMSON) - LUTZE, S. 103, Taf. 21, Fig. 43-44.  
1965 *Elphidium incertum* (WILLIAMSON 1858) - BRODNIWICZ, Southern Baltic Sea, S. 207-210, Taf. X, Fig. 9-11, Text-Fig. 30/31.  
1967 *Cribrononion incertum* (WILLIAMSON 1858) - HAAKE, Jahrgang westl. Ostsee, S. 15.

12. Elphidium excavatum excavatum (TERQUEM 1875)

- 1875 *Polystomella excavata* TERQ. - TERQUEM, Dünkirchen, S. 25, Taf. 2, Fig. 2.  
1965 *Cribrononion exc. exc.* - LUTZE, Ostsee, S. 96, Taf. 15, Fig. 39.  
1965 *Elphidium clavatum* - BRODNIWICZ, Southern Baltic Sea, S. 210-213, Taf. X, Fig. 1-8, Text-Fig. 32.  
1967 *Cribrononion excavatum* - HAAKE, Jahrgang westl. Ostsee, S. 15, Taf. 1, Text-Fig. 2.



13. Elphidium excavatum clavatum (CUSHMAN 1930)

- 1930 *Elphidium incertum* (WILLIAMSON), var. *clavatum*, new variety.- CUSHMAN, Atlantic Ocean 7, S. 20, Taf. 7, Fig. 10.  
1965 *Cribrononion excav. clav.* - LUTZE, Ostsee, S. 96, Taf. 15, Fig. 40-41.  
1967 *Elphidium excavatum* - BRODNIEWICZ, Southern Baltic Sea, S. 214/215, Taf. VII, Fig. 5, Taf. XI, Fig. 4.

14. Elphidium albiumbilicatum (WEISS 1954)

- 1954 *Nonion pauciloculum albiumbilicatum* WEISS, n. subsp. - WEISS, Gardiners Clay, S. 157/58, Taf. 32, Fig. 1, 2.  
1965 *Cribrononion asklundi* (BROTZEN) - LUTZE, Ostsee, S. 104, Taf. 15, Fig. 42.  
1965 *Elphidium subarcticum* (CUSHMAN 1944) - BRODNIEWICZ, Southern Baltic Sea, Taf. IX, Fig. 7-14; Taf. XI, Fig. 3; Text-Fig. 28.  
1967 *Cribrononion asklundi* (BROTZEN) - HAAKE, Jahresgang westl. Ostsee, S. 15.

15. Elphidium gerthi (VOORTHUYSEN 1957)

- 1957 *Elphidium gerthi* nov. spec. - VAN VOORTHUYSEN, Eemien, S. 32, Taf. 23, Fig. 12.  
1965 *Cribrononion gerthi* (VOORTHUYSEN 1957) - LUTZE, Ostsee, S. 102, Taf. 15, Fig. 45.

16. Elphidium articulatum (D'ORBIGNY 1839)

- 1839 *Polystomella articulata* nov. - D'ORBIGNY, Amérique méridionale, S. 30, Taf. 3, Fig. 9-10.  
1968 *Cribrononion articulatum* (D'ORBIGNY 1839) - LUTZE, Jahresgang Bottsand Lagune, S. 27, Taf. 1, Fig. 1-2.

17. Laryngosigma hyalascidea (LOEBLICH & TAPPAN 1953)

- 1953 *Laryngosigma hyalascidea* LOEBLICH & TAPPAN, new species - LOEBLICH & TAPPAN, Arctic Foram., S. 83, Fig. 10-12.  
1965 *Laryngosigma hyalascidea* LOEBLICH & TAPPAN 1953 - LUTZE, Ostsee, S. 94, Taf. 15, Fig. 37; Taf. 13, Fig. 10-12.

18. Ammonia beccarii (LINNAEUS 1758)

- 1758 *Nautilus beccarii* - LINNAEUS, Systema naturae, S. 710.  
1965 *Ammonia beccarii* (LINNAEUS 1758) - LUTZE, Ostsee, S. 195, Taf. 15, Fig. 33.

19. Eoponidella pulchella (PARKER 1952)

- 1952 *Pninaella pulchella* - PARKER, New Hampshire, S. 420, Taf. 6, Fig. 18-20.  
1974 *Eoponidella pulchella* (PARKER 1952) - LUTZE, Westl. Ostsee, S. 13.

20. Ophthalmina kilianensis (RHUMBLER 1936)

- 1936 *Ophthalmina kilianensis* sp. nov. - RHUMBLER, Kieler Bucht II, S. 218, Abb. 183-197.  
1965 *Ophthalmina kilianensis* RHUMBLER 1936 - LUTZE, Ostsee, S. 93, Taf. 15, Fig. 36a-b; Taf. 13, Fig. 1-4.

21. Quinqueloculina seminula (LINNAEUS 1758)

- 1758 *Serpula seminulum* - LINNAEUS, Systema naturae, S. 786.  
1965 *Quinqueloculina seminula* (LINNAEUS 1758) - LUTZE, Ostsee, S. 94, Taf. 15, Fig. 34-35.

22. Entolingulina sp.

23. Spirillina vivipara (EHRENBERG 1841)

1841 *Spirillina vivipara n. sp.* - EHRENBERG, Süd- und Nord-Amerika, S. 422, Taf. 3, Sec. 7,  
Fig. 41.



## 7.2. BIOLOGIE UND MIKROBIOTOP DER EINZELNEN ARTEN UND EINFLUSS DER UMWELT AUF DAS WACHSTUM

Unter der Rubrik Vorkommen sind Daten über die Verbreitung der Arten aus den Untersuchungen LUTZE (1965, 1968 und 1974); HAAKE (1967); EXON (1972) und BRODNIEWICZ (1965) zusammengefaßt. Vervollständigt werden diese Angaben durch Befunde dieser Untersuchung, vor allem zum jahreszeitlichen Auftreten der Arten, zum Siedlungsort und zu Reproduktionszeiten.

Unter Umweltbedingungen sind die zu Zeiten der Reproduktion herrschenden Umweltverhältnisse (Salzgehalt, Temperatur,  $O_2$ -Sättigung, Sättigungszustand gegenüber Karbonatmineralen, Nahrungs- und Lichtangebot) aufgeführt.

Unter der Rubrik Zusammenhänge wird versucht, die Beziehung zwischen Reproduktionszeiten und Umweltfaktoren aufzuzeigen. Zudem wird die Wachstumsdauer der einzelnen Arten abgeschätzt.

### ELPHIDIUM EXCAVATUM CLAVATUM

Vorkommen: *E. e. clavatum* ist in der Ostsee die dominierende Art des Tiefenwassers. Sie besiedelt die Becken der mittleren und östlichen Ostsee und wurde als einzige Foraminifere noch im Landsorttief angetroffen (LUTZE 1965, S. 101). Außerdem ist sie die einzige Art, die die Schwebesubstrate<sup>†</sup> im Hausgartengebiet dauerhaft besiedelt (RICHTER & WEFER 1975).

Bei der besonderen Probennahme aus den obersten Sedimentschichten (Tab. 3) waren im Gegensatz zu *E. incertum* viele *E. e. clavatum* an die Vaseline angeheftet. Bei einer durchschnittlichen Siedlungsdichte von 200 Ex./10 cm<sup>2</sup> wurden z.B. am 5.11.74 100 Ex./10 cm<sup>2</sup> durch die Probennahme der obersten Sediment-Millimeter erfaßt. *E. e. clavatum* ist also als Bewohner der Sedimentoberfläche anzusehen.

Nach der Reproduktion eines Teiles der Population im Oktober 73 fanden die ersten umfassenderen Reproduktionen im Dezember 73 (Abb. 23) statt und setzten sich im Januar 74 fort. Eine weitere begann im März 74, deren juvenile Exemplare bis Juni zu einer erwachsenen Größe heranwuchsen. Vereinzelt traten noch Anfang Juli 74, Anfang September 74 und wieder von Januar - April 75 Reproduktionen auf.

Umweltbedingungen (Abb. 29): Zu Zeiten der Reproduktionen herrschten niedrige Temperaturen, sie lagen nicht über 8<sup>o</sup> C. Der Salzgehalt blieb in dieser Wassertiefe relativ konstant (20 - 25‰). Die  $O_2$ -Sättigung lag zu Zeiten der umfassenderen Reproduktionen über 85%, während der Reproduktion von Teilen der Population wurden weniger als 10% gemessen. Das Wasser war gegenüber Kalzit stets gesättigt oder übersättigt mit Ausnahme von Anfang 75, wo eine geringe Untersättigung ermittelt wurde. Die Wasserbewegung dürfte, bedingt durch die größere Wassertiefe, nur gering sein. An Nahrung war im Schnitt zwischen 200 - 300 µg C/l im Wasser vorhanden, kurzfristig stand aber auch bis zu 800 µg C/l zur Verfügung. Die RDL reichte in den Wintermonaten von einigen Millimetern bis zu Zentimetern Sedimenttiefe und fiel im Sommer mit der Sedimentoberfläche zusammen.

---

<sup>†</sup>Schwebesubstrate sind einige Meter oberhalb des Meeresbodens schwebende Substratkörper: Ton, Sand und Kies (siehe SARNTHEIN & RICHTER 1974).



**Z u s a m m e n h ä n g e:** *E. e. clavatum* reproduzierte unabhängig vom O<sub>2</sub>-Gehalt. Da Temperatur und Salzgehalt sich im Jahresgang nicht wesentlich änderten, können hierfür keine Zusammenhänge festgestellt werden. Das gleiche gilt für den Sättigungszustand gegenüber Kalzit. Auffallend ist die Beschränkung der beobachteten Hauptreproduktionszeiten auf die Zeit der tiefsten Ausdehnung der euphotischen Zone. Auch während der sporadischen Reproduktionen reichte die euphotische Zone tiefer als 27 m, so z.B. Anfang September und Anfang Oktober 73. *E. e. clavatum* bevorzugt höhere Salzgehalte (Tiefenwasser) und feineres Sediment, besiedelt aber nicht ausschließlich feineres Sediment. Da die Reproduktionen jeweils mit besonders hohem Lichtangebot zusammenfielen, könnte eine symbiotische Lebensweise mit Algen möglich sein. Die Wachstumsdauer dieser Art beträgt 3 Monate (Abb. 23).

#### ELPHIDIUM INCERTUM

**V o r k o m m e n:** *E. incertum* siedelt auf den sandigeren Sedimenten der Beckenränder der Ostsee (LUTZE 1974, S. 15). Sie bevorzugt also den salzreicheren Wasserkörper. V. DANIELS 1970 fand *E. incertum* nur am Ausgang des Limski Kanals (Adria) auf den Stationen 39 und 11. Hier wurden besonders hohe O<sub>2</sub>-Sättigungen gemessen. Außerdem ist auf diesen Stationen das Sediment etwas grobkörniger. LESLIE (1965, aus MURRAY 1973, S. 160/161) fand *E. incertum* in der Hudson Bay in allen Wassertiefen, stellte aber eine Abhängigkeit vom Substrat (clayed silt) fest. Diese Beobachtungen stimmen auch mit der Verbreitung der Art in der westlichen Ostsee überein.

*E. incertum* bevorzugt als Lebensraum die obersten Sedimentschichten und nicht die Sedimentoberfläche. In einer Kulturschale zieht *E. incertum* mit ihren Pseudopodien kleine Körner zu sich heran und baut daraus eine Sandhülle (LUTZE: mündl. Mitteilung). Diese Sandhüllen sind sehr widerstandsfähig und überstehen z.T. die Aufbereitung. Sie sind jedoch kein sicheres Zeichen für lebende Exemplare, da manchmal auch leere Gehäuse in einer Sandhülle gefunden wurden (Tafel, Fig. 1). Durch die Beobachtung der Sandhüllen entstand die Vermutung, daß *E. incertum* im Sediment lebt. Daher wurde die Probennahme der obersten Sedimentmillimeter oder sogar Zehntelmillimeter auf den 23,5 und 27 m Stationen versucht (Beschreibung der Methode s. Abschnitt 3.1.3). Aus Tab. 3 geht hervor, daß *E. incertum* in ihrem Dominanzbereich in 23,5 m Wassertiefe nur vereinzelt oder überhaupt nicht in diesen Oberflächenschichten gefunden wurde. Durch andere angeheftete Partikel (Quarzkörner, Muschelschalen oder tote Foraminiferen) war sichergestellt, daß eine Probennahme der obersten Sedimentschichten erfolgte. Die auf der 27 m Station gefundenen Exemplare lassen vermuten, daß *E. incertum* durch die "Redox Discontinuity Layer" (RDL, REIMERS 1974, S. 77), die hier in den Sommermonaten mit der Sedimentoberfläche zusammenfällt, keinen Lebensraum im Sediment vorfindet und in geringer Zahl auf die Sedimentoberfläche ausgewichen ist. Nach RICHTER (1961, S. 165) dringt keine Foraminifere freiwillig in die "Reduktionszone" ein.

Es zeichneten sich keine eindeutigen Reproduktionszyklen ab, wie z.B. bei *A. cassis* (Abb. 21). Kleine Gehäuse (100 - 150 µ) wurden vor allem zwischen November 73 und Mai 74, im November 74 und zwischen Februar und April 75 gefunden. Die Art wird verstärkt in diesen Monaten reproduziert haben.

**U m w e l t b e d i n g u n g e n** (Abb. 28): Da der Sestonkohlenstoffgehalt des Bodenwassers und die Lichtverhältnisse keine Bedeutung für die Endofauna besitzen, werden sie hier nicht aufgeführt. Die im folgenden aufgeführten Messungen wurden in der Wassersäule gemacht und können da-



her in ihren absoluten Werten nicht mit denen der obersten Sedimentschichten übereinstimmen. Allerdings gleichen sich die obersten Sedimentschichten schnell den Änderungen in der Wassersäule an (VON BODUNGEN, SMETACEK & ZEITZSCHEL: pers. Mitteilung). Die Messungen können daher für die Erfassung der Lebensbedingungen verwendet werden.

Zu Zeiten des Vorkommens von juvenilen *E. incertum* bestanden folgende Umweltbedingungen. Die Temperatur sank von über 12° C im Oktober 73 auf unter 8° C im Dezember 73. Im November 74 betrug sie 8° C und sank bis Januar 75 auf 2° C ab. Der Salzgehalt blieb Ende 1973 vorerst konstant (20 - 22‰) und verringerte sich im März 74 auf weniger als 18‰. Von November bis Dezember 74 stieg die Salinität von 17‰ auf über 21‰ an. In den folgenden Monaten blieb sie konstant. Von Anfang November bis Anfang Dezember 73 stieg die O<sub>2</sub>-Sättigung von 34% auf über 85%. Dieser Sättigungszustand blieb bis Mai 74 bestehen. Auch Ende 1974 erhöhte sich die O<sub>2</sub>-Sättigung von 20% im Oktober auf 90% Anfang November. Die oxidierte Schicht im Sediment betrug im Untersuchungszeitraum mehrere Zentimeter. Der für *E. incertum* erwartete Siedlungsraum war also ständig oxidiert. Gegenüber CaCO<sub>3</sub> (Kalzit) war das Bodenwasser zu Zeiten der Reproduktionen gesättigt oder übersättigt. Messungen des Porenwassers zeigten ab 1 cm Sedimenttiefe stets Übersättigung (SUESS & WEFER 1974, SUESS, MOLLER, WEFER & WHITEKAR 1975). Der Siedlungsraum von *E. incertum* wird also ständig gesättigt gegenüber Karbonatmineralen gewesen sein.

**Z u s a m m e n h ä n g e:** *E. incertum* reproduzierte wenn das Bodenwasser ± O<sub>2</sub>-gesättigt war und sich in einer Übersättigung zum Kalzit befand. Durch Austausch zwischen Porenwasser und Wassersäule ist es wahrscheinlich, daß zu Zeiten der Reproduktionen auch besonders hohe Übersättigungen gegenüber Kalzit und ein hoher O<sub>2</sub>-Gehalt im Porenwasser vorhanden waren. Ein Zusammenhang zwischen Reproduktion und Temperatur oder Salzgehalt ist nicht zu erkennen. Die Art stellt jedoch wohl Ansprüche an höhere Salzgehalte, da *E. incertum* nur zeitweilig auf Untiefen, die in das Oberflächenwasser hineinragen, siedelt (LUTZE 1965, S. 104). Die anderen ermittelten Umweltfaktoren (Nahrungsangebot, Wasserbewegung und Lichtverhältnisse) werden auf die Verbreitung keinen entscheidenden Einfluß haben, da *E. incertum* im Sediment lebt.

Anhand des Verlaufs der Variationskurven (Abb. 21) ist es wahrscheinlich, daß 4 Monate nach einer Reproduktion wieder eine erwachsene Größenverteilung erreicht ist.

#### ELPHIDIUM EXCAVATUM EXCAVATUM

**V o r k o m m e n:** Die flachere Unterart von *E. excavatum* besiedelt in der Ostsee den Bereich des Oberflächenwassers (LUTZE 1965, S. 97). Sie besiedelt Ästuare, einen Bereich mit herabgesetztem Salzgehalt im Vergleich zur westlichen Ostsee, den Vorstrand und alle Teile der offenen Ostsee, in denen das Oberflächenwasser vorherrscht. BOLTOVSKOY & LENA (1971, S. 74) fanden *E. excavatum* (TERQUEM) in Frischwasser-Gebieten, in denen nur kurzfristig Brackwasser-Verhältnisse bestehen. Auch RICHTER (1961, S. 167) stellte eine Resistenz gegenüber Salzgehaltsschwankungen fest. Er fand *E. e. excavatum* (= *E. selseyense* bei RICHTER) leben in Hafengebieten bei 11‰ Salzgehalt. Nach bisherigen Untersuchungen in der Ostsee bevorzugt die Unterart Sandböden (LUTZE 1965, S. 118). Auf den Nordseewatten wurde sie auf allen Sedimenttypen (vom Sand bis zum Schlack) angetroffen (RICHTER 1964a, S. 352). Die größte Verbreitung wurde jedoch auch hier auf Sandböden festgestellt (HAAKE 1962, Tab. 4; KRIPNER 1964, Abb. 2 - 4). RICHTER (1964b, S. 426/427) zeigt in Laborexperimenten, daß *E. e. excavatum* in tieferen Sedimentschichten von 0,5 bis 6 cm Tiefe lebt.



In unserem Untersuchungsgebiet wurde die Unterart sowohl im Mittelsandstreifen (Abb. 20) als auch im Restsedimentgebiet (Abb. 13, 15, 16 und 18) angetroffen. Ihr Anteil an der Gesamtfaua erreichte höchste Werte im Sommer (bis zu 100%). In den Wintermonaten sank ihr Anteil bis auf 5%, bedingt durch ein vermehrtes Auftreten von Sandschalern, ab. Neben ihrem Vorkommen im Sediment wurde *E. e. excavatum* auch in den Algenproben gefunden. Hier kann die Unterart einen Anteil von bis zu 60% aller auf Algen siedelnden Foraminiferen erreichen (Abb. 14, 17 und 19, *C. heinckeii* und *T. vesicularis* ausgenommen).

Die Größenverteilung wurde durchgehend für zwei Stationen ermittelt: im Restsediment bei 11m (Abb. 16) und im Mittelsand bei 13 m Wassertiefe (Abb. 20). Größere Reproduktionsphasen begannen auf beiden Stationen im Dezember 73 und Februar 75. Beide Phasen dauerten mehrere Monate an (von Dezember 73 bis April 74 und von Februar bis Mai 75). Juvenile Formen wurden in dem Zeitraum zwischen den Reproduktionsphasen in 11 m Tiefe nicht beobachtet. In den Monaten April bis Juli 74 wuchs die Population heran und entsprach nach der Größenverteilung dann wieder einer erwachsenen Population. In 13 m Tiefe müssen nach den Größenverteilungen in den Monaten Juli 74 und September/Oktober 74 noch Reproduktionen stattgefunden haben (Abb. 20).

Umweltbedingungen (Abb. 26 und 27): Die Substratverhältnisse waren auf den beiden untersuchten Stationen wesentlich unterschiedlich (Restsediment zu Mittelsand), außerdem fehlte der Algenbewuchs auf der 13 m Station (Mittelsand). Die Temperatur lag während der gemeinsamen Reproduktionszeiten unter 5° C und variierte im Juli 75 zwischen 11 und 15° C und im September/Oktober 74 zwischen 9 und 17° C. Der Salzgehalt schwankte zwischen 12 und 21‰. Die O<sub>2</sub>-Sättigung betrug immer über 75% mit Ausnahme von Juli und September/Oktober 74, wo sie zeitweise bis zu 60% erniedrigt war. Das Wasser war gegenüber Kalzit entweder übersättigt oder nahe der Sättigung. Das Nahrungsangebot war z.Zt. der Reproduktion niedrig (200 - 250 µg C/l), der Gehalt des Wassers an Nährsalzen entsprechend hoch (für die Abhängigkeit zwischen partikulärer Substanz und Nährsalzen s. VON BODUNGEN 1975, Abb. 12). Im Juli 74, zur Zeit der Reproduktion auf der 13 m Station, war ca. 300 µg C/l im Wasser vorhanden. Von September bis Anfang Oktober 74 stieg der Sestonkohlenstoffgehalt kurzfristig von 350 auf 720 µg C/l an. Die 1% Lichttiefe reichte über das ganze Jahr tiefer als 13 m (Abb. 30). Im Winter war sie am tiefsten (bis zu 33 m tief) aber auch im Sommer wurden kurzfristig größere Tiefen als 13 m ermittelt.

Zusammenhänge: Temperatur und Salzgehalt scheinen für die Verbreitung von *E. e. excavatum* keine regulierenden Faktoren zu sein. Dafür spricht auch ihre weite Verbreitung in Watt- und Ästuargebieten. Außerhalb der Hauptreproduktionszeit in den Wintermonaten, vermehrten sich Teile der Population auch in den Sommermonaten. Auch der O<sub>2</sub>-Gehalt und der Sättigungszustand des Wassers gegenüber Karbonatmineralen scheinen keine entscheidende Rolle zu spielen. Auffallend ist das Zusammentreffen von Reproduktionsphasen mit niedrigem Nahrungsangebot, aber hohem Nährsalzangebot des Wassers. Ein Zusammenhang zwischen Reproduktion und der Mitwirkung symbiontischer Algen, die licht- und nährsalzabhängig wären, ist möglich.

Zwei bis drei Monate nach den Reproduktionen sind wieder Größenverteilungen einer ausgewachsenen Population erreicht (z.B. auf der 11 m Station zwischen Februar und April 74 (Abb. 16), auf der 13 m Station zwischen Anfang Mai und Anfang Juli 74 (Abb. 20)).



### OPHTHALMINA KILIANENSIS

**Vorkommen:** *O. kilianensis* besiedelt anscheinend ausschließlich Algen und wurde lebend nur zu geringen Anteilen in der Sediment-Fauna gefunden. Die geringen Anteile in den Sedimentproben sind sicher von den Algen abgefallene Exemplare, die auf der Sedimentoberfläche noch weitergelebt haben. Bestätigt wird diese Annahme auch durch einen höheren Anteil an der Totfauna (Abb. 16). Die an den Algen produzierten und nach dem Tode abgefallenen Schalen gingen in die Zählung mit ein. Die Verbreitung von *O. kilianensis* ist auf die Restsedimentgebiete der westlichen Ostsee beschränkt, da nur hier Hartsubstrat zur Anheftung für Algen zur Verfügung steht. Seegräser (*Zostera* sp. z.B.) werden in der Ostsee anscheinend nicht besiedelt, wie stichpunktartige Probennahmen (siehe GRONDEL 1975) vor Surendorf (ca. 6 m Wassertiefe) zeigten.

Reproduktionen eines Teiles der Population fanden im Januar 74 statt (Abb. 19). Große Teile der Population reproduzierten in den Monaten April bis Juni 74. Da ab Juni keine lebenden Exemplare mit Gehäusen von mehr als 400  $\mu$  Durchmesser gefunden wurden, reproduzierten entweder alle größeren Exemplare, oder sie starben aus anderen Gründen ab. Ab November 74 begannen weitere Reproduktionen, die bis Januar 75 anhielten.

**Umweltbedingungen** (Abb. 27): Die Temperatur lag im Januar 74 unter 3<sup>o</sup> C, im April/Mai stieg sie auf über 11<sup>o</sup> C an und zwischen November 74 und Januar 75 war sie unter 9<sup>o</sup> C. Der Salzgehalt schwankte während der Reproduktionen zwischen 14 und 20‰. Die O<sub>2</sub>-Sättigung war ständig über 90%, mit Ausnahme von Ende November 74, wo nur 60% ermittelt wurden. Das Wasser war gegenüber Kalzit ständig übersättigt mit Ausnahme von Januar 75, wo geringe Untersättigungen festgestellt wurden. Das Nahrungsangebot war stets über 200  $\mu$ g C/l. Mit Ausnahme der Reproduktion im Januar 74 wurden vor dem jeweiligen Einsetzen einer Vermehrung besonders hohe Sestonkohlenstoff-Gehalte (über 500  $\mu$ g C/l Anfang April 74 und über 700  $\mu$ g C/l Anfang Oktober 74) gemessen. Die 1% Lichttiefe reichte über das ganze Jahr tiefer als 13 m Wassertiefe (Abb. 30).

**Zusammenhänge:** *O. kilianensis* ist auf den euphotischen Bereich beschränkt, da die Art im Bereich der westlichen Ostsee nur angeheftet an Algen gefunden wurde. Die Art reproduzierte nur zu Zeiten niedriger Wassertemperaturen (niedriger 11<sup>o</sup> C), und es ist möglich, daß die Reproduktionen durch einen besonders hohen Nahrungsschub ausgelöst werden.

5 Monate nach der Reproduktion (z.B. von April bis September 74) erreicht die Population wieder eine erwachsene Größenverteilung (Abb. 19).

### ELPHIDIUM GERTHI

**Vorkommen:** *E. gerthi* ist die "Leitform" der Untiefen der westlichen Ostsee. Sie kommt hier nur auf Sandriffen oder Vorstrandgebieten vor, die in das Oberflächenwasser ragen (LUTZE 1965, S. 102). Vermehrt wird sie dort gefunden, wo auch Algen leben (LUTZE 1974, S. 14). KRIPNER (1964, S. 17) fand die Art im Watt bei Sylt auch auf Sedimenten mit hohem Schlickgehalt, zur NWL nahm ihr Anteil an der Gesamtfaua zu. In unserem Untersuchungsgebiet wurde *E. gerthi* vor allem in den Algenproben und nur zu geringen Anteilen in den Sedimentproben gefunden. Der primäre Lebensraum im Untersuchungsgebiet scheint das Phytal zu sein. Die im Sediment gefundenen Exemplare kön-



nen also auch von den Algen abgefallen sein und im Sediment weitergelebt haben. Die größten Anteile an der Gesamtfaua wurden in den Wintermonaten festgestellt, während die Art im Sommer 74 (Juni bis August) fast gänzlich ausstarb. Die wenigen in den Sedimentproben gefundenen Exemplare wurden ebenfalls während der Wintermonate angetroffen.

Reproduktionen wurden im Januar 74, im September 74 und im Februar 75 beobachtet. (Abb 17).

Umweltbedingungen (Abb. 26): Die Temperaturen lagen im Januar 74 und Februar 75 zwischen 2 und 5° C, im September 74 dagegen über 16° C. Der Salzgehalt betrug zu Zeiten der Reproduktionen zwischen 18 und 20‰ und die O<sub>2</sub>-Sättigung des Wassers war stets über 75%. Das Wasser war gegenüber Karbonatmineralen ständig gesättigt oder übersättigt. Das Nahrungsangebot war im Januar 74 und Februar 75 relativ gering (150 - 200 µg C/l), im September 74 betrug es jedoch über 350 µg C/l. Während des gesamten Beobachtungszeitraumes lag die 11 m Station im Bereich der euphotischen Zone.

Zusammenhänge: Die Art reproduzierte sowohl bei niedrigen als auch bei hohen Temperaturen. Der Salzgehalt änderte sich im Jahresgang nur geringfügig, ebenso zeigten die anderen gemessenen Umweltdaten keine großen Schwankungen. Auslösende Faktoren für die Reproduktionen können daher nicht erkannt werden. Da *E. gerthi* in der Ostsee vorwiegend Algen besiedelt, ist sie auf den euphotischen Bereich beschränkt.

Spätestens 3 Monate nach einer Reproduktion sind wieder Größenverteilungen einer erwachsenen Population erreicht (Abb. 17).

#### AMMONIA BECCARII SUBSP.

Obgleich viele Beobachtungen über diese Art vorliegen (z.B. PHLEGER & LANKFORD 1957, BOLTOVSKOY 1964, BROOKS 1967, BOLTOVSKOY & LENA 1969) und auch Labor-Experimente (BRADSHAW 1957, 1961, 1968; LEE et al. 1966) durchgeführt wurden, sind Aussagen über regulierende Faktoren für ihre Verbreitung bisher nicht möglich. Sie wird im Flachwasser bis ca. 50 m Tiefe und in Salinitätsbereichen zwischen hypo- und hypersalin gefunden. In unserem Untersuchungsgebiet ist die Art auf den mit Pflanzen besiedelten Tiefenabschnitt konzentriert (LUTZE 1974, Abb. 2-4). Auch EXON (1972) zählt *a. beccarii* zur Flachwasserfauna.

In der vorliegenden Untersuchung wurde sie lebend nur im Restsediment in 13 m Wassertiefe (Abb. 18) angetroffen. Hier kann sie bis zu 40% der Gesamtfaua ausmachen. Auf dem ca. 50 m entfernt liegenden Sandstreifen gleicher Wassertiefe (Abb. 20) wurden nur im Juli/August 73 und im November 74 vereinzelt Exemplare gefunden. Auch auf den flachen Restsediment- und auf allen Algenstationen wurden nur vereinzelt lebende *A. beccarii* angetroffen. In der Totfauna ist diese Art häufiger vertreten (Abb. 13 und 15 und LUTZE 1974, Abb. 3 und 4). Transport aus anderen Siedlungsgebieten oder eine hohe Reproduktionsrate können die Gründe dafür sein. Gegenüber mechanischer Zerstörung und Auflösung scheinen die Gehäuse sehr widerstandsfähig zu sein.



#### EOPONIDELLA PULCHELLA

Diese Art, die wahrscheinlich an Sedimentpartikel angeheftet lebt, wird von LUTZE (1974) zur Turbulenzfauna gestellt. In unserem Untersuchungsgebiet kommt sie dementsprechend nur auf den flachen Stationen vor. Angeheftet an Algen wurde die Art vereinzelt nur im November 74 und Februar/März 75 angetroffen. Verunreinigungen bei der Probennahme der Algen können jedoch die Ursache sein, so daß nicht mit Sicherheit eine phytale Lebensweise festgestellt wurde. Besonders hohe Anteile wurden in den kälteren Jahreszeiten beobachtet. Da neben den Restsedimentgebieten auch der Mittelsand in flacheren Wassertiefen besiedelt wird, besteht anscheinend keine Sedimentbevorzugung. Das Fehlen in den tieferen Bereichen mag daran liegen, daß dort nicht die entsprechenden Strömungsverhältnisse auftreten (LUTZE 1974, S. 18).

Leere Gehäuse von *Eoponidella pulchella* wurden nur vereinzelt und nur am Ort ihrer Entstehung gefunden. Nach dem Tod der Tiere, nachdem sie von den Sandkörnern abgefallen sind, müssen die zerbrechlichen Gehäuse schnell durch die hin- und herrollenden Sandkörner zerrieben werden. Die Zerstörung geht umso schneller, je größer die Sandkörner sind. Bei ähnlicher Siedlungsdichte wurden auf der 13 m Mittelsand-Station noch Gehäuse in der Totfauna gefunden, während sie auf der Restsediment-Station der gleichen Wassertiefe bereits fehlten.

#### ENTOLINGULINA SP.

Die Verbreitung von *Entolingulina sp.* ist der von *E. pulchella* ähnlich. Nach ihrer Gehäuseform ist es nicht wahrscheinlich, daß sie wie andere Arten der Turbulenzfauna angeheftet an Sandkörner lebt. *Entolingulina sp.* wurde auf allen flachen Sedimentstationen (Restsediment und Mittelsand) mit wechselnden Anteilen an der Gesamtf fauna (zwischen 0 und 30%) gefunden. Größere Anteile wurden im Winter beobachtet, während in den Sommermonaten nur vereinzelt Individuen auftraten. In der Totfauna wurden *Entolingulinen* nur vereinzelt gefunden. Wie bei *E. pulchella* müssen die Gehäuse nach dem Tode der Tiere sofort zerstört worden sein.

#### LARYNGOSIGMA HYALASCIDEA

Diese Art wurde in der Beltsee nur vereinzelt in Wassertiefen über 14 m gefunden (LUTZE 1965, S. 95). In unserem Untersuchungsgebiet kam sie mit höheren Anteilen (bis zu 9%) auf der Station 13 m Mittelsand vor, während sie auf Restsediment bei gleicher Wassertiefe nur sporadisch auftrat. Nach diesen und den Befunden von LUTZE (1965) ist es wahrscheinlich, daß *L. hyalascidea* bevorzugt den küstenfernen Sandstreifen (vor Bokniseck zwischen 13 und 18 m Wassertiefe vorkommend) besiedelt.

#### AMMOTIUM CASSIS

V o r k o m m e n: *A. cassis* lebt wie *E. incertum* und *E. e. clavatum* hauptsächlich im Bereich des salzhaltigeren Wasserkörpers. Nach LUTZE (1965, S. 90) erweist sich *A. cassis* als eine nicht selektive Sandschalerart, bei der die Korngröße des agglutinierten Materials nur vom jeweiligen Sedimentangebot abhängt. In der Kieler Bucht kommen häufig Populationen mit deutlichem, von einer Kammer zur anderen erfolgendem Wechsel in der Korngröße vor. Innerhalb des Arkonabeckens wird bei



feinkörnigem Sediment auch sehr feinkörniges Material agglutiniert, während auf grobkörnigeren Sedimenten auch entsprechend grobkörnigere Gehäuse aufgebaut werden.

Bei der unter Abschnitt 3.1.3. beschriebenen Probennahme der obersten Sedimentschichten wurden häufig *A. cassis* angeheftet an das Blech gefunden (Tab. 3). Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß *A. cassis* die Sedimentoberfläche besiedelt. Auch OLSSON & ERIKSON (1974, S. 81) erwarten ihren Siedlungsraum in den obersten 0-3 cm.

Ende 1973 war die Siedlungsdichte von *A. cassis* bis auf 5 Exemplare/10 cm<sup>2</sup> zurückgegangen (Abb. 21). Vereinzelt traten Anfang Dezember die ersten juvenilen Gehäuse auf. Es reproduzierten entweder alle adulten Exemplare oder starben aus anderen Gründen ab, da danach fast keine großen lebenden Gehäuse mehr gefunden wurden. Nach 3 - 4 Monaten (im April) schien die Population heran-gewachsen zu sein, so daß Anfang Mai ein neuer Teilungsvorgang einsetzen konnte, deren Exemplare wiederum nach 4 Monaten (im August) die Größenverteilung einer erwachsenen Population hatten. Eine erneute Reproduktion setzte im Oktober 1974 ein, die bis in den November 1974 anhielt.

**U m w e l t b e d i n g u n g e n:** Da die Reproduktionen fast in die gleichen Zeiten wie für *E. incertum* fielen, brauchen hier nur Nahrungsangebot, Licht und Wasserbewegung angeführt zu werden; die anderen Parameter sind bereits bei *E. incertum* aufgeführt worden. Die euphotische Zone erstreckte sich nur in den Wintermonaten (zwischen Dezember 1973 und Mitte März 74) tiefer als die Probenstationen. Das Nahrungsangebot war relativ konstant zwischen 200 bis 300 µg C/l mit Ausnahme einiger höherer Werte, die durch das Absterben von Phytoplanktonblüten oder durch aufgewirbeltes Material bedingt waren. Da die 23,5 m Station außerhalb des wirksamen Wellentiefganges liegt, sind keine größeren Wasserbewegungen zu erwarten. Nur durch extreme Ausstrom- oder Einstromlagen könnten höhere Stromgeschwindigkeiten auftreten.

**Z u s a m m e n h ä n g e:** Bei *A. cassis* fanden die Reproduktionen bei hohen O<sub>2</sub>-Gehalten, niedrigen Temperaturen und hohem Nahrungsangebot statt. Ein Grund für ausbleibende Reproduktionen ab Juni 74 - obwohl größere Exemplare vorhanden waren - mag an der auf unter 50% herabgesetzten O<sub>2</sub>-Sättigung gelegen haben. Weshalb im Januar 75 keine Reproduktionen stattfanden, mag durch das relativ geringe Nahrungsangebot (unter 300 µg C/l) begründet sein. Das Licht scheint keinen regulierenden Einfluß zu haben, ebensowenig wie der Salzgehalt, der sich im Jahresgang in dieser Wassertiefe nicht wesentlich ändert. *A. cassis* ist jedoch zu den marinen Arten zu zählen, da sie nur im Bereich des salzhaltigeren Tiefenwassers vorkommt. Sie bevorzugt im Untersuchungsgebiet Sandböden mit einer Korngröße um 0,2 mm ohne größere Wasserbewegung, eine hohe O<sub>2</sub>-Sättigung, niedrige Temperaturen und einen hohen Gehalt des Wassers an Nahrung.

4 Monate dauert es bis nach einer Reproduktion die jungen Exemplare herangewachsen sind, und die Größenverteilung wieder einer ausgewachsenen Population entspricht (Abb. 21).

#### MILIAMMINA FUSCA

**V o r k o m m e n:** *M. fusca* ist eine weltweit verbreitete euryhaline Art (Salinitätstoleranz 0 - 50‰). Mit höherer Siedlungsdichte ist sie jedoch nur in den hyposalinen Ästuaren und Lagunen vertreten. Aber auch aus größeren Wassertiefen wurde über Vorkommen berichtet, z.B. aus 70 m Tiefe



aus der Ostsee (LUTZE 1965, S. 89). In der Tab. 5 sind einige Vorkommen von *M. fusca* mit den angegebenen Ökofaktoren (S, t und Substrat) aufgeführt.

Autor	Ort	Vorkommen	S	t	Substrat (Korngröße)	Wasser- tiefe	Bemerkungen
BARTLETT(1966) TAPLEY (1969)	Miramichi River, Canada	dominierend	8-21%	-20 <sup>0</sup> C	Sand-siltiger Schlick	0-15m (Ø 4m)	
CLOSS(1963) FORTI & ROETTGER(1967) CLOSS & MADEIRA(1968)	Lagoa dos Pates, Brasilien	dominierend	0-30%	14-27 <sup>0</sup> C	Sand	0- 8m	agglutinierte Arten reprodu- zieren im Win- ter Reproduktion wird durch Nah- rung (nicht durch S-t, t) reguliert
WRIGHT(1968)	Rio Quequén Grande, Argentinien	dominierend	0-35%	7-25 <sup>0</sup> C	Sand-toniger Sand	1- 3m (bewegt durch Tiden)	
NICHOLS & NORTON(1969)	James River	untergeordnet	12-16% (Mai/ August)	13-28 <sup>0</sup> C	Siltsand-Ton	6-20m	
MURRAY(1968)	Christchurch Harbour		2-35%	5-20 <sup>0</sup> C	Siltsand, Sand	0- 5m (Ø 2m)	10-20 <sup>0</sup> C opti- male t
BARTLETT(1965)	Tracadie Bay, Prince Edward Island, Canada	dominierend		1-26 <sup>0</sup> C	siltiger Ton-Sand	0- 6m	
BARTLETT(1964)	St.Margrets und Mahone Bay, Nova Scotia, Canada	dominierend	24-32%	0-22 <sup>0</sup> C	Silt-Grob- sand	0-70m	
LUTZE(1968)	Bottsand Lagune, Ostsee	dominierend	4-18%	0-30 <sup>0</sup> C	Sand	0-0,8m	niedrig. Sied- lungsdichten in flacheren Teilen

Tab. 5: Vorkommen von *Miliammina fusca* (z.T. nach MURRAY 1973).

FORTI & ROETTGER (1967) beobachteten, daß Reproduktionen der agglutinierten Arten im Winter stattfinden und MURRAY (1968) fand 10 - 20<sup>0</sup>C als optimalen Temperaturbereich für *M. fusca*. In der Bottsand-Lagune ist in den flacheren Teilen die Siedlungsdichte geringer (LUTZE 1968, S. 19). Dort können im Sommer Temperaturen bis 30<sup>0</sup>C auftreten. LUTZE (1968) vermutet jedoch, daß dieses durch ein geringeres Nahrungsangebot bedingt ist, ein Zusammenhang mit der Temperatur dürfte jedoch nicht auszuschließen sein.

Im Untersuchungsgebiet wurde *M. fusca* auf den Stationen flacher als 13 m Wassertiefe sowohl in den Sediment- als auch in den Algenproben gefunden. Der Anteil an der Gesamtfauuna nimmt zum Flachen hin zu. Allen Stationen gemeinsam war ein massenhaftes Auftreten der Art im Winter (Dezember bis März). Auf flachen Stationen (z.B. 6 m Wassertiefe, s. Abb. 13) kann sie bis zu 80% der Foraminiferen-Besiedlung ausmachen, während die Art in den Sommermonaten total verschwinden kann (z.B. Juli 74). Angeheftet an Algen werden Anteile an der Gesamtfauuna bis zu 50% erreicht, was zum Teil jedoch durch geringe Siedlungsdichten von *O. kilianensis*, *E. gerthi* und *E. e. excavatum* in den Wintermonaten bedingt ist. Es ist eine eindeu-



tige Bevorzugung des Resedimentgebietes im Vergleich zum Mittelsand vorhanden (Abb. 18 und 20; Station 13 m Wassertiefe: Übergang Restsediment zum Mittelsand).

Die Größenverteilungen der Gehäuse (Abb. 15) zeigen keine eindeutigen Reproduktionszyklen. Juvenile Exemplare (50 - 150  $\mu$  groß) wurden im Dezember 73, Januar und Anfang Juni 74 und von September 74 bis Januar 75 gefunden. In diesen Monaten ist die Reproduktion zumindest eines Teiles der Population anzunehmen.

Umweltbedingungen (Abb. 25): Die Temperaturen schwankten zwischen 2 und 7 °C von Dezember 73 bis Januar 74, 11 bis 12 °C im Juni 74 und 3 - 15 °C von September 74 bis Januar 75. Der Salzgehalt änderte sich im Untersuchungszeitraum zwischen 7 und 14‰. Die O<sub>2</sub>-Sättigung des Wassers lag stets über 90% und erreichte nur kurzfristig (Oktober 73 und Anfang Oktober 74) geringere Sättigungswerte. Die RDL befand sich ständig in Höhe der Oberfläche des Geschiebemergels. Die auf dem Geschiebemergel liegenden Sedimente sind das ganze Jahr über oxidiert. Der wahrscheinliche Lebensraum für *M. fusca* (LUTZE 1968 fand noch bis in 8 cm Sedimenttiefe angefärbte Exemplare) ist also ständig unter oxidierten Bedingungen. Die euphotische Zone reichte das ganze Jahr über tiefer als die 8 m Station. Das Nahrungsangebot betrug immer über 200  $\mu$ g C/l mit Ausnahme von Dezember 73/Januar 74 und Anfang Februar 75, wo geringere Werte gemessen wurden.

Zusammenhänge: *M. fusca* ist eine Art, die die verschiedensten Siedlungsräume besiedeln kann: Sediment, Sedimentoberfläche und Phyta. Sie bevorzugt das flachere Wasser (u.U. wegen des größeren Lichtangebotes). Die Reproduktionen fanden bei kälteren Temperaturen (niedriger als 15 °C) statt und eine Bevorzugung gröberer Sedimente ist vorhanden.

Die Wachstumsdauer ist aus den Größenverteilungskurven nicht eindeutig zu ersehen (Abb. 15). Es ist jedoch wahrscheinlich (s. Verlauf der Größenverteilungskurve zwischen Mai und Juli 74), daß nach spätestens 3 Monaten juvenile Exemplare zu einer mittleren Größe herangewachsen sind.

#### REOPHAX DENTALINIFORMIS REGULARIS

Diese Unterart (im Sinne der Taxonomie LUTZE (1965)) kommt in der gesamten Ostsee vor. BRODNIEWICZ (1965) teilt den hier gemeinten Formenkreis in mehrere Arten auf. Die Art erweist sich gegenüber Salzgehaltsschwankungen besonders unempfindlich (LUTZE 1965, S. 87/88). In der westlichen Ostsee fehlt sie im Bereich des Oberflächenwassers. LUTZE (1965, S. 86) beschreibt sie mehrfach aus ausgesprochenen Restsedimentgebieten (Bornholmsgatt, Stolper Rinne).

In dieser Untersuchung wurde sie nicht im Restsediment gefunden mit Ausnahme der Monate März - Juni 74. Das Auftreten im Frühjahr 74 war eine Neubesiedlung durch juvenile Exemplare (in den Sedimentproben im März wurden ausschließlich 2 und 3-kammerige *R. d. regularis* gefunden) (GIK 12776 1-3, 7.3.74, die jedoch bis zum Herbst wieder verschwunden waren. Da im Restsediment auch kleinere Korngrößen zur Verfügung stehen (bis zu 3% <200  $\mu$ ; WEFER & TAUCHGRUPPE KIEL 1974, Abb. 3), die für den Aufbau des Gehäuses verwendet werden könnten, ist es nicht einsichtig, daß das Korngrößenangebot im Restsedimentgebiet der Grund für das Fehlen von *R. d. regularis* sein sollte. Auch ein Zusammenhang mit dem Salzgehalt des Oberflächenwasserkörpers ist wenig wahrscheinlich, da in der erwähnten Besiedlungszeit ausgesprochen niedrige Salzgehalte festgestellt wurden. Mög-



lich ist jedoch, daß die stärkeren Wasserbewegungen die Sedimentkörner hin- und herbewegen und laufend die Gehäuse beschädigen. Dadurch wird wahrscheinlich eine dauerhafte Besiedlung der Restsedimente verhindert, es sei denn, die Sedimente kommen längere Zeit zur Ruhe.

#### ROTALIAMMINA OCHRACEA

Die Art wird von LUTZE (1974) zusammen mit *E. pulchella* und *Spirillina vivipara* zur Turbulenzfauna gestellt. Auch in dieser Untersuchung wurde sie nur auf den flacheren Stationen gefunden. Ihr Anteil an der Gesamtfauuna nimmt von der 6 m Station zu den tieferen hin zu (Abb. 13, 15, 16, 18). Von der Restsedimentstation in 13 m Wassertiefe bis zur ca. 50 m entfernt liegenden Mittelsandstation gleicher Wassertiefe nimmt ihr Anteil nochmals zu; bis zu 29% der Lebendfauna wurden hier ermittelt. Ein Rückgang der Art in den Spätsommermonaten (Juli-September) und ein verstärktes Auftreten in den Wintermonaten ist auf allen Stationen zu beobachten und spricht für die Zusammenhänge mit der Turbulenz. Im Gegensatz zu den Kalkschalern der Turbulenzfauna bleiben die leeren Gehäuse erhalten und finden sich in ähnlichen Anteilen an der Totfauna wie an der Lebendfauna.

#### AMMOSCALARIA RUNIANA

Die seltenen Funde lebender Individuen im Verhältnis zum häufigen Auftreten leerer Gehäuse wird von LUTZE (1965, S. 91) darauf zurückgeführt, daß die Art nur in bestimmten Jahren die Aufragungen der Beltsee besiedelt. Auch im Untersuchungszeitraum 73 - 75 wurden nur vereinzelt lebende *A. runiana* gefunden. Ihr Anteil betrug bis zu 5% auf Mittelsand und Restsediment in 13 m Wassertiefe (Tab. 18 und 21) und bis zu 2% auf der 11 m Station (Tab. 16). Nur während einiger Probennahmen wurde die Art auf der 23,5 m Station gefunden (Tab. 23). Im Gegensatz dazu wurden ständig größere Anteile an der Totfauna notiert. Sogar auf den flacheren Stationen (z.B. 8 m) können bis zu 8% der Totfauna von *A. runiana* stammen. Schließt man sich der Vermutung LUTZE (1965) an, daß sie nur zu bestimmten Jahren die Böden besiedeln, so müssen die leeren Gehäuse extrem widerstandsfähig gegenüber mechanischer Beanspruchung sein. Dann müssen die Gehäuse mehrere Jahre in den Restsedimentgebieten zusammen mit anderen Sedimentpartikeln hin- und herbewegt worden sein. Eine permanente Zufuhr aus holozänen Ablagerungen durch Erosion oder Bioturbation ist jedoch auch möglich.

#### THOLOSINA VESICULARIS

Die Art lebt in der gesamten Beltsee angeheftet an Rotalgen und Steinen in Tiefen ab 15 m (LUTZE 1965, S. 83). Im Untersuchungsgebiet wurde sie lebend im Gegensatz zu *C. heinckeii* nur vereinzelt (ca. 1 Exemplar/10 g Trockengewicht Algen) in den Sediment- und Algenproben des Restsedimentgebietes angetroffen. In der Totfauna wurden fast keine leeren Gehäuse gefunden. Sofort nach dem Absterben der Tiere müssen die zerbrechlichen Gehäuse durch Zersetzung des organischen Zements oder durch Zerdrücken der Gehäuse bei Sedimenttransport wieder zerstört werden.

#### CRITHIONINA HEINCKEI

Zusammen mit *T. vesicularis* kommt die Art in der Beltsee bis Gedser auf Algen und Steinen flacher als 15 m Wassertiefe vor (LUTZE 1965, S. 84). In dieser Untersuchung wurde die Art in großer Zahl



nur auf Algen, die vor Bokniseck nur flacher als 13 m vorkommen, angetroffen. Die folgende Tabelle gibt die in den einzelnen Tiefen gefundenen Zahlen.

GIK-Nr.	Tag	Wassertiefe	Ind./10 gr. Trockengew. Algen	
12787-7	3.4.74	13 m	3115	
12788-4		11 m	2653	
12789-4		8 m	971	
12790-4		6 m	1003	
		durchschnittlich	1936	
12944-7	2.8.74	13 m	1374	
12945-4		11 m	689	Tab. 6:
12946-4		8 m	317	Siedlungsdichte/10 gr.
12947-4		6 m	87	Trockengewicht Algen für
		durchschnittlich	617	<i>C. heinckeii</i> .

Im Gegensatz zu den anderen (*E. e. excavatum*, *E. gerthi*, *O. kilianensis* und *M. fusca*) oder auf Algen lebenden Arten erreicht *C. heinckeii* höchste Siedlungsdichten in der kälteren Jahreszeit und kontinuierlich abnehmende Siedlungsdichten von den tieferen zu den flacheren Stationen. Während von den anderen Arten Höchstwerte von 120 Ind./10 g Trockengewicht Algen erreicht werden (Abb. 17 und 19), beträgt sie für *C. heinckeii* durchschnittlich 617 Ind./10 g (im April 74) und 1936 Ind./10 g (im August 74). Bei einer durchschnittlichen Siedlungsdichte für Algen von 263 g Frischgewicht Algen/m<sup>2</sup> (KAMINSKI & BLACK 1974, S. 86), entsprechend 43,8 g Trockengewicht Algen/m<sup>2</sup>, erreicht *C. heinckeii* 2700 - 8480 Ind./m<sup>2</sup> (= 2,7 - 8,5 Ind./10 cm<sup>2</sup>). Bei den relativ geringen Siedlungsdichten der Sedimente (um 20 Foraminiferen/10 cm<sup>2</sup>) ist die Art ein wesentlicher Faktor für die Biomasse-Produktion. Da die Gehäuse in den Totfaunen nicht gefunden werden, besitzt die Art jedoch keine wesentliche geologische Bedeutung.

### 7.3. DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG (Abb. 6)

Benthische Foraminiferen wurden in der westlichen Ostsee im Sediment, auf dem Sediment oder an Algen oder Steinen gefunden. Einige Arten sind auf einen bestimmten Lebensraum beschränkt, z.B. siedeln *E. e. clavatum* oder *A. cassis* anscheinend nur auf dem Sediment. Andere dagegen, z.B. *M. fusca* sind in 3 Siedlungsräumen anzutreffen: im Sediment, auf dem Sediment oder auf Algen. Bei der Benutzung von Diversitäts-Daten sollte bedacht werden, daß durch eine Besiedlung in mehreren Stockwerken erhöhte Diversitäten entstehen. So traten im Untersuchungsgebiet im Restsediment in 13 m Wassertiefe die höchsten Artenzahlen (Totfauna) auf, da die an Algen lebenden Arten mit in die Zählung eingingen (die Anzahl der ausgezählten Exemplare betrug in allen Proben  $\pm 100$ ).

Von drei im Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten (*E. e. clavatum*, *A. cassis* und *E. incertum*) war bekannt (LUTZE 1965), daß sie im Wasserkörper mit höherem Salzgehalt (> 20‰) vorkommen. Reaktionen auf Schwankungen des Salzgehaltes wurden bei diesen Arten nicht festgestellt. Es scheint, als könnten sie sich auf jegliche Salinität einstellen, soweit sie oberhalb ihres Minimalwertes liegt. Auch für die anderen untersuchten Arten wurden keine Zusammenhänge zwischen Reproduktionen



und bestimmten Salzgehalten festgestellt.

Ein Zusammenfallen der Reproduktion mit niedrigen Temperaturen zeigten *A. cassis* (niedriger als 8° C), *M. fusca* (niedriger als 15° C) und *O. kilianensis* (niedriger als 11° C). Die Temperatur scheint einer der entscheidenden Faktoren für ihre Verbreitung zu sein.

Zusammenhänge mit dem Lichtangebot werden für die beiden Unterarten *E. e. clavatum* und *E. e. excavatum* vermutet. Bei *E. e. excavatum* fielen die Reproduktionszeiten zusätzlich noch mit hohem Nährsalzangebot im Wasser zusammen. Da Algen vom Nährsalzangebot und Licht abhängen, ist es möglich, daß bei Reproduktionen dieser beiden Unterarten symbiotische Algen mitwirken. AKPATI (1975, S. 131/143) fand im Protoplasma der meisten der lebenden *E. clavatum* (CUSHMAN) symbiotische Algen (Zooxanthellen). Er vermutet, daß diese Art Vorteile in Siedlungsgebieten mit Sauerstoff-Defizit habe.

Bei zwei der beobachteten Arten (*A. cassis* und *O. kilianensis*) könnte die Reproduktion durch einen Nahrungsschub, verursacht durch das Absinken einer Planktonblüte, verursacht worden sein. Für alle anderen Arten scheint ständig genügend Nahrung vorhanden zu sein. Dieses könnte in der westlichen Ostsee durch das im Vergleich zum Ozean höhere Nahrungsangebot (VON BODUNGEN 1975, S. 50) begründet sein. Aus anderen Siedlungsgebieten wurde wiederholt ein Zusammenfallen von Reproduktionszeiten oder hohen Siedlungsdichten mit hohem Nahrungsangebot beschrieben (z.B. INGMANSSON & ROSS 1969, S. 115/117; BUZAS 1969, S. 418; HAAKE 1962, S. 55; LEE et al. 1966, S. 668).

Zwei der im Tiefenwasserkörper lebenden Arten (*A. cassis* und *E. incertum*) reproduzierten nur, wenn die O<sub>2</sub>-Sättigung über 85% lag. Für *E. incertum* als Bewohner des Sediments ist vor allem die Dicke der oxidierten Schicht im Sediment wichtig. Im Winter bestehen für diese Art bessere Lebensmöglichkeiten, da die RDL dann tiefer in das Sediment reicht (REIMERS 1974, S. 77).

Ein Zusammenhang zwischen Reproduktion und dem Sättigungszustand des Wassers gegenüber Karbonatmineralen kann nur für *E. incertum* vermutet werden. Erschwert wird eine Aussage dadurch, daß die Sättigung mit dem O<sub>2</sub>-Gehalt korreliert (bei hohem O<sub>2</sub>-Gehalt besteht Übersättigung, bei niedrigem O<sub>2</sub>-Gehalt besteht Untersättigung, SUESS & WEFER 1974). Dadurch kann nicht eindeutig ausgeschlossen werden, daß die Abhängigkeit nur vom Sauerstoff-Gehalt besteht. *E. e. clavatum* wurde durch eine Untersättigung des Wassers gegenüber Kalzit nicht an der Vermehrung gehindert. Die Art reproduzierte auch Anfang 75, wo eine Untersättigung festgestellt wurde (Abb. 23 und 29). Für die Tiefsee wird vermutet, daß das Fehlen von kalkschaligen Foraminiferen durch die Untersättigung gegenüber Karbonatmineralen bedingt ist (MURRAY 1973, S. 177). Vielleicht können Flachwasserarten die Untersättigung aber auch kompensieren, z.B. durch eine Symbiose mit Algen. Im Gegensatz dazu mag *E. incertum* im Sediment leben, da dort im Porenwasser ab ca. 1 cm Sedimenttiefe ständig übersättigte Verhältnisse vorhanden sind (WEFER 1973, SUESS et al. 1975).

Die Wasserbewegung scheint nur für die sogenannte Turbulenzfauna (LUTZE 1974) eine entscheidende Rolle zu spielen. Für die anderen Arten wurden keine Zusammenhänge zwischen Reproduktion und Wasserbewegung festgestellt. Für größere Sandschaler, z.B. *R. d. regularis* könnte das Fehlen in den Restsedimentgebieten jedoch durch hin- und herrollende Sandkörner bedingt sein, die ständig die Gehäuse beschädigen.

Eine Bevorzugung für bestimmte Korngrößen wurde für zwei Arten festgestellt. *M. fusca* bevorzugt Restsediment vor Mittelsand und *A. cassis* bevorzugt Sande mit einer mittleren Korngröße um 0,2 mm.










Das Einsetzen einer Reproduktion scheint also nicht nur von einem Faktor, sondern von einer Gruppe von Faktoren gesteuert zu werden (Abb. 6). Dabei scheinen die abiotischen Parameter die wichtigere Rolle zu spielen. Die Mitwirkung von symbiontischen Algen oder ein erhöhtes Nahrungsangebot könnten jedoch ebenfalls eine der notwendigen Voraussetzungen für das Einsetzen einer Reproduktion sein. Auch andere Autoren fanden keine Abhängigkeit von einzelnen Umweltfaktoren (s. AKPATI 1975, S. 142/143), sondern von einer Gruppe von Faktoren und wiesen auf die Bedeutung von Kombinationen ("sets") von Umweltfaktoren hin (BUZAS 1969, S. 421).

Bestätigt wurde die in der Problemstellung angeführte Voraussetzung, daß sich Reproduktionszeiten vor allem in Siedlungsgebieten mit stark wechselnden Umweltbedingungen bestimmen lassen. Sicherlich sind die Mechanismen der Vermehrung von Art zu Art unterschiedlich, günstigere Voraussetzungen zur Bestimmung der Reproduktionszeiten boten jedoch die Arten, die in stark wechselnden Umweltbedingungen lebten. In der Untersuchung der Bottsandlagune (LUTZE 1968, Abb. 18) wurden für *E. articulatum* ausgeprägte Reproduktionszyklen beobachtet. Dort kann die Temperatur im Jahresgang um  $30^{\circ}\text{C}$  (mit täglichen Schwankungen bis zu  $10^{\circ}\text{C}$ ) und der Salzgehalt um 7% schwanken. In dieser Untersuchung wurden bei *E. e. clavatum* Reproduktionszyklen festgestellt (die Temperaturen schwankten um  $13^{\circ}\text{C}$  und der Salzgehalt um 6%, Abb. 29), während HAAKE (1967, Abb. 8, S. 21) bei der gleichen Art in der Flensburger Förde eine kontinuierliche Reproduktion fand. Die konstanteren Umweltbedingungen in der Flensburger Förde könnten hierfür der Grund sein. BUZAS (1965, S. 41) beobachtete anhand juveniler Exemplare, daß *E. clavatum* zwar das ganze Jahr hindurch reproduziert, die Reproduktionsrate jedoch variiert. Die Temperatur kann sich in seinem Untersuchungsgebiet im Jahresgang um über  $20^{\circ}\text{C}$  ändern, während der Salzgehalt relativ gering zwischen 25 und 29% schwankt.

Für *A. cassis* konnte im Gegensatz zu *E. incertum* Reproduktionszeiten erkannt werden. *E. incertum* reproduzierte kontinuierlich in den Wintermonaten. Da *E. incertum* jedoch im Sediment lebt, werden die Schwankungen der Umweltfaktoren gegenüber der Wassersäule gedämpft sein. Auch auf den flacheren Stationen, wo die Ökofaktoren stärker schwanken, konnten (mit Ausnahme von *M. fusca*) die Reproduktionszeiten erkannt werden.

Die Wachstumsdauer beträgt zwischen 3 und 5 Monate. Falls ständig günstige Lebensbedingungen vorhanden wären, könnten danach 2 bis 4 mal im Reproduktionen stattfinden. Die Menge der produzierten Foraminiferen-Gehäuse ist demnach von der Art und den betreffenden Ökofaktoren abhängig. Andere Untersuchungen (z.B. BRADSHAW 1957; BOLTOVSKOY 1964, 1965; LUTZE 1968) geben Wachstumszeiten von einigen Monaten bis zu einem Jahr oder mehreren Jahren an. BOLTOVSKOY & LENA (1969, S. 93) in ihrer Berechnung der Biomasse vermuten von 94% der Population eine Wachstumsdauer von nur 1 Monat. Ähnlich kurze Zeiten wurden in dieser Untersuchung bei keiner Art festgestellt.



ART	LEBENSRAUM				ZUSAMMENHÄNGE									WACHSTUM MONATE	
	SEDIMENT		ALGEN		Salzgehalt	Temperatur	Licht	Nahrungs- angebot	Nährsalze	O <sub>2</sub> Gehalt	Kalzit- Sättigung	Wasser- Bewegungen	Korngröße		RDL
	Tiefenwasser Körper in	epi	Oberfl.-Wasser Körper												
 <i>E. excavatum clavatum</i>		+			+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	3
 <i>E. incertum</i>	+				+	-	-	-	-	+	(+)	-	-	+	4
 <i>A. cassis</i>		+			+	+	-	+	-	+	-	-	(+)	-	5
 <i>E. excavatum excavatum</i>			+	+	-	-	+	-	(+)	-	-	-	-	-	2-3
 <i>M. fusca</i>			+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	(+)	-	3
 <i>O. kilianensis</i>				+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	5
 <i>E. gerthi</i>			(+)	+	nicht feststellbar									3	

ZUSAMMENHÄNGE : + beobachtet (+) möglich - nicht beobachtet

Abb. 6: Lebensraum, Zusammenhänge zwischen Wachstum und Umweltfaktoren und Wachstumsdauer für die dominierenden Arten der westlichen Ostsee.

## 8. KARBONAT-PRODUKTION DURCH FORAMINIFEREN

Unter der jährlichen Produktion wird Zahl und Gewicht der Gehäuse verstanden, die auf einer bestimmten Fläche innerhalb eines Jahres gebildet werden ("biologische Karbonatproduktion", s. Abschnitt 2).

Eine ausführliche Diskussion über die Probleme der exakten Bestimmung dieser Produktionsdaten findet sich bei MULLER (1974). Für ihre Ermittlung sind nach MURRAY (1967) folgende Faktoren ausschlaggebend:

1. Siedlungsdichte,
2. Häufigkeit von Reproduktionen pro Jahr,
3. Anteil der reproduzierenden Exemplare an der Gesamtpopulation,
4. Anzahl der neu entstandenen Individuen pro Reproduktion und Exemplar.

Um diese Daten zu ermitteln, sind zu den Feldbeobachtungen ergänzende Laboruntersuchungen notwendig. In der Natur wird vor allem die Anzahl der neu entstandenen Individuen pro Reproduktionsfall kaum ermittelt werden können. Andererseits ist es jedoch fraglich, ob sich die im Labor gemachten Beobachtungen vorbehaltlos auf Feldbedingungen übertragen lassen. Vor allem die beiden zuletzt genannten Faktoren werden mit einem großen Fehler behaftet sein. Daher wurden Schätzungen der Produktion nur mit Hilfe der Siedlungsdichte und der Häufigkeit von Reproduktionen pro Jahr angestellt (z.B. BOLTOVSKOY & LENA 1969 und V. DANIELS 1970). Zusätzlich zu diesen zwei Faktoren wird in dieser Untersuchung versucht, noch den Anteil der reproduzierenden Exemplare an der Gesamtpopulation abzuschätzen.

Aus der ermittelten, jährlich produzierten Zahl an Foraminiferen-Gehäusen multipliziert mit dem Gewicht dieser Schalen ergibt sich die Menge an  $\text{CaCO}_3$  pro Flächeneinheit und Jahr. Insgesamt wurden in dieser Untersuchung für die Bestimmung des produzierten Karbonats pro Flächeneinheit also folgende Daten benutzt:

1. Siedlungsdichte,
2. Reproduktions-Frequenz,
3. Anteil der reproduzierenden Individuen an der Gesamtpopulation,
4. Durchschnittsgewicht.

Bei der Berechnung wurden nur die wichtigsten Kalkschaler-Arten: *E. e. clavatum*, *E. incertum*, *E. e. excavatum*, *E. gerthi* und *O. kilianensis* berücksichtigt. Im Untersuchungsgebiet haben diese 5 Arten einen Anteil von mehr als 95% an der gesamten Kalkschaler-Population.

### 8.1. SIEDLUNGSDICHTE

Die durchschnittlichen Siedlungsdichten wurden aus den Tabellen des Anhangs (Tab. 12 - 24) entnommen. Außerdem wurde die Untersuchung LUTZE (1974, Probennahme: August/September 71, März 72, Mai 72 und Mai 73) mit herangezogen. Die für diese Berechnung benutzten Siedlungsdichten sind der Tab. 25 zu entnehmen. Für die zwei an Algen lebenden Arten (*O. kilianensis* und *E. gerthi*) wurden die Siedlungsdichten, die in den Tabellen für 10 g Frischgewicht Algen angegeben sind, auf  $10 \text{ cm}^2$  umgerechnet. Die Siedlungsdichte der Algen beträgt im Untersuchungsgebiet im Durchschnitt 263 g Frischgewicht Algen/ $\text{m}^2$  (KAMINSKI & BLACK 1974, S. 86). Die Siedlungsdichten dieser zwei Foraminiferen-Arten müssen also mit 0,0263 multipliziert werden, um auf eine Fläche von  $10 \text{ cm}^2$  zu kommen.

Die Siedlungsdichte kann unter anderem vom Raumbedarf begrenzt sein. Am Beispiel von *E. e. clavatum* wurde der Raumbedarf einer Population abgeschätzt.



Es wurden folgende Voraussetzungen gemacht:

1. alle Individuen leben auf der Sedimentoberfläche oder bis in 2 mm Sedimenttiefe (s. Kap. 7.2),
2. es leben höchstens 1300 Ind./10 cm<sup>2</sup> (Tab. 24),
3. die Durchschnittsgröße der Gehäuse beträgt 300  $\mu$  (Abb. 7),
4. durch die Pseudopodien wird der Durchmesser von *E. e. clavatum* auf 900  $\mu$  vergrößert. Angelehnt wurde diese Annahme an Abbildungen von *E. articulatum* der Untersuchung von SHEEHAN & BANNER (1972, Taf. I bis VI, irrtümlich als *E. incertum* bestimmt).

Vereinfacht gesehen entsteht eine Kugel mit einem Durchmesser von 1 mm. Bei dieser Größe und einer Siedlungsdichte von 1300 Ind./10 cm<sup>2</sup> reicht der Raum bis in 2 mm Sedimenttiefe aus, damit *E. e. clavatum* ohne Störung durch Artgenossen leben kann. Wesentlich höhere Siedlungsdichten müßten dagegen zu einer gegenseitigen Störung führen. Daß dieses wirklich vorkommt, zeigen wiederholte Funde von lebenden *E. incertum*, die in Gehäusen von *A. cassis* eingebaut waren (Taf., Fig. 2).

Die Größe des Siedlungsraumes für epibenthisch lebende Foraminiferen wird weitgehend durch die Beschaffenheit der Sedimentoberfläche bestimmt. Tafel, Fig. 3 und 4 zeigen die Sedimentoberfläche in 23,5 m und 27 m Wassertiefe. Im Schlick (27 m Wassertiefe, Taf., Fig. 3) bestehen bedeutend größere Reliefunterschiede als im Sand in 23,5 m Wassertiefe (Taf., Fig. 4). Die Sedimentoberfläche ist um ein Vielfaches vergrößert und bietet der Epifauna dadurch einen größeren Siedlungsraum.

Neben der Raumkonkurrenz durch Individuen der gleichen Art oder anderer Foraminiferen-Arten könnte auch die Makrofauna die Siedlungsdichte begrenzen. Im Untersuchungsgebiet ist die Biomasseproduktion durch Makrobenthos in ca. 15 bis 22 m Wassertiefe am höchsten und nimmt zum Tiefen hin stark ab (ARNTZ, BRUNSWIG & SARNTHEIN (1976, in Vorb.)). Die niedrigen Biomassewerte im Rinnentiefsten werden auf das fast regelmäßig im Spätsommer wiederkehrende Sauerstoff-Defizit im Tiefenwasserkörper zurückgeführt. Anders verhält sich die Siedlungsdichte der Foraminiferen (LUTZE 1974, Abb. 7A). Mit Beginn des Sandes in 13 m Wassertiefe (SD unter 20 Ind./10 cm<sup>2</sup>) steigt die Siedlungsdichte an und erreicht in 18 m Wassertiefe ca. 50 Ind./10 cm<sup>2</sup>. Diese Zahl bleibt bis in ca. 22 m Wassertiefe konstant. Tiefer steigt sie kontinuierlich wieder an und erreicht im Rinnentiefsten den Höchstwert mit durchschnittlich 230 Ind./10 cm<sup>2</sup>.

Es ist möglich, daß die hohen Siedlungsdichten im tieferen Bereich des Untersuchungsgebietes nur bei Fehlen einer "normalen" Meio- und Makrofauna möglich sind. Durch die zeitweise niedrigen Sauerstoff-Gehalte könnten die natürlichen Feinde den Foraminiferen ferngehalten werden. In Übereinstimmung mit dieser Annahme sind die besonders hohen Siedlungsdichten zu Zeiten niedriger Sauerstoff-Gehalte (Abb. 7, z.B. im September/Oktober 73, Mai 74 und Juli/August 74). Ob die Meio- und Makrofauna die Foraminiferen durch Wegfraß von Nahrung oder durch Raumkonkurrenz stören, oder die Foraminiferen durch Wegfraß ständig dezimiert werden, kann nur durch gezielte Untersuchungen geklärt werden.

Ebenfalls ein höheres Nahrungsangebot im Sediment oder auf der Sedimentoberfläche könnte die Ursache für höhere Siedlungsdichten im Becken (Rinnentiefsten) sein. Im Untersuchungsgebiet nimmt mit zunehmender Wassertiefe auch der Gehalt an organischer Substanz im Sediment zu.

Über ähnliche Verhältnisse berichten PHLEGER & SOUTAR (1973) aus 3 sauerstoffarmen Becken des Ost-Pazifiks. Sie stellten dort hohe Siedlungsdichten fest, die sie auf ein besonders hohes Nahrungsangebot zurückführen. Außerdem vermuten sie, daß durch die niedrigen O<sub>2</sub>-Verhältnisse die natür-

lichen Feinde und Konkurrenten fehlen oder zumindest reduziert sind.

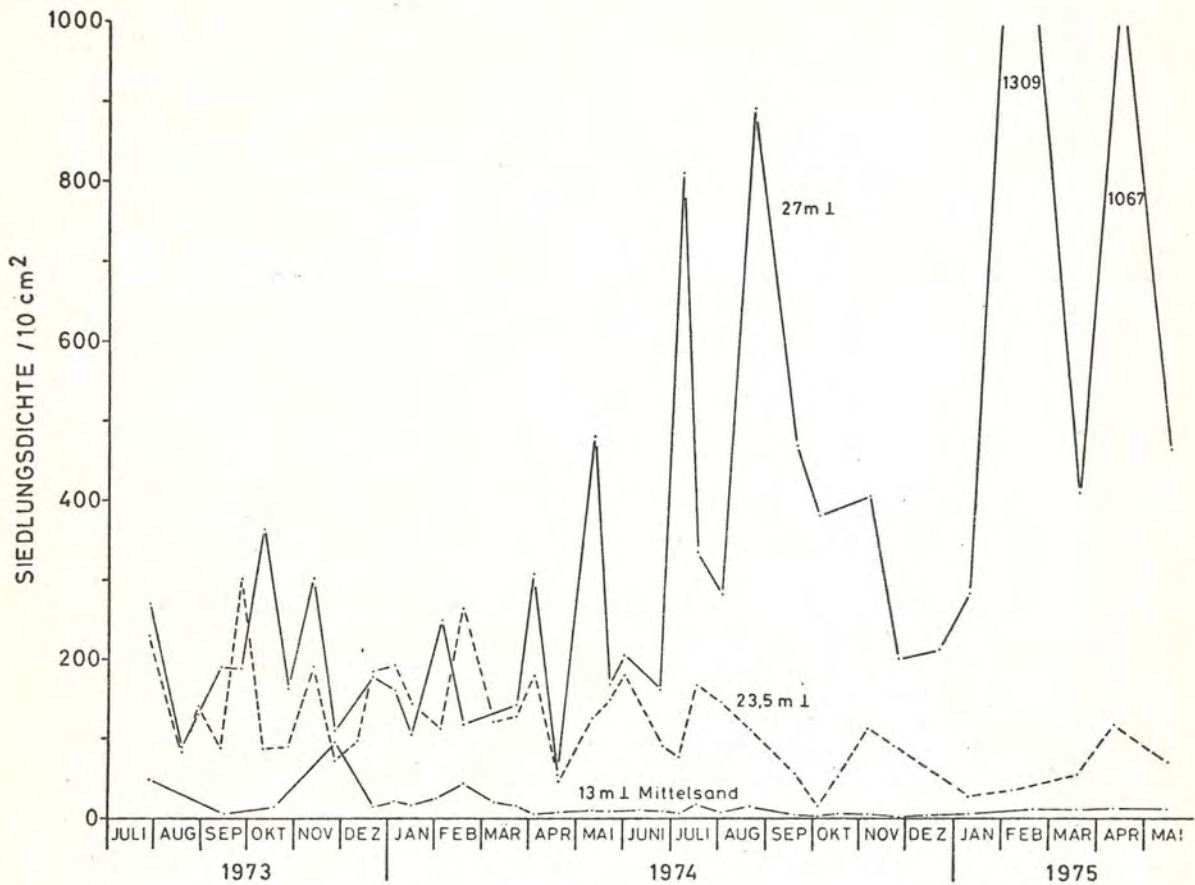


Abb. 7: Jahresgang der Siedlungsdichte für 27, 23,5 und 13 m (Mittelsand) Wassertiefe.

## 8.2. REPRODUKTIONSFREQUENZ UND ANTEIL DER REPRODUZIERENDEN INDIVIDUEN AN DER GESAMTPOPULATION

*E. e. clavatum* reproduzierte 1974 im Januar und März mit einem Großteil der Population, da keine größeren Gehäuse nach den Reproduktionen gefunden wurden. Anfang Juli 74 und Anfang September 74 reproduzierten nur noch Teile der Population (Abb. 23), da auch nur geringe Anteile an kleinen Gehäusen auftraten und übereinstimmend dazu sich auch der Anteil größerer Gehäuse kaum verringerte. Daraus wird geschlossen, daß bezogen auf die gesamte Population mindestens 2 Produktionen im Jahr stattfinden.

Für *E. incertum* wurden während der Wintermonate wiederholt Reproduktionen jeweils jedoch nur ei-



nes Teiles der Population beobachtet (Abb. 21). Für die Berechnung der produzierten Gehäuse wird pro Jahr eine einmalige Reproduktion der Gesamtpopulation angenommen.

*O. kilianensis* reproduzierte mit der gesamten Population im April 74 (Abb. 19). Es wurden keine größeren Gehäuse nach der Reproduktion gefunden. Die von November 74 bis Ende des Jahres andauernden Reproduktionen betreffen nur etwa 1/3 der Gesamtpopulation.

Für *E. e. excavatum* wurde 1 mal pro Jahr die Reproduktion der gesamten Population beobachtet (Abb. 17 und 20). Nur auf der Station 13 m Mittelsand (Abb. 20) traten noch Reproduktionen eines Teiles der Population (z.B. im Juli und September 74) auf. Diese werden, da sie nur auf dieser Station vorkommen, für die Produktionsberechnungen nicht berücksichtigt.

Für *E. gerthi* wurden 2 mal im Jahr Reproduktionen beobachtet, wobei jedoch nicht die gesamte Population (geschätzt wird jeweils ein Anteil von 50%) beteiligt ist.

### 8.3. DURCHSCHNITTSGEWICHT

Für die Berechnung sind durchschnittliche Größenverteilungen der betreffenden Art und die Gewichte der Gehäuse (hier in 50  $\mu$ -Größenklassen) erforderlich. Dazu werden aus den Verteilungskurven der Abb. 13 bis 23 diejenigen ausgewählt, die die Zusammensetzung einer adulten Population zeigen. Das sind z.B. für:

<i>E. e. clavatum</i>	die	Probennahmen	am	5.11., 25.11. und 20.12.74
<i>E. incertum</i>	" "	"	"	25.6., 5.7., 16.7., 2.8. und 20.8.74
<i>O. kilianensis</i>	" "	"	"	18.9., 3.10., 16.10., 5.11. und 25.11.74
<i>E. e. excavatum</i>	" "	"	"	16.10., 5.11., 25.11.74 und 9.1.75
<i>E. gerthi</i>	" "	"	"	18.2., 7.3., 22.3. und 3.4.74.

Diese einzelnen Größenverteilungen wurden zu einer Durchschnitts-Größenverteilung zusammengestellt (Abb. 8). Um das Durchschnittsgewicht zu ermitteln, wurden die Gehäuse in Größenklassen von 50  $\mu$  mit einer Sartorius-Waage Type 4001 (Ablesbarkeit  $\pm 1 \mu\text{g}$ ) gewogen und die Gewichte gegen die Gehäusegröße aufgetragen (Abb. 8). Entsprechend der Anteile der einzelnen Gehäusegrößen an der Gesamtpopulation (adulte Größenverteilung) wurde das Durchschnittsgewicht ermittelt (Tab. 7).

Art	<i>Elphidium</i> <i>e. clavatum</i>	<i>e. excavatum</i>	<i>incertum</i>	<i>gerthi</i>	<i>O.</i> <i>kilianensis</i>
Durchschnittsgewicht ( $\mu\text{g}$ )	6,31	2,80	10,28	2,86	6,29

Tab. 7: Durchschnittsgewichte der Kalkschalerarten

### 8.4. PRODUKTION FÜR EINZELNE ARTEN UND FÜR UNTERSCHIEDLICHE WASSERTIEFEN

In der folgenden Tabelle sind die Daten zusammengefaßt, die zur Berechnung des produzierten Karbonats durch Foraminiferen herangezogen wurden. Die Produktionswerte sind Höchstwerte für die einzelnen Arten. Sie wurden für ihre Dominanzbereiche berechnet.

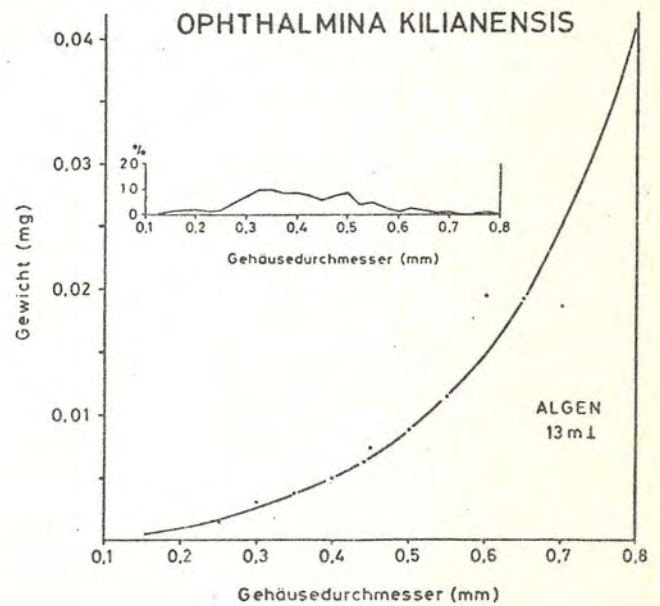
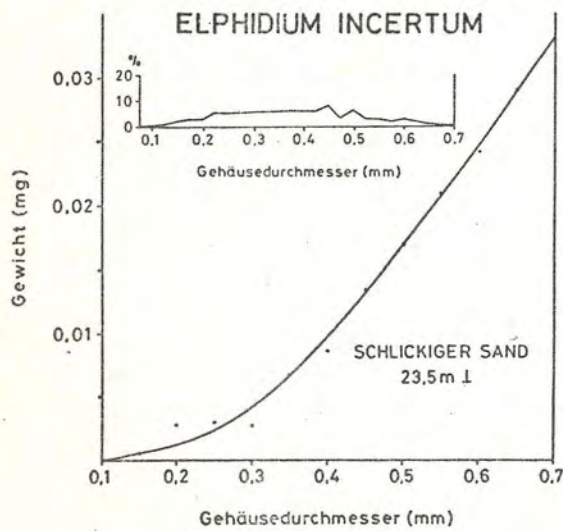
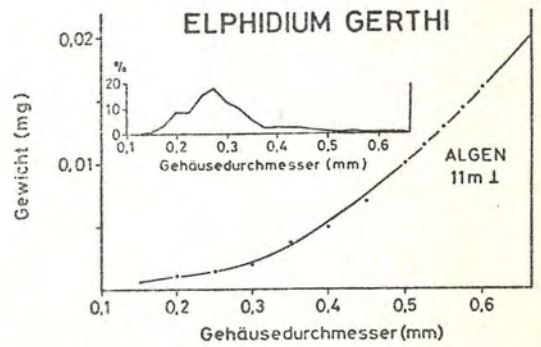
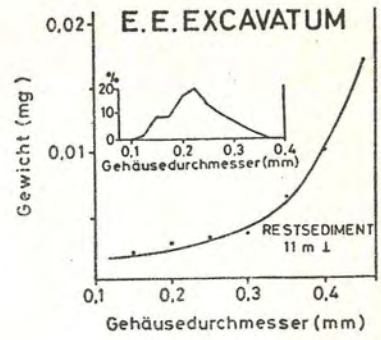
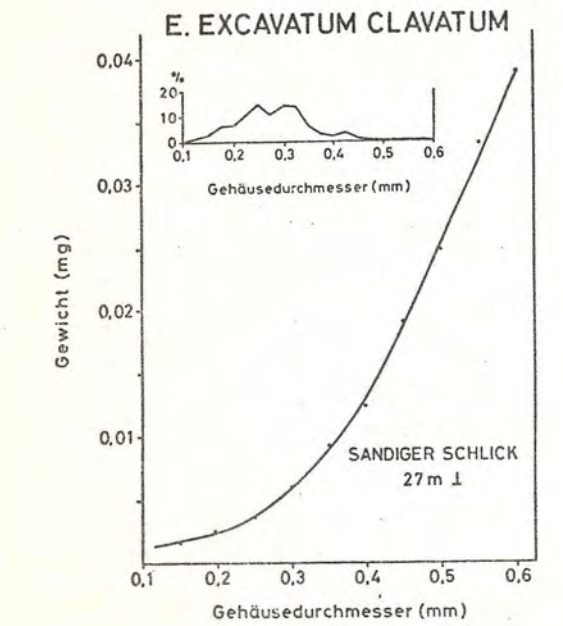


Abb. 8: Durchschnittliche Größenverteilung und Verhältnis zwischen Gewicht und Durchmesser der Gehäuse.



Art	Station in m	(Tab. 25) mittlere SD/10 cm <sup>2</sup>	(Kap.8.2) Reprod./J	(Kap.8.2) Anteil	(Sp. 3x3.5) prod. Ge- häuse/ 10 cm <sup>2</sup> /J	(Tab. 7) Durschnitts- gewicht (µg)	(Sp. 3x6) Karbonat (mg/m <sup>2</sup> /J)
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>E.e. clavatum</i>	27	233,4	2	1/1	466,8	6,31	2946
<i>E. incertum</i>	23,5	74,1	1	1/1	74,1	10,28	762
<i>O. kilianensis</i>	6	0,412 <sup>+</sup>	1	1/1	0,54	6,29	34
			1	1/3			
<i>E.e. excavatum</i>	13	8,9	1	1/1	8,9	2,80	25
<i>E. gerthi</i>	8	0,34 <sup>+</sup>	2	1/2	0,34	2,86	1

<sup>+</sup>nur Produktion der an Algen lebenden Exemplare.

Tab. 8: Höchstwerte zur Karbonatproduktion einzelner Arten.

In Abb. 9 und Tab. 9 sind Produktionswerte für mehrere Wassertiefen angegeben. Die Stationen liegen auf einem Profil durch das "Hausgartengebiet" des SFB 95. Flacher als 5 m Wassertiefe können die Berechnungen nicht durchgeführt werden, da aus diesen Wassertiefen keine Proben vorliegen.

Wasser- tiefe	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	25-26	27-28
Prod. (Sediment) (mg/m <sup>2</sup> /J)	6,12	11,68	35,75	22,56	31,03	44,17	132,47	324,9	408,01	903,29	2065,68	3116,56
Prod. (an Algen) (mg/m <sup>2</sup> /J)	3,76	3,46	-	3,01	2,26	keine Algen in diesen Wassertiefen						

Tab. 9: Karbonatproduktion durch Foraminiferen in unterschiedlichen Wassertiefen (s. Tab. 25).

Die Produktion bleibt im Restsedimentgebiet ziemlich konstant zwischen 10 und 35mg/m<sup>2</sup>/J. Erst mit Beginn des transgredierenden Sandes nehmen die Werte kontinuierlich zu bis im Beckentiefsten der Höchstwert dieser Berechnung mit 3117 mg/m<sup>2</sup>/J erreicht wird. Die gesamten Daten (jeweils für 2 m Tiefenstufen) können aus der Tab. 25 entnommen werden.

Von den an Algen lebenden Arten erreicht nur *O. kilianensis* mit 2 - 3,5 mg/m<sup>2</sup>/J bemerkenswerte Produktionswerte. Sie liegen jedoch um 1/3 bis 1/20 unter den Werten, die aus den Sedimentproben notiert wurden. Die anderen beiden Arten (*E. e. excavatum* und *E. gerthi*) produzierten unter 1 mg/m<sup>2</sup>/J.

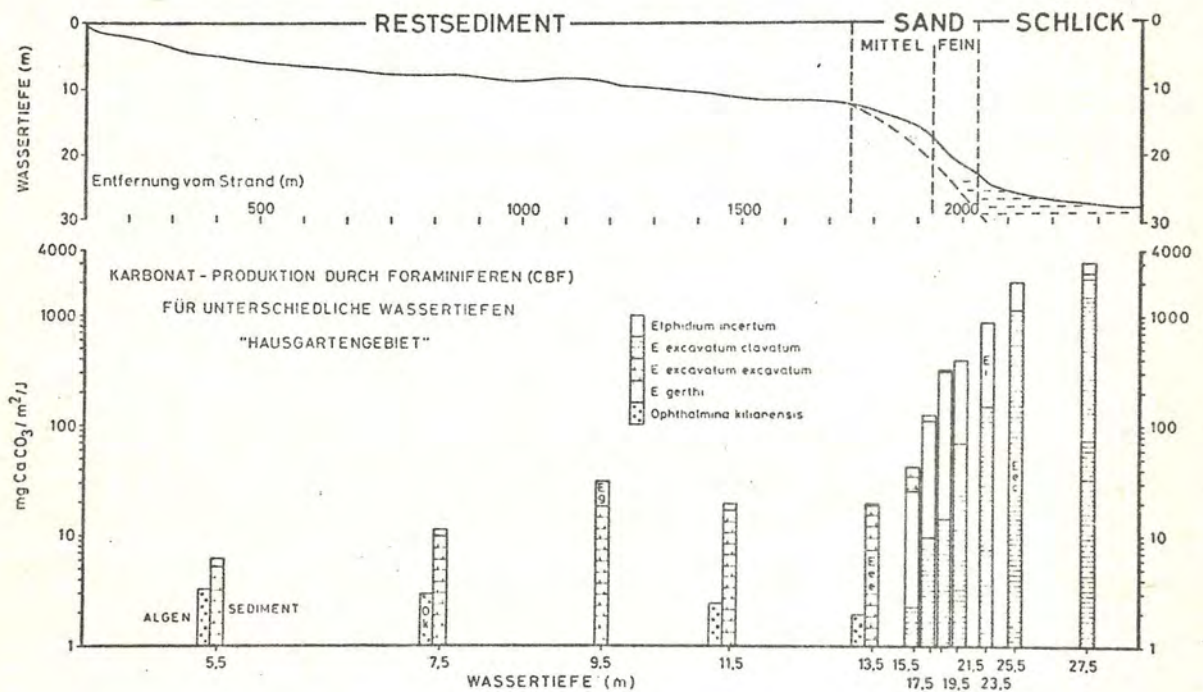


Abb. 9: Karbonatproduktion durch Foraminiferen in unterschiedlichen Wassertiefen.

#### 8.5. VERGLEICH MIT ANDEREN BIOTOPEN

In Tab. 10 sind Produktionswerte aus anderen Untersuchungsgebieten aufgeführt.

In den Untersuchungen MYERS (1942), WALTON (1955) und BOLTOVSKOY & LENA (1969) wurde zwar die jährlich produzierte Menge an Foraminiferen-Gehäusen, jedoch nicht die Menge an produziertem CaCO<sub>3</sub> angegeben. Da auch keine Größenverteilungen angegeben sind, lassen sich die Gehäusezahlen nicht in CaCO<sub>3</sub> umrechnen.



Art	Ort	Produktion mg CaCO <sub>3</sub> /10 cm <sup>2</sup> /J	Autor
gesamte Foraminiferen-Fauna	Korallenriff	> 10 <sup>2</sup>	CHAVE et al. (1972, Tab. III)
<i>Heterostegina depressa</i>	Persicher Golf	1,5 x 10 <sup>2</sup>	LUTZE et al. (1971, S. 36)
<i>Amphistegina madagascariensis</i>	Hawaii	5 x 10 <sup>2</sup>	MÖLLER (1974, Tab. 5)
<i>Nonionella opima</i>	Adria	3,08 - 4,48 <sup>†</sup>	V. DANIELS (1970, S. 55)

Tab. 10: Daten zur Karbonat-Produktion durch Foraminiferen aus anderen Untersuchungsgebieten.

In tropischen Breiten kann im Vergleich zur westlichen Ostsee also die 30 - 150 fache Menge an CaCO<sub>3</sub> durch benthische Foraminiferen produziert werden. Die hohen Produktionswerte stammen dort jedoch ausschließlich von Großforaminiferen, die in der westlichen Ostsee nicht vorkommen. Die Großforaminiferen sind in ihrer Verbreitung ungefähr auf den Bereich der Korallenriffe beschränkt (s. MURRAY 1973, Abb. 90). In der Adria dagegen wurden mit einigen g CaCO<sub>3</sub>/m<sup>2</sup>/J ähnliche Produktionswerte ermittelt. Leider fehlen weitere quantitative Daten aus anderen Siedlungsgebieten.

Auffallend sind die extrem niedrigen Produktionswerte der an Pflanzen lebenden Arten (nur bis zu 3,4 mg CaCO<sub>3</sub>/m<sup>2</sup>/J) im Vergleich zu Siedlungsgebieten in anderen Breiten, wo das Foraminiferen-Karbonat fast ausschließlich auf Pflanzen produziert wird (s. Kap. 2.2). Die Ursache könnte neben dem Fehlen der Großforaminiferen auch in der Pflanzenbesiedlung liegen. Im Gegensatz zu niederen Breiten fallen in der westlichen Ostsee die Seegrassbestände als Produktionsraum fort, da die Areale nur klein sind und die Gräser anscheinend auch nicht von Foraminiferen besiedelt werden. Zur Karbonatproduktion sind hier also nur die Algen interessant. Durch die stark wechselnden Umweltbedingungen gibt es eine Reihe von Algen-Arten, die nur saisonal leben (s. SCHWENKE 1969, Tab. 51). Dazu gehören z.B. *Ceramium rubrum* oder bestimmte Polysiphonia-Arten. Gerade an diesen Algen wurden Foraminiferen beobachtet, während die mehrjährigen Laminaria- und Fucus-Arten anscheinend nicht besiedelt oder zumindest nicht bevorzugt besiedelt werden. Im Gegensatz zu ATKINSON (1969), der hohe Zahlen an Foraminiferen angeheftet an *Laminaria sp.* fand, zeigten wiederholte Probenahmen der gleichen Algen-Gattung in der westlichen Ostsee keine angehefteten Foraminiferen (LUTZE: pers. Mitteilung). In den tropischen Breiten gibt es zwar auch saisonal lebende Algen-Arten, die jedoch durch die fehlenden jahreszeitlichen Zyklen in den Ökofaktoren kontinuierlich absterben und wieder nachwachsen und damit den Foraminiferen eine gleichmäßigere Besiedlung ermöglichen.

<sup>†</sup>Die von V. DANIELS angegebenen Höchstwerte von 1100 - 1600 leeren Gehäusen/10 cm<sup>2</sup>/J wurden mit dem Durchschnittsgewicht von *E. e. excavatum* multipliziert, da diese Unterart in der Größenverteilung der *N. opima*'s entspricht. Die Produktionswerte können jedoch einen großen Fehler beeinhalteln, da das Gehäusegewicht außer vom Durchmesser noch von der Form und Wanddicke der Kammern abhängt.

## 9. SEDIMENTATION BENTHISCHER FORAMINIFEREN-GEHÄUSE

Das abgelagerte Foraminiferen-Karbonat wurde an zwei Kastengreiferkernen (KG) GIK 12732 und 12733 und zwei Vibratorkernen (VK) GIK 12772 und 12773 bestimmt. Außerdem wurden die Berechnungen von LUTZE (1974, Abb. 10 und 11), die aus dem gleichen Arbeitsgebiet stammen, einbezogen.

Die Berechnung des sedimentierten Foraminiferen-Karbonats (CBF)<sup>†</sup> geschah wie folgt:

$$\text{CBF (Kastengreifer)} = (\text{FZ1} \times \text{DG1} + \text{FZ2} \times \text{DG2} \dots) \times \text{SR} \quad \left( \frac{\mu\text{g}}{10 \text{ cm}^2 \text{ J}^{-1}} \right)$$

$$\text{CBF (Vibrator)} = 0,156^{(1)} \times (\text{FZ1} + \text{DG1} \times \text{FZ2} + \text{DG2} \dots) \times \text{SR} \quad \left( \frac{\mu\text{g}}{10 \text{ cm}^2 \text{ J}^{-1}} \right)$$

$$(1) 0,156 = \text{Trockengewicht von } 1 \text{ cm}^3 \text{ Sediment} \quad \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{FZ}_{(\text{Kastengreifer})} = \text{Foraminiferenzahl} \quad \left( \frac{1}{\text{cm}^3} \right)$$

$$\text{FZ}_{(\text{Vibrator})} = \text{Foraminiferenzahl} \quad \left( \frac{1}{\text{g}} \right)$$

$$\text{DG} = \text{Durchschnittsgewicht} \quad \left( \mu\text{g} \right)$$

$$\text{SR} = \text{Sedimentationsrate} \quad \left( \frac{\text{cm}}{\text{J}} \right)$$

Bei den Kastengreifer-Kernen und bei den von LUTZE (1974) untersuchten Kernen wurden die Gehalte an benthischen Foraminiferen auf  $10 \text{ cm}^3$  Naßvolumen Sediment, bei den Vibrator-Kernen auf  $100 \text{ gr}$  Trockengewicht Sediment bezogen. Die Gehalte der Vibrator-Kerne wurden ebenfalls auf  $10 \text{ cm}^3$  umgerechnet, wobei an Material aus dem Untersuchungsgebiet ein Durchschnittsgewicht von  $15,6 \text{ gr}$  für  $10 \text{ cm}^3$  Naßvolumen bestimmt wurde. Die Foraminiferenzahl multipliziert mit dem Durchschnittsgewicht nach Tab. 7 ergibt den Gehalt an  $\text{CaCO}_3$  pro  $10 \text{ cm}^3$ , welches einer  $1 \text{ cm}$  hohen Fläche von  $10 \text{ cm}^2$  Größe entspricht. Wird der Gehalt des Sediments an CBF mit der Sedimentationsrate multipliziert, so erhält man das sedimentierte CBF pro Fläche und pro Jahr.

Die Gesamtsedimentationsrate wurde anhand absoluter Altersbestimmungen ( $^{14}\text{C}$ -Aktivitäten) an einem Kern des Beckentiefsten mit  $0,14 \text{ cm/J}$  bestimmt (ERLENKEUSER, SUESS & WILLKOMM, 1974, S. 830, Abb. 3). Da für den flacheren Bereich des Untersuchungsgebietes absolute Altersbestimmungen fehlen, wird ausgehend von den  $1,4 \text{ mm/J}$  im Beckentiefsten eine lineare Abnahme der Sedimentationsrate bis auf 0 in  $13,5 \text{ m}$  Wassertiefe (Beginn des Restsedimentgebietes) angenommen (Abb. 10).

So ergeben sich laut Abb. 10 folgende Sedimentationsraten für die flacheren Stationen:  $27 \text{ m} = 1,3 \text{ mm/J}$ ,  $23,5 \text{ m} = 0,97 \text{ mm/J}$ ,  $21,5 \text{ m} = 0,775 \text{ mm/J}$ ,  $18 \text{ m} = 0,435 \text{ mm/J}$  und  $16 \text{ m} = 0,24 \text{ mm/J}$ . Korreliert man in Abb. 11 das Maximum, hervorgerufen durch eine Zunahme an CFB in  $9,5 \text{ cm}$  ( $27 \text{ m}$ ) und  $5,5 \text{ cm}$  ( $23,5 \text{ m}$ ) Sedimenttiefe, mit dem Maximum in  $11,25 \text{ cm}$  Sedimenttiefe des  $28 \text{ m}$  Kerns, so erhält man  $1,16 \text{ mm/J}$  für den  $27 \text{ m}$  und  $0,66 \text{ mm/J}$  für den  $23,5 \text{ m}$  Kern. Diese Werte liegen um  $11\%$  und  $32\%$  unter den geschätzten Sedimentationsraten. Da sich in den Becken (Rinne) das Material sammelt und kein Wegtransport mehr stattfindet, sind erhöhte Sedimentationsraten im Vergleich zu den Rändern wahrscheinlich.

<sup>†</sup>Calcareous Benthic Foraminifera (LUTZE 1974, Kap. 10)



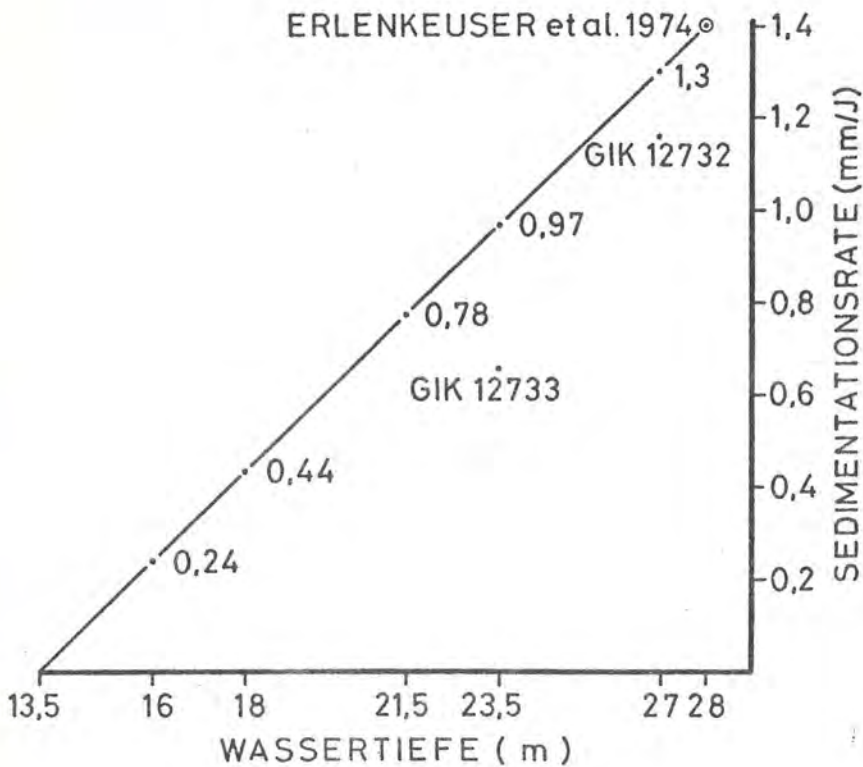


Abb. 10:  
Sedimentationsraten  
für das "Hausgarten"-  
Gebiet.

Die durch die Korrelation ermittelten Sedimentationsraten scheinen also realistisch zu sein. Für die hier vorliegende Berechnung wurden die Sedimentationsraten jedoch nach dem linearen Modell (Abb. 10) berechnet, da für die vorher beschriebene Korrelation mit Foraminiferen-Gehalten bisher zu wenig verwertbare Kerne vorliegen.

#### 9.1. SEDIMENTATION IN UNTERSCHIEDLICHEN SEDIMENT- UND WASSERTIEFEN

Nach Abb. 11 wurden die höchsten Werte im Becken (Rinnen) mit  $260 \text{ mg CBF/m}^2/\text{J}$  in 28 m Wassertiefe errechnet. Zum Flachen hin nimmt das sedimentierte Foraminiferen-Karbonat kontinuierlich ab und auf der flachsten der untersuchten Stationen (16 m) wurden weniger als  $1 \text{ mg/m}^2/\text{J}$  ermittelt (Tab. 11).

In der Sedimentabfolge wurden höchste Werte in den oberflächennahen Schichten beobachtet. Aber auch in größeren Tiefen (z.B. 1,01 m Tiefe des Kernes 12 321-2) wurden Sedimentationsraten an Foraminiferen-Karbonat in der Größenordnung der oberflächennahen Schichten ermittelt. Ebenso wurden von RESIG (1965) in Kernen aus der Eckernförder Bucht in größeren Sedimenttiefen (bis zu 23 m Tiefe, Kern KM: Tafel 11) bis zu  $30 \text{ Kalkschaler/l cm}^3$  gefunden. Auch EXON (1972, Abb. 10) fand noch in 2 m Sedimenttiefe bis zu  $600 \text{ kalkschalige Foraminiferen/10 g Sediment}$ .

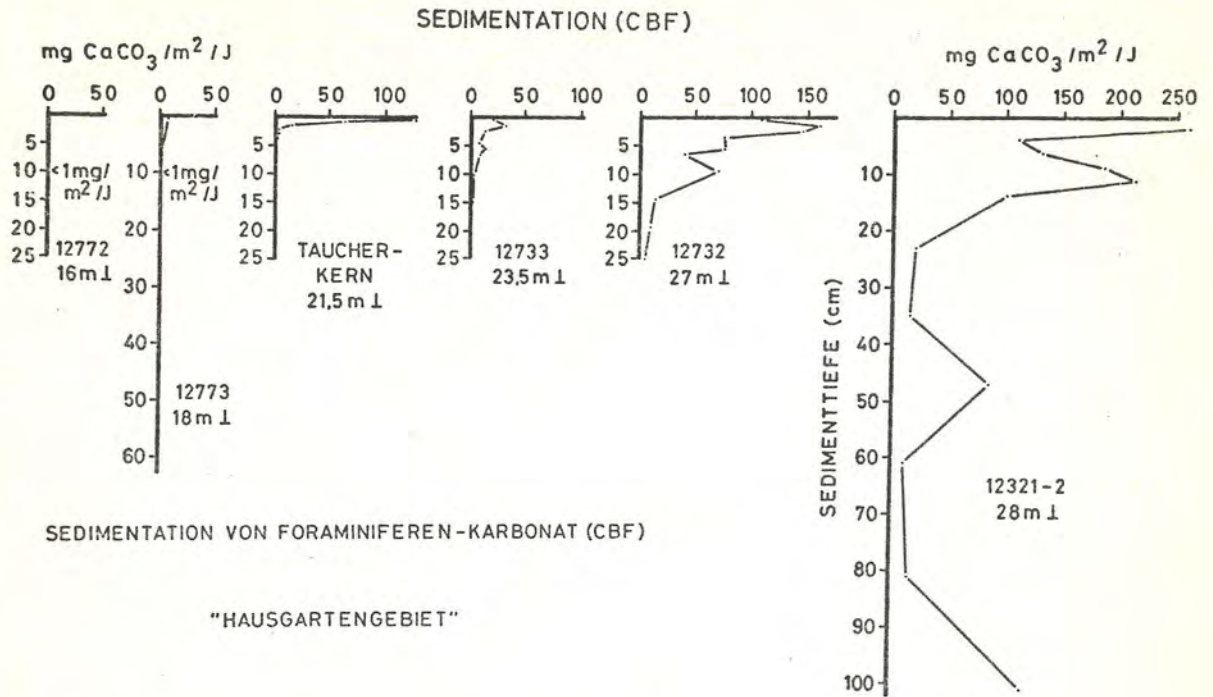


Abb. 11: Sedimentation von Foraminiferen-Karbonat für unterschiedliche Wasser- und Sedimenttiefen (Werte aus Tab. 26).

### 9.2 VERGLEICH SEDIMENTATION ZU PRODUKTION

Errechnet man durchschnittliche Sedimentationsbeträge für die untersuchten Kerne (Tab. 26) und vergleicht diese mit den Produktionsdaten (Tab. 9), so werden in 28 m Wassertiefe ca. 3%, in 27 m ca. 2%, in 23,5 m und 21,5 m ca. 1%, in 18 m ca. 0,9% und in 16 m ca. 0,3% der Ausgangsmenge sedimentiert (Tab. 11). Flachere als 13 m Wassertiefe wird kein Karbonat abgelagert. Bei dieser Abschätzung wird vorausgesetzt, daß die Produktion in früheren Zeiten der heutigen gleich war und auch kein wesentlicher Horizontaltransport der Gehäuse stattgefunden hat.

Wassertiefe (m)	15-16	17-18	21-22	23-24	27 - 28	
Produktion (mg/m <sup>2</sup> /J) aus Tab. 9	44,17	132,47	408,0	903,29	3116,56	
durchschnittliche Sedimentation (mg/m <sup>2</sup> /J) aus Tab. 26	0,12	1,15	4,9	9,6	72,4	105,8
Erhaltung (%)	0,27	0,87	1,2	1,06	2,3	3,4

Tab. 11: Gegenüberstellung von Sedimentation zu Produktion benthischer Foraminiferen.



Vom Flachem zum Tiefen nimmt die Produktion sowie die Erhaltung der Foraminiferen-Gehäuse zu. Beide Faktoren - Produktion und Sedimentation - tragen dazu bei, daß im Becken (Rinntiefsten) höchste Werte an sedimentiertem Foraminiferen-Karbonat gefunden wurden.

V. DANIELS (1970, S. 61) erwartet für die Adria, daß von der Produktion von *N. opima* nur ein kleiner Bruchteil der Gehäuse (etwa 1 bis 2%) unzerstört ins Sediment gelangt. Trotz Kalzit-Untersättigung des Bodenwassers scheint die Zerstörung von Foraminiferen-Gehäusen in den Becken der westlichen Ostsee also nicht größer als in der Adria zu sein.

### 9.3. URSACHEN DER ZERSTÖRUNG VON GEHÄUSEN

Während im Hausgartengebiet bis in 13 m Wassertiefe alle durch Foraminiferen gebildeten Kalkgehäuse wieder vernichtet werden, gelangen im Rinntiefsten noch 3% ins Sediment. Die Vernichtung der Foraminiferen-Gehäuse erfolgt durch:

1. mechanische Zerstörung,
2. Auflösung,
3. Fraß.

Mechanisch zerstört werden die Gehäuse vor allem im Restsedimentgebiet. Die durch Oberflächenwellen bewegten Sedimentkörner zerstören die organischen Hüllen und zerkleinern die Gehäuse. Danach werden die Kalzit-Kristalle am Ort ihrer Zerstörung oder nach dem Transport in den tieferen Bereich des Untersuchungsgebietes aufgelöst.

Aus Abb. 31 ist ersichtlich, daß vor allem in der Rinne die Untersättigung im Jahresgang länger andauernd und stärker ist. Danach muß im Bereich des Tiefenwasserkörpers mit einer stärkeren Auflösung gerechnet werden.

Im Sediment dagegen wurden bereits ab 1 cm Sedimenttiefe Kalzitübersättigungen gemessen (s. SFB 95 - Jahresbericht 1973 und Fahrtbericht METEOR-Fahrt 37: SUESS, MÖLLER, WEFER & WHITEKAR, 1975). Foraminiferen-Gehäuse können also nur über längere Zeiträume erhalten bleiben, wenn sie von der Sedimentoberfläche in tiefere Sedimentschichten gelangen. Der Transport geschieht hauptsächlich durch Bioturbation, da in den betreffenden Wassertiefen durch Wasserbewegung verursachte Sedimentumlagerungen nicht mehr stattfinden. Vor allem die obersten 2 cm, aber auch tiefere Sedimentbereiche werden durch die Makrofauna ständig umgewühlt. Dabei findet im Arenicola-Gürtel (im Untersuchungsgebiet in 15 - 18 m Wassertiefe) die stärkste Umwälzung statt (DOLD 1976).

Wiederholt wurden Foraminiferen-Gehäuse im Darmtrakt von Sedimentfressern gefunden (z.B. RAUSCHENPLAT 1901, MAGEAU & WALKER 1975). Es liegen bisher jedoch keine quantitativen Angaben über den Anteil der durch Fraß zerstörten Gehäuse vor. Außerdem fehlen Untersuchungen darüber, ob die Gehäuse beim Fraß zerkleinert (biologische Mühle: FÜTTERER, 1969, S. 32) oder im Darmtrakt aufgelöst, oder ob die Gehäuse dem Sediment unversehrt wieder zugeführt werden.

### 9.4. DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

Die Gehalte der Sedimente an Foraminiferen-Karbonat werden abgesehen von der produzierten Menge (biologische Produktion, Kap. 8) von der Intensität der Wasserbewegung, dem Sauerstoffgehalt des



Bodenwassers, von der Sedimentationsrate und den Korngrößenverhältnissen bestimmt.

In den Restsedimentgebieten gelangt kein Foraminiferen-Karbonat zur Ablagerung. Hier herrscht im Gegensatz zum übrigen Teil des Untersuchungsgebietes eine stärkere Wasserbewegung, die häufige Sedimentumlagerung verursacht. Dabei werden die Gehäuse entweder zerstört oder in andere Ablagerungsräume transportiert.

Um Foraminiferen-Gehäuse vor Auflagerung zu schützen, müssen sie in tiefere Sedimentschichten transportiert werden. Dieses geschieht durch Wühltätigkeiten der Makrofauna, deren Besiedlung vom Sauerstoffgehalt des Bodenwassers abhängt (ARNTZ et al. 1976). Danach dürften geschichtete Sedimente kaum Foraminiferen-Gehäuse enthalten. Nur eine Endofauna dürfte erhaltungsfähig sein. In durchwühlten Sedimenten müßten dagegen größere Gehalte gefunden werden.

Auch die Befunde von RESIG (1965, S. 55/56, Abb. 6) können hiermit in Einklang gebracht werden. Sie fand eine Abhängigkeit der Foraminiferen-Konzentrationen von Schillagen und vermutet, daß durch deren Auflösung eine Sättigung des Porenwassers mit Karbonat entsteht und dadurch die Auflösung der Foraminiferen-Gehäuse verhindert wird. Anhand unserer Befunde ist jedoch zu vermuten, daß die Schillagen durchwühlte Bereiche anzeigen, in denen die Foraminiferen in tiefere Sedimentschichten transportiert wurden.

Der von EXON (1972, Abb. 10) untersuchte Kastenlotkern 10872 aus 26,5 m Wassertiefe enthielt hohe Foraminiferen-Zahlen in geschichteten und geringe oder nur Sandschalen in bioturbaten Partien. Parallel zu den hohen Kalkschalen-Gehäusen wurden auch Muschelschalen (in der Regel *Abra alba*) gefunden, die in den durchwühlten Bereichen fehlten. Auch *Abra alba*, die ein wenig unterhalb der Sedimentoberfläche lebt, sollte eine Schichtung der Sedimentabfolge verhindern. Daher ist es wahrscheinlicher, daß diese Sedimentpartien in einem Zuge geschüttet worden sind. Von FRITZSCHE (1975, S. 54) sind ungestörte, allochthone Schill führende Sedimente beschrieben worden. Nimmt man an, daß die *Abra alba*-Schalen in den jetzigen Ablagerungsraum transportiert wurden, so kann die sporadische hohe Sedimentation die Konservierung der Gehäuse (sowohl der *Abra alba* wie der Foraminiferen) bewirkt haben.

Die Wühltätigkeit der Makrofauna kann jedoch auch eine Zerstörung der Foraminiferen-Gehäuse bewirken. Durch die Sedimentumlagerung wird der Wasseraustausch zwischen Wassersäule und Sediment erhöht. Dieses kann zu örtlich begrenzten und kurzfristigen Kalzit-Untersättigungen des Porenwassers und dadurch zur Auflösung von Foraminiferen-Gehäusen führen. Zusätzlich dazu können die Gehäuse von der Makrofauna durch Fraß zerstört werden.

Ebenfalls durch den Sauerstoffgehalt wird die Bakterienbesiedlung gesteuert. Niedrige Sauerstoffgehalte können zur Erhaltung von Foraminiferen-Gehäusen beitragen, da anaerobe Bakterien bedeutend ineffektiver im Abbau organischer Substanzen sind (KAPLAN & RITTENBERG 1963). Dadurch bleiben organische Außenhüllen länger erhalten, und die Foraminiferen-Gehäuse sind dadurch widerstandsfähiger gegenüber Auflösung. BERGER & SOUTAR (1970, S. 80) führen hierauf die besonders gute Erhaltung planktischer Foraminiferen in anaeroben Sedimenten des Santa Barbara Beckens zurück.

Neben der Wühltätigkeit von Organismen können Kalkschalen durch Sediment-Oberlagerung in einem übersättigten Bereich gelangen. Aber nur hohe Sedimentationsraten werden eine Erhaltung bewirken. Experimente lassen vermuten, daß die Auflösungsgeschwindigkeit für Foraminiferen-Gehäuse



im tieferen Bereich unseres Untersuchungsgebietes nur einige Monate beträgt.

Die Korngrößenverhältnisse bestimmen weitgehend den Wasseraustausch zwischen Wassersäule und Sediment. Bei gröberen Sedimenten ist es wahrscheinlich, daß das Wasser ständig bis in einige cm Sedimenttiefe ausgetauscht wird und bereits dadurch eine ständige Kalzit-Untersättigung des Porenwassers verursacht wird. Vertikale Veränderungen der Sprungschicht, die zu einem "Pumpeffekt" führen (SMETACEK, V. BODUNGEN, V. BRÖCKEL & ZEITZSCHEL 1976), verstärken noch diesen Austausch.

In Abb. 12 wird für ein Profil durch das Hausgartengebiet (A) die Karbonat-Produktion durch Foraminiferen (B) der Sedimentation von Foraminiferen-Gehäusen (C) gegenübergestellt. Außerdem ist der Anteil, der von der jährlich produzierten Menge an Foraminiferen-Karbonat ins Sediment gelangt, in Prozent angegeben (C). Die Schraffur in (D) soll demonstrieren, daß im flachen Bereich des Profils fast die gesamte Produktion während Sedimentumlagerungen vernichtet wird. Außerdem besteht im Restsedimentgebiet ein guter Austausch zwischen Porenwasser und Wassersäule. Während bei feineren Korngrößen die Karbonatschalen nur auf der Sedimentoberfläche aufgelöst werden, ist hier auch eine Auflösung im Sediment möglich. Die Kalzit-Sättigungskurve beinhaltet Durchschnittswerte für den Zeitraum Ende 1973 bis Mitte 1975 (Abb. 31). Während im Restsedimentgebiet der Sättigungszustand des Wassers ziemlich gleich ist, ist ab 15 m Wassertiefe eine kontinuierlich zunehmende Auflösung zu erwarten. Die Besiedlung durch Mollusken, Polychaeten und Crustaceen, die ein Maß für Bioturbation (Erhaltung) und Fraß (Zerstörung) von Foraminiferen-Gehäusen sind, sind unter (E) dargestellt und der Untersuchung ARNTZ et al. (1976) entnommen.

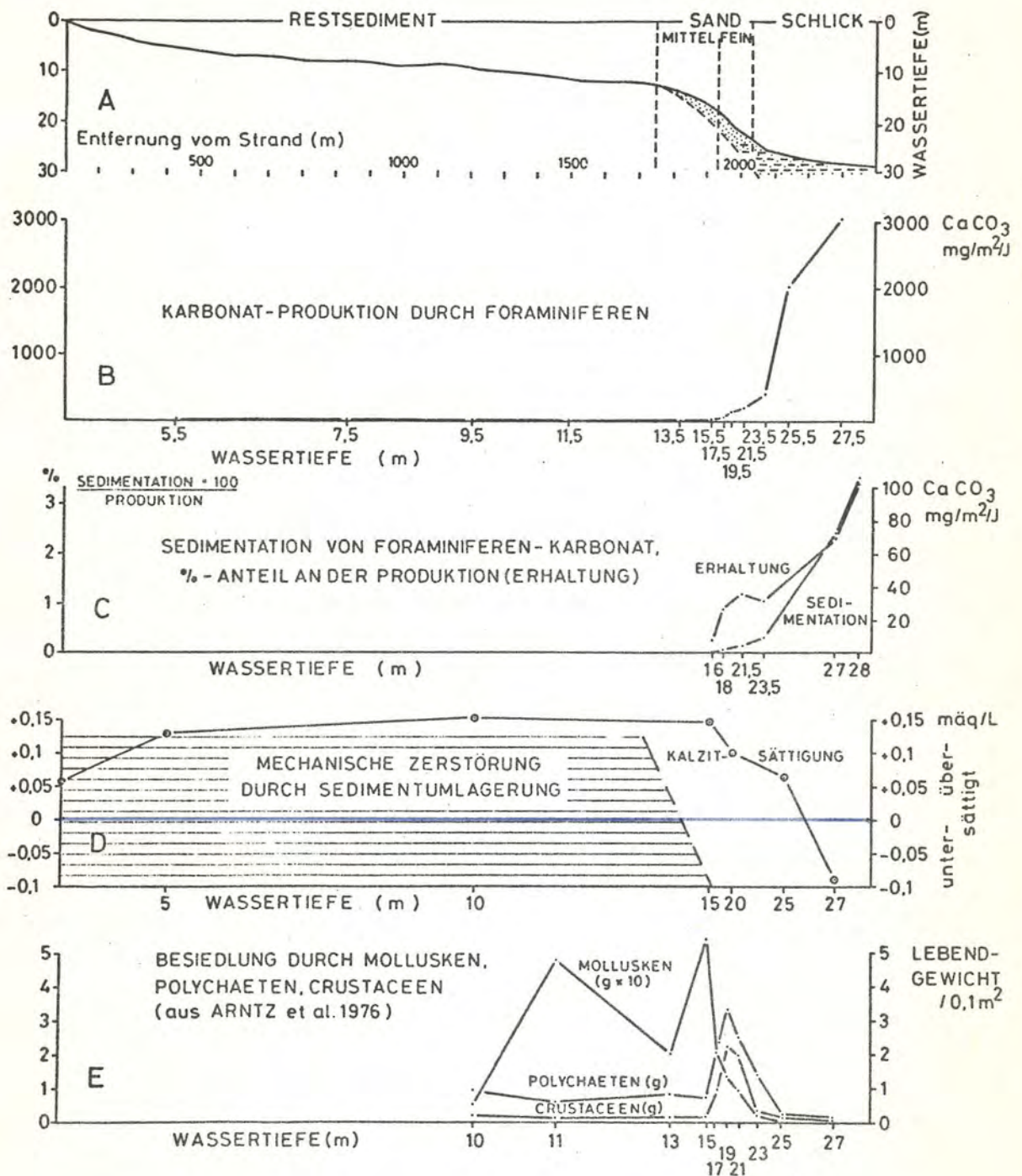


Abb. 12: Topographie und Sedimente (A), Karbonatproduktion (B) durch Foraminiferen, Sedimentation von Foraminiferen-Gehäusen und Verhältnis zwischen Produktion und Sedimentation (C), Kalzit-Sättigungszustand des Wassers (D) und Mollusken-, Polychaeten und Crustaceen-Besiedlung (E) für ein Profil durch den "Hausgarten".



## 10. ZUSAMMENSTELLUNG DER ERGEBNISSE

1. Für die wichtigsten in der westlichen Ostsee vorkommenden Arten wurde der genaue Siedlungs-ort festgestellt (Sedimentoberfläche, Sediment oder Algen: Abb. 6).
2. Reproduktionen werden nicht von einem, sondern von einer Gruppe von Umweltfaktoren gesteuert. Dabei scheinen die abiotischen Parameter die wichtigere Rolle zu spielen. Die Mitwirkung symbiontischer Algen oder ein erhöhtes Nahrungsangebot können jedoch ebenfalls für das Einsetzen einer Reproduktion notwendige Voraussetzungen sein (Abb. 6).
3. Die Wachstumsdauer der Foraminiferen beträgt 3 bis 5 Monate.
4. Die Karbonatproduktion durch Foraminiferen beträgt zwischen 0,01 und 0,04 g  $\text{CaCO}_3/\text{m}^2/\text{J}$  im Restsedimentgebiet und bis zu 3,12 g  $\text{CaCO}_3/\text{m}^2/\text{J}$  im Rinnentiefsten. Durch die an Algen lebenden Arten werden nur bis zu 0,003 g  $\text{CaCO}_3/\text{m}^2/\text{J}$  produziert (Tab. 9, Abb. 9).
5. Die Produktionswerte betragen nur 1 bis 3% der von Großforaminiferen in tropischen Breiten produzierten Karbonate. In der Adria wurden dagegen ähnliche Werte ermittelt.
6. Von den produzierten Foraminiferen-Karbonaten bleiben nur 0 - 3% erhalten (Tab. 11). Im Restsedimentgebiet wird die gesamte Produktion wieder vernichtet und höchste Erhaltung wurde im Beckentiefsten ermittelt. Dort wird nicht nur mehr produziert, sondern es bleibt auch mehr erhalten.
7. Im flacheren Bereich des Untersuchungsgebietes werden die Gehäuse durch ständige Sedimentumlagerung, im tieferen durch Auflösung und Fraß vernichtet.
8. Die Wassersäule ist gegenüber Karbonatmineralen einige Monate im Jahr untersättigt, während das Porenwasser ab 1 cm Sedimenttiefe übersättigt ist. Die Auflösung der Karbonatschalen findet danach an der Sedimentoberfläche oder in den obersten Sediment-Millimetern statt.
9. Der Gehalt der Sedimente an kalkschaligen Foraminiferen wird durch folgende Faktoren reguliert:
  - a) Intensität der Wasserbewegung,
  - b) Sauerstoffgehalt des Bodenwassers (reguliert Makrobenthos- und Bakterien-Besiedlung),
  - c) Sedimentationsrate,
  - d) Korngrößenverhältnisse.

Dabei kommt der Tätigkeit der Bodenwühler (Makrobenthos) weit größere Bedeutung zu, als bisher angenommen wurde. Diese Tiere transportieren einen Teil der Foraminiferen-Gehäuse aus den auflösungsgefährdeten Oberflächen-Sedimenten in tiefere Sedimentschichten, wo sie erhalten bleiben können.

Andererseits können höhere Siedlungsdichten von Substrat- und Foraminiferen-fressenden Makroorganismen im Extremfall zur völligen Zerstörung der Gehäuse führen.

## 11. LITERATURVERZEICHNIS

- AKPATI, B.N., 1975: Foraminiferal distribution and environmental variables in eastern long island sound.-  
Journ. of For. Res., V. 5 No. 2: 127-144, New York.
- ARNTZ, W.E., BRUNSWIG, D. und SARNTHEIN, M., 1976: Zonierung von Mollusken und Schill im Rinnensystem der Kieler Bucht.-  
Manuskript in Vorb.
- ATKINSON, K., 1969: The association of living foraminifera with algae from the littoral zone, south Cardigan Bay, Wales.-  
J. nat. Hist., 3: 517-42.
- BARTLETT, G.A., 1964 M.S.a.: Benthonic foraminiferal ecology in St. Margarets Bay and Mahone Bay, south-east Nova Scotia.-  
Bedford Inst. Oceanogr., Rept. B.I.O.: 64-8, unpublished M.S.
- BARTLETT, G.A., 1965 M.S.b.: Preliminary investigation of benthic foraminiferal ecology in Tracadie Bay, Prince Edward Island.-  
Bedford Inst. Oceanogr., Rept. B.I.O.: 65-3, unpublished M.S.
- BARTLETT, G.A., 1966 M.S.: Distribution and abundance of Foraminifera and Thecamoebina in Miramichi River and Bay.-  
Bedford Inst. Oceanogr., Rept. B.I.O.: 66-2, unpublished M.S.
- BATHURST, R.G.C., 1971: Carbonate sediments and their diagenesis.-  
Elsevier Publishing Comp., Developments in Sedimentology, 12: 1-620, London.
- BERGER, W.H. und SOUTAR, A., 1970: Preservation of plankton shells in an anaerobic Basin off California.-  
Geol. Soc. of Am. Bull., 81: 275-282.
- V. BODUNGEN, B., 1975: Der Jahresgang der Nährsalze und der Primärproduktion des Planktons in der Kieler Bucht unter Berücksichtigung der Hydrographie.-  
Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität Kiel: 1-116, Kiel.
- BOLTOVSKOY, E., 1964: Seasonal occurrences of some living Foraminifera in Puerto Deseado.-  
J. Cons. perm. int. Explor. Mer, 39: 136-45, Patagonia, Argentina.
- BOLTOVSKOY, E., 1965: Twilight of foraminiferology.-  
J. Paleont., 39 (3): 383-390, Menasha/Wisc.
- BOLTOVSKOY, E., 1966: Depth at which Foraminifera can survive in sediments.-  
Contr. Cushman Fdn. foramin. Res., 17: 43-5.
- BOLTOVSKOY, E., 1971: Relationship between benthonic foraminiferal fauna and the substrate in the littoral zone.-  
J. mar. Geol., 7 (1): 26-30.
- BOLTOVSKOY, E. und LENA, H., 1969: Seasonal occurrences, standing crop and production in benthic foraminifera of Puerto Deseado.-  
Contr. Cushman Fdn. foramin. Res., 20: 87-95.
- BRADSHAW, J.S., 1955: Preliminary laboratory experiments on ecology of foraminiferal populations.-  
Micropaleontology, 1: 351-8.
- BRADSHAW, J.S., 1957: Laboratory studies on the rate of growth of the foraminifer "*Streblus beccarii* (Linné) var. *tepida* (Cushman)".-  
J. Paleont., 31: 1138-47.



- BRADSHAW, J.S., 1961: Laboratory experiments on the ecology of Foraminifera.-  
Cushman Fdn. foramin. Res. Contr. Vol. 12: 87-106.
- BRADSHAW, J.S., 1968: Environmental parameters and marsch Foraminifera.-  
Limnol. Oceanogr., 13: 26-38.
- BRODNIEWICZ, I., 1965: Recent and some holocene Foraminifera of the Southern Baltic Sea.-  
Acta Palaeontologica Polonica, Vol. X, No. 2: 131-248, Warszawa.
- V. BRÜCKEL, K., 1975: Der Energiefluß im pelagischen Ökosystem vor Boknis Eck (westl. Ostsee).-  
Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität Kiel: 1-96, Kiel.
- BROOKS, A.L., 1967: Standing crop, vertical distribution and morphometrics of *Ammonia beccarii*  
(Linné).-  
Limnol. Oceanogr., 12: 667-684.
- BUCHANAN, J.B. und HEDLEY, R.H., 1960: A contribution to the biology of *Astrorhiza limicola*  
(Foraminifera).-  
J. mar. biol. Ass. U.K., 39: 549-60.
- BUZAS, M.A., 1965: The distribution and abundance of Foraminifera in Long Island Sound.-  
Smithson. misc. Collns, 149: 1-89.
- BUZAS, M.A., 1969: Foraminiferal species densities and environmental variables in an estuary.-  
Limnol. Oceanogr., 14: 411-22.
- BUZAS, M.A., 1974: Vertical distribution of ammobaculites in the Rhode River, Maryland.-  
Journ. of For. Res., V. 4, No. 3: 144-147.
- CHAVE, K.E. und SCHMALZ, R.F., 1966: Carbonate-seawater interactions.-  
Geochimica et Cosmochimica Acta, Vol. 30: 1037-1048.
- CHAVE, K.E. und SUESS, E., 1970: Calcium carbonate saturation in seawater: Effects of dissolved  
organic matter.-  
Limnol. Oceanogr., 15, No. 4: 633-637.
- CHAVE, K.E., SMITH, S.V. und ROY, K.J., 1972: Carbonate Production by Coral Reefs.-  
Marine Geology, 12: 123-140.
- CLOSS, D., 1963: Foraminiferos e Tecamebas da Lagoa dos Patos (R.G.S.).-  
Boim Esc. Geol. Univ. Pôrto Alegre, 11: 1-130.
- CLOSS, D. und MADEIRA, M.L., 1968: Seasonal variations of brackish Foraminifera in the Patos  
Lagoon, Southern Brazil.-  
Esc. Geol. Porto Allegre Publ. Esp., 15: 1-51.
- CRAIG, E.Y. und OERTEL, G., 1966: Deterministic models of living and fossil populations of  
animals.-  
Q. J. Geol. Soc. London, 122: 315-353, London.
- V. DANIELS, C.H., 1970: Quantitative ökologische Analysen der zeitlichen und räumlichen Ver-  
teilung rezenter Foraminiferen im Limsikikanal bei Rovinj (nördl. Adria).-  
Göttinger Arb. Geol. Paläont., 8: 109 S., Göttingen.
- DOBSON, M. und HAYNES, D., 1973: Association of Foraminifera with hydroids on the deep shelf.-  
Micropaleontology, Vol. 19, No. 1: 78-90.
- DOLD, R., 1976: Bioturbationseffekte und Sedimentspezifität bei Arten des Makrobenthos der  
Kieler Bucht.-  
Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität Kiel.

- ELLISON, R.E., 1966: Contagious distribution of Foraminifera.-  
Geol. Soc. America Prog. Annual Meetings, p. 62.
- ERLENKEUSER, H., SUESS, E. und WILLKOMM, H., 1974: Industrialization affects heavy metal and carbon isotope concentrations in recent Baltic Sea sediments.-  
Geochimica et Cosmochimica Acta, 1974, Vol. 38: 823-842.
- EXON, N., 1972: Sedimentation in the outer Flensburg Fjord Area (Baltic Sea) since the last Glaciation.-  
Meyniana, 22: 5-62, Kiel.
- FLEMMING, B. und WEFER, G., 1973: Tauchbeobachtungen an Wellenrippeln und Abrasionserscheinungen in der Westlichen Ostsee.-  
Meyniana, 23: 9-18, Kiel.
- FORTI, I.R.S. und ROETTGER, E., 1967: Further observations on the seasonal variations of mixohaline Foraminifera from the Patos Lagoon, southern Brazil.-  
Arch. Oceanogr. Limnol., 15: 55-61.
- FRANKEL, L., 1972: Subsurface reproduction in Foraminifera.-  
J. Paleont., 46: 62-65.
- FRITZSCHE, R., 1975: Tauch- und Laborstudien an einem Schillstreifen auf der Rinnenböschung SE Gulstav-Flach (westliche Ostsee).-  
Diplomarbeit an der Christian-Albrechts-Universität Kiel: 1-59, Kiel.
- FÖTTERER, D., 1969: Die Sedimente der nördlichen Adria vor der Küste Istriens.-  
Göttinger Arb. Geol. Paläont., 3: 1-57.
- GEYER, D., 1965: Eingeschwingungen und Erneuerung des Wassers in der Eckernförder Bucht unter besonderer Berücksichtigung der Sturmlage vom 5. - 6. Dez. 1961.-  
Kieler Meeresforschung, 21: 33-54, Kiel.
- GINSBURG, R.N., 1956: Environmental relationships of grain size and constituent particles in some south Florida carbonate sediments.-  
Bull. AAPG, 40, No. 10: 2384-2427.
- GRANT, K., HOARE, T.B., FERRALL, K.W. and STEINKER, D.C., 1973: Some habitats of Foraminifera, Coupon Bight, Florida.-  
Compass, V. 50, No. 4: 11-16.
- GREEN, K.E., 1960: Ecology of some Arctic foraminifera.-  
Micropaleontology, 6, No. 1: 57-78.
- GRONDEL, E., 1975: Qualitative und quantitative Untersuchungen an einem Ökosystem Zostera-Wiese vor Surendorf (Kieler Bucht, westliche Ostsee).-  
Diplomarbeit an der Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- HAAKE, F.-W., 1962: Untersuchungen an der Foraminiferen-Fauna im Wattgebiet zwischen Langeoog und dem Festland.-  
Meyniana, 12: 25-64, Kiel.
- HAAKE, F.-W., 1967: Zum Jahresgang von Populationen einer Foraminiferen-Art in der westlichen Ostsee.-  
Meyniana, 17: 13-27, Kiel.
- HÖLL, K., 1968: Wasser, 4. Aufl. Berlin 1968.-  
Heyer-Versuch (Bestimmung der kalkangreifenden Kohlensäure), S. 99-100.
- HOSKIN, I.R., 1974: A constant-volume sampling device, the Hosbac minisampler.-  
Micropaleontology, 20, No. 1: 110-111.



- INGMANSON, D. und ROSS, A., 1969: Seasonal changes in Foraminifera at Seahorse Key.-  
Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences, Vol. 32 (2): 108-118.
- JARKE, J., 1961: Beobachtungen über Kalkauflösung an Schalen von Mikrofossilien in Sedimenten  
der westlichen Ostsee.-  
Dtsch. Hydrogr. Zeitschr., Band 14 (1): 6-11.
- KAMINSKI, E. und BLACK, H., 1974: Reports Sonderforschungsbereich 95, Wechselwirkung Meer-Meer-  
boden, Nr. 9, Jahresberichte 1974, Kiel: 88-90, Kiel.
- KAPLAN, I.R. und RITTENBERG, S.C., 1963: Basin sedimentation and diagenesis.-  
In: The Sea: 583-619, New York, Interscience Publishers.
- KRIPNER, J., 1965: Zur Foraminiferen-Fauna im Wattenmeer bei Sylt.-  
Diplomarbeit an der Christian-Albrechts-Universität Kiel: 1-27, Kiel.
- LEE, J.J., MÖLLER, W.A., STONE, R.J., McENERY, M.E. und ZUCKER, W., 1969: Standing crop of Forami-  
nifera in sublittoral epiphytic communities of a Long Island salt Marsh.-  
Mar. Biol., 4: 44-61.
- LEES, A., BULLER, A.T. und SCOTT, J., 1969: Marine carbonate sedimentation processes, Conne-  
mara, Ireland.-  
Reading University Geological Reports, No. 2, unpublised M.S.
- LENZ, J., 1974: Untersuchungen zum Nahrungsgefüge im Pelagial der Kieler Bucht. Der Gehalt an  
Phytoplankton, Zooplankton und organischem Detritus in Abhängigkeit von Wasser-  
schichtung, Tiefe und Jahreszeit.-  
Habilitationsschrift der math.-nat. Fakultät an der Christian-Albrechts-Univer-  
sität Kiel.
- LESLIE, R.J., 1965: Ecology and paleoecology of Hudson Bay Foraminifera.-  
Bedford Inst. Oceanogr., Rept. B.I.O.: 65-6, unpublished M.S.
- LEWY, Z., 1975: Early diagenesis of calcareous skeletons in the Baltic Sea, Western Germany.-  
Meyniana, 27: 21-33, Kiel.
- LUTZE, G.F., 1964: Zum Färben rezenter Foraminiferen.-  
Meyniana, 14: 43-47, Kiel.
- LUTZE, G.F., 1965: Zur Foraminiferen-Fauna der Ostsee.-  
Meyniana, 15: 75-142, Kiel.
- LUTZE, G.F., 1968a: Jahresgang der Foraminiferen-Fauna in der Bottsand-Lagune (westliche Ostsee).-  
Meyniana, 18: 13-30, Kiel.
- LUTZE, G.F., 1968b: Siedlungs-Strukturen rezenter Foraminiferen.-  
Meyniana, 18: 31-34, Kiel.
- LUTZE, G.F., 1970: Carbonate production of benthic Foraminifera.-  
unpublished M.S.
- LUTZE, G.F., 1974: Foraminiferen der Kieler Bucht (westliche Ostsee): 1. "Hausgartengebiet" des  
Sonderforschungsbereiches 95 der Universität Kiel.-  
Meyniana, 26: 9-22, Kiel.
- LUTZE, G.F., GRABERT, B. und SEIBOLD, E., 1971: Lebendbeobachtungen an Groß-Foraminiferen (*Hete-  
rostegina*) aus dem Persischen Golf.-  
"Meteor"-Forsch. Ergebnisse, Reihe C/6: 21-40.
- LYNTS, G.W., 1966: Variation of Foraminiferal standing crop over short lateral distances in  
Buttonwood Sound, Florida Bay.-  
Limnol. Oceanogr., 11: 562-6.

- MARSZALEK, D.S., WRIGHT, R.C. und HAY, W.W., 1969: Function of the test in Foraminifera.-  
Trans. Gulf-Cst. Ass. Geol. Socs., 18: 341-52.
- MAGEAU, C.M. und WALKER, D.A., 1975: Alteration of Foraminiferal Tests Due to Ingestion  
by Larger Invertebrates.-  
BENTHONICS' 75 (Abstract).
- MULLER, P.H., 1974: Sediment production and population biology of the benthic Foraminifer  
*Amphistegina madagascariensis*.-  
Limnol. Oceanogr., 19 (5): 802-809.
- MONZER, E.B., 1970: Die Temperaturschichtung in der Eckernförder Bucht während der Früh-  
jahrserwärmung.-  
Kieler Meeresforschung, 26, 1: 43-55.
- MURRAY, J.W., 1967: Production in benthic Foraminiferids.-  
J. nat. Hist., 1: 61-8.
- MURRAY, J.W., 1968: Living Foraminifers of lagoons and estuaries.-  
Micropaleontology, 14, 4: 435-455, New York.
- MURRAY, J.W., 1968: The living Foraminiferida of Christchurch Harbour, England.-  
Micropaleontology, 14, 1: 83-96, New York.
- MURRAY, J.W., 1970: The Foraminifera of the hyposaline Abu Dabi Lagoon, Persian Gulf.-  
Lethaia, 3: 51-68.
- MURRAY, J.W., 1973: Distribution and ecology of living benthic Foraminiferids.-  
Heinemann Educational Books: 274 pp., London.
- MYERS, E.H., 1942: A quantitative study of the productivity of Foraminifera in the sea.-  
Proc. Am. phil. Soc., 85: 325-42.
- MYERS, E.H., 1943: Life activities of Foraminifera in relation to marine ecology.-  
Proc. Am. phil. Soc., 86: 439-58.
- NICHOLS, M.M. und NORTON, W., 1969: Foraminiferal populations in a coastal plain estuary.-  
Palaeogeography, Palaeoclimatol., Palaeoecol., 6: 197-213.
- OLSSON, I. und ERIKSSON, B., 1974: Horizontal distribution of meiofauna within a small  
area, with special reference to Foraminifera.-  
Zoon, 2, (1): 67-84.
- PHLEGER, F.B. und LANKFORD, R.R., 1957: Seasonal occurrences of living benthonic Foraminifera  
in some Texas Bays.-  
Contr. Cushman Fdn. foramin. Res., 8: 93-105.
- PHLEGER, F.B. und SOUTAR, A., 1973: Production of benthic Foraminifera in three east  
Pacific oxygen minima.-  
Micropaleontology, 19, (1): 110-115.
- RAUSCHENPLAT, E., 1901: Ueber die Nahrung von Thieren aus der Kieler Bucht.-  
Inaugural-Dissertation Königl. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel: 1-71, Kiel.
- REIMERS, T., 1974: Reports Sonderforschungsbereich 95, Wechselwirkung Meer-Meeresboden, Nr.9,  
Jahresberichte 1974: 76-77, Kiel.
- RHUMBLER, L., 1935: Rhizopoden der Kieler Bucht, gesammelt durch A. REMANE, I. Teil.-  
Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst., 21: 143-194, Kiel.
- RHUMBLER, L., 1936: Foraminiferen der Kieler Bucht, gesammelt durch A. REMANE, II. Teil.-  
Kieler Meeresforschung, I: 179-242, Kiel.



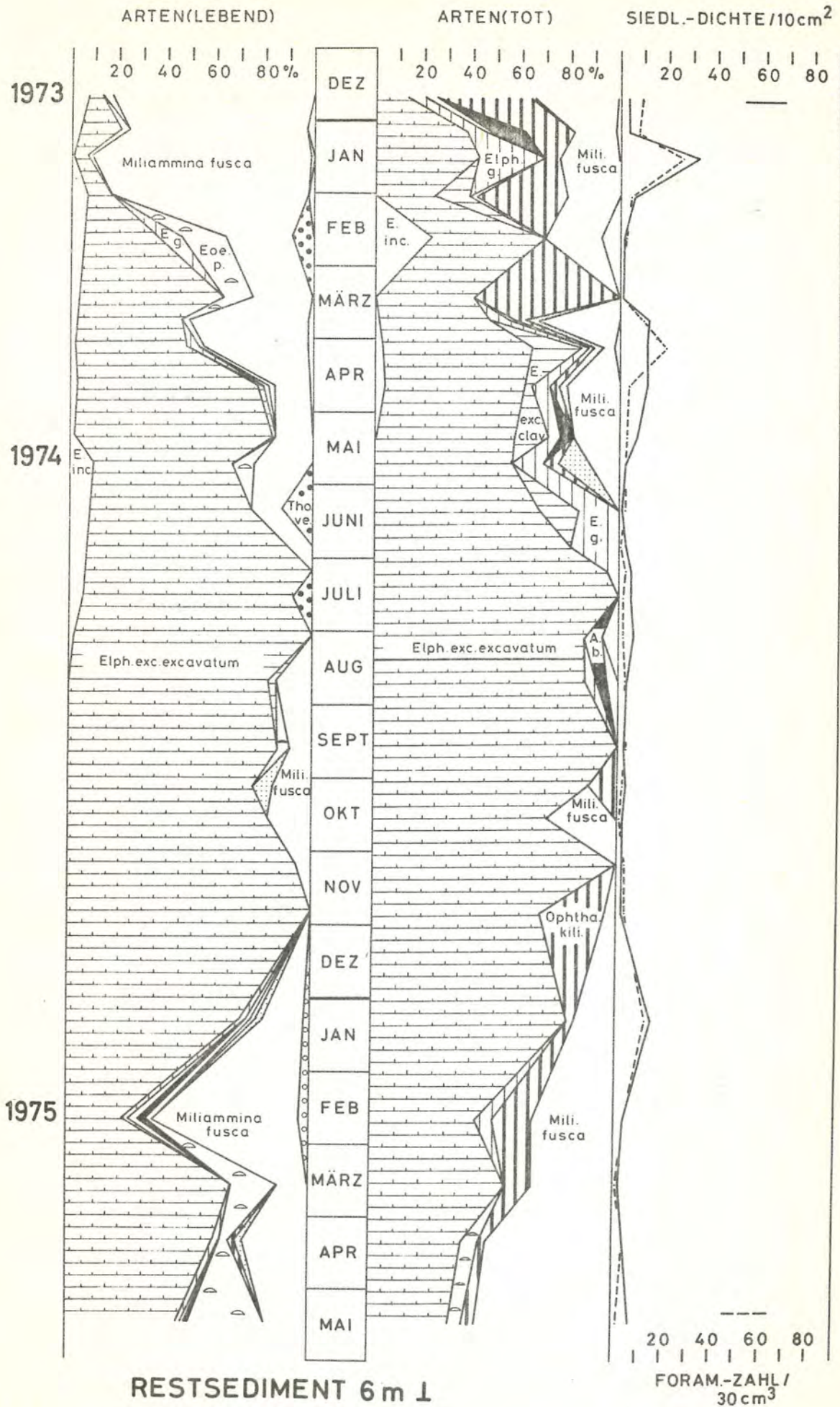
- RHUMBLER, L., 1938: Foraminiferen aus dem Meeressand von Helgoland, gesammelt von A. REMANE (Kiel).-  
Kieler Meeresforsch., 2: 157-222, Kiel.
- RICHTER, G., 1961: Beobachtungen zur Ökologie einiger Foraminiferen des Jade Gebietes.-  
Natur u. Volk, 91, (5): 163-170, Frankfurt a. Main.
- RICHTER, G., 1964a: Zur Ökologie der Foraminiferen. 1. Die Foraminiferen-Gesellschaften des Jadegebietes.-  
Natur u. Museum, 94, (9): 343-353, Frankfurt a. Main.
- RICHTER, G., 1964b: Zur Ökologie der Foraminiferen. II. Lebensraum und Lebensweise von *Nonion depressulum*, *Elphidium excavatum* und *Elphidium selseyense*.-  
Natur und Museum, 94, (11): 421-430, Frankfurt a. Main.
- RICHTER, W. und WEFER, G., 1975: Colonization of artificial isolated substrates by Foraminifera.-  
IVth Baltic Marine Biologists Symposium GDANSK 13.-  
18.10.75 (Abstract).
- ROTTGER, R., 1972: Die Kultur von *Heterostegina depressa* (Foraminifera: *Nummulitidae*).-  
Marine Biology, 15: 150-159.
- ROTTGARDT, D., 1952: Mikropaläontologisch wichtige Bestandteile rezenter brackischer Sedimente an den Küsten Schleswig-Holsteins.-  
Meyniana, 1: 169-228, Kiel.
- RYTHER, J.H., 1969: Photosynthesis and fish production in the sea.-  
Science, 166: 72-76.
- SAMTLEBEN, Ch., 1973: Größenverteilung von Populationen, Totengemeinschaften und Klappenansammlung der Muschel *Mytilus edulis* L..-  
Meyniana, 23: 69-92, Kiel.
- SARNTHEIN, M. und RICHTER, W., 1974: Submarine Experiments on Benthic Colonization of Sediments in the Western Baltic Sea. I. Technical Layout.-  
Marine Biology, 28: 159-164.
- SCHAFFER, C.T., 1967: Factors influencing the numerical accuracy of benthonic Foraminifera-Population counts from bottom sediment samples, Gulf of St. Lawrence.-  
Bedford Inst. Oceanogr., Rept. B.I.O.: 67-1, unpublished M.S.
- SCHAFFER, C.T., 1971: Sampling and spatial distribution of benthonic Foraminifera.-  
Limnol. Oceanogr., 16, No. 6: 944-951.
- SCHMALZ, R.F. und CHAVE, K.E., 1963: Calcium carbonate: factors affecting saturation in ocean waters off Bermuda.-  
Science, 139: 1206-1207.
- SCHWENKE, H., 1969: Meeresbotanische Untersuchungen in der westlichen Ostsee als Beitrag zu einer marinen Vegetationskunde.-  
Int. Revue ges. Hydrobiol., 54, (1): 35-94.
- SHEEHAN und BANNER, 1972: The pseudopodia of *Elphidium incertum*.-  
Revista Espanola de Micropaleontologia, Vol. IV, num. 1: 31-63.
- SMAYDA, T.J., 1969: Some measurements of the sinking rate of fecal pellets.-  
Limnol. Oceanogr., 14: 621-625.
- SMETACEK, V., 1975: Die Sukzession des Phytoplanktons in der westlichen Kieler Bucht.-  
Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität Kiel: 1-151, Kiel.

- SMETACEK, V., V. BODUNGEN, B., V. BRÜCKEL, K. und ZEITZSCHEL, B., 1976: The plankton tower. II. Release of nutrients from sediments due to changes in the density of bottom water.-  
Marine Biology (im Druck).
- STRICKLAND, J.D.H. und PARSONS, T.R., 1968: A practical Handbook of seawater analysis.-  
Fisheries Research Board of Canada, Bull., 167: 282 pp., Ottawa.
- SUESS, E., MÖLLER, P., WEFER, G. und WHITEKAR, M., 1975: in GRASSHOFF, K.: Fahrtbericht, Meteor-Fahrt Nr. 37 "Baltic 75".-  
(im Druck).
- SUESS, E. und WEFER, G., 1974: Reports Sonderforschungsbereich 95, Wechselwirkung Meer-Meeresboden, Nr. 9, Jahresbericht 1974: 35-38, Kiel.
- TAPLEY, S., 1969: Foraminiferal analysis of the Miramichi Estuary.-  
Maritime Sediments, 5: 30-9.
- TODD, R., 1965: A new Rosalina parasitic on a bivalve.-  
Deep-Sea Res., 12: 831-7.
- VOIGT, E. und BROMLEY, R.G., 1974: Foraminifera as commensals around clionid sponge papillae: Cretaceous and Recent.-  
Senckenbergiana marit., 6, (1): 33-45.
- WALKER, D.A., LINTON, A.E. und SCHAFER, C.T., 1974: Sudan Black B: a superior stain to rose bengal for distinguishing living from non-living foraminifera.-  
J. Foramin. Res., 4, (4): 205-215.
- WALTON, W.R., 1952: Techniques for recognition of living Foraminifera.-  
Contr. Cushman Fdn. foraminiferal Res., 3, (2): 56-60, Washinton/D.C.
- WALTON, W.R., 1955: Ecology of living benthonic Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California.-  
J. Paleont., 29: 952-1018.
- WATTENBERG, H., 1949: Entwurf einer natürlichen Einteilung der Ostsee.-  
Kieler Meeresforschungen, 6: 10-17.
- WEFER, G., 1973: Sonderforschungsbereich 95, Wechselwirkung Meer-Meeresboden, Jahresbericht 1973, Kiel.
- WEFER, G. und TAUCHGRUPPE KIEL, 1974: Topographie und Sedimente im "Hausgarten" des Sonderforschungsbereiches 95 der Universität Kiel (Eckernförder Bucht, westl. Ostsee).-  
Meyniana, 26: 3-7, Kiel.
- WEYL, P.K., 1961: The carbonate saturometer.-  
J. Geol., 69: 32-44.
- WINN, K., 1974: Present and postglacial sedimentation in the Great Belt Channel (Western Baltic).-  
Dissertation an der Christian-Albrechts-Universität Kiel: 1-76, Kiel.
- WRIGHT, R., 1968: Miliolidae (Foraminiferos) recientes del estuario del Río Quequén Grande (Provincia de Buenos Aires).-  
Reota Mus. argent. Cienc. nat. Bernardino, Rivadaria, Hidrobiol., 2: 225-56.
- WRIGHT, R.T. und HAY, W.W., 1971: The abundance and distribution of Foraminifers in a back-reef environment, Molasses Reef, Florida.-  
Miami Geol. Soc., Man. 1: 121-174.



## ANHANG

Abb. 13 bis 23	Artenverteilung und Siedlungsdichten auf den Dauerstationen, sowie Größenverteilungen ausgewählter Arten.
24 bis 29	Umwelt-Parameter (Jahresgang von Salzgehalt und Temperatur, der $O_2$ -Sättigung, des Sättigungszustandes gegenüber Karbonatmineralen (Kalzit) und der Sestonkohlenstoff-Gehalte).
30	Jahresgang der 1% Lichttiefe.
31	Jahresgang des Sättigungszustandes gegenüber Kalzit.
Tafel	
Tab. 12 bis 24	Foraminiferen-Daten.
25	Daten zur Berechnung der Foraminiferenkarbonat-Produktion.
26	Daten zur Berechnung der Foraminiferenkarbonat-Sedimentation.

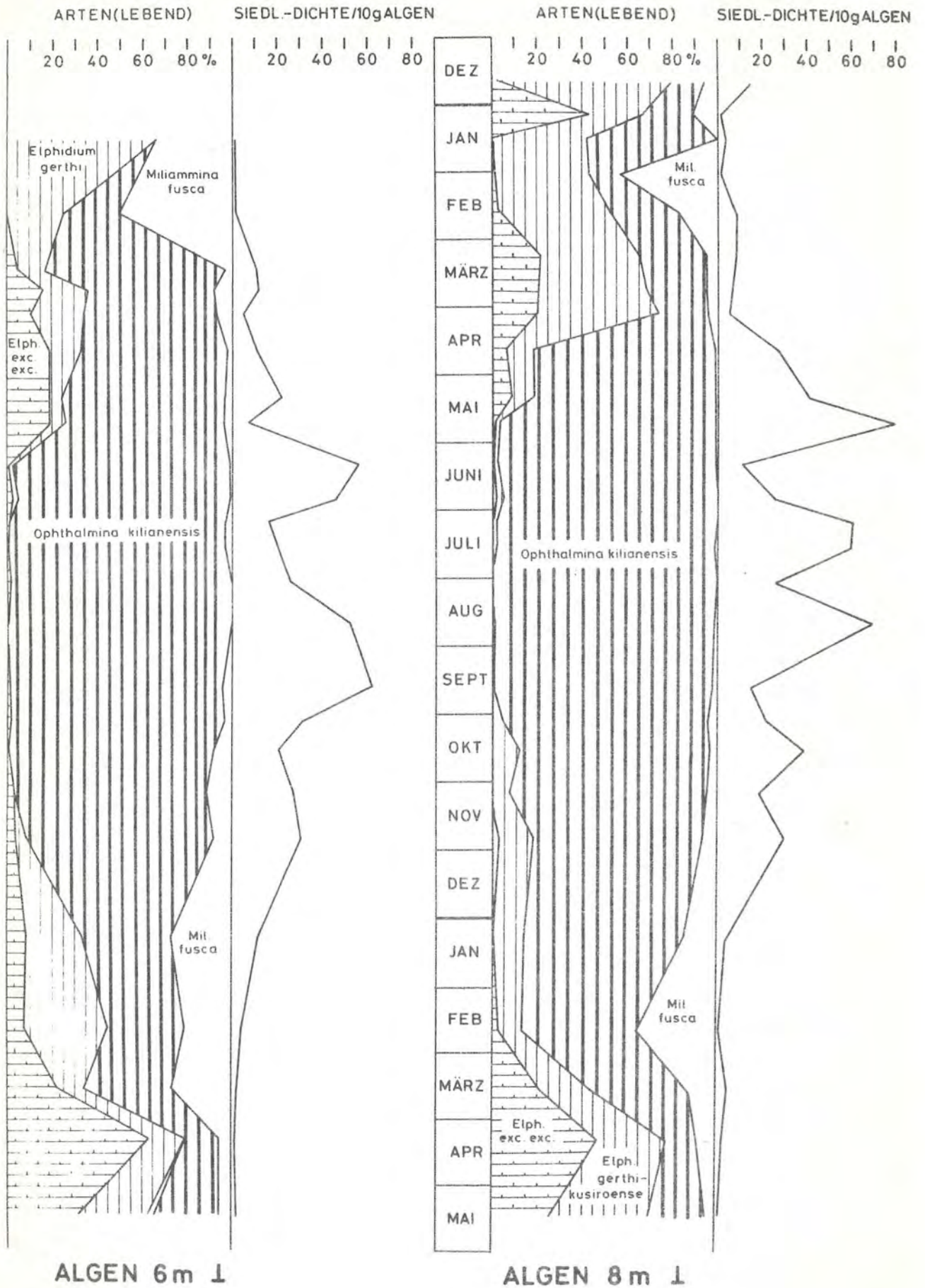


RESTSEDIMENT 6 m I

FORAM.-ZAHL /  
30cm<sup>3</sup>



Abb. 14





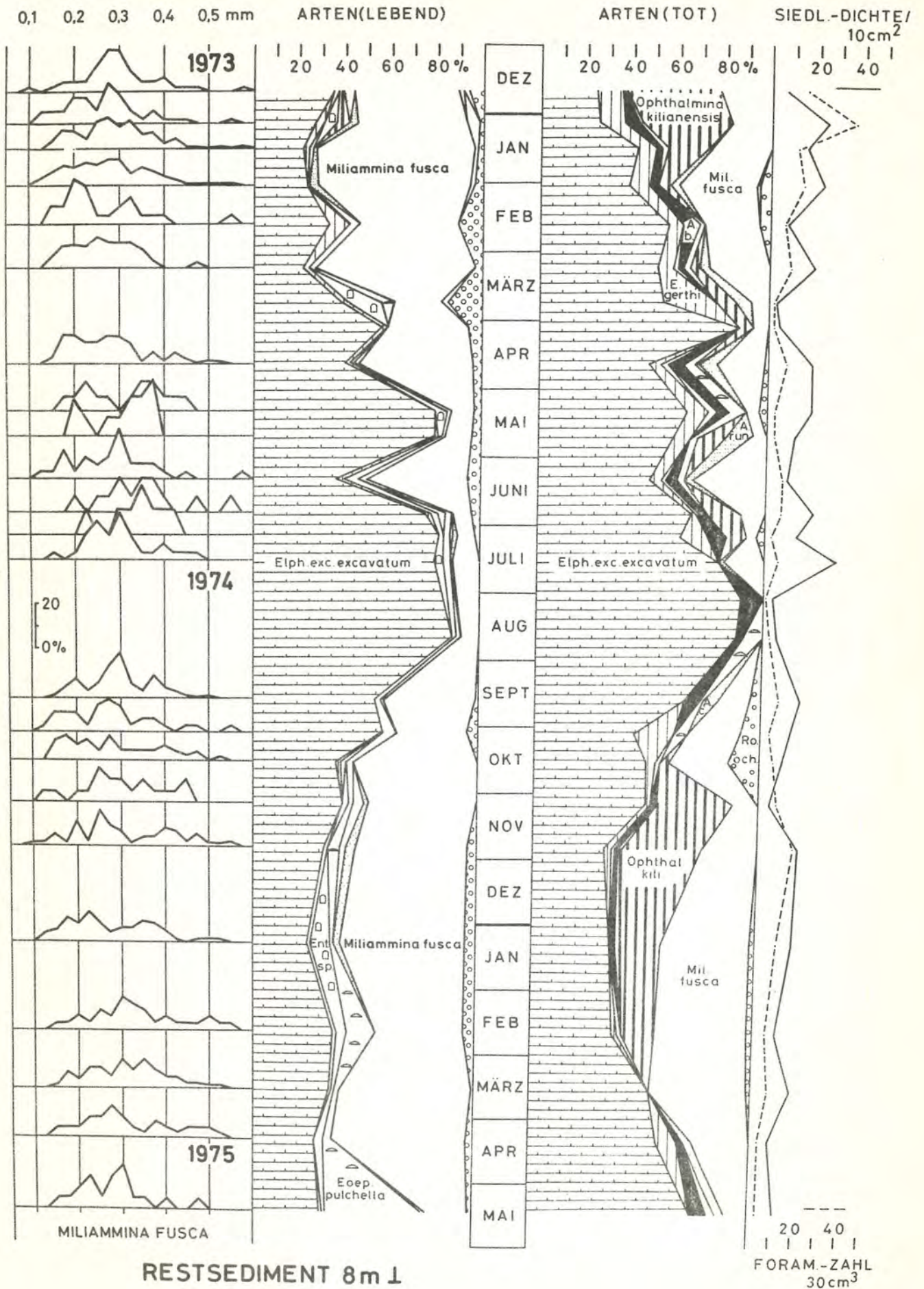
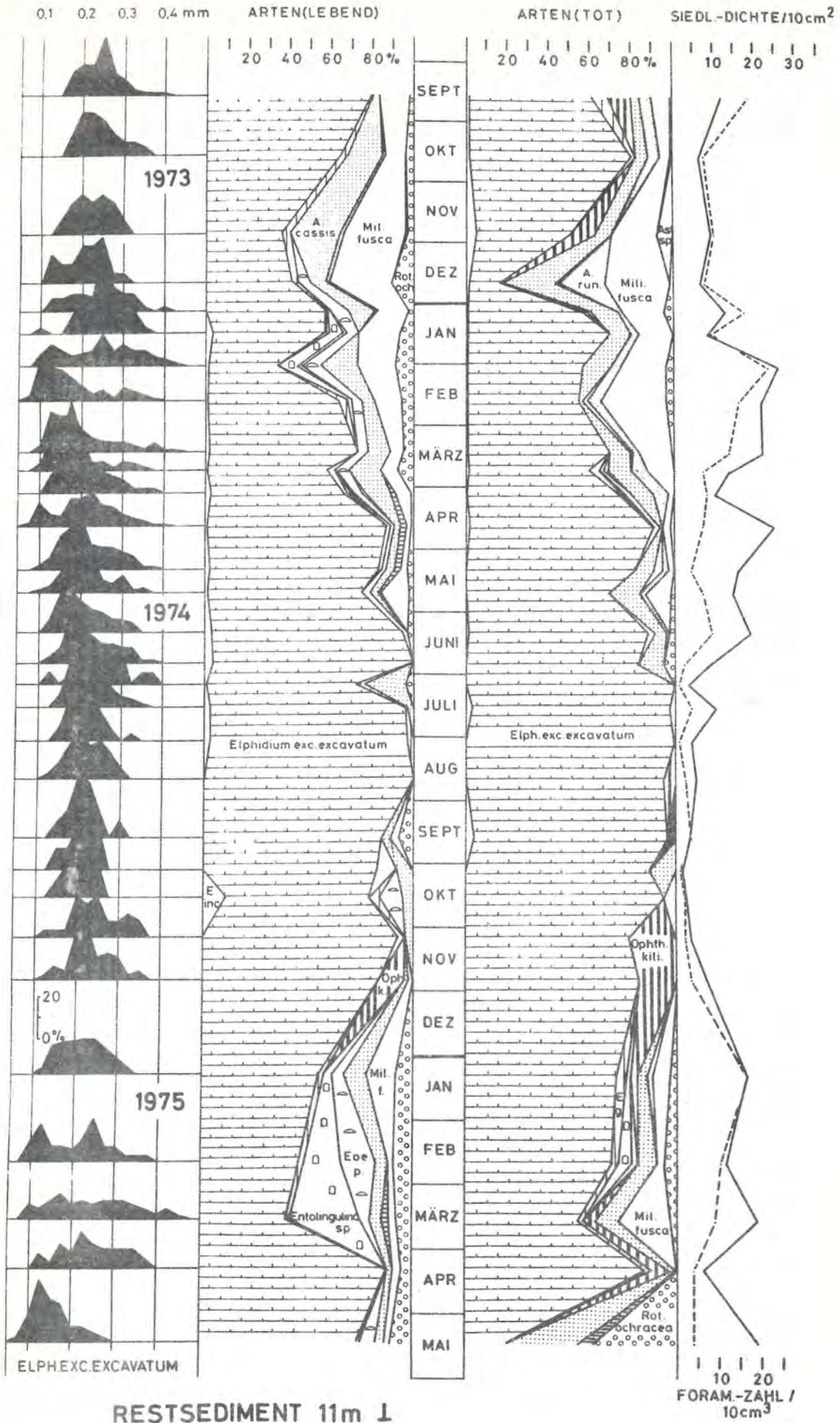
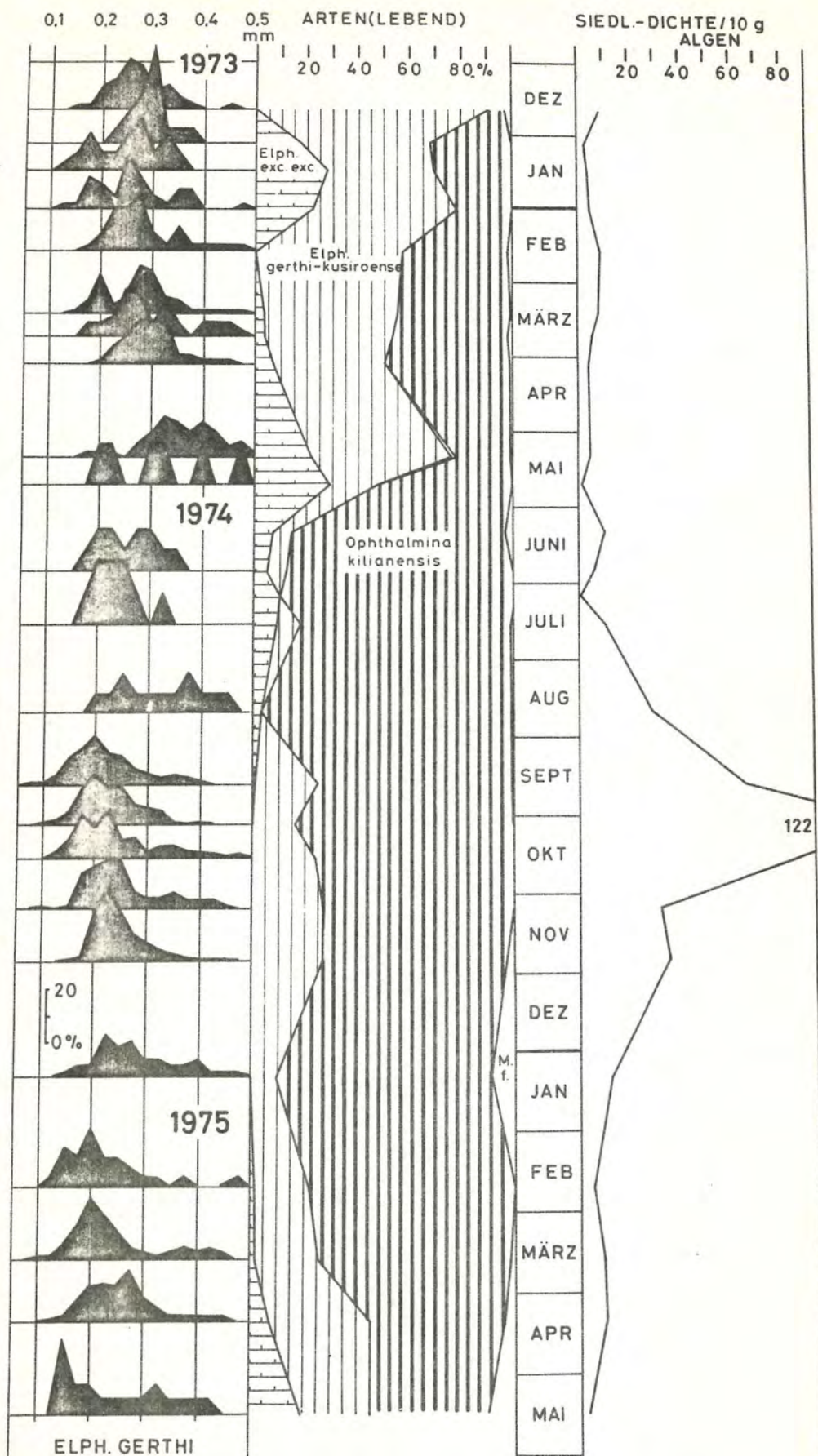




Abb.16

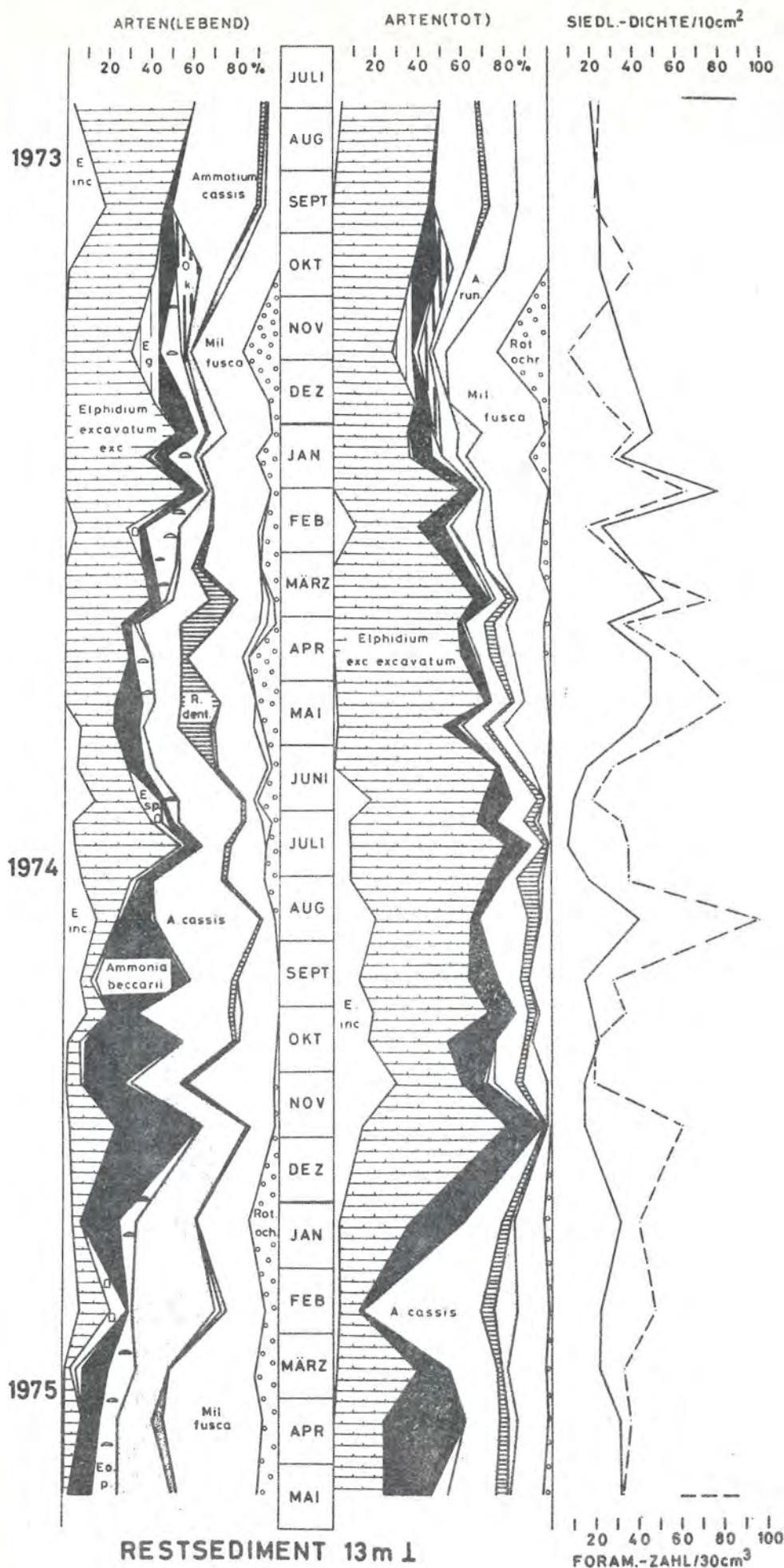


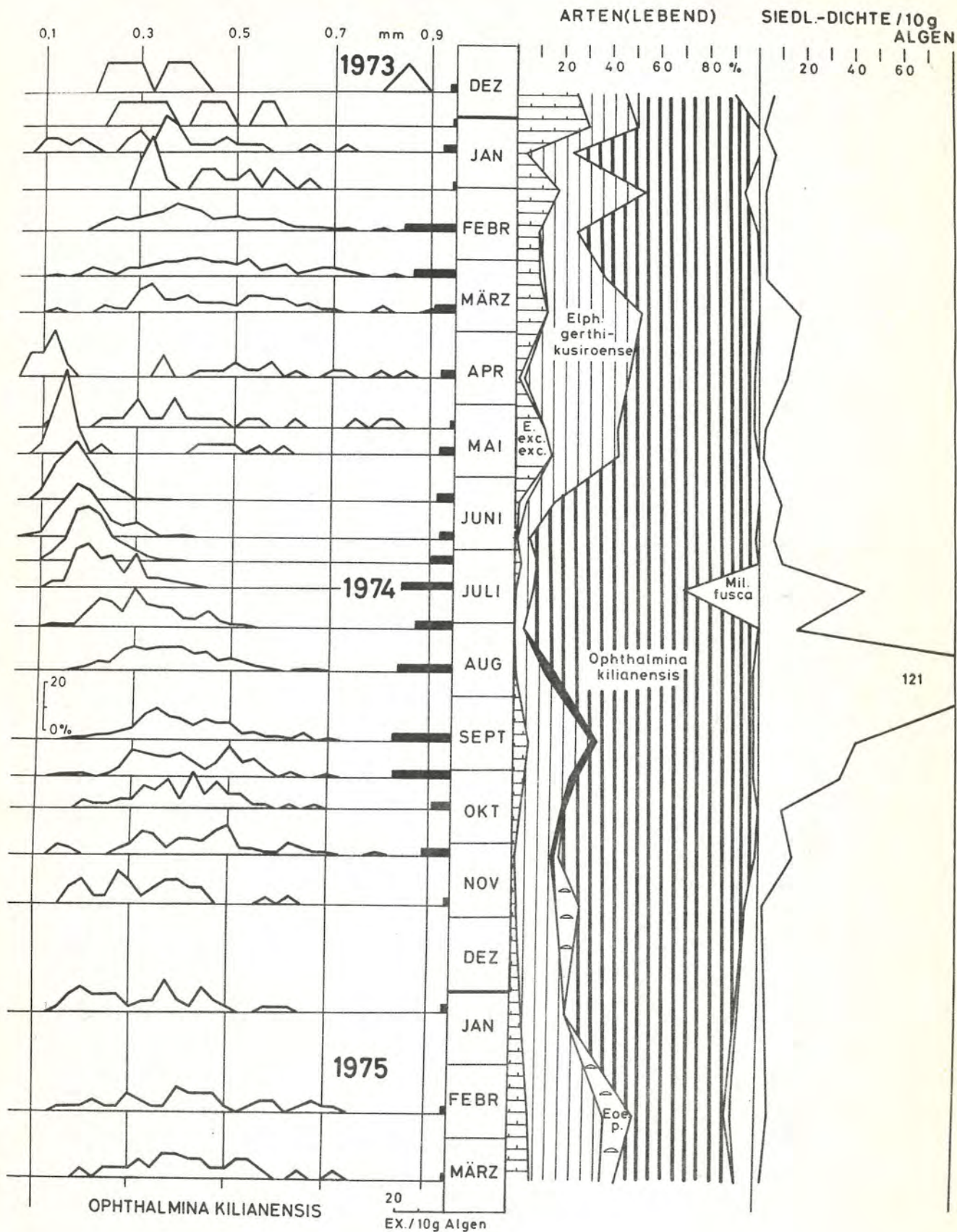


ALGEN 11m I



Abb.18

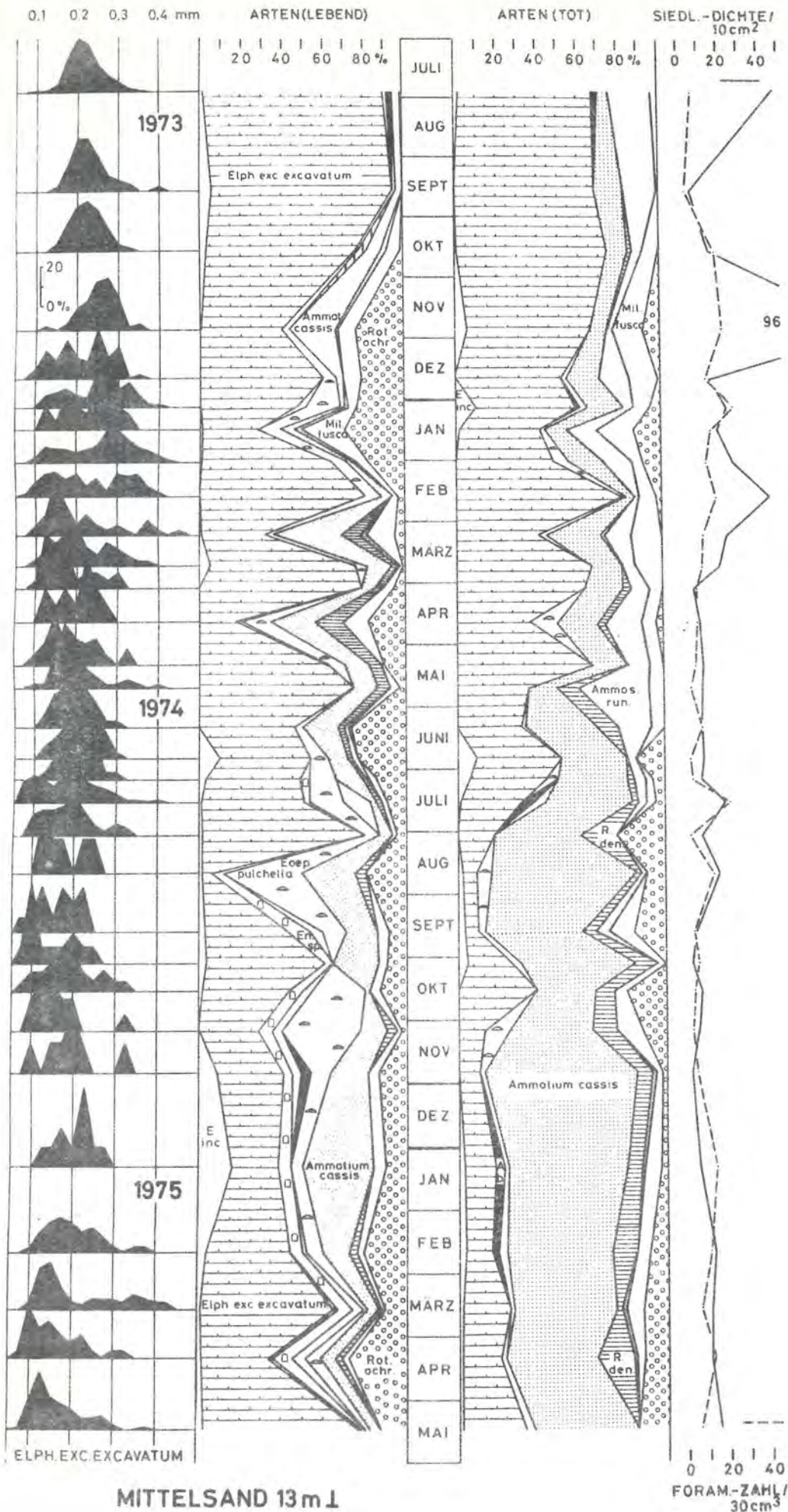




ALGEN 13m I



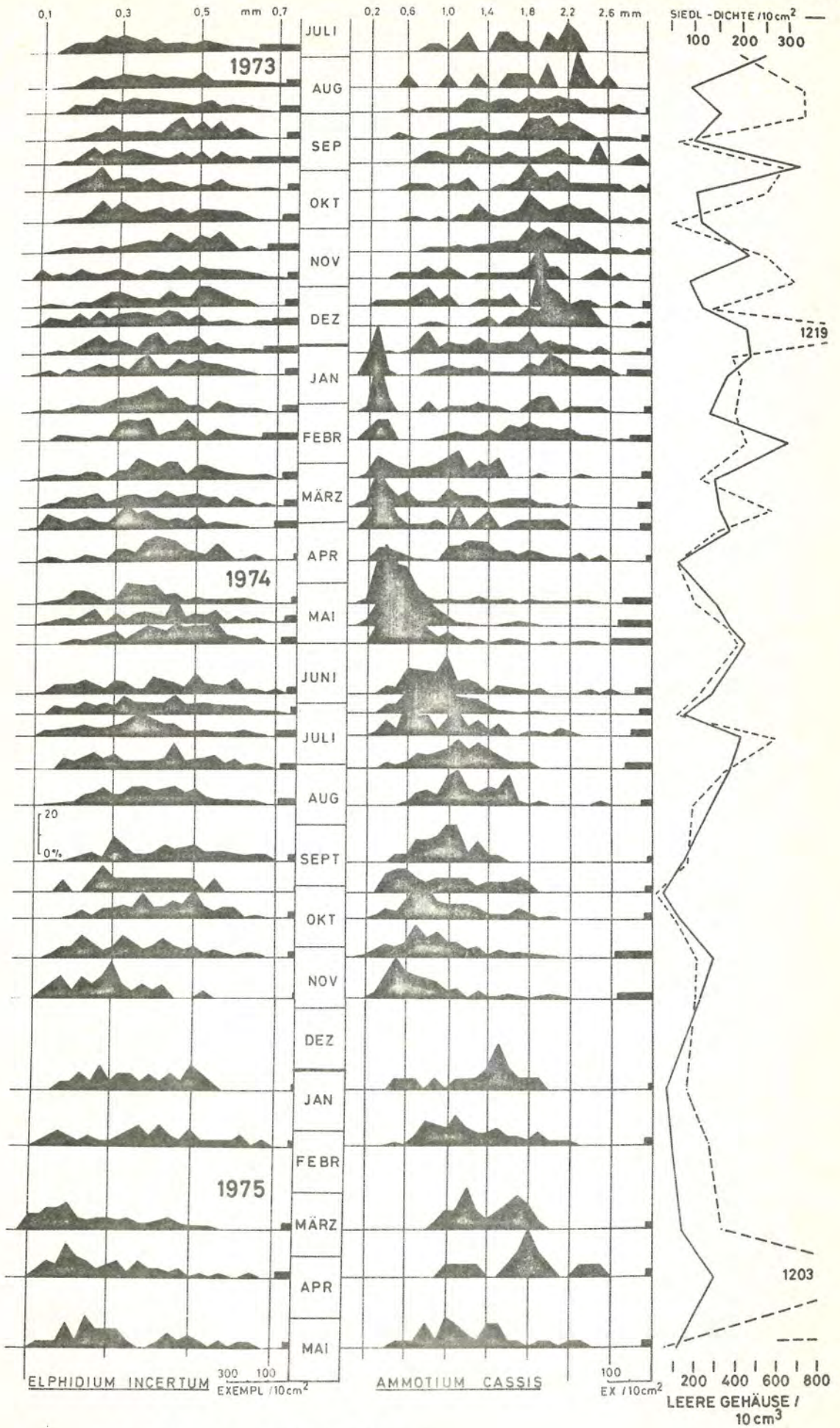
Abb. 20



MITTELSAND 13 m J



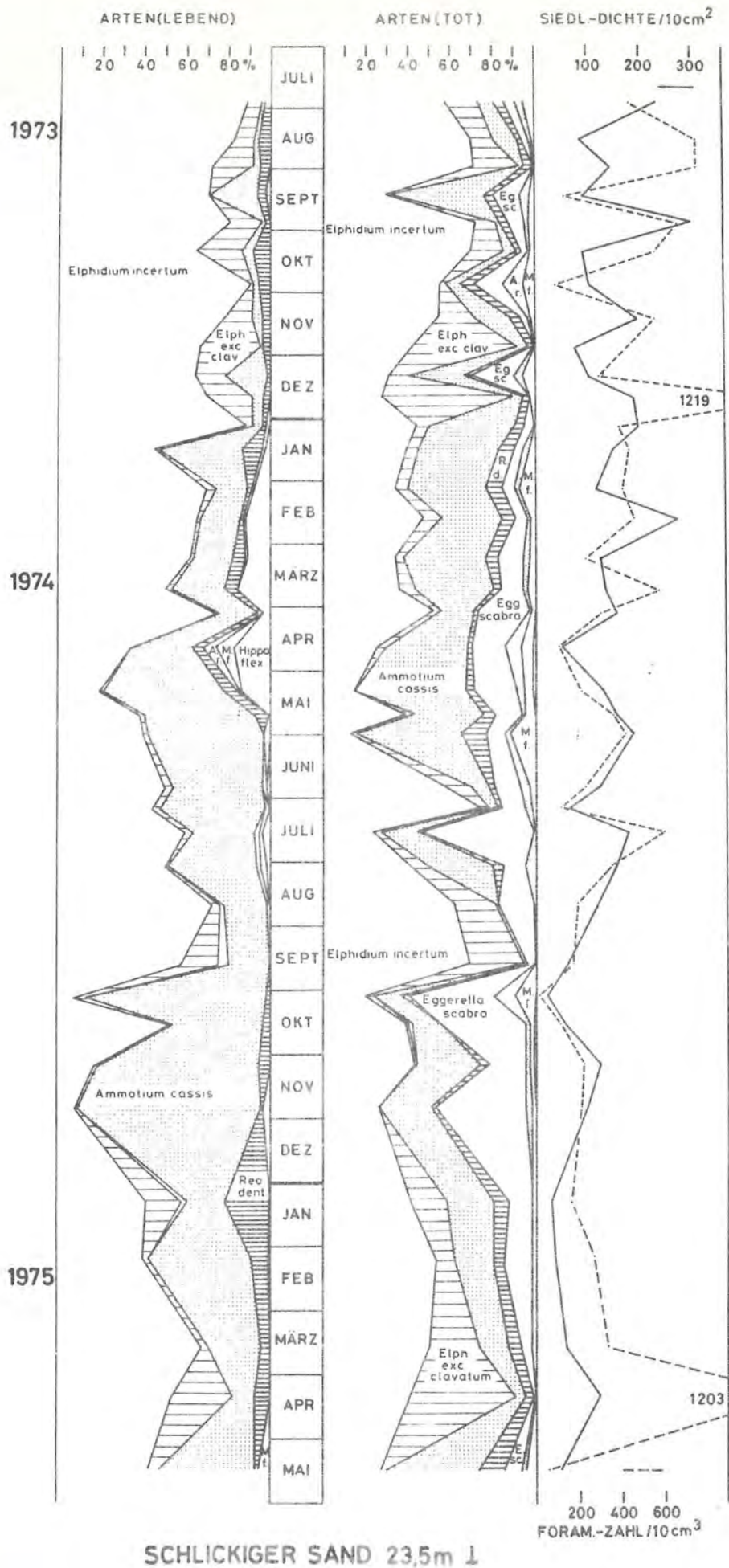
Abb. 21

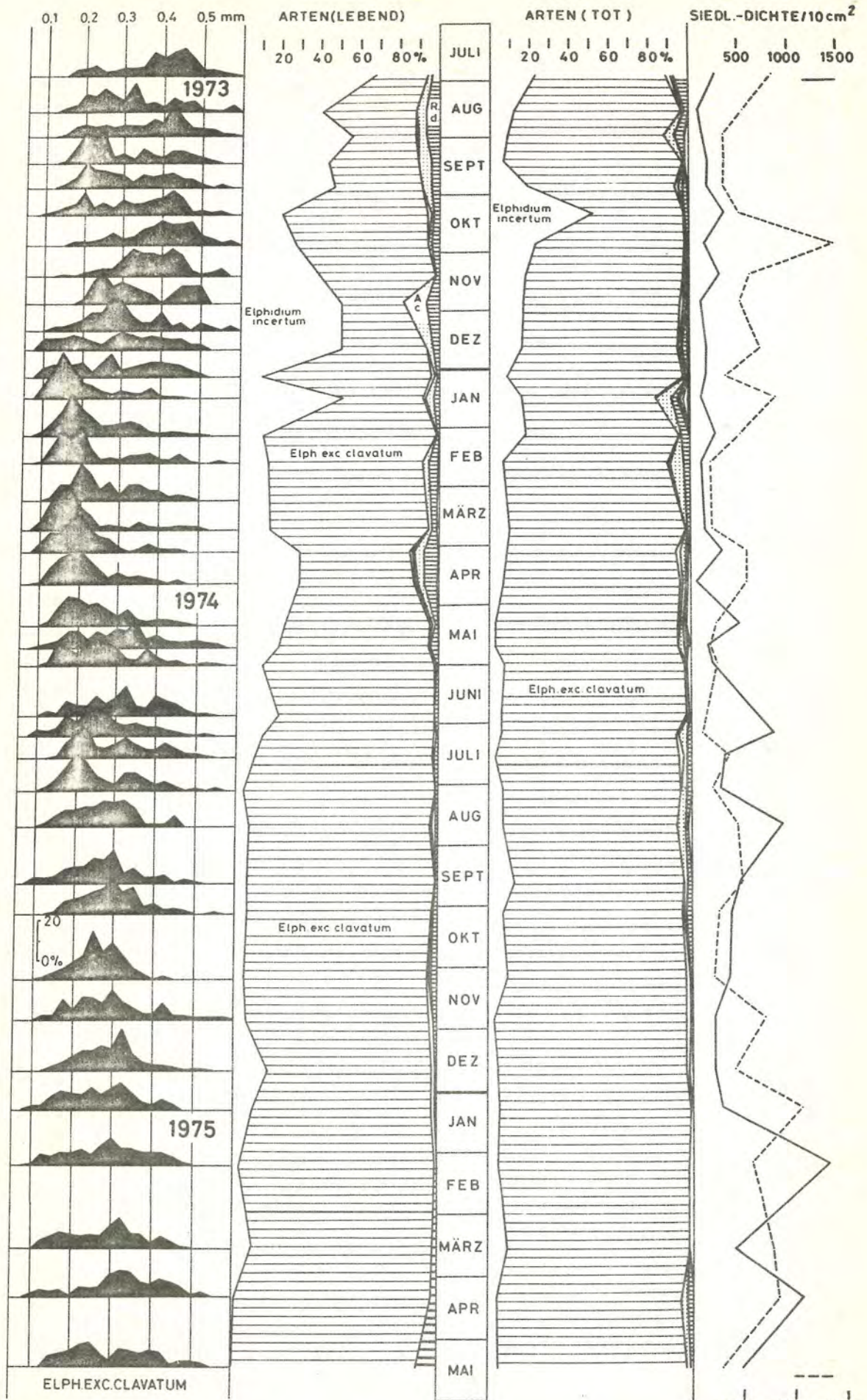


SCHLICKIGER SAND 23,5 m 1



Abb. 22



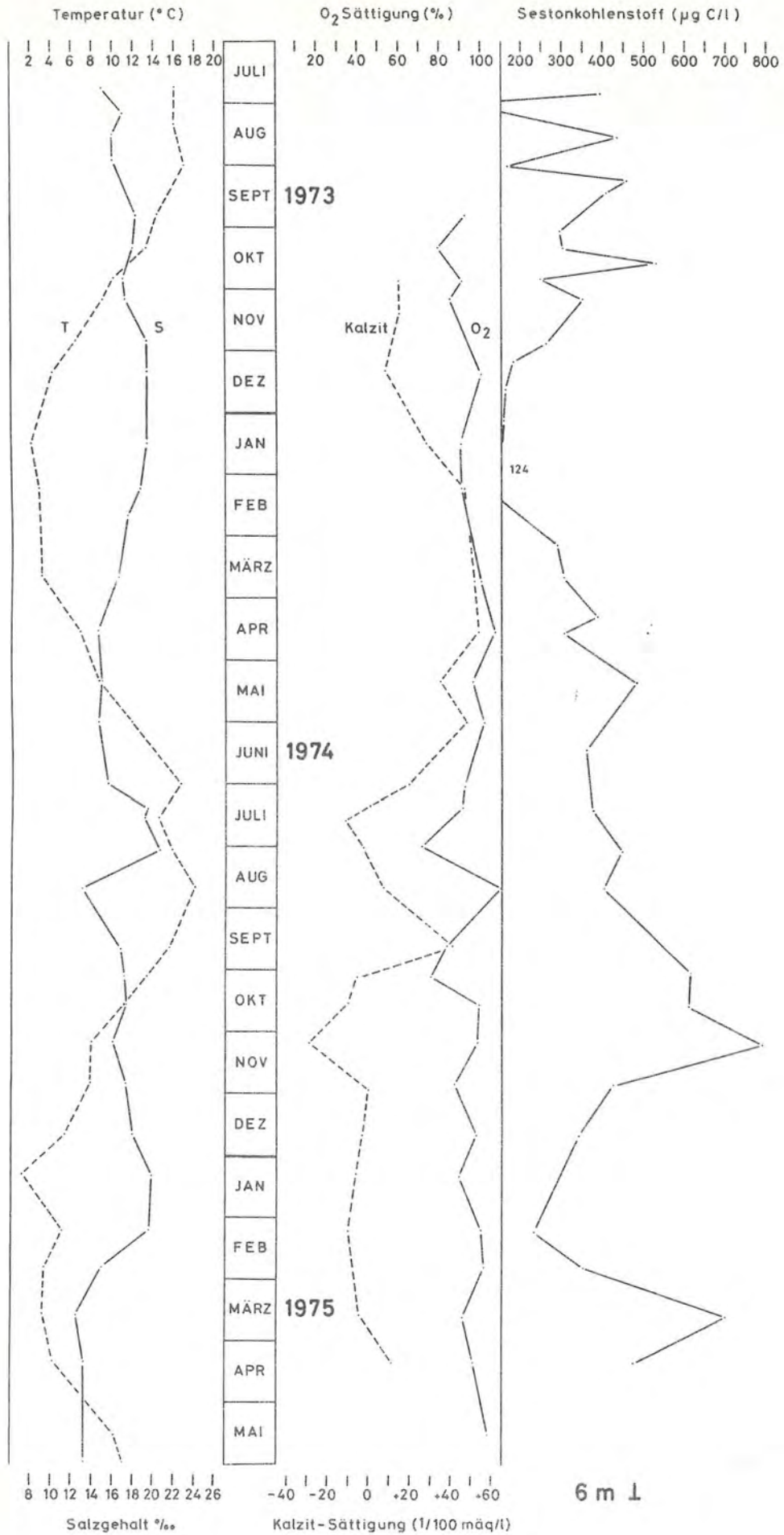


SANDIGER SCHLICK 27 m L

1000 2000 3000  
FORAM.-ZAHL/30 cm³



Abb. 24



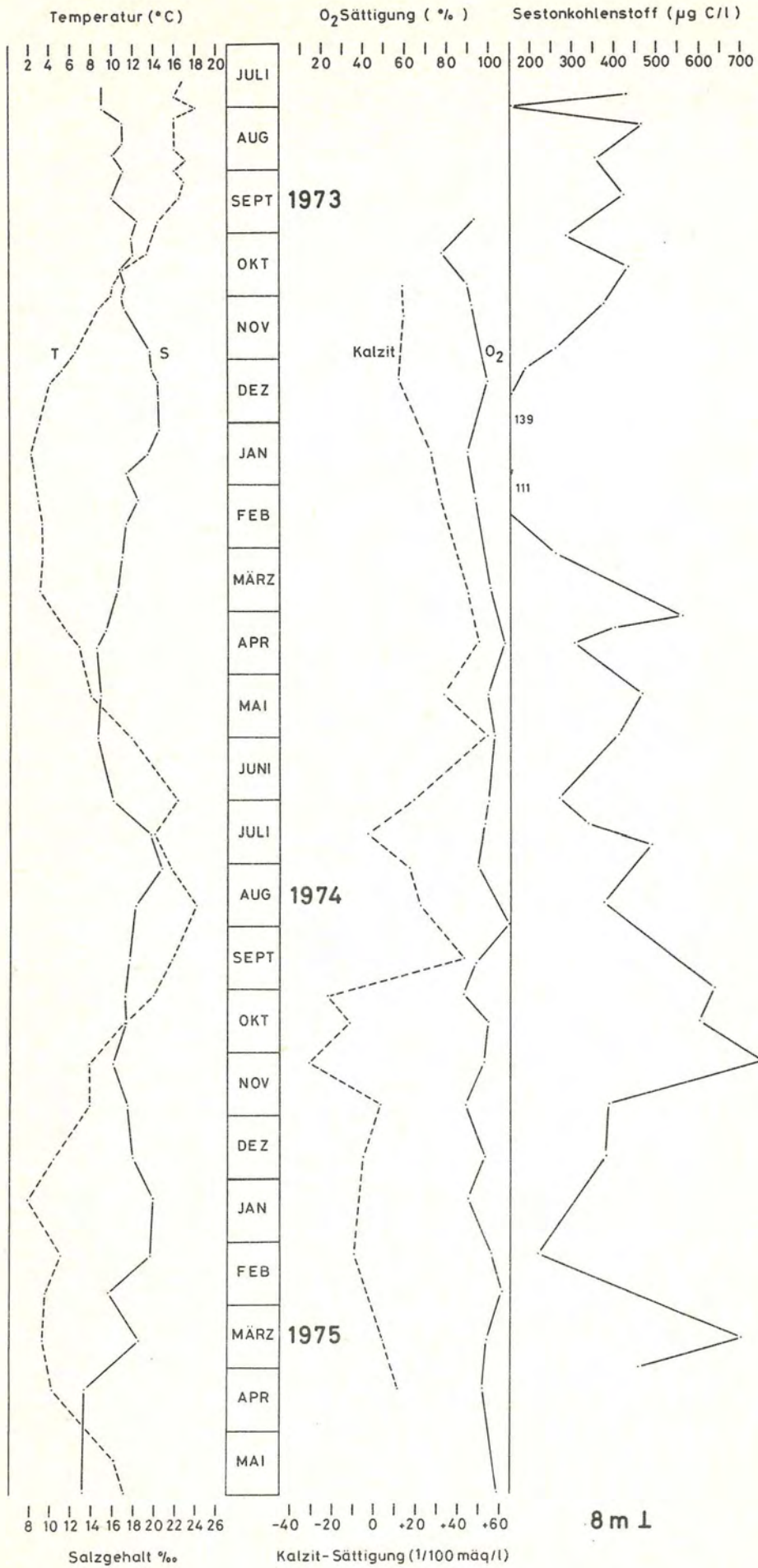
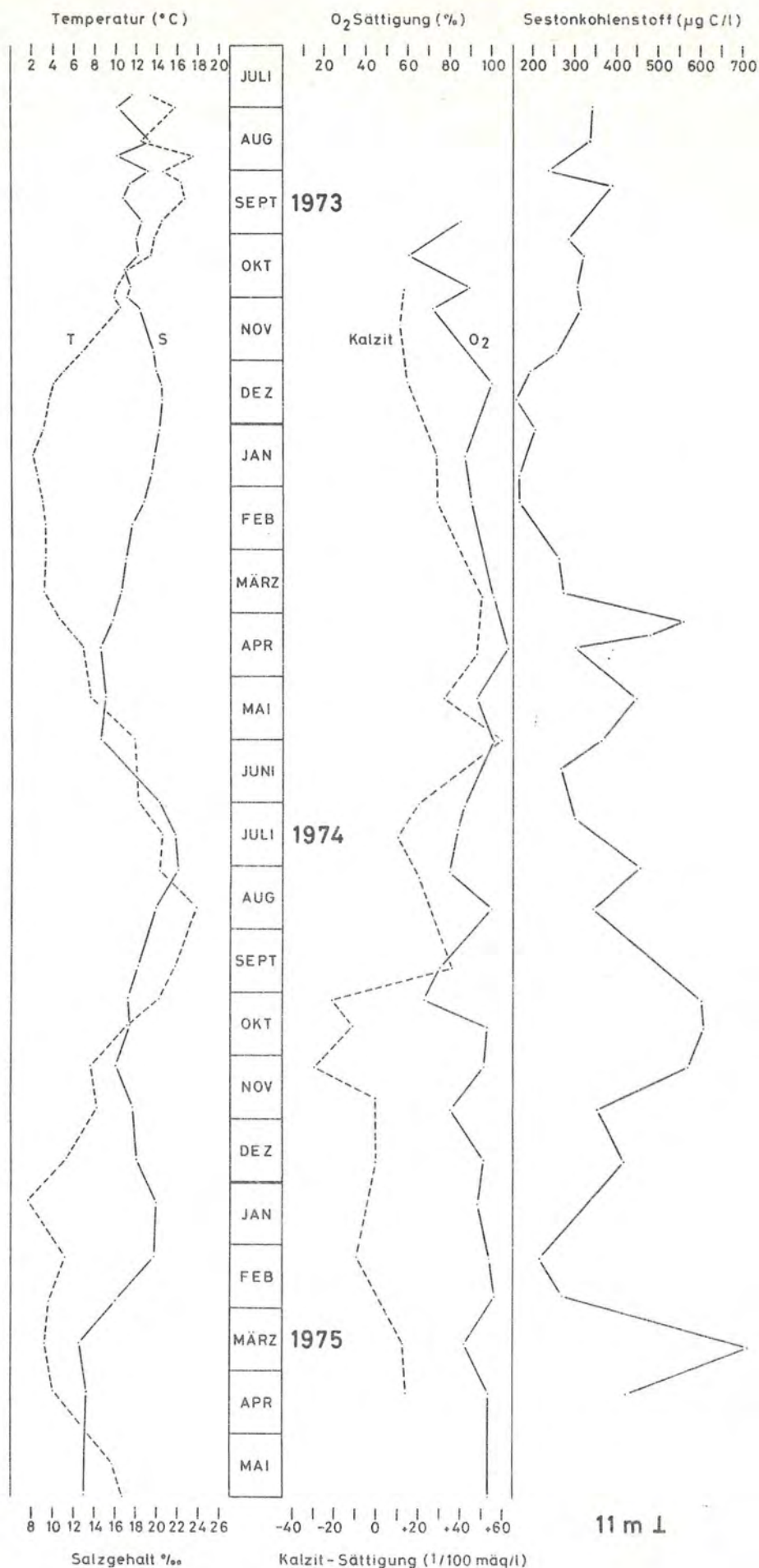




Abb.26



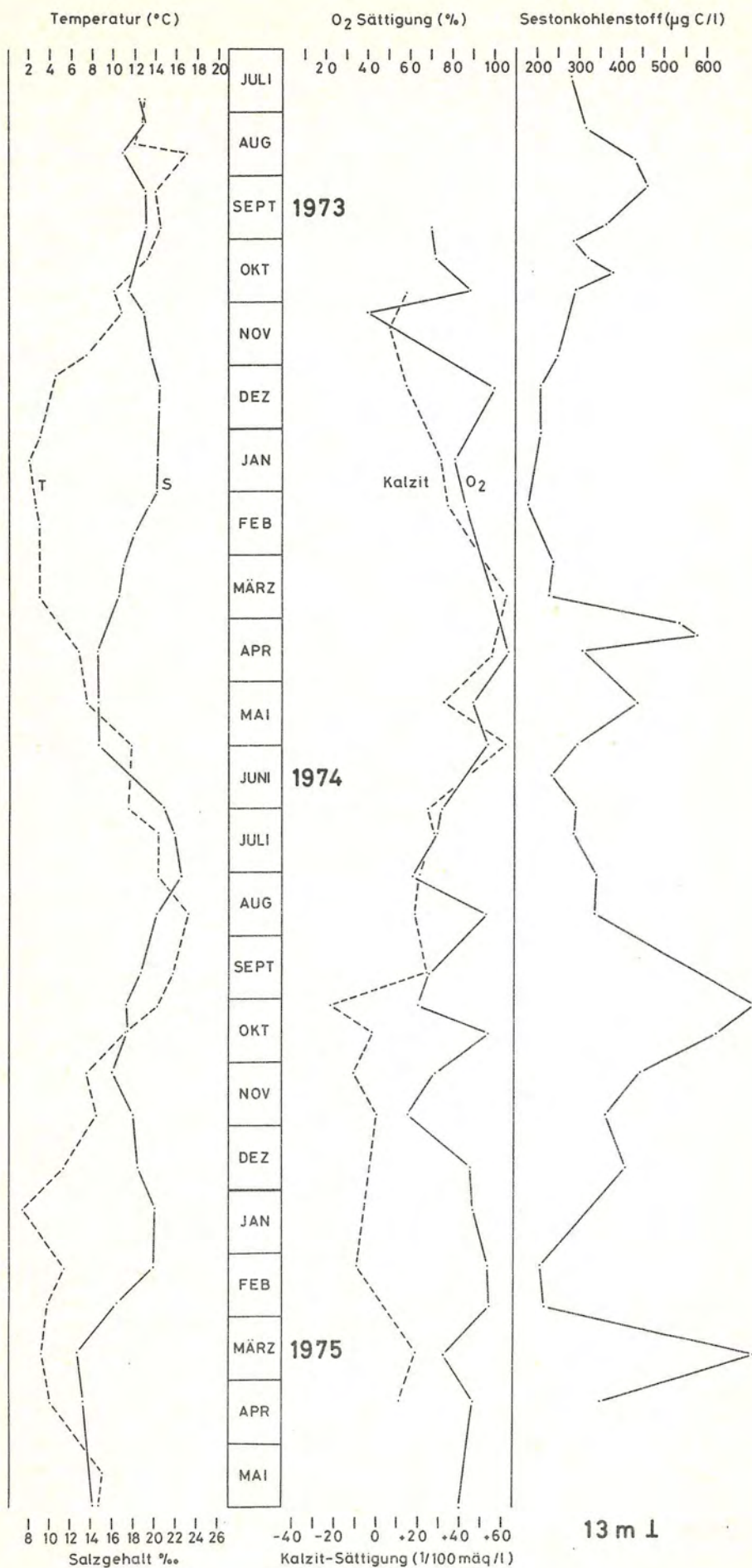
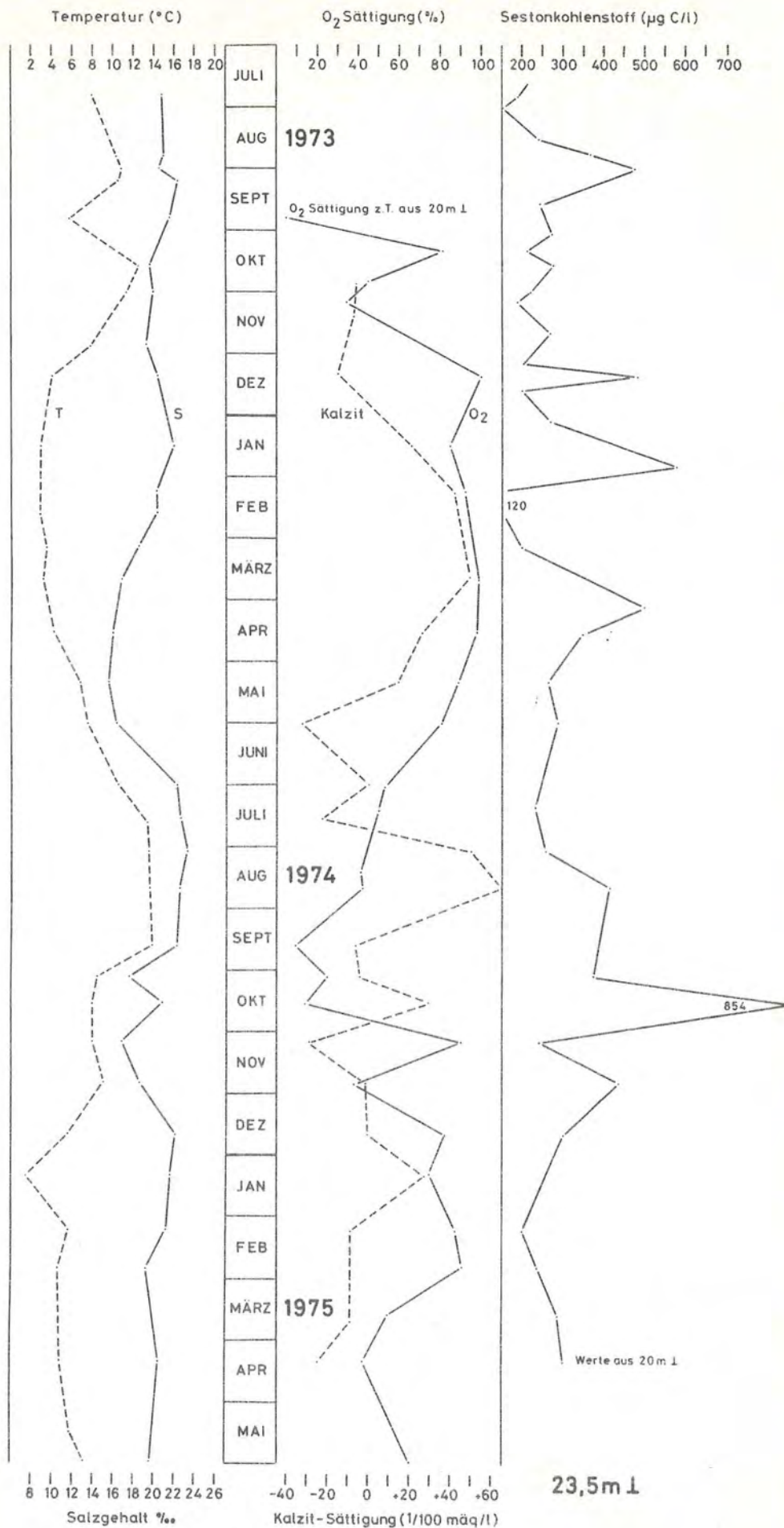




Abb.28



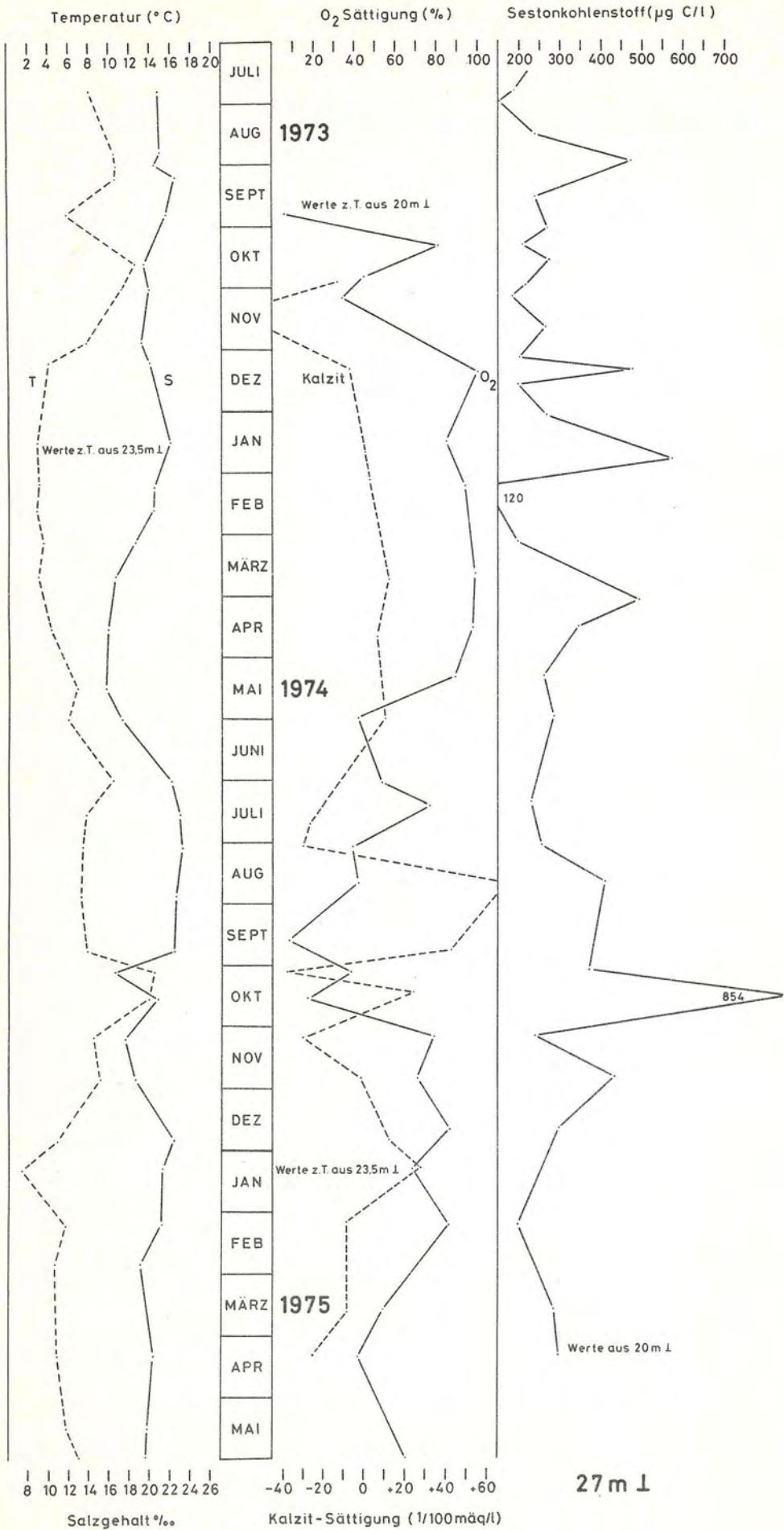
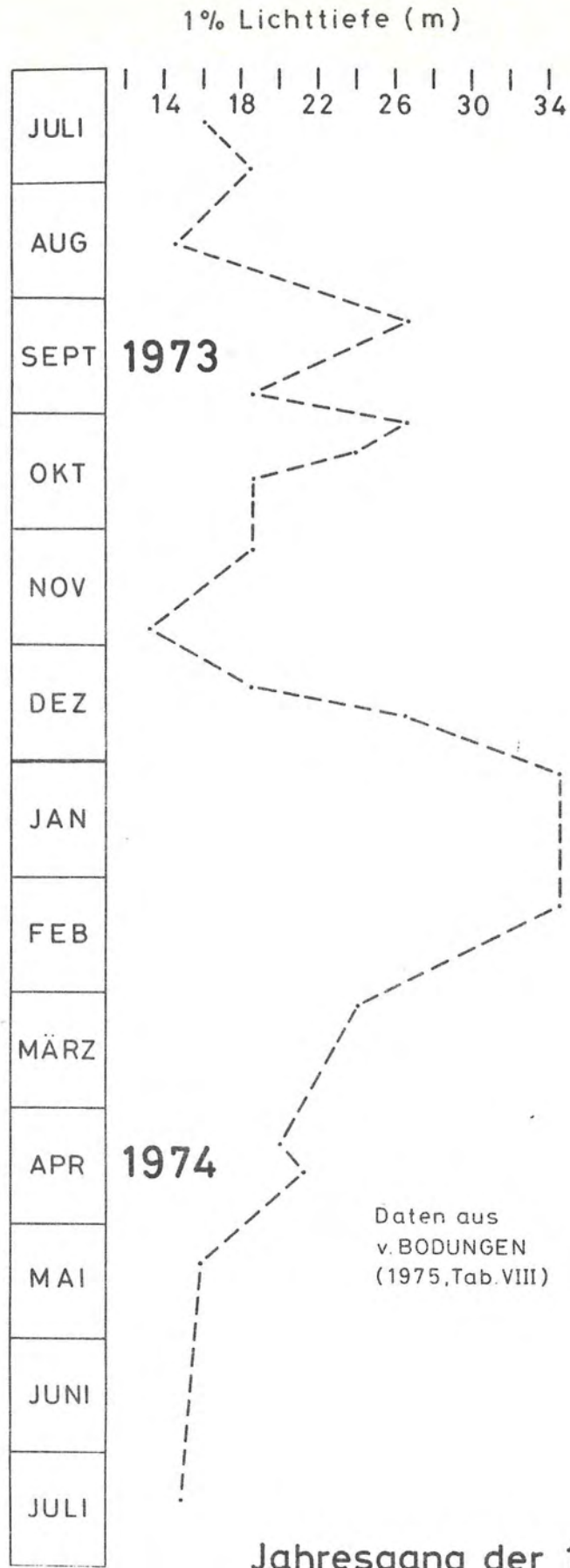
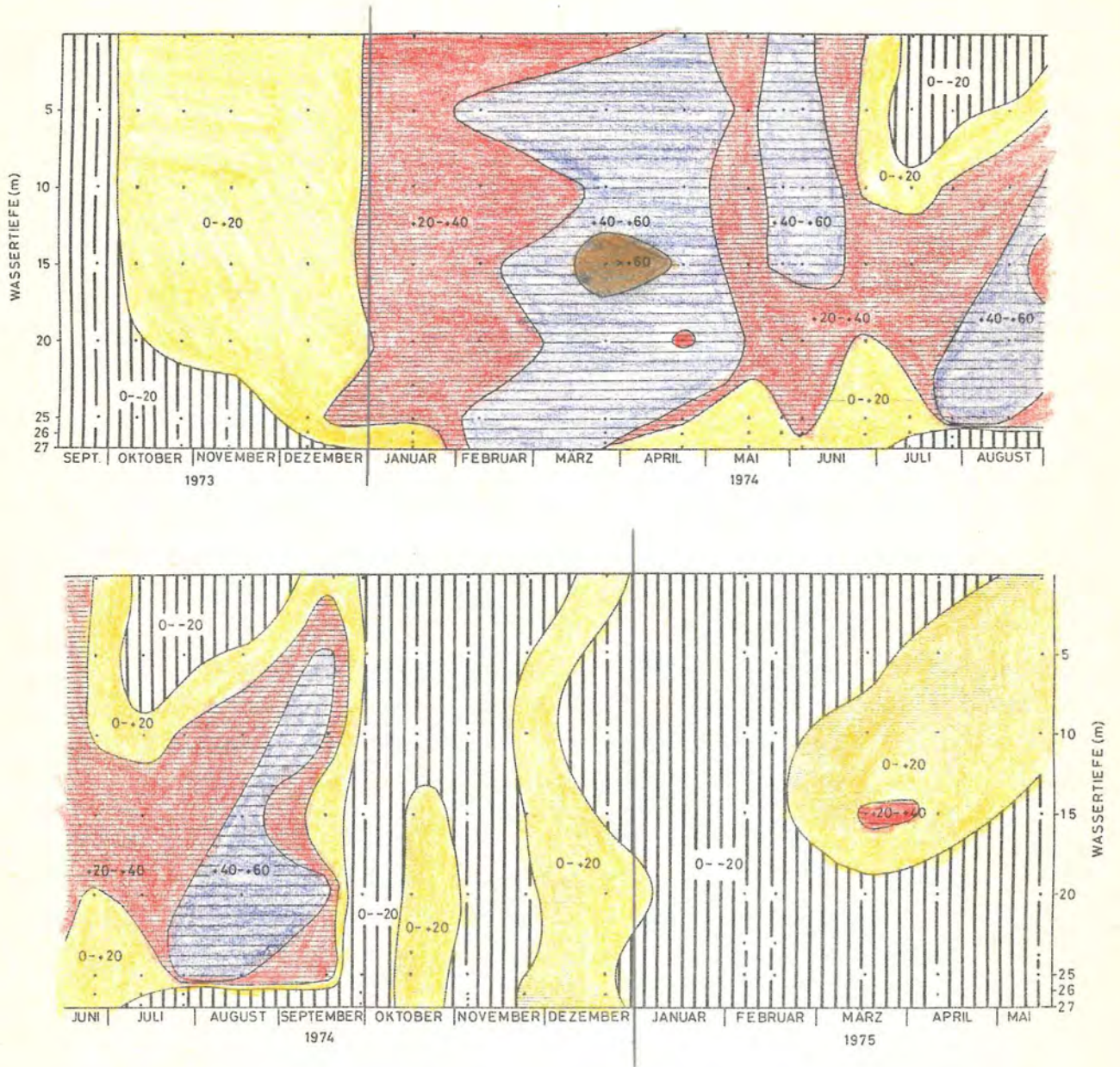




Abb.30



Jahresgang der 1% Lichttiefe



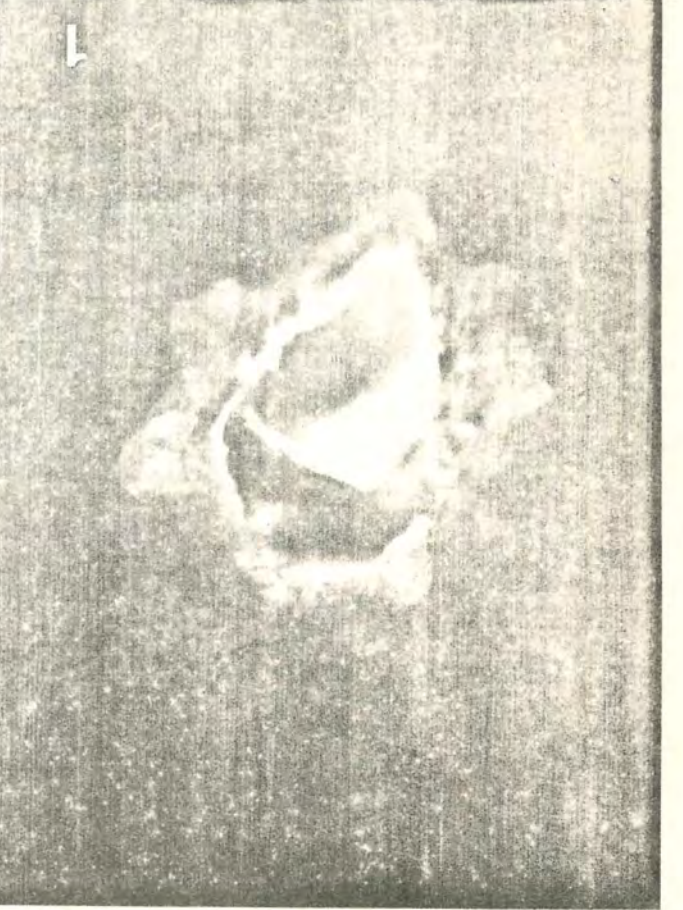
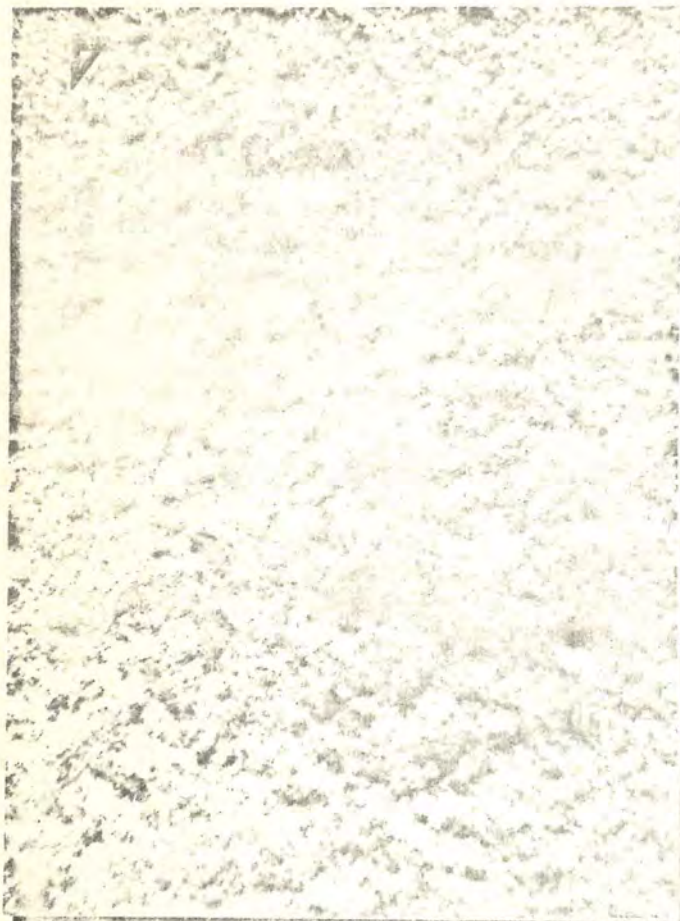
### Jahresgang der Sättigung des Wassers gegenüber Kalzit

(in mÄq./L., negative Vorzeichen bedeuten Untersättigung, positive Übersättigung)



## TAFEL

- Fig. 1 Leeres Gehäuse von *E. incertum* mit erhaltener Sandhülle (Gehäusedurchmesser 0,450 mm)
- Fig. 2 Lebende *E. incertum* eingebaut in ein Gehäuse von *A. cassis* (Gehäuselänge 1,6 mm)
- Fig. 3 Sedimentoberfläche in 27 m Wassertiefe (Bildgröße 2,4 x 3,6 cm)
- Fig. 4 Sedimentoberfläche in 23,5 m Wassertiefe (Bildgröße 2,4 x 3,6 cm)





# TABELLEN

( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12743	12749	12753	12760	12770	12779	12786	12790	12798	12906	12912	12918	12924	12934	12941	12947	12956	12962	12969	12974	12980	12987	12995	13001	13007	13014	13021		
( GIK )	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3		
Datum:	20.12.1973	4.01.1974	15.01.1974	1.02.1974	18.02.1974	13.03.1974	22.03.1974	3.04.1974	19.04.1974	10.05.1974	21.05.1974	10.06.1974	25.06.1974	5.07.1974	16.07.1974	2.08.1974	20.08.1974	18.09.1974	3.10.1974	16.10.1974	5.11.1974	25.11.1974	9.01.1975	20.02.1975	17.03.1975	10.04.1975	14.05.1975		
<i>Elphidium incertum</i>	6,7		0,4	6,5				2,3	3,3	1,8	9,5				5,6	2,0	81,5												
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	6,7	20,7	6,3	10,9	36,4		45,7	46,0	74,7	80,7	57,1	75,0	90,0	100,0	86,1	97,9	3,7	86,4	76,0	82,4	94,4	100,0	71,3	23,3	68,7	61,8	45,6		
<i>Elph. excavatum clavatum</i>									2,2	1,8																			
<i>Elph. gerthi</i>					9,0	62,5		4,6	2,2														2,7	3,3		2,9	1,7		
<i>Entolinguina sp.</i>																								3,3			1,7		
<i>Laryngosigma hyalascidea</i>																							0,7						
<i>Ammonia beccarii</i>																									3,3		1,7		
<i>Rosalina sp.</i>					9,0																		2,0						
<i>Koeponidella pulchella</i>		3,4	1,6		9,0	12,5	3,2	11,0	1,0		9,5							4,5					1,3	3,3	18,7	2,9	31,6		
<i>Ophthalmina kilianensis</i>																											2,9		
<i>Ammotium cassia</i>			0,8				1,0											8,0									2,9		
<i>Ammoscalaria runiana</i>	3,3							1,1															18,0						
<i>Miliammina fusca</i>	83,3	72,4	90,0	80,4	27,3		47,9	42,5	15,4	15,8	23,8	12,5	10,0					14,8	9,0	16,0	17,6	5,6		59,9	12,5	26,5	17,5		
<i>Tholosina vesicularis</i>			0,4		9,0		2,1	1,1	1,0			12,5			0,3														
<i>Crithonina heinckeii</i>		3,4	0,8					1,1															1,3						
<i>Rotaliammina ochracea</i>				2,2	25,0																				3,3				
Summe d. gezählt. Exempl.:	30	29	255	46	11	8	94	87	91	57	21	8	20	40	36	48	27	22	25	17	18	19	150	30	16	34	57		
Artenzahl:	4	4	7	4	6	3	5	8	7	4	4	3	2	1	3	2	3	3	3	2	2	1	8	7	3	6	6		
Siedlungsdichte/10 cm <sup>2</sup> :	3,8	3,6	32,0	5,8	1,4	1,0	11,8	11,0	11,4	7,2	2,6	1,0	2,5	5,0	4,5	6,0	3,4	2,8	3,1	2,1	2,3	2,4	14,4	3,8	2,0	4,3	7,1		
Similarity- Index (%):	41,3	38,4	32,6	32,5	59,5	40,0	80,9	56,8	80,2	74,7	68,8	66,7	80,0	95,0	86,1	85,7	86,0	86,4	76,0	89,0	94,4	68,4	90,8	59,9	68,1	71,0	56,4		

DAUERSTATION: 6 M WASSERTIEFE (RETSSEDIMENT)

Daten- Tabelle " Totfauna " ( leere Gehäuse )  
( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Station-Nr.:	12743	12749	12753	12760	12770	12779	12786	12790	12798	12906	12912	12918	12924	12934	12941	12947	12956	12962	12969	12974	12980	12987	12995	13001	13007	13014	13021	
( GIK )	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	
Datum:	20.12.1973	4.01.1974	15.01.1974	1.02.1974	18.02.1974	13.03.1974	22.03.1974	3.04.1974	19.04.1974	10.05.1974	21.05.1974	10.06.1974	25.06.1974	5.07.1974	16.07.1974	2.08.1974	20.08.1974	18.09.1974	3.10.1974	16.10.1974	5.11.1974	25.11.1974	9.01.1975	20.02.1975	17.03.1975	10.04.1975	14.05.1975	
<i>Elphidium incertum</i>					23,2			3,4	3,6																			
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	13,3	37,1	42,3	24,3	46,2		47,4	60,8	57,1	57,1	56,3	66,7	80,0	35,0	100,0	85,7	86,4	100,0	86,7	71,4	100,0	68,4	80,1	43,3	55,6	38,7	33,3	
<i>Elph. excavatum clavatum</i>				13,5				20,3	3,6	14,3		16,7		5,0														
<i>Elph. albiumbilicatum</i>								0,7																				
<i>Elph. gerthi</i>	6,7	8,0	26,9		40,0	7,9	2,0	7,1	4,8	12,5	16,7	20,0					4,5							6,6				
<i>Elph. articulatum</i>	5,3	1,6																										
<i>Ammonia beccarii</i>		14,5						0,7		4,8						7,1	4,5											
<i>Eoeponidella pulchella</i>			0,9	2,7			1,3																			6,4	5,6	
<i>Ophthalmina kilianensis</i>	38,7	19,4	4,5	37,8	60,0	3,9	1,4	3,6		6,3								13,3				26,3	1,5	16,7	11,1	3,2	5,6	
<i>Ammotium cassia</i>							1,3	2,0		12,5																		
<i>Ammoscalaria runiana</i>	1,3						5,3	1,4	3,6																			
<i>Miliammina fusca</i>	33,3	17,7	25,4	21,6	23,1		32,9	5,4	21,4	19,0	12,5						4,5			28,6		5,3	16,8	33,3	33,3	51,6	55,6	
<i>Rotaliammina ochracea</i>		1,6						1,4																				
<i>Trochammina sp.</i>	1,3				7,7			0,7								7,1												
Summe d. gezählt. Exempl.:	75	62	201	37	13	5	76	148	28	21	16	6	5	20	10	14	22	16	15	7	16	19	131	30	9	31	18	
Artenzahl:	7	7	5	5	4	2	7	12	7	5	5	3	2	2	1	3	4	1	2	2	2	1	3	5	4	3	4	4
Foraminiferenzahl (leere Gehäuse pro 10 cm <sup>2</sup> Sediment):	9,4	7,8	25,3	4,5	1,6	0,6	9,6	18,6	3,5	2,6	2,0	0,8	0,6	2,5	1,3	1,8	2,8	2,0	1,9	0,9	2,0	2,4	12,6	3,8	1,1	3,9	2,3	
Similarity- Index (%):	41,3	38,4	32,6	32,5	59,5	40,0	80,9	56,8	80,2	74,7	68,8	66,7	80,0	95,0	86,1	85,7	86,0	86,4	76,0	89,0	94,4	68,4	90,8	59,9	68,1	71,0	56,4	







DAUERSTATION: 8 M Wassertiefe (RETSSEDIMENT)

Daten- Tabelle " Lebendfauna "

( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12742	12748	12752	12759	12769	12777	12785	12789	12797	12905	12911	12917	12923	12933	12940	12955	12961	12968	12973	12979	12986	12994	13000	13006	13013	13020
( GIK )	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3
Datum:	20.12.1973	4.01.	15.01.	1.02.	18.02.	7.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	10.06.	25.06.	5.07.	16.07.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	20.02.	17.03.	10.04.	14.05.
										1974												1975				
<i>Elphidium incertum</i>				0,5	1,8					0,7	1,0							0,9								
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	34,8	26,4	21,3	22,5	32,1	21,0	38,2	56,3	40,7	80,1	79,4	37,1	76,3	82,3	80,0	88,2	54,4	56,7	37,2	40,0	32,4	24,2	36,2	34,9	27,9	30,8
<i>Elph. gerthi</i>		3,8	2,5		8,9	2,6	2,9	3,1	1,3	0,7	1,0	2,9	1,2		0,4				1,3		1,4	1,6	1,2	0,7		1,0
<i>Elph. articulatum</i>						0,6																				
<i>Entolinguina sp.</i>	2,2		1,6	0,5			14,7		0,7	2,6	1,0	5,7	5,3	1,8	3,7		0,7	0,9	2,6			9,4	5,0	1,4	4,4	1,0
<i>Laryngosigma hyalascidea</i>													0,6		0,4											
<i>Ammonia beccarii</i>				1,1														0,9			0,7					
<i>Rosalina sp.</i>					0,6				0,7	0,7			1,2		0,4					1,3	2,5					
<i>Eoeponidella pulchella</i>		5,7		0,5	3,6	2,0	5,9		2,7	2,6	1,0	2,9	1,8	2,7	2,4	2,0	1,5	3,8	2,6	2,5	4,2	1,6	12,5	2,8	4,4	44,7
<i>Ophthalmina kilianensis</i>	2,2	5,7			0,6				0,7			1,4	1,2	0,9		2,0				5,0	3,5	0,7				
<i>Annotium cassis</i>	4,3			1,1	0,6								0,6	2,7	0,4		1,5			2,5	3,5	1,6		0,7		1,0
<i>Ammoscalaria runiana</i>		3,8	0,8	1,6																						
<i>Miliammina fusca</i>	45,7	47,2	69,7	66,5	42,9	69,0	20,6	34,4	49,3	10,0	12,4	44,2	7,7	8,0	12,2	7,8	41,2	31,7	55,1	47,5	50,0	56,3	40,0	58,7	60,3	20,2
<i>Astrammmina sphaerica</i>																					1,4					
<i>Hippocrepina flexibilis</i>	2,2			0,5			2,9																			
<i>Tholosina vesicularis</i>		5,7	1,6	1,1							1,0		0,6								0,7					
<i>Crithionina heinckei</i>	2,2		0,8					6,3																		
<i>Rotaliammina ochracea</i>	6,5	1,9	0,8	3,8	10,7	2,6	14,7		4,0	2,6	3,0	5,7	3,6	0,9			0,7	4,8			2,1	4,7	5,0	0,7	2,9	1,0
Summe d. gezählt. Exempl.:	46	53	122	182	56	152	34	32	150	151	97	70	169	113	246	51	136	104	78	40	142	128	80	143	80	94
Artenzahl:	8	8	9	11	6	9	7	4	8	8	8	7	11	8	8	4	6	7	6	6	10	8	6	7	5	7
Siedlungsdichte/10 cm <sup>2</sup> :	5,8	23,6	15,3	22,9	7,0	19,1	2,9	4,0	18,7	19,0	12,2	8,8	21,3	14,2	31,0	6,4	17,1	13,0	9,8	5,0	17,9	16,1	10,0	17,9	8,6	11,8
Similarity- Index (%):	48,4	53,9	51,9	59,7	69,8	53,2	48,8	63,0	67,3	75,1	71,4	75,1	78,0	68,5	92,2	90,0	77,5	76,2	66,5	56,3	63,5	68,0	81,5	79,1	53,7	46,1



## DAUERSTATION: 8 M Wassertiefe (RETSSEDIMENT)

Daten- Tabelle " Totfauna " ( leere Gehäuse )  
( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Tab. 15

Stations-Nr. ( GIK )	12742	12748	12752	12759	12769	12777	12785	12789	12797	12905	12911	12917	12923	12933	12940	12955	12961	12968	12973	12979	12986	12994	13000	13006	13013	13020	
Datum:	20.12.1973	4.01.1974	15.01.1974	1.02.1974	18.02.1974	7.03.1974	22.03.1974	3.04.1974	19.04.1974	10.05.1974	21.05.1974	10.06.1974	25.06.1974	5.07.1974	16.07.1974	20.08.1974	18.09.1974	3.10.1974	16.10.1974	5.11.1974	25.11.1974	9.01.1975	20.02.1975	17.03.1975	10.04.1975	14.05.1975	
<i>Siphidium incertum</i>	0,8									4,3																	
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	23,5	24,7	42,0	38,2	55,6	51,4	53,8	86,7	48,4	60,9	59,3	49,1	67,9	62,5	80,0	88,0	66,1	44,1	50,0	50,0	31,7	35,0	36,9	54,0	58,1	74,9	
<i>Elph. gerthi</i>	10,1	11,1	8,0	9,0	6,7	6,8	23,1		4,8	8,7	7,4	5,1	1,8	12,5				17,6	4,0	1,6	4,0		2,1		9,7		
<i>Elph. articulatum</i>									1,6			1,7	1,8														
<i>Encolinguina</i> sp.						1,4				4,3																	
<i>Laryngosigma hyalascidum</i>				0,9																			2,1				
<i>Ammonia beccarii</i>	1,7	6,7	2,4	2,7	6,7	2,7		8,0				5,1	3,6	8,3		8,0	6,5			3,2	1,6	2,5			3,2	7,1	
<i>Rosalina</i> sp.										4,3																	
<i>Eceponidella pulchella</i>		1,2	2,4		2,2	2,7			4,8	8,7	3,7	3,4				4,0	1,6	5,9				1,6	2,5			3,6	
<i>Ophthalmina kalininensis</i>	40,3	38,3	17,0	5,5		4,0	7,7	6,7			11,1		14,3	8,3							4,0	33,9	34,9	18,2	15,2		
<i>Ammonia caesia</i>									1,6								1,6									3,2	3,6
<i>Ammonia caesia</i>	0,8		1,1	3,6		4,0	7,7		8,0		7,4	3,4			2,2												
<i>Williamina fusca</i>	22,7	18,5	27,3	32,7	24,4	27,0	7,7	6,7	21,0	4,3	11,1	32,2	10,7	4,2	17,8		19,4	23,5	26,0	11,3	24,6	40,2	41,3	44,2	25,8	10,7	
<i>Astrammia sphaerica</i>																											
<i>Rosalina ochracea</i>				1,8	4,4				1,6	4,3				4,2			4,8	8,8	14,0			1,3	2,1				
Summe d. gezählt. Exempl.:	119	81	88	110	45	74	13	15	62	23	27	59	56	24	45	25	62	34	50	62	126	77	46	61	31	28	
Artenzahl:	7	6	7	9	6	8	5	3	9	8	6	7	6	6	3	3	6	5	6	5	8	6	6	3	5	5	
Foraminiferenzahl (leere Gehäuse pro 10 cm <sup>2</sup> Sediment):	15,0	36,1	11,1	13,8	5,7	9,3	1,6	1,9	7,8	2,9	3,4	7,4	7,0	3,0	5,7	3,1	7,8	4,2	6,3	7,8	15,8	9,7	5,8	7,7	3,9	3,5	
Similarity- Index (°):	48,4	53,9	51,9	59,7	69,8	53,2	48,4	63,0	67,3	75,1	71,4	75,1	78,0	68,5	92,2	90,0	77,5	76,2	66,5	56,3	63,5	68,0	81,5	79,1	53,7	46,1	



DAUERSTATION: 11 M WASSERTIEFE (RETSSEDIMENT)

Daten- Tabelle " Lebendfauna "

( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12707	12714	12731	12741	12747	12751	12758	12768	12778	12784	12788	12796	12904	12910	12916	12922	12932	12939	12945	12954	12960	12967	12972	12978	12985	12993	12999	13005	13012	13019			
( GIK )	1-4	1-4	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3			
Datum:	17.09.	17.10.	26.11.	20.12.	4.01.	15.01.	1.02.	18.02.	13.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	10.06.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	20.02.	17.03.	10.04.	14.05.			
	1973				1974												1975																
<i>Elphidium incertum</i>	2,4					2,9	1,0	0,6	1,8			2,6	0,5	2,4	0,9	3,4	4,4		2,6	3,2				10,5				3,3	1,3				
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	77,2	64,8	35,6	40,7	56,9	54,3	32,8	63,6	71,3	59,4	63,2	86,9	81,3	74,1	91,7	95,6	72,0	93,5	93,5	100,0	85,2	83,3	68,4	92,9	84,2	55,5	43,5	38,8	89,4	73,7			
<i>Elph. albumbilicatum</i>								0,6					0,5		0,7		4,0					8,3		3,6									
<i>Elph. gerthi</i>	0,8	2,8	4,1	3,7	1,3	1,4	1,5	3,5		2,8	2,6	0,5		0,9				1,3	3,2				5,3			1,5	2,2	2,0					
<i>Entolinguina sp.</i>					1,3	7,1	10,0	1,7		0,9	1,3	1,0	0,8		0,7											3,6	17,4	33,6		1,3			
<i>Laryngosigma hyalascidea</i>								0,5																			1,1						
<i>Ammonia beccarii</i>						1,4	0,5		0,6					0,8	0,9																		
<i>Rosalina sp.</i>							1,0		0,6	0,9	1,3			0,8	0,9																		
<i>Eoeponidella pulchella</i>	0,8			5,6	8,9	5,7	8,0	5,2	4,1	4,7	3,9	2,5	1,6	1,8	0,7												6,6	15,2	4,6		7,9		
<i>Ophthalmina kilianensis</i>									0,6		1,3												10,5		12,3			1,3					
<i>Ammotium cassis</i>	1,6	16,9	24,7	7,4	12,7		17,4	6,3	10,5	15,1	13,2	2,5	4,1	4,5			20,0				3,7	8,3	5,3		1,8	10,9	6,5	4,6	2,1	3,9			
<i>Reophax dent. reg.</i>					1,3		0,5			0,9	1,3	3,0	3,3	0,9													0,7		2,6		1,3		
<i>Ammoscalaria runiana</i>		1,4	1,4	1,9			0,5	0,6																									
<i>Miliammina fusca</i>	15,7	9,8	30,1	29,6	15,2	20,0	17,4	12,1	5,8	6,6	7,9	1,5	2,4	14,3											1,8	13,1	2,2	3,9	4,3	1,3			
<i>Astrammina sphaerica</i>			1,4																														
<i>Hippocrepina flexibilis</i>									0,6	0,9	1,3																						
<i>Tholosina vesicularis</i>									0,6	0,9			0,8																				
<i>Crithonina heinckei</i>							0,5			0,9			0,8	0,9																			
<i>Rotaliammina ochracea</i>	1,6	4,2	2,7	11,1	2,5	7,1	8,5	5,8	3,5	5,7		1,0	1,6	0,9	2,8		4,0	2,6							7,4		3,6		8,1	8,7	7,2	4,2	10,5
Summe d. gezählt. Exempl.:	127	71	73	54	79	70	201	173	171	106	76	198	123	112	145	68	25	77	31	39	27	12	19	28	57	137	92	152	47	76			
Artenzahl:	7	6	7	7	8	8	14	10	11	12	11	10	11	10	6	2	4	4	3	1	4	3	5	3	4	8	9	10	4	7			
Siedlungsdichte/ 10 cm <sup>2</sup> :	12	6,7	9,2	6,8	12,8	8,8	25,3	21,8	21,5	13,3	9,6	24,9	15,5	14,1	18,2	8,6	3,1	9,7	3,9	4,9	3,4	1,5	2,4	3,5	7,2	17,2	11,6	19,1	5,9	19,1			
Similarity- Index (%):	71,4	79,7	67,3	54,8	95,8	71,4	67,7	72,3	82,4	79,0	79,2	93,2	90,3	83,8	88,5	82,3	72,0	94,4	93,5	94,4	85,2	91,6	68,4	76,5	93,8	75,7	66,4	52,6	86,5	34,4			



DAUERSTATION: 11 M WASSERTIEFE (RETSSEDIMENT)

Daten- Tabelle " Totfauna " ( leere Gehäuse )  
( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Tab 17

Stations-Nr.:	12707	12714	12731	12741	12747	12751	12758	12768	12778	12784	12788	12796	12904	12910	12916	12922	12932	12939	12945	12954	12960	12967	12972	12978	12985	12993	12999	13005	13012	13019	
( GIK )	1-4	1-4	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	
Datum:	17.09.	17.10.	26.11.	20.12.	4.01.	15.01.	1.02.	18.02.	13.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	10.06.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	20.02.	17.03.	10.04.	14.05.	
		1973										1974																		1975	
<i>Elphidium incertum</i>	2,0		5,3	1,6	10,0	1,4	0,5	0,8	0,9	1,8		1,9			1,4			3,4			4,2					1,5					
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	59,4	61,0	44,7	14,3	55,2	67,1	55,5	53,2	68,3	57,1	72,6	88,7	80,6	68,0	85,7	82,3	100,0	93,1	100,0	94,4	91,7	87,5	93,8	76,5	81,5	70,6	69,0	53,3	84,4	20,0	
<i>Elph. gerthi</i>	7,6								0,9	5,4	1,6				2,9		3,4									4,4	3,6	1,3	3,1		
<i>Elph. articulatum</i>																															
<i>Entolinguina sp.</i>					10,0																						1,5	4,8			
<i>Laryngosigma hyalascidea</i>											1,6																				
<i>Ammonia beccarii</i>																															
<i>Eoepionidella pulchella</i>					1,0					1,8	3,2	1,9									4,2					0,7	2,4				
<i>Ophthalmina kilianensis</i>	11,2		11,8	1,6	1,9		0,5		0,9	1,8										5,6				3,5	18,5	6,7	1,2	6,7	9,4		
<i>Ammotium cassis</i>	4,0	9,8	7,9	25,4	13,3	10,0	13,2	2,4	7,7	10,7	11,3	1,9	9,7	15,1	5,7	11,8						12,5				5,1	8,3	10,7	3,1	33,3	
<i>Reophax dent. reg.</i>	0,5			1,6				1,6	1,9																		2,2			6,7	
<i>Ammonia runiana</i>	5,5	14,6		22,2	1,9	4,3	4,4	6,5	2,9	8,9	6,5			3,2	3,8											0,7		1,3			
<i>Niliammina fusca</i>	9,1	14,6	22,4	31,7	20,0	17,1	21,9	31,5	15,4	12,5	3,2	3,8	3,2	11,3	1,4								6,3			8,1	3,6	24,0			
<i>Astrammina sphaerica</i>			7,9						0,9					1,9																	
<i>Rotaliammina ochracea</i>	0,5			1,6	4,8		3,8	4,0				1,8			2,9											2,6	6,0	1,7		40,0	
<i>Trochammina inflata</i>																5,9															
Summe d. gezählt. Exmpl.:	197	41	76	63	105	70	182	124	104	56	62	53	31	53	70	17	7	29	5	18	24	8	16	17	27	136	84	75	32	15	
Artenzahl:	9	4	6	8	9	5	7	7	9	8	7	6	5	5	6	3	1	3	1	2	3	2	2	2	2	12	9	7	4	4	
Foraminiferenzahl ( leere Gehäuse pro 10 cm <sup>2</sup> Sedi-ment):	18,6	7,7	9,6	7,9	17,0	8,8	22,9	15,6	13,1	7,0	7,8	6,7	3,9	6,7	8,8	2,1	0,9	3,6	0,6	2,3	3,0	1,0	2,0	2,1	3,4	17,1	10,6	9,4	4,0	3,8	
Similarity- Index (%):	71,4	79,7	67,3	54,8	95,8	71,4	67,7	72,3	82,4	79,0	79,2	93,2	90,3	83,8	88,5	82,3	72,0	94,4	93,5	94,4	85,2	91,6	68,4	76,5	93,8	75,7	66,4	52,6	86,5	34,4	



DAUERSTATION: 13 M WASSERTIEFE (RETSSEDIMENT)

Daten- Tabelle " Lebendfauna "

( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12243	12706	12713	12730	12740	12746	12750	12757	12767	12776	12783	12787	12795	12903	12909	12915	12921	12931	12938	12944	12953	12959	12966	12971	12977	12984	12992	12998	13004	13011	13018
GIA	1-3	5-8	5-7	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-5	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6
Datum:	27.07.	17.09.	17.10.	26.11.	20.12.	4.01.	15.01.	1.02.	18.02.	7.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	10.06.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	20.02.	17.03.	10.04.	14.05.
	1973					1974												1975													
<i>Elphidium incertum</i>	3,0	18,3	0,8						5,2	0,3			1,6		7,6	6,1	14,1	4,0	5,0	8,6	15,5	8,0	11,0	2,4	1,7	3,4	3,6	7,8	1,1	0,8	3,7
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	56,8	28,5	41,3	31,2	41,3	52,0	36,4	55,7	23,7	36,1	39,9	25,9	28,2	23,3	15,3	23,5	20,0	36,5	49,2	22,1	9,3	4,8	10,0	5,9	6,8	21,0	4,0	14,4	2,4	8,2	
<i>Elph. albumbilicatum</i>									0,5																						
<i>Elph. berthi</i>			1,6	12,8	2,3	0,4	1,5		0,5	0,3				0,8				1,4		1,4											
<i>Elph. articulatum</i>				0,4																											
<i>Entolindulina sp.</i>									5,2								10,6	4,0	3,2	2,9	0,9				1,7			7,8	2,4		
<i>Larginosina hyalascidea</i>		0,9			0,2		2,7		0,5	0,6				0,8	1,7			2,7		2,1	0,3	2,4		2,4	0,9			1,1	3,5	0,8	10,5
<i>Ammonia beccarii</i>		2,1	7,9		12,3	9,2	5,7	7,2	1,5	3,8	4,4	4,6	1,6	11,7	10,2	7,6	1,1	1,4	4,9	3,6	14,0	41,6	14,0	42,4	17,9	37,8	18,2		11,8	7,4	
<i>Rosalina sp.</i>													0,8	0,8		0,8															
<i>Foxponidella pulchella</i>	1,1	0,4	0,8	9,9	4,4	4,7	14,2	3,2	16,0	10,4	2,5	1,9	8,1	4,2	1,7	3,8	7,1	2,7	1,6	0,7	1,9	1,6			4,3		8,1	1,1	12,9	8,2	11,3
<i>Ophthalmina kilianensis</i>	0,7	0,4	10,3	1,8	1,5	1,0		0,8		1,3	3,2	1,9			0,8										1,7						
<i>Spirillina vivipara</i>				1,5				0,8						0,8			1,1														
<i>Ammonium cassis</i>	29,3	38,7	12,7	1,0	6,7	8,1	2,7	0,8	13,9	6,0	17,1	19,4	14,5	11,7	15,3	27,3	28,2	29,7	11,5	32,1	49,0	20,0	42,0	23,5	21,4	21,0	26,7	38,9	15,3	15,6	25,0
<i>Ecophax dent. reg.</i>	1,8	1,7	0,8			0,7	1,1			2,8	10,8	18,5	2,4	18,3	15,3	0,8	1,1	1,4	1,6	2,1	0,6	2,4	2,0	1,2	0,9	1,7		2,2			2,4
<i>Eggetella scabra</i>															0,8	0,8															
<i>Ammoscalaria runiana</i>	1,2	1,7	4,0	0,4	0,9		0,4		1,5	1,3	1,9		0,8	0,8	1,7	0,8							4,0	1,2	0,9			2,2		4,9	0,4
<i>Miliammina fusca</i>	5,5	7,2	19,8	24,1	25,2	20,1	24,5	26,6	21,1	28,2	12,0	18,5	25,0	15,8	17,8	23,5	4,7	8,1	14,8	17,1	6,2	18,4	16,0	17,6	41,0	11,8	25,5	18,9	40,0	46,7	37,1
<i>Astrammina sphaerica</i>									0,5																						
<i>Lippocrotina flexibilis</i>						0,4	0,3			0,6	3,2	3,7	2,4		0,8					1,4	0,6		1,0					2,2		0,8	
<i>Thalassina vesicularis</i>	0,6			0,4	0,3			1,6	1,5		0,7		1,6	0,8		0,8			1,6	0,7		0,8									
<i>Trifarina heintzei</i>				0,9		0,3			0,5	0,3	1,9	3,7			3,4	0,8	1,1	4,0				0,6									
<i>Forammina cetracea</i>			16,5	3,8	3,3	10,0	3,2	7,7	7,9	2,5	1,9	12,9	10,0	7,7	3,8	10,6	4,1	5,0	5,0	1,0				1,2	2,6	1,7	13,8	3,3	10,6	6,6	9,7
Summe d. gezählt. Exempl.:	164	235	126	282	341	273	261	124	194	316	158	108	124	120	118	132	85	74	61	140	322	125	100	85	117	119	247	90	85	122	124
Artenzahl:	9	10	10	11	12	10	12	8	15	14	12	10	12	13	14	13	11	12	10	13	12	9	8	9	11	8	7	11	9	10	8
Siedlungsdichte 10 cm <sup>2</sup> :	20,6	23,7	23,8	35,5	43,0	48,0	32,8	78,0	24,4	39,7	52,6	26,6	46,7	46,4	39,9	16,6	10,7	9,3	7,7	17,6	40,5	15,7	18,9	21,4	14,7	15,0	31,0	22,6	21,4	30,7	31,7
Similarity- Index ( ):	72,0	63,1	81,8	83,3	77,4	76,1	82,6	90,8	72,1	75,7	69,8	61,7	58,0	48,2	56,2	42,5	50,1	61,7	68,1	45,3	57,2	49,0	47,3	54,0	45,0	45,0	60,6	71,3	54,0	51,5	55,7



Stations-Nr. / ( GIK )	12243	12706	12713	12730	12740	12746	12750	12757	12767	12776	12783	12787	12795	12903	12909	12915	12921	12931	12938	12944	12953	12959	12966	12971	12977	12984	12992	12998	13004	13011	13018		
Datum:	27.07.	17.09.	17.10.	26.11.	20.12.	4.01.	15.01.	1.02.	18.02.	7.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	10.06.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	20.02.	17.03.	10.04.	14.05.		
			1973											1974																			
<i>Alphidium incertum</i>	1,6		0,5						9,8	0,3	0,5		1,0	1,0	1,9		17,0	7,1	7,7	7,4	19,0	11,6	18,2	15,7	28,1	12,6	1,6	1,6	0,8				
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	79,7	44,8	36,9	27,6	37,9	34,2	35,4	59,4	27,8	53,6	64,4	57,4	58,9	69,2	48,1	75,0	52,3	58,8	70,8	62,7	44,1	50,7	53,0	36,1	30,1	66,5	33,6	10,0	37,4	22,5	22,5		
<i>Elph. excavatum clavatum</i>		2,7																															
<i>Elph. albumbilicatum</i>									1,5																								
<i>Elph. gerthi</i>				9,2	0,5	0,5	1,3			0,6																							
<i>Entolingulina sp.</i>									0,8										0,4														
<i>Laryngosigma hyalascidea</i>							0,4			0,3								0,4	0,4								0,3						
<i>Ammonia beccarii</i>		1,8	11,6		5,4	10,3	8,3	6,9	11,3	5,6	6,3	0,7	5,7	2,4	5,6	0,9	12,4	7,8	11,6	7,4	3,3	12,4	12,2	21,7	9,7	16,5	24,5	0,5	14,5	36,6	31,8	0,8	
<i>Eoepidella pulchella</i>			0,5	2,6	0,5	1,4	4,4		2,3	4,2	0,4	1,4	1,9		0,6	0,4									2,2		1,3		2,3	1,4	7,0		
<i>Ophthalmina kilianensis</i>			6,4	5,3	4,4	3,2				0,3	1,8	0,7	0,6	1,0	2,5	0,4	0,7	0,4	0,4						1,2	3,2	1,0				1,4		
<i>Ammonium cassis</i>	8,8	22,2	5,8	1,3	4,9	8,1	7,0	3,0	12,8	4,6	6,3	9,9	5,1	8,2	10,0	6,1	11,1	12,5	5,6	6,3	23,5	10,7	5,5	12,0	9,7	0,4	16,0	54,5	20,6	13,4	12,4		
<i>Reophax dent. reg.</i>	1,0	2,7			9,0	0,4	1,0	1,5	0,3	3,2	3,5	4,4	1,0	2,5	0,9	3,9	5,1	1,8	10,2	4,5	3,6	3,9	2,4	3,2	0,6	3,1	6,3	1,5	3,5	4,7			
<i>Eggerella scabra</i>		0,5										1,0	1,0		0,9																		
<i>Ammonia runiana</i>	5,7	12,2	17,9	6,6		10,8	3,9	2,0	6,8	5,2	1,8	5,7	7,0	3,8	6,9	6,1		2,0		1,8	0,6		1,1	1,2			1,0	10,6	1,5	4,2	1,6		
<i>Williamina fusca</i>	2,6	12,7	20,4	23,7	42,9	29,2	30,1	27,7	22,6	19,6	15,4	17,7	13,9	11,5	21,2	8,3	2,0	4,3	1,4	3,5	4,5	10,7	5,5	9,6	11,8	2,1	14,5	15,3	18,3	14,8	15,5		
<i>Astrammina sphaerica</i>				1,0	0,5	0,8			0,8	0,3																							
<i>Hippocrepina flexibilis</i>										0,3																							
<i>Tholosina vesicularis</i>		0,5																															
<i>Grithionina heinckeii</i>																				0,3													
<i>Rotaliammina ochracea</i>				23,7	1,5	1,0	7,4		2,2	4,0		2,8	2,5	1,0		0,9	0,7	0,4			0,5				2,2			1,1	3,1	1,4	3,9		
<i>Trochammina inflata</i>	0,5			0,5																													
<i>Jadammina macrescens</i>				0,5		0,4												0,4		0,4		0,4	0,6			0,2							
Summe d. gezählt. Exempl.:	192	221	206	76	203	222	229	101	133	306	222	141	158	208	160	228	153	255	284	284	179	225	181	83	93	478	318	189	131	142	129		
Artenzahl:	7	9	8	8	11	11	12	6	12	15	9	9	9	10	9	10	8	12	9	9	8	7	8	8	9	8	10	8	9	10	9		
Foraminiferenzahl (leere Gehäuse pro 10 cm <sup>2</sup> Sedi- ment):	24,1	22,3	38,9	9,6	25,5	39,0	28,8	63,5	16,7	38,5	73,9	34,7	59,6	80,5	53,3	28,7	19,2	32,1	35,7	35,7	96,5	28,3	34,2	20,9	19,5	60,1	40,0	47,4	33,0	35,7	32,5		
Similarity- Index (%):	72,0	63,1	81,8	83,3	77,4	76,1	82,6	90,8	72,1	75,7	69,8	61,7	58,0	48,2	56,2	42,5	50,1	61,7	68,1	45,3	57,2	49,0	47,3	54,0	45,0	45,0	60,6	71,3	54,0	51,5	55,7		



## DAUERSTATION: 11 M WASSERTIEFE (ALGEN)

Daten- Tabelle "Lebendfauna"

( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12741	12747	12751	12758	12768	12778	12784	12788	12904	12910	12916	12922	12932	12939	12954	12960	12967	12972	12978	12993	12993	12999	13005	13012	13019
( GIK ):	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
Datum:	20.12.1973	4.01.1974	15.01.1974	1.02.1974	18.02.1974	13.03.1974	22.03.1974	3.04.1974	10.05.1974	21.05.1974	10.06.1974	25.06.1974	5.07.1974	16.07.1974	20.08.1974	18.09.1974	3.10.1974	16.10.1974	5.11.1974	25.11.1974	9.01.1975	20.02.1975	17.03.1975	10.04.1975	14.05.1975
<i>Elph. excavatum excavatum</i>		17,9	27,8	22,4		3,6	3,9	7,3	21,7	29,4	6,9	4,5	10,0	8,5	0,8	0,4	0,4					1,5	2,2	6,9	19,6
<i>Elph. excavatum clavatum</i>																2,5									
<i>Elph. gerthi</i>	90,5	50,0	41,7	55,2	57,4	51,8	48,7	42,3	54,3	17,6	6,9	7,7		9,8		24,2	16,1	24,2	27,0	27,4	9,8	10,3	23,4	38,3	35,3
<i>Elph. articulatum</i>								0,8	1,1																
<i>Eoeponidella pulchella</i>																									
<i>Ophthalmia kilianensis</i>	7,1	32,1	30,6	22,4	41,2	43,8	46,1	48,8	21,7	53,0	82,8	87,8	90,0	80,5	95,8	74,2	83,7	75,8	73,0	69,7	81,6	78,2	74,1	51,6	35,3
<i>Ammotium cassis</i>																				0,3					
<i>Miliammina fusca</i>	2,3				1,5	0,9	1,3	0,8	1,1		3,4			1,2	0,9	1,2	0,1			2,6	8,7		0,4	3,2	9,8
Summe d. gezählt. Exempl.:	42	28	36	67	68	112	76	123	92	34	29	156	10	82	530	1254	2289	418	718	766	461	133	278	217	51
Artenzahl:	3	3	3	3	3	4	4	5	5	3	4	3	2	4	4	4	4	2	2	4	3	3	4	4	4
Siedlungsdichte/10 gr.	9,1	3,7	4,2	5,6	9,0	8,8	5,3	4,2	4,6	1,5	10	6,0	0,3	10	28	64	122	84,8	30,4	43,3	12,2	5,0	8,6	9,4	2,5
Algen(Naßgewicht):																									

## DAUERSTATION: 13 M WASSERTIEFE (ALGEN)

Daten- Tabelle " Lebendfauna "

( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12740	12746	12750	12757	12767	12776	12783	12795	12903	12909	12915	12921	12931	12938	12944	12953	12959	12966	12971	12977	12984	12992	12998	13004	13011	13018
( GIK )	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7
Datum:	20.12.1973	4.01.1974	15.01.1974	1.02.1974	18.02.1974	7.03.1974	22.03.1974	19.04.1974	10.05.1974	21.05.1974	10.06.1974	25.06.1974	5.07.1974	16.07.1974	2.08.1974	20.08.1974	18.09.1974	3.10.1974	16.10.1974	5.11.1974	25.11.1974	9.01.1975	20.02.1975	17.03.1975	10.04.1975	14.05.1975
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	25,0	30,0	4,2	17,6	9,5	9,9	12,7	1,6	11,6	15,0	2,0	1,0	3,3	0,6		0,9	6,1	4,9	3,0	1,1	2,3	5,2	7,9	9,4	12,1	26,7
<i>Elph. albibilicatum</i>						1,5		1,6				2,9				0,3										
<i>Elph. gerthi</i>	20,0	20,0	19,1	35,3	15,6	25,1	38,0	43,7	30,2	27,5	10,8	5,3	6,3	7,4	4,4	11,5	26,3	18,2	16,7	14,8	16,3	17,3	30,7	28,3	30,3	13,3
<i>Elph. articulatum</i>						0,7																				
<i>Laryngosigma hyalascidea</i>																										
<i>Ammonia beccarii</i>																							1,0			
<i>Eoeponidella pulchella</i>	0,5							1,6			0,8					3,9	1,7	2,8	1,5	1,1			1,0		3,0	6,7
<i>Ophthalmia kilianensis</i>	40,0	50,0	76,6	41,2	74,3	62,6	49,2	50,0	55,8	57,5	83,8	92,6	90,4	61,3	95,6	80,9	64,2	72,0	78,8	79,5	67,4	68,9	37,6	49,0	39,4	40,0
<i>Ammotium cassis</i>								1,6								0,6	0,6	0,7				3,4	3,0			
<i>Ammoscalaria runiana</i>																										
<i>Miliammina fusca</i>	10,0			5,9	0,6				2,3			0,5				1,3	1,1	1,4		1,1	4,7	5,2	9,0	7,6	15,2	13,3
<i>Hippocrepina flexibilis</i>												0,5		30,7												
Summe d. gezählt. Exempl.:	20	20	47	17	179	131	63	64	43	40	240	190	240	163	90	304	179	143	66	88	43	58	101	53	33	15
Artenzahl:	5	3	3	4	4	5	3	6	4	3	5	5	3	4	2	8	6	6	4	6	5	5	8	5	5	5
Siedlungsdichte/10 gr.	5,8	2,2	6,3	2,6	2,8	2,7	16,9	11,1	2,2	1,7	8,6	5,9	9,3	42,8	15,5	121,8	39,7	32,8	9,7	13,9	2,0	3,2	5,5	2,0	1,3	1,8
Algen(Naßgewicht):																										



Stations-Nr.:	12243	12706	12713	12730	12740	12746	12750	12757	12767	12776	12783	12787	12795	12903	12909	12915	12921	12931	12938	12944	12953	12959	12966	12971	12977	12984	12992	12998	13004	13011	13018	
( GIK )	4-5	1-4	5-7	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	
Datum:	27.07.	17.09.	17.10.	26.11.	20.12.	4.01.	15.01.	1.02.	18.02.	7.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	10.06.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	20.02.	17.03.	10.04.	14.05.	
			1973												1974																	1975
<i>Elphidium incertum</i>	1,5	6,7	3,1				0,7	0,5		1,0	5,6		1,5		2,7			9,7	3,2	1,3	1,7	1,6	2,9	4,3	1,8		9,1	16,0	3,8	1,1	2,2	1,5
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	87,7	95,0	72,9	38,0	59,7	48,6	26,5	63,9	81,2	30,6	68,5	77,0	16,7	62,6	70,6	45,7	44,4	45,2	49,7	78,7	4,7	40,0	56,5	39,3	28,9	31,8	22,0	40,0	64,0	31,5	75,2	
<i>Elph. excavatum clavatum</i>					0,8		0,7																									
<i>Elph. albumbilicatum</i>											0,7																					
<i>Elph. gerthi</i>			2,1						0,3		1,4	2,1			1,4									1,8					2,2	2,2	1,7	
<i>Entolinguina sp.</i>						4,4	2,0										1,4	4,8	2,6		4,7	11,4	4,3	7,1	6,7	4,5	6,0	6,7	6,7	9,0	0,8	
<i>Laryngosigma hyalascidea</i>	3,1					1,1		0,4	0,8				1,5		1,4			1,9	1,7	2,4	5,7			5,4	4,4	4,5		1,0	4,5	6,7		
<i>Ammonia beccarii</i>	2,3		1,3		0,8			0,6	0,3																	4,5						
<i>Rotalina sp.</i>																								17,9	31,1	4,5						
<i>Eoepionidella pulchella</i>		1,6	0,6	3,7	5,9	14,8	11,3	6,8	6,6	4,1	7,0		15,1	8,1		4,3	7,0	12,9	27,7	4,9	36,2	11,4		7,1	6,7	4,5	6,0	8,6	2,2	6,7	2,5	
<i>Ophthalmina kilianensis</i>			3,7																		0,8											0,8
<i>Ammotium cassis</i>	3,9	3,4	7,4	22,6	2,5	2,2	5,0	2,9	4,8	33,7	10,5	6,2	21,2	12,0	10,6	27,1	9,7	12,9	3,2	6,6	25,2	14,3	21,7	1,8	13,3	18,2	34,0	12,4	5,6	7,9	4,1	
<i>Reophax dent. reg.</i>										9,2	2,8	4,2	13,7	5,3	6,6	2,9	1,4	1,6	1,9		4,7			4,4				3,8	1,1	3,4		
<i>Eggerella scabra</i>										1,0																						0,8
<i>Ammoscalaria runiana</i>	0,3		2,4	0,8		2,2	3,8	0,5	0,3	2,0	1,4				1,4	1,4	2,8	1,6			0,8											
<i>Miliammina fusca</i>	1,2		7,4	12,8	9,2	3,8	21,3	6,4	2,9	13,3	0,7	2,1	12,1	1,4	2,6	1,4		3,2	2,6	1,6		5,7	4,3	5,4	2,2	4,5	6,0	2,9	1,1	2,2		
<i>Hippocrepina flexibilis</i>						0,6			0,2			2,1																				
<i>Tholosina vesicularis</i>				1,5																												
<i>Crithionina heinckei</i>				0,7									1,5	1,4																		
<i>Rotaliammina ochracea</i>			1,2	21,9	21,0	22,4	28,7	18,0	2,6	5,1	1,4	6,3	6,7	9,2	2,7	17,2	23,6	14,5	9,0	4,9	18,9	8,6	8,7	12,5	2,2	13,6	10,0	20,9	11,2	28,1	11,6	
Summe d. gezählt. Exempl.:	259	60	163	137	119	183	143	205	352	98	143	48	66	75	75	70	72	62	155	61	127	35	23	56	45	22	50	105	89	89	121	
Artenzahl:	7	4	9	9	7	9	8	9	10	9	10	7	9	7	9	7	8	9	9	7	10	8	6	10	9	10	7	9	10	10	9	
Siedlungsdichte/10 cm <sup>2</sup> :	48,9	6,1	15,4	96,0	14,8	23,0	17,8	25,6	44,0	21,6	17,8	6,0	8,3	9,4	9,4	8,7	9,1	7,8	19,5	7,7	16,0	4,4	2,9	7,0	5,7	2,8	6,3	13,2	11,2	11,2	15,2	
Similarity- Index (i):	77,1	72,4	93,0	63,3	61,6	66,0	67,3	70,0	91,9	76,5	71,3	74,4	61,9	76,0	55,7	65,1	76,1	70,9	42,7	34,0	50,9	40,9	51,5	57,2	44,8	37,3	62,7	47,6	44,5	47,9	49,3	



DAUERSTATION: 13 M WASSERTIEFE (MITTELSAND)

Daten- Tabelle " Totfauna " ( leere Gehäuse )  
( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12243	12706	12713	12730	12740	12746	12750	12757	12767	12776	12783	12787	12795	12903	12909	12915	12921	12931	12938	12944	12953	12959	12966	12971	12977	12984	12992	12998	13004	13011	13018				
( GIK )	4-5	1-4	5-7	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3				
Datum:	27.07.	17.09.	17.10.	26.11.	20.12.	4.01.	15.01.	1.02.	18.02.	7.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	10.06.	15.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	20.02.	17.03.	10.04.	14.05.				
	1973					1974										1975																			
<i>Elphidium incertum</i>	2,6		1,1	6,2		10,9	1,6				8,9						9,1	6,1	1,2		2,3	3,1	4,3					2,9	3,4	2,0	2,1	2,1			
<i>Elph. excavatum excavatum</i>	65,8	69,0	72,8	39,2	47,2	47,9	39,4	48,0	81,3	37,6	53,1	62,3	35,5	65,9	34,5	30,9	40,9	36,4	29,1	17,6	7,0	6,3	21,3	37,5	12,0	9,8	15,5	12,5	22,4	17,7	29,8				
<i>Elph. excavatum clavatum</i>				17,6	3,8					1,2	3,8																								
<i>Elph. albumbilicatum</i>				2,4	0,9							1,2																							
<i>Elph. gerthi</i>								1,0																					1,1	2,1	4,2				
<i>Entolingulina sp.</i>																					2,3														
<i>Laryngosigma hylasceida</i>						0,8	0,8																2,1								1,0				
<i>Ammonia beccarii</i>	2,6		1,6			1,7		2,0		1,2		1,8							5,8								3,6	2,3							
<i>Rosalina sp.</i>																									4,0										
<i>Eoepionidella pulchella</i>			1,6	0,7		3,4	0,8	4,0	1,5	2,3			11,2			1,4		6,1		5,9	4,7	3,1	2,1		8,0	2,4	1,8	3,4	2,0						
<i>Ophthalmina kilianensis</i>					0,9	0,8													5,8												2,0				
<i>Ammotium cassis</i>	5,3	14,3	9,2	7,7	16,0	16,8	11,5	17,0	4,5	27,1	15,2	17,0	21,0	17,1	13,8	35,3	31,8	33,3	41,9	35,3	69,8	46,9	55,3	28,1	40,0	73,2	57,2	50,0	46,9	42,7	48,9				
<i>Reophax dent. reg.</i>			1,7				0,8			1,2		3,8	3,3		10,3	10,3		3,0	3,5	17,6	2,3	6,3	10,6	9,4	12,0	7,3	7,3	12,5	2,0	17,7					
<i>Ammoscalaria runiana</i>	21,1	16,7	5,4	3,1	14,2	4,2	13,9	14,0	2,3	12,9	6,3	9,4	19,3	10,6	34,5	16,2	4,5	6,1	3,5		2,3	6,3				2,4	0,9		2,0	1,0					
<i>Miliammina fusca</i>	2,6		7,6	15,4	15,0	8,4	18,1	5,0	8,2	15,3	12,7	5,7	6,5	6,4	6,9	5,9			3,0	4,7			12,5	4,3	6,3	12,0	2,4	8,2	5,7	8,2	4,2				
<i>Astrammina sphaerica</i>									0,7																										
<i>Tholosina vesicularis</i>				0,7																															
<i>Crithonina heinckei</i>				1,6																															
<i>Rotaliammina ochracea</i>			5,4	1,9	5,0	13,1	9,0	1,5					3,2								13,6	6,1	4,7	23,5	9,3	15,6		18,7	12,0	2,4	2,7	9,1	12,2	11,5	14,9
Summe d. gezählt, Exempl.:	38	42	184	130	105	119	122	100	134	85	79	53	62	47	29	68	22	33	86	17	43	32	47	32	25	41	110	88	49	96	47				
Artenzahl:	6	3	8	11	8	10	9	8	7	9	6	6	7	4	5	6	5	8	9	5	8	8	7	5	7	7	9	9	9	9	5				
Foraminiferenzahl (leere Gehäuse pro 10 cm <sup>2</sup> Sedi ment):	7,2	4,2	17,4	20,9	13,1	26,2	15,2	12,5	16,8	10,6	6,6	7,7	5,8	3,6	3,6	8,5	2,8	4,2	21,6	2,1	13,5	4,0	5,9	4,0	3,1	5,2	13,8	11,0	6,2	12,1	5,9				
Similarity- Index (%):	77,1	72,4	93,0	63,3	61,1	67,3	70,0	91,9	76,5	71,3	74,7	61,9	76,0	55,7	55,7	65,1	76,1	70,9	42,7	34,0	50,9	40,9	51,6	57,2	44,8	37,3	62,7	47,6	44,5	47,9	49,3				



DAUERSTATION N: 23,5 M Wassertiefe (SCHLICKIGER SAND)

Daten- Tabelle " Lebendfauna "  
( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12242	12247	12249	12703	12709	12711	12721	12727	12729	12734	12739	12745	12754	12762	12765	12775	12782	12792	12794	12902	12908	12914	12920	12930	12937	12943	12952	12958	12965	12970	12976	12983	12991	12997	13003	13010	13017		
( GIK )	2-4	2-5	1-4	1-4	1-4	1-4	2-5	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-3	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-2	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-2	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4		
Datum:	27.07.	16.08.	29.08.	13.09.	26.09.	10.10.	26.10.	12.11.	26.11.	10.12.	20.12.	4.01.	15.01.	4.02.	18.02.	7.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	30.05.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	6.02.	17.03.	10.04.	14.05.		
	1973											1974											1975																
<i>Elphidium incertum</i>	89,1	82,4	72,5	70,8	81,0	64,9	91,0	78,7	66,9	64,8	70,2	89,1	45,5	70,2	65,4	62,4	50,4	75,0	34,8	20,0	38,8	40,5	50,8	45,0	60,0	51,0	73,1	58,3	8,0	52,8	18,1	9,1	41,9	39,8	67,6	53,6	42,8		
<i>Elph. excavatum clavatum</i>	6,9	9,5	19,5		15,4	21,8	0,8	12,7	28,5	13,3	21,2	1,3	1,3	4,3		1,2	1,2	0,9		0,6	2,3	2,1	3,7	1,7	4,4	1,3	4,6	17,2	6,0	0,7	0,8	1,0	16,3	1,9	2,9	29,0	5,2		
<i>Elph. albumbilicatum</i>							0,6								0,4			0,5																					
<i>Elph. gerthi</i>																					0,4																		
<i>Laryngosigma hyalascidea</i>																					0,8																		
<i>Eosponidella pulchella</i>																																							
<i>Amoebium cassis</i>		2,4	3,5	23,3	0,6	5,2	2,1	5,2	0,8	20,0	5,6	5,1	40,3	14,9	20,1	19,0	24,9	17,9	27,9	56,4	52,4	53,7	43,2	50,9	28,9	41,4	20,8	18,5	86,0	40,8	75,6	85,6	18,6	49,5	24,8	10,1	45,6		
<i>Reophax dent. reg.</i>	1,5	5,7	4,5	4,3	3,0	8,1	4,0	3,4	3,8	1,0	3,0	0,6	9,5	2,1	1,4	5,8	6,4	2,8	5,2	7,0	6,5		1,9		2,2	2,5	0,3												
<i>Eggerella scabra</i>	2,5																																						
<i>Amoeboclearia runiana</i>				0,5			0,6														6,1	0,3																	
<i>Miliammina fusca</i>							0,6								0,4	0,5	0,5	0,9			8,7	0,9			0,4	1,2	1,1	2,5							2,0				
<i>Astrammina sphaerica</i>																																							
<i>Hippocrepina flexibilis</i>				1,1											2,0	3,0	8,0	12,2	10,7	14,7	2,4	16,5	14,1		2,9														5,2
<b>Summe d. gezählt. Exempl.:</b>	709	296	488	185	169	211	470	535	130	105	198	156	233	188	205	242	252	212	115	300	260	244	266	169	180	157	323	151	50	142	127	99	43	103	105	69	77		
<b>Artenzahl:</b>	4	4	4	5	4	4	7	4	4	5	4	6	6	6	6	6	7	7	7	9	4	6	5	5	6	6	5	4	3	5	4	6	5	5	5	5	4	5	
<b>Siedlungsdichte/10 cm<sup>2</sup>:</b>	231	84	143	88	303	88	89	192	74	99	185	194	144	114	267	120	130	151	46,6	127	151	182	95,4	58,9	170	148,1	114,8	57	18,9	53,6	119,8	93,4	29,3	36	57,6	121,4	77		
<b>Similarity- Index (%):</b>	68,5	83,8	96,6	57,0	85,1	88,5	63,2	75,8	73,7	60,6	47,3	52,5	86,3	55,6	69,9	60,2	67,1	71,0	67,4	71,9	78,8	63,3	64,6	51,9	46,4	76,0	67,2	77,8	27,3	54,3	52,2	36,4	84,5	64,7	70,2	76,9	74,3		

DAUERSTATION N: 23,5 M Wassertiefe (SCHLICKIGER SAND)

Daten- Tabelle " Totfauna " ( leere Gehäuse )  
( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12242	12247	12749	12703	12709	12711	12721	12727	12729	12734	12739	12745	12754	12762	12765	12775	12782	12792	12794	12902	12908	12914	12920	12930	12937	12943	12952	12958	12965	12970	12976	12983	12991	12997	13003	13010	13017		
( GIK )	2-4	2-5	1-4	1-5	1-4	1-4	1-3	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-3	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-2	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-2	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	
Datum:	27.07.	16.08.	29.08.	13.09.	26.09.	10.10.	26.10.	12.11.	26.11.	10.12.	20.12.	4.01.	15.01.	4.02.	18.02.	7.03.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	30.05.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	16.10.	5.11.	25.11.	9.01.	6.02.	17.03.	10.04.	14.05.		
	1973											1974											1975																
<i>Elphidium incertum</i>	57,6	70,0	70,9	28,9	72,3	69,8	55,1	54,5	41,9	31,0	28,2	44,0	39,4	33,8	47,5	34,0	36,2	52,2	25,6	14,6	38,2	12,6	57,8	74,5	24,3	40,7	61,7	68,5	20,0	39,1	42,7	26,4	40,8	53,4	50,3	40,9	27,0		
<i>Elph. excavatum clavatum</i>	15,4	10,5	21,7	1,5	9,2	15,8	3,0	16,3	49,5	7,7	61,0	5,0	4,7	6,0	5,9	2,2	6,1	1,3	4,6		4,0	3,6	12,5	3,5	2,2	8,3	19,6	25,6	3,3	0,9	1,7		17,6	7,4	23,3	49,7	2,0		
<i>Elph. albumbilicatum</i>																																							
<i>Elph. gerthi</i>																																							
<i>Amoebium cassis</i>	7,6	11,4	2,4	45,4	1,3	5,9	7,2	17,4	5,6	26,1	5,0	39,8	38,2	36,9	28,8	39,1	36,9	15,5	38,0	52,9	32,6	48,6	7,8	4,0	18,2	30,6	0,9	0,5	13,3	12,7	29,9	24,5	20,0	17,4	13,2	3,5	44,0		
<i>Reophax dent. reg.</i>	5,0	1,9	3,8	4,8	4,8	2,6	6,2	5,0	2,5	3,3	2,3	4,1	7,0	7,5	6,0	5,1	3,5	1,9	1,6	3,2	5,7	11,7	2,4	1,9	1,7	5,6													
<i>Eggerella scabra</i>	5,0	3,2		12,1	7,6	2,7	13,6	3,4	0,5	20,3	0,4	5,1	4,2	6,0	5,9	12,3	10,0	24,5	16,2	20,3	12,2	9,1	12,5	11,4	53,0	10,2	1,1	3,2	40,0	40,0	17,1	41,8	11,2	14,3	4,8	1,2	8,0		
<i>Amoeboclearia runiana</i>	4,0	1,5	1,2	4,7	1,8	1,5	9,2	1,2		4,1	0,3				2,9	1,5	0,9	2,9	2,0	0,6	7,0	4,2	1,6	2,7	3,8	2,8	0,6		0,9		10,0	2,7	1,7	3,6		0,6	0,5	2,0	
<i>Miliammina fusca</i>	4,4	1,5		2,6	3,0	1,4	5,6	2,2		5,9	1,2	0,5	3,0	8,3	2,5	2,2	4,0	2,0		6,2	4,0	4,9	1,7	1,6	1,9														
<i>Astrammina sphaerica</i>	1,0						0,3																																
<i>Jadammina macroscopa</i>																																							
<b>Summe d. gezählt. Exempl.:</b>	791	273	175	273	372	341	337	178	198	119	261	216	170	133	118	133	149	155	129	123	123	111	128	106	181	108	107	219	30	110	117	110	125	161	189	171	101		
<b>Artenzahl:</b>	8	7	5	7	7	8	7	7	5	8	9	7	8	7	8	9	8	8	8	7	8	7	9	7	6	7	5	6	7	8	8	6	7	8	7	8	7	6	7
<b>Foraminiferenzahl (leere Gehäuse pro 10 cm<sup>2</sup> Sedi-ment):</b>	448	773	768	130	668	560	94	558	703	269	1219	387	433	405	461	228	576	307	261	213	358	415	229	111,6	597,6	356,6	190,5	165,3	11,3	113,2	220,7	207,5	170,1	281	346	1203	61,6		
<b>Similarity- Index (%):</b>	68,5	83,8	96,6	57,0	85,1	88,5	63,2	75,8	73,7	60,6	47,3	52,5	86,3	55,6	69,9	60,2	67,1	71,0	67,4	71,9	78,8	63,3	64,6	51,9	46,6	76,0	67,2	77,8	27,3	54,3	52,2	36,4	84,5	64,7	70,2	76,9	74,3		



## DAUERSTATION: 27 M Wassertiefe ( SANDIGER SCHLICK )

## Daten- Tabelle " Lebendfauna "

( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12241	12248	12700	12704	12710	12712	12719	12726	12728	12738	12744	12755	12761	12766	12781	12791	12793	12901	12907	12913	12919	12929	12936	12942	12951	12957	12964	12975	12982	12988	12990	12996	13002	13009	13016		
( GIK )	-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	5-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-2	1-4	1-4	1-4	1-3	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	
Datum:	27.07.	16.08.	29.08.	13.09.	26.09.	10.10.	26.10.	12.11.	26.11.	20.12.	4.01.	15.01.	4.02.	18.02.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	30.05.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	5.11.	25.11.	20.12.	9.01.	6.02.	17.03.	10.04.	14.05.		
	1973										1974										1975																
<i>Elphidium incertum</i>	67,5	40,6	55,8	44,4	47,2	21,2	28,2	40,1	50,7	50,9	10,8	51,9	11,5	14,8	15,6	31,1	31,1	24,4	20,6	12,7	20,6	12,8	8,6	3,6	6,7	5,9	6,1	5,3	6,0	16,9	8,8	3,3	10,0	0,8			
<i>Elph. excavatum clavatum</i>	26,1	47,2	32,3	44,9	43,5	73,2	66,2	58,1	30,8	43,0	85,6	40,1	87,3	77,0	78,9	54,8	57,6	71,8	74,2	84,9	77,4	84,9	88,7	95,9	89,4	93,3	91,7	89,5	90,0	80,5	89,0	95,8	83,2	96,7	91,0		
<i>Elph. albumbilicatum</i>			0,4			1,5					1,4	1,0				0,7	0,7	1,5			1,2	2,0	1,1	0,7		1,0		0,8	0,9	2,0	1,7	1,5	0,8				
<i>Cooponidella pulchella</i>																																					
<i>Ophthalmina kilianensis</i>																																					
<i>Ammotium cassis</i>	2,5	5,0	4,5	6,5	4,8	1,5	1,9	0,6	11,0	3,0	1,4	3,7	0,6	3,3	2,3	5,2	3,3	0,8	1,3	0,6			1,1	2,0		1,9	0,8		0,9								
<i>Neophax dent. reg.</i>	3,9	7,2	7,0	4,2	4,4	2,5	3,7	1,2	7,5	3,0	0,7	3,2	0,6	4,9	2,3	6,7	6,0	1,5	3,9	0,6					0,9	1,0		1,5	3,5	2,0	0,8	0,7		1,8	2,5	9,0	
<i>Williamina fusca</i>														0,8			0,7																				
Summe d. gezählt. Exempl.:	360	180	269	214	248	198	216	167	146	263	139	187	165	122	128	135	151	131	155	166	102	179	151	110	104	119	132	114	100	118	136	118	136	118	110	121	99
Artenzahl:	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	6	7	5	4	5	3	4	4	3	5	3	4	5	4	4	4	4	3	3	3	2	
Siedlungsdichte/ 10 cm <sup>2</sup> :	272	91,3	134	195	193	364	163	302,5	109	179	161	106	245	118	141,3	308	57,8	483	168	207	163	813,1	337	283	895,3	470	381	366	201	213	286	1309	415	1067	470,5		
Similarity- Index ( ? ):	55,4	62,5	51,0	54,8	66,7	97,3	90,7	77,5	51,7	62,4	97,1	63,2	90,6	90,1	89,7	68,6	67,8	78,8	79,0	94,8	85,3	93,9	93,9	92,4	95,8	89,8	96,6	94,5	93,3	87,5	95,5	96,7	87,9	94,9	91,8		

## DAUERSTATION: 27 M Wassertiefe ( SANDIGER SCHLICK )

## Daten- Tabelle " Totfauna " ( Leere Gehäuse )

( Prozentwerte, wenn nicht anders angegeben )

Stations-Nr.:	12241	12248	12700	12704	12710	12712	12719	12726	12728	12738	12744	12755	12761	12766	12781	12791	12793	12901	12907	12913	12919	12929	12936	12942	12951	12957	12964	12975	12982	12988	12990	12996	13002	13009	13016			
( GIK )	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	5-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-2	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4		
Datum:	27.07.	16.08.	29.08.	13.09.	26.09.	10.10.	26.10.	12.11.	26.11.	20.12.	4.01.	15.01.	4.02.	18.02.	22.03.	3.04.	19.04.	10.05.	21.05.	30.05.	25.06.	5.07.	16.07.	2.08.	20.08.	18.09.	3.10.	5.11.	25.11.	20.12.	9.01.	6.02.	17.03.	10.04.	14.05.			
	1973										1974										1975																	
<i>Elphidium incertum</i>	23,8	11,7	8,9	7,0	19,3	95,2	22,7	17,6	17,4	16,3	9,1	16,2	17,6	7,1	9,6	8,6	6,7	3,4	2,8	7,8	5,9	6,1	2,5	7,3	6,9	12,9	6,9	9,7	2,7	5,3	5,7	4,7	10,0	3,7	5,0			
<i>Elph. excavatum clavatum</i>	65,6	84,8	79,0	90,1	74,0	87,4	75,6	79,1	77,9	78,1	87,8	67,6	77,9	82,3	89,2	84,8	88,3	90,5	90,9	89,1	92,1	86,4	91,5	87,9	86,2	83,1	88,2	87,6	94,6	91,2	93,5	93,4	87,9	91,0	93,3			
<i>Elph. albumbilicatum</i>	1,0				1,7				1,2	1,3	1,5			0,9		1,5	0,8	1,4	0,7	1,0	10,0	1,4	1,7	0,6		0,9	1,0	2,1	1,4	1,8	0,8			2,1				
<i>Cooponidella pulchella</i>																																						
<i>Ammotium cassis</i>	1,6	1,6	5,3	1,2	1,7	0,4	1,2	1,0	2,3	0,6	0,5	7,3	0,7	7,1	0,6	3,0	1,7	0,7	2,1	0,5	10,0	4,1	2,5	1,8	3,4	0,9	1,0	0,7	0,6	1,8			0,9					
<i>Neophax dent. reg.</i>	7,9	2,0	5,3	1,7	2,2	2,6	0,6	1,6	1,2	2,5	0,5	3,4	3,7	2,7	0,6	1,5	0,4	2,0	0,7	1,5			2,0	1,7	2,4	1,7	2,4	2,9		0,6			0,9		3,2	0,8		
<i>Eggerella scabra</i>								0,4					0,9								1,4																2,1	0,8
<i>Ammoscolaria runiana</i>					0,5							0,9																										
<i>Williamina fusca</i>			1,6		0,5			0,3		1,3	0,5					0,5	2,1	2,0							1,7													
<i>Hippocrepina flexibilis</i>												0,5									0,7																	
<i>Trochammina inflata</i>											0,5																											
Summe d. gezählt. Exempl.:	189	256	190	172	181	231	172	307	172	160	197	204	136	113	157	198	240	147	143	192	101	147	118	165	116	124	102	145	147	113	246	106	140	189	119			
Artenzahl:	5	4	5	4	7	4	4	6	5	6	6	9	4	5	4	6	6	6	3	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	3	4	3	4	4	
Foraminiferenzahl (leere Gehäuse pro 10 cm <sup>2</sup> Sediment):	1783	1168	710	784	704	1062	650	1251	1068	1415	797	1728	1011	438	433	1129	1149	542	355	598	2920	223	790,4	425	999	980	589	465	1480	814	2158	1176	1585	1668	565,5			
Similarity- Index ( ? ):	55,4	62,5	51,0	54,8	66,7	97,3	90,7	77,5	51,7	62,4	97,1	63,2	90,6	90,1	89,7	68,6	67,8	78,8	79,0	94,8	85,3	93,9	93,9	92,4	95,8	89,8	96,6	94,5	93,3	87,5	95,5	96,7	87,9	93,3	91,8			



BERECHNUNG DES FORAMINIFERENKARBONATS FÜR UNTERSCHIEDLICHE WASSERTIEFEN

1. Sedimentproben

Wasser- tie- fe	<i>E.e. clavatum</i>				<i>E. incertum</i>				<i>E.e. excavatum</i>				<i>E. gerthi</i>				Gesamt mg/m <sup>2</sup> /J																
	Prod. = SD x 6,31 x 2 <sup>(3)</sup>								Prod. = SD x 10,28 <sup>(3)</sup>									Prod. = SD x 2,8 <sup>(3)</sup>								Prod. = SD x 2,86 <sup>(3)</sup>							
	SD <sup>(1)</sup> 71-73	SD <sup>(2)</sup> 73-75	Durch- schn.	Prod. mg/m <sup>2</sup> /J	SD <sup>(1)</sup> 71-73	SD <sup>(2)</sup> 73-75	Durch- schn.	Prod. mg/m <sup>2</sup> /J	SD <sup>(1)</sup> 71-73	SD <sup>(2)</sup> 73-75	Durch- schn.	Prod. mg/m <sup>2</sup> /J	SD <sup>(1)</sup> 71-73	SD <sup>(2)</sup> 73-75	Durch- schn.	Prod. mg/m <sup>2</sup> /J		SD <sup>(1)</sup> 71-73	SD <sup>(2)</sup> 73-75	Durch- schn.	Prod. mg/m <sup>2</sup> /J												
5																																	
6								0,34			1,85	5,18			0,47		0,33	0,94			6,1												
7									3,25						0,19																		
8								0,76			3,6	10,08			0,92		0,56	1,60			11,68												
9									6,44						0,19																		
10					0,41		0,41	4,21			6,62	6,62	18,54		4,53		4,53	13,0			35,79												
11							0,167	0,24				8,05			0,16																		
12					0,32			2,51			4,56	6,31	17,67		1,49		0,83	2,38			22,56												
13							1,26					7,3				0,22																	
14					1,43	0,45	1,05	10,79			4,94	8,52	6,92	19,38		0,59	0,08	0,3	0,86		31,03												
15																																	
16	0,26		0,26	3,28	2,2		2,2	22,61			6,2	6,2	17,36		0,32		0,32	0,92			44,17												
17	0,76		0,76	9,60	10,26		10,26	105,47			5,94	5,94	16,63		0,27		0,27	0,77			132,47												
18																																	
19	1,14		1,14	14,38	29,82		29,82	306,55			1,42	1,42	4,0								324,9												
20																																	
21	5,75		5,75	72,56	31,95		31,95	328,45			2,5	2,5	7,0								408,01												
22																																	
23	15,24	8,51	11,88	149,92	72,39	74,1	73,25	753,01			0,13	0,13	0,36								903,29												
24																																	
25	92,0		92,00	1161,04	88,0		88,0	904,64																									
26																																	
27		233,4					82,34															2065,68											
28	158,0		195,7	2469,74	43,5		62,92	646,82														3116,56											

2. Algenproben

Wasser- tie- fe	<i>E.e. excavatum</i>			<i>E. gerthi</i>			<i>O. Kilianensis</i>			Gesamt mg/m <sup>2</sup> /J
	Prod. = SD x 0,0263 <sup>(4)</sup> x 2,8 <sup>(3)</sup>									
	SD <sup>(2)</sup> 10 gr Naßg. Algen	Produktion mg/m <sup>2</sup> /J	SD <sup>(2)</sup> 10 gr Naßg. Algen	Produktion mg/m <sup>2</sup> /J	SD <sup>(2)</sup> 10 gr Naßg. Algen	Produktion mg/m <sup>2</sup> /J	SD <sup>(2)</sup> 10 gr Naßg. Algen	Produktion mg/m <sup>2</sup> /J		
6	2,34	0,17	2,84	0,22	15,67	3,37			3,76	
8	2,04	0,15	4,53	0,34	13,80	2,97			3,46	
11	5,95	0,44	1,51	0,11	11,45	2,46			3,01	
13	1,22	0,09	2,91	0,22	9,06	1,95			2,26	

(1) Daten aus LUTZE (1974), auf 10 cm<sup>2</sup> bezogen, (2) Daten aus Tabellen des Anhangs, auf 10 cm<sup>2</sup> bezogen  
 (3) Werte aus Tabelle 7, (4) Umrechnungsfaktor von Naßgewicht Algen auf Fläche (m<sup>2</sup>).



