

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

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

German copyright law applies.

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

4. Planktologie

Von JÜRGEN LENZ

Das Hauptanliegen der planktologischen Beiträge im Rahmen dieses Heftes besteht darin, neben der Aufzählung der wichtigsten Arten einen Überblick über die Größe des Planktonbestandes in der Schlei zu geben. Quantitative Daten dieser Art fehlen bisher fast gänzlich. Ohne sie ist eine exakte Beurteilung des Trophiegrades in den verschiedenen Abschnitten der Schlei kaum möglich. Ferner sollen die Zahlenangaben über den Planktonbestand eine Vergleichsgrundlage für spätere Untersuchungen liefern. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß die starke fischereiliche Nutzung der Schlei im Hinblick auf die zunehmende Abwasserbelastung in Zukunft noch eingehendere Bestandsaufnahmen erforderlich machen wird.

In den nachfolgenden Kapiteln sind zwei Wege zur Feststellung des Planktongehaltes besprochen worden: die mikroskopische Erfassung der am häufigsten vorkommenden Arten mit anschließender Zählung der Individuen in den wichtigsten Gruppen und die Bestimmung der Biomasse mit Hilfe von chemischen Methoden. Dazu gehört die Ermittlung der Sestonmenge sowie die Messung des Chlorophyll- und Eiweißgehaltes in der partikulären Substanz. Diese Methoden haben naturgemäß einen integrierenden, summarischen Charakter. Ihr Vorteil besteht in der leichten Durchführbarkeit und der guten Vergleichbarkeit der Meßergebnisse. In dem Kapitel „Phytoplankton und Ciliaten“ erfolgt die Bestimmung der Biomasse, die als Naßgewicht angegeben wird, über die Berechnung des Zellvolumens der ausgezählten Individuen. Da in diesem Fall nur die Einzeller berücksichtigt werden, während bei den chemischen Methoden auch die kleinen Vielzeller wie z. B. die ersten Nauplienstadien und Rotatorien mit erfaßt sind, lassen die Ergebnisse beider Methoden keine unmittelbaren Vergleiche zu.

Nichts ist bisher über die Produktionsraten und das ‘Turn over’ des Schleiplanktons bekannt. Dieser wichtige Punkt, der für die Kenntnis der produktionsbiologischen Vorgänge von entscheidender Bedeutung ist, konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht bearbeitet werden. Er bildet ein dankbares Thema für die Zukunft.

Das hier dargestellte Untersuchungsmaterial wurde auf 13 Fahrten in die Schlei gewonnen, die in einmonatigem Abstand vom März 1966 bis zum März 1967 unternommen wurden. Die Probennahme erfolgte auf 5 von der Außenschlei in die Innenschlei führenden, etwa gleichabständigen Stationen: Maasholm, Arnis, Lindaunis, Große Breite und Kleine Breite. Den Ergebnissen der beiden ersten Kapitel liegen dieselben Schöpferproben zugrunde. Im dritten Kapitel werden Schleppnetzfüge mit einem 100 μ -Netz ausgewertet.

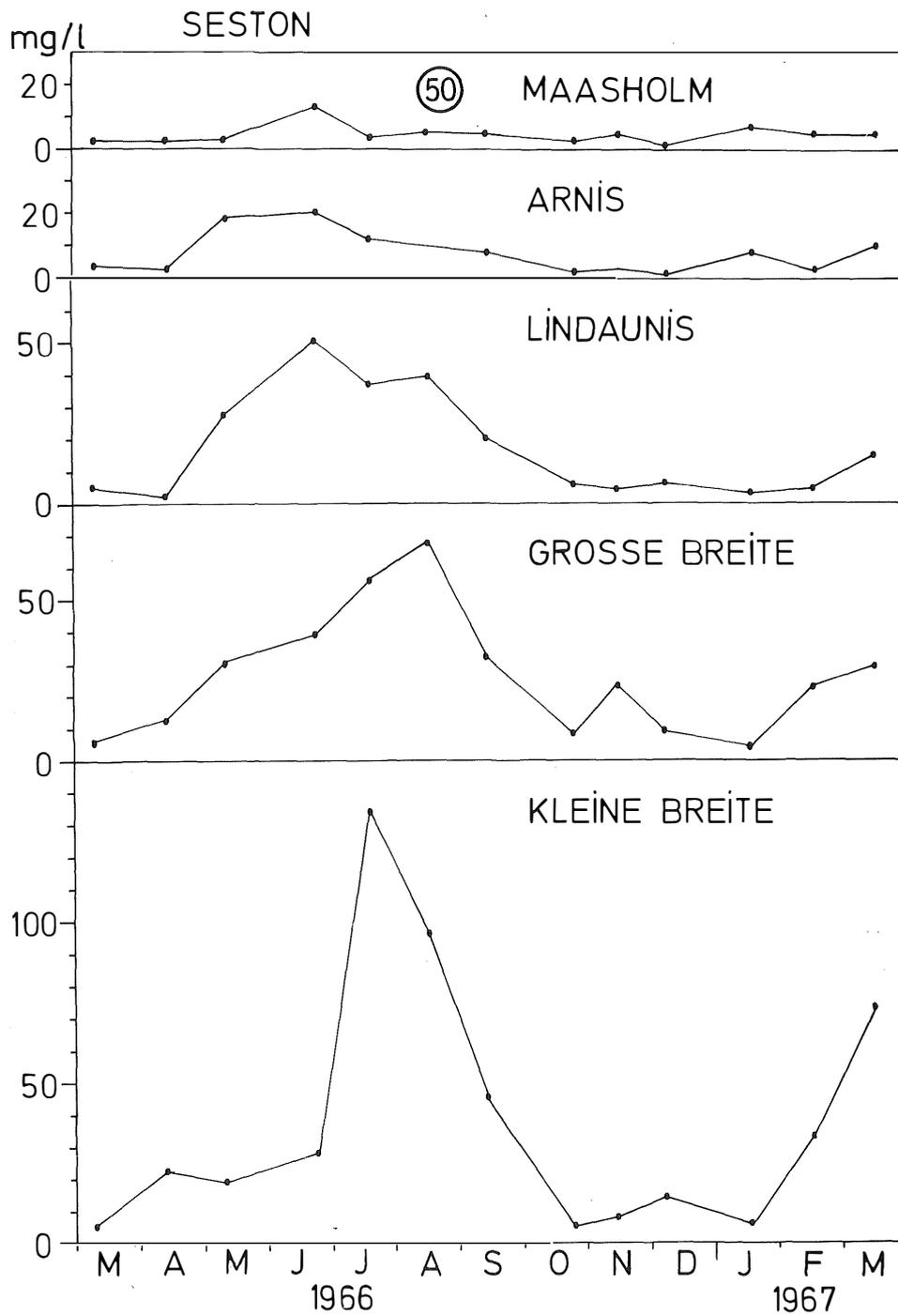
4.1. Seston, Chlorophyll- und Eiweißgehalt

Von JÜRGEN LENZ

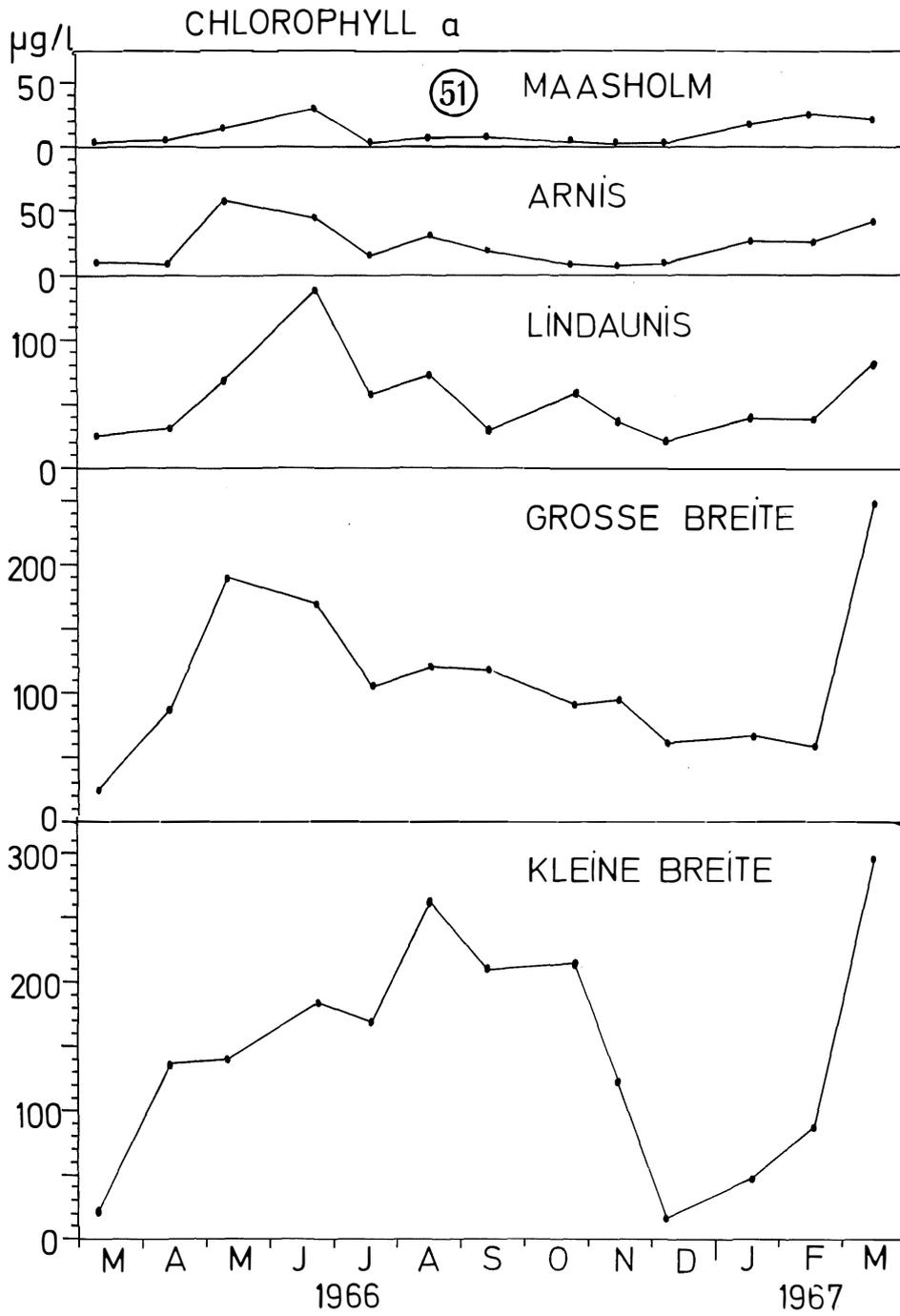
Schon mit bloßem Auge erkennbar, stellt sich die innere Schlei dem Beobachter durch ihre oft grüne Wasserfarbe als ein sehr planktonreiches Gewässer dar. In seiner Untersuchung „Die Trophie küstennaher Meeresgebiete“ beschreibt KREY (1956) die Schlei als eines der nährstoffreichsten Gebiete an der deutschen Nord- und Ostseeküste. In

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 42)

Abb. 50: Der Jahresgang des Sestons auf den 5 Schlei-Stationen.



Tafel 42



Tafel 43

der dort aufgestellten Trophieskala steht die Schlei als „hypertrophes Gewässer“ an erster Stelle.

Die hier untersuchten Faktoren Seston, Chlorophyll a und Eiweiß geben Aufschluß über die Menge und Zusammensetzung der partikulären Substanz im Wasser. Seston ist das Trockengewicht aller abfiltrierten Partikel. Der Chlorophyll- und Eiweißgehalt sind ein Maß für das vorhandene Nano- und Mikroplankton. Die Bestimmung dieser Faktoren dient der summarischen Bestandsaufnahme, der Erfassung des 'standing stock' in einem Gewässer. Die Messung der Produktionsleistung, des Zuwachses an organischer Substanz pro Zeiteinheit, erfordert die Anwendung besonderer Methoden (z. B. ^{14}C -Technik), die bei dieser Untersuchung nicht ausgeführt werden konnten. Wir müssen uns deshalb damit begnügen, die hohen Werte für das 'standing stock' als Beweis für eine große Produktivität zu deuten. Dieser Analogieschluß ist angesichts der Kurzlebigkeit der Planktonorganismen im allgemeinen erlaubt.

Die Wasserproben für die vorliegende Untersuchung wurden auf den 5 genannten Stationen jeweils in 3 Tiefen (0,5 m, 2 m und 0,5 m über dem Grund) mit 5 l-Plexiglasschöpfern (HYDROBIOS) entnommen. Die Wassertiefe schwankte je nach Station zwischen 3,5 und 10,5 m.

Für die Bestimmung der Sestonmenge sowie des Chlorophyll- und Eiweißgehaltes wurden je nach dem Trübungsgrad 20 bis 500 ml des Probenwassers durch Papierfilter Nr. 575 von SCHLEICHER & SCHÜLL (\varnothing 4 cm) filtriert. Die mittlere Porenweite dieses Filters beträgt rund 1 μ . Die obere Größe der abfiltrierten Partikel läßt sich nicht exakt begrenzen, da keine Vorfiltration vorgenommen wurde. Erfahrungsgemäß werden größere Planktonorganismen (z. B. Copepoden) bei kleinen Filtrationsmengen nur gelegentlich mit erfaßt. Ihr Gewicht beträgt dann in der Regel nur einen geringen Bruchteil von der Gesamtmasse der kleinen Teilchen.

Das Sestongewicht wurde mit Hilfe von Vergleichsfiltern und einer sorgfältigen Raumakklimatisation bei der Leer- und Vollwägung mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ mg pro Filter bestimmt. Für die Chlorophyllbestimmung wurden die Filter mit Methanol extrahiert und der Extrakt im ZEISS-Photometer ELKO II mit dem Filter J 67 (≈ 670 nm) gemessen. Die Meßgenauigkeit beträgt $\pm 0,3 \mu$ pro Probe. Der Eiweißgehalt wurde im Anschluß an die Sestonwägung an denselben Filtern nach der Biuret-Methode gemessen (vgl. KREY, BANSE und HAGMEIER 1957). Für die Eichung dieser Methode wird Hühneralbumin der Fa. MERCK, Darmstadt verwandt. Genau genommen müßten daher die Analysenergebnisse als Albuminäquivalente bezeichnet werden. Die Genauigkeit der Bestimmung liegt bei ± 15 — $20 \mu\text{g}$ pro Filter. Alle Meßwerte wurden auf den Gehalt pro 1 l umgerechnet, wobei sich natürlich die Fehlerangaben je nach der Filtrationsmenge vervielfältigen.

Die größten methodischen Fehler liegen vermutlich in der Probennahme selbst. Die geringe Wassertiefe der Schlei — die schmale Fahrrinne ist stellenweise nur 4 m tief, und außerhalb der Fahrrinne beträgt die Tiefe nicht mehr als 1,5 bis 2 m — wirkte sich in zweifacher Hinsicht störend aus. Denn bei starken Winden werden viele Bodenteilchen aufgewirbelt, die mit in das Probenwasser gelangen. So herrschte an 5 von 13 Untersuchungstagen, nämlich im April, Juli, November 1966 sowie im Februar und März 1967, eine Windstärke zwischen 5 und 7. Zum anderen machten starke Winde es schwierig, das Schiff auf Position zu halten. Die zur Vermeidung der Abdrift erhöhte Umdrehung der Schiffsschraubeführte, da oft nur 1—2 m Wasser unter dem Kiel waren,

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 43)

Abb. 51: Der Jahresgang des Chlorophyll-a-Gehaltes auf den 5 Schlei-Stationen.

ebenfalls zu Sedimentaufwirbelungen. Auf den beiden letzten Stationen, Große und Kleine Breite, konnten wegen der geringen Wassertiefe ohnehin meist nur Proben aus 0,5 und 2 m Tiefe entnommen werden.

Aus diesem Grund werden bei der Darstellung der Ergebnisse im wesentlichen nur die Mittelwerte der drei Beobachtungstiefen berücksichtigt. Die Einzelwerte mit den dazugehörigen Mittelwerten für den Seston-, Chlorophyll- und Eiweißgehalt sind im Anhang (Tab. 5—7) aufgeführt.

Trotz der bisweilen auf den drei ersten Schleistationen, Maasholm, Arnis und Lindaunis, vorkommenden Temperatur- und Salzgehaltsschichtung sind die vertikalen Unterschiede bei den hier untersuchten Faktoren gering. Stärkerer Wind und Strömungen infolge von Wasserstandsunterschieden zwischen Schleimünde und Schleswig sorgen für die häufige Durchmischung der Wassersäule. Die hohe Konzentration der Trübstoffe in der oberen Wasserschicht trägt zusätzlich durch das ständige Herabrieseln der Teilchen zu ihrer gleichmäßigen Verteilung über die ganze Wassersäule bei.

Sehr deutlich treten dagegen die horizontalen Konzentrationsunterschiede hervor, wenn man die Schlei von Schleimünde nach Schleswig hinauffährt. Obwohl die Sestonmenge schon stark vermehrt ist, spiegelt Maasholm noch annähernd die Verhältnisse der nahe gelegenen Ostsee wieder. Arnis bildet die Übergangszone zu der sehr stark eutrophierten Innenschlei. Die auffallende Eutrophierung beginnt bereits bei Lindaunis und verstärkt sich dann in der Großen und Kleinen Breite.

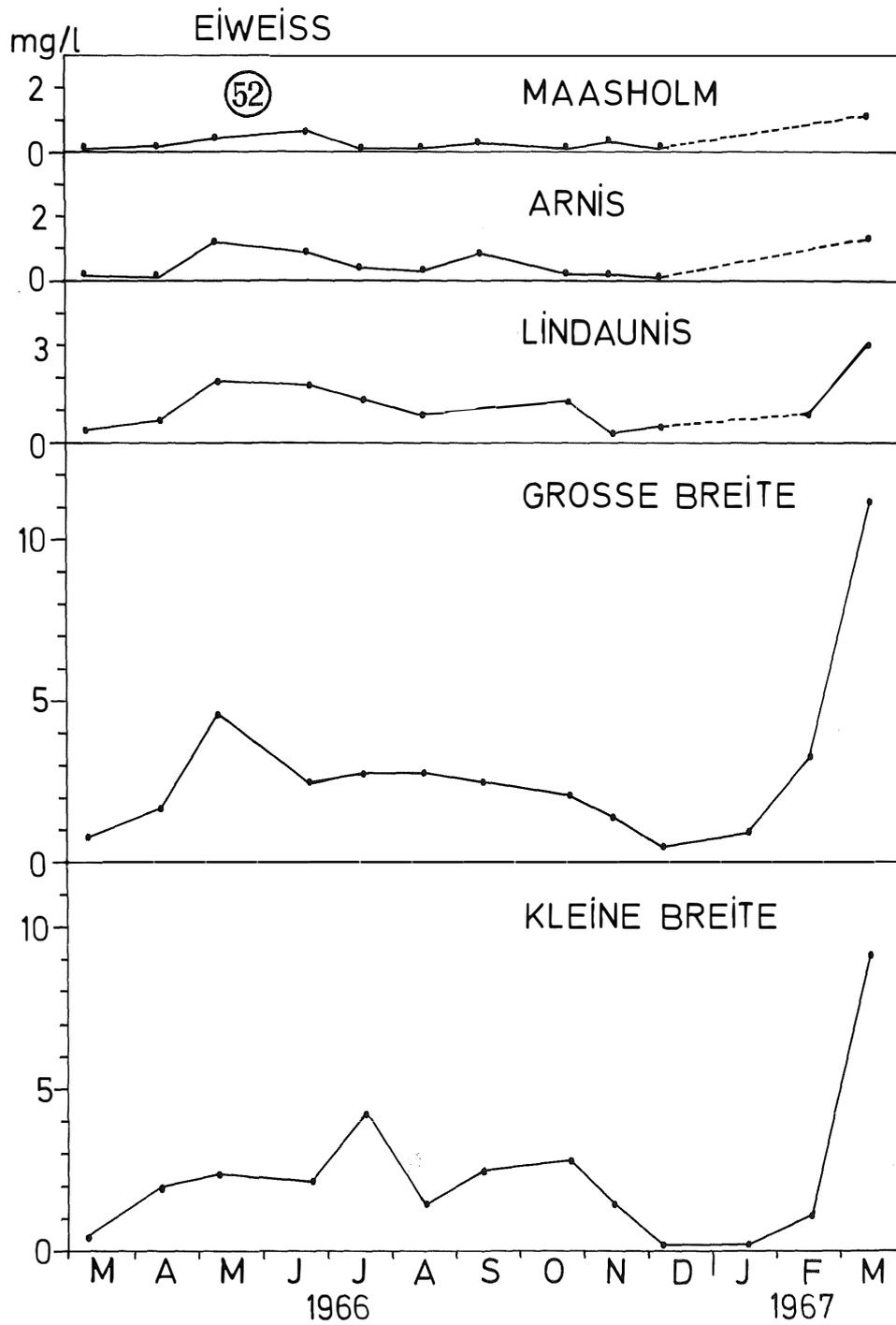
Diese grob skizzierte Zonierung verschiebt sich bis zu einem gewissen Grad in Abhängigkeit von der hydrographischen Situation. Bei einer Einstromlage, wie z. B. am 13. 4., ist die für die Innenschlei charakteristische hohe Konzentration der untersuchten Faktoren bei Lindaunis noch nicht erreicht, während sie bei einer Ausstromlage im nächsten Monat (10. 5.) weit über Lindaunis hinausgeht und noch bei Arnis feststellbar ist. Die allgemeine Konzentrationszunahme von Station zu Station ist aus den Abbildungen 50—52 ersichtlich, obwohl diese in erster Linie die Jahresschwünge verdeutlichen sollen, die im folgenden besprochen werden.

Bei der Betrachtung der Jahresschwünge muß man sich vor Augen halten, daß der wahre Verlauf der untersuchten Faktoren mit einer einzigen Messung pro Monat nur angenähert wiedergegeben werden kann. Bei diesem großen Probenabstand ist es durchaus möglich, daß zum Beispiel eine kurzfristige Planktonblüte von drei Wochen Dauer gar nicht mit erfaßt wurde. Daher kann die nachfolgende Darstellung der Jahresschwünge nicht mehr als ein mögliches Rahmengerüst für die tatsächlichen Verhältnisse bieten.

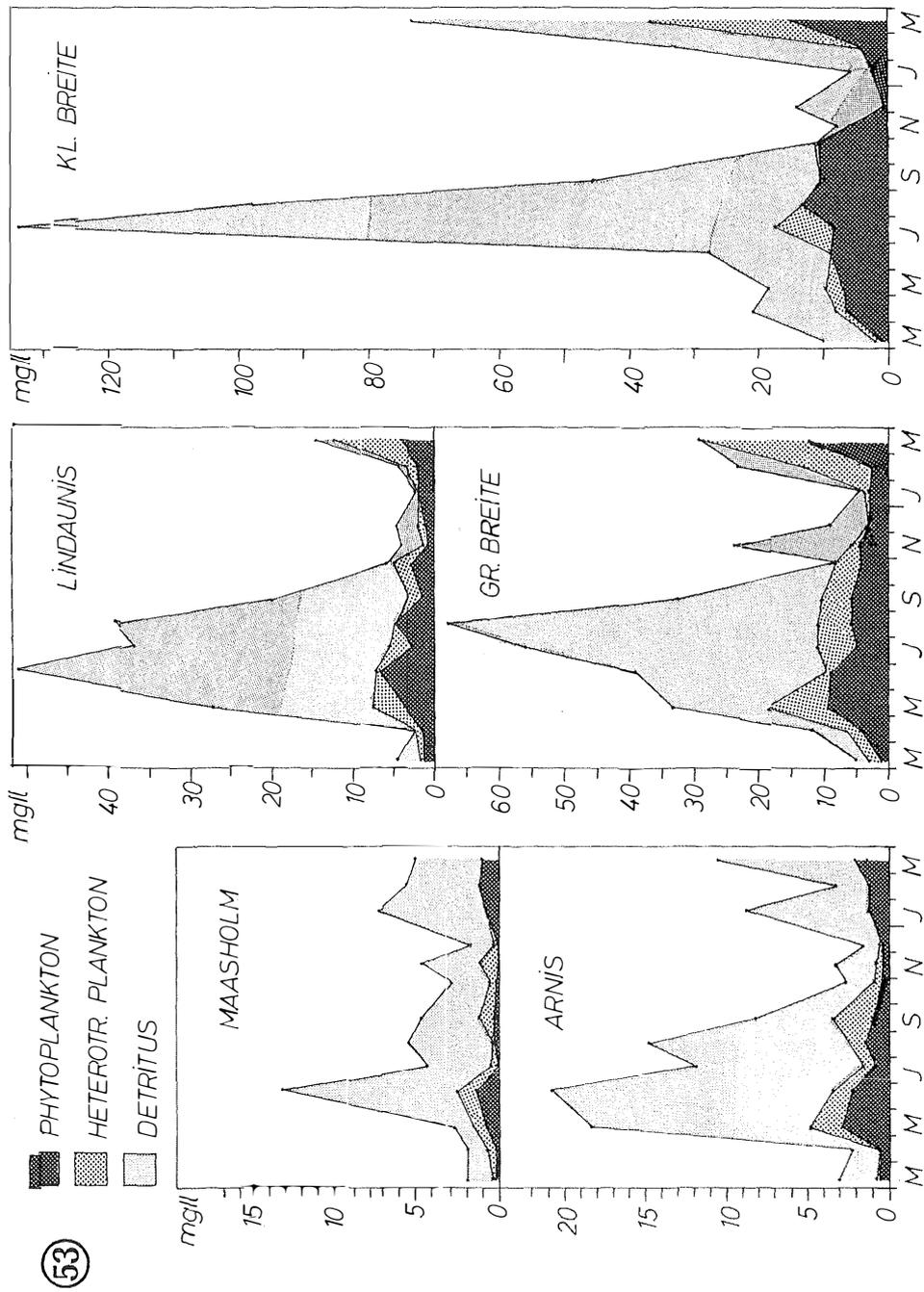
Die Abb. 50 zeigt den Jahresschwung des Sestons auf den fünf Stationen. Die Sommermonate Mai bis September sind durch hohe Werte gekennzeichnet. Die höchsten Werte treten im Juni, Juli und August auf. Die extrem hohe Sestonmenge im Juli in der Großen Breite ist sicher teilweise durch aufgewirbelte Bodenteilchen verursacht, da bei der Probennahme eine Windstärke von 6—7 herrschte. Auf der Station Maasholm ist die sommerliche Zunahme am geringsten ausgeprägt. Arnis bildet wiederum den Übergang zu den drei folgenden Stationen in der mittleren und inneren Schlei. Dort betragen die höchsten Sestonwerte bis zum etwa Zwanzigfachen der geringsten Konzentration in den Wintermonaten November bis Januar. Mit Ausnahme von Maasholm zeigen alle Stationen eine stärkere Zunahme der Sestonmenge in den Frühjahrsmonaten 1967 als zu Beginn der Untersuchungen 1966. Dies ist vielleicht ebenfalls auf die Windverhältnisse zurückzuführen.

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 44)

Abb. 52: Der Jahresschwung des Eiweißgehaltes auf den 5 Schlei-Stationen.



Tafel 44



Tafel 45

Der Jahresgang des Chlorophyll a (Abb. 51) verläuft ähnlich wie der des Sestons. Die jahreszeitlichen Unterschiede treten jedoch deutlicher hervor. Die Station Maasholm weist nur ein Frühjahrsmaximum auf. Dieses tritt sehr verspätet im Mai/Juni auf, während im nächsten Jahr schon ab Mitte Januar eine starke Zunahme des Chlorophyllgehaltes zu verzeichnen ist. Bei Arnis, Lindaunis und in der Großen Breite findet man neben dem Frühjahrsmaximum auch im Spätsommer und Herbst höhere Werte. Das winterliche Minimum ist teilweise nur gering ausgeprägt. Während die maximalen Chlorophyllgehalte auf den erstgenannten Stationen in den Monaten Mai/Juni beobachtet werden, findet man sie dagegen in der Kleinen Breite in der Zeit zwischen August und Oktober.

Der Eiweißgehalt (Abb. 52) zeigt einen ausgeglicheneren Jahresverlauf als die beiden anderen Faktoren. Es fehlen die extremen Spitzenwerte. Eine Ausnahme bildet allerdings der sehr starke Frühjahrsanstieg im Jahre 1967, der ebenfalls beim Seston- und Chlorophyllgehalt hervortrat und vermutlich teilweise auf aufgewirbelte Bodenteilchen zurückzuführen ist. Bei Maasholm finden wir das recht deutliche Jahresmaximum im Mai/Juni. Auf den übrigen vier Stationen halten sich die hohen Frühsommerwerte mehr oder weniger konstant bis zum späten Herbst.

Die Bestimmung von Seston, Chlorophyll und Eiweiß erlaubt -- unter der allerdings sehr verallgemeinernden Voraussetzung, daß für den Chlorophyll- und Eiweißgehalt der vorkommenden Organismen ein Durchschnittswert eingesetzt wird -- die Aufschlüsselung der im Wasser schwebenden Teilchen nach den drei Hauptgruppen: autotrophes Plankton = Phytoplankton, heterotrophes Plankton und Detritus.

Diese Umrechnung bezieht sich nur auf das Schöpfplankton, da die chemischen Bestimmungen an mit Wasserschöpfern gewonnenen Proben ausgeführt wurden. Das Schöpfplankton besteht in erster Linie aus Nano-, Mikro- und kleinem Mesoplankton. Über 1000 μ große Plankter werden wegen ihrer geringen Häufigkeit meist nicht in großer Zahl in einem nur wenige Liter fassenden Wasserschöpfer gefangen. In den für die Filtration verwandten Teilproben -- die Menge betrug bei dieser Untersuchung zwischen 20 und 500 ml -- tritt ihr Anteil gegenüber dem des kleineren Plankton in der Regel ganz zurück.

Das autotrophe Plankton umfaßt alle Einzeller mit Assimilationspigmenten. Zum heterotrophen Plankton gehören außer kleinen Zooplanktern farblose Flagellaten und Bakterien. Der Detritus kann aus organischem und anorganischem Material bestehen. In flachen Gebieten können beispielsweise aufgewirbelte Sandkörner in der Wasserprobe enthalten sein. Die Hauptmasse des Detritus setzt sich jedoch in der Regel aus oft undefinierbaren pflanzlichen und tierischen Resten zusammen. Auch Kotballen, z. B. von Copepoden, können manchmal einen beträchtlichen Anteil ausmachen.

Die Errechnung des Phytoplankton-Trockengewichts aus dem gemessenen Chlorophyll a-Werten ist in diesem Fall schwieriger als für den offenen Ozean, wo für die Chlorophyllmenge meist 1% des Trockengewichts eingesetzt wird. Diese Relation trifft für die Schlei mit Sicherheit nicht zu, da man annehmen muß, daß infolge der geringen Wassertiefe und des damit verbundenen regen Austausches zwischen Wasser und Boden immer ein größerer Anteil von sogenanntem „Totchlorophyll“ im Wasser vorhanden ist.

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 45)

Abb. 53: Jahreszeitliche Verteilung der 3 Komponenten des Sestons: Phytoplankton, heterotrophes Plankton und Detritus auf den 5 Schlei-Stationen.

Das Totchlorophyll ist in abgestorbenen Phytoplanktonzellen und in der Zersetzung befindlichen Pflanzenresten enthalten. Es besteht hauptsächlich aus den verschieden weit fortgeschrittenen Abbauprodukten der Chlorophylle a, b und c. Da die Absorptionsspektren der ersten Abbaustufen sich nur geringfügig von dem des intakten Chlorophylls unterscheiden, wird ein Teil dieser Abbauprodukte bei der photometrischen Chlorophyll a-Bestimmung mitgemessen. Im Falle der Schlei-Werte wird angenommen, daß 50% des gemessenen Chlorophylls dem Totchlorophyll zuzuschreiben sind. Für die Errechnung des Trockengewichts des Phytoplanktons wird daher anstelle von 100 der Umrechnungsfaktor 50 benutzt.

Aus den Eiweißwerten läßt sich das Trockengewicht des gesamten in der Wasserprobe enthaltenen Planktons errechnen. Als Durchschnittswerte für den Eiweißgehalt wird hier 25% des Trockengewichts eingesetzt. Das Trockengewicht des Gesamtplanktons minus dem des Phytoplanktons ergibt den Gewichtsanteil des heterotrophen Planktons. Für die Errechnung des Detritusgehaltes wird das Trockengewicht des Gesamtplanktons vom Sestonsgewicht abgezogen. Diese sehr summarische Berechnungsart hat zwar den Vorteil der Einfachheit, ihre Gültigkeit hängt aber ganz von der richtigen Wahl der Umrechnungsfaktoren ab. Die hierin ruhende Problematik macht deutlich, daß man auf diese Weise ohne Detailuntersuchungen nicht mehr als einen Anhalt für die tatsächliche Zusammensetzung des Sestons erhält.

Trotz dieser Einschränkung wird im folgenden der Versuch unternommen, die jahreszeitliche Verteilung der drei genannten Komponenten auf den 5 Untersuchungsstationen darzustellen (Abb. 53). Beim Betrachten der Darstellung ist darauf zu achten, daß der Maßstab für die Sestonmenge bei den Stationen Maasholm und Arnis zweieinhalbfach so groß ist wie bei den drei übrigen Stationen.

Allen 5 Stationen gemeinsam ist der hohe Detritusgehalt, der besonders deutlich in den Sommermonaten in Erscheinung tritt. Der Extremwert im Juli in der Kleinen Breite geht wahrscheinlich zum Teil auf die Aufwirbelung von Bodenteilchen zurück, da, wie bereits erwähnt, am Untersuchungstag ein nordöstlicher Wind mit der Stärke 6—7 wehte. In einzelnen Monaten, vor allem im Herbst und Winter, verschwindet der Detritus bei Lindaunis und den beiden Stationen der inneren Schlei fast ganz gegenüber dem Anteil des autotrophen und heterotrophen Planktons. Es ist anzunehmen, daß in diesen Fällen der Anteil des Planktons aufgrund der gewählten Umrechnungsfaktoren zu hoch geworden ist. Dieses scheinbare Verschwinden des Detritusanteils tritt immer dann auf, wenn die vorhandene Sestonmenge relativ gering ist. Es ist möglich, daß in einem solchen weniger getrübbten Wasser der Anteil des sogenannten Totchlorophylls weit unter dem angesetzten Wert von 50% des gemessenen Chlorophyllgehaltes liegt. Dasselbe gilt in ähnlicher Form für die Berechnung des Gesamtplanktons aus dem Eiweißgehalt. In dem gewählten Umrechnungsfaktor 4 ist bereits bis zu einem gewissen Grade das Vorhandensein von nicht „lebendem“ Eiweiß berücksichtigt. Der mittlere Eiweißgehalt beträgt nämlich für die verschiedenen Planktonorganismen zwischen 20 und 40% des Trockengewichts. In diesen Umrechnungsschwierigkeiten liegt offensichtlich die Ursache dafür, daß die Abbildung die Höhe des Detritusanteils zumindest im April und Januar bei Lindaunis, im Oktober und Januar in der Großen Breite sowie im Oktober in der Kleinen Breite nicht exakt wiedergibt.

Der Jahresgang des Phytoplanktons zeigt auf allen Stationen mit Ausnahme der Großen Breite ein frühsummerliches Maximum, worauf bereits bei der Beschreibung des Chlorophyllgehaltes hingewiesen wurde. In der Kleinen Breite erstreckt sich das reiche Phytoplanktonvorkommen vom April bis in den November hinein.

Tabelle 1
 Jahresmittelwerte (März 1966—März 1967) für die fünf Schlei-Stationen

Station	Seston µg/l	Chloroph. a µg/l	Eiweiß µg/l	Phytopl. µg/l	Heterotr. Pl. µg/l	Detritus µg/l	Phytopl. %	Heterotr. Pl. %	Detritus %
Maasholm	4 770	10	276	515	589	3 666	10,8	12,3	76,9
Arnis	8 350	23	517	1 125	943	6 282	13,5	11,3	75,2
Lindaunis	16 820	55	1 171	2 760	1 924	12 136	16,4	11,4	72,2
Große Breite	25 830	111	2 165	5 525	3 135	17 170	21,4	12,1	66,5
Kleine Breite	30 940	149	2 408	7 435	2 197	21 308	24,0	7,1	68,9

Der Anteil des heterotrophen Planktons ist erwartungsgemäß meist niedriger als der des Phytoplanktons. Der Jahresgang verläuft in großen Zügen parallel. In den Wintermonaten November bis Januar ist jedoch nur sehr wenig heterotrophes Nano- und Mikroplankton vorhanden.

Mit dem Ziel, eine bessere Vergleichbarkeit untereinander und zu anderen Gewässern zu ermöglichen, sind in Tabelle 1 die Jahresmittelwerte der beobachteten Faktoren auf den fünf Stationen zusammengestellt. Bei der Mittelwertbildung wurden einige offenbar windbeeinflusste Extremwerte fortgelassen. Die Zusammenstellung vermittelt einen anschaulichen Eindruck von der graduellen Zunahme der Meßwerte von der Außenschlei zur Innenschlei. Beim Phytoplankton beträgt diese Zunahme rund das Fünfzehnfache, beim heterotrophen Schöpfplankton das Vierfache und beim Detritus das Sechsfache. Zieht man autotrophes und heterotrophes Plankton zu dem aus dem Eiweißgehalt errechneten Gesamtplankton zusammen, so ergibt sich eine Zunahme um den Faktor 9. Die prozentuale Aufschlüsselung der drei Komponenten zeigt, daß neben der absoluten Zunahme auch der relative Anteil des Phytoplanktons von Maasholm bis zur Kleinen Breite ansteigt. Das heterotrophe Plankton nimmt dagegen mit Ausnahme des niedrigen Wertes in der Kleinen Breite auf allen Stationen einen recht konstanten Anteil ein. Der Detritus bildet mit rund 75% den weitaus größten Bestandteil des Sestons. Zur Innenschlei hin nimmt dieser Prozentwert allerdings etwas ab.

Läßt man die bestehenden Vorbehalte bezüglich der Verlässlichkeit dieser Zahlen außer acht, so könnte man nach obigen Angaben folgendes Bild für die Planktonbesiedlung der Schlei skizzieren: die Kleine Breite ist infolge des Einflusses von Schleswig das fruchtbarste Gebiet mit der größten Phytoplanktonentwicklung. Für die graduelle Abnahme der Planktondichte zur Außenschlei hin, die durch die seewärts gerichtete Hauptströmungsrichtung des Oberflächenwassers gefördert wird, lassen sich im wesentlichen drei mögliche Ursachen nennen: Verlangsamung des Wachstums infolge verringerten Nährstoffangebots, Verschlechterung der physiologischen Lebensbedingungen durch Salzgehaltszunahme mit gleichzeitiger Änderung der Artenzusammensetzung des Phytoplanktons und drittens die Zehrung durch Zooplankton. Die beiden erstgenannten Punkte werden in den Kapiteln 2.6., 2.7. und 4.2. näher behandelt. Die Verschiebung des Verhältnisses von autotrophen zu heterotrophen Plankton in der Großen Breite zugunsten des Zooplanktons (vgl. Tab. 1) läßt sich so deuten, daß sich hier als Folge des Phytoplanktonreichtums, den die Strömung aus der Kleinen Breite mitbringt, das Hauptgideihgebiet des Zooplanktons befindet.

Unter Einbeziehung des Netzplanktons (vgl. Kapitel 4.3.) werden in der Tabelle 2 die Jahresmittel für die Gesamtbiomasse der fünf Schlei-Stationen gegeben. Das Netzplankton besteht aus Schleppnetzfangen mit einem 100 μ -Netz. Obwohl wegen der teilweisen Überlappung in der Größenverteilung keine scharfe Grenze zwischen Schöpf- und Netzplankton zu ziehen ist, werden hier im wesentlichen zwei verschiedene Größengruppen des Planktons erfaßt. Das Trockengewicht des Netzplanktons wurde aus den Absetzvolumina der konservierten Proben errechnet. Infolge des reichlich vorhandenen interstitiellen Wassers bei der Volumenbestimmung wurde ein durchschnittlicher Umrechnungsfaktor von $1/37$ ermittelt.

Die Tabelle 2 zeigt interessante Relationen auf. Die Zunahme des Netzplanktons von der Außen- zur Innenschlei verläuft nämlich ähnlich wie die des Phytoplanktons. Das Mengenverhältnis beider Gruppen zueinander variiert auf den einzelnen Stationen nur zwischen 1 : 10,5 und 1 : 13,7. Der Prozentsatz des Netzplanktons an der Gesamtbiomasse schwankt zwischen 4,1 und 5,3%. Die Gesamtbiomasse nimmt in ähnlicher Weise wie die einzelnen Komponenten des Planktons von Maasholm bis zur Großen Breite jeweils

Tabelle 2
 Jahresmittelwerte der Biomasse in Trockengewicht für die fünf Schlei-
 Stationen (März 1966—März 1967)

Station	Phytoplankton µg/l	Heterotrophes Plankton		Gesamtbiomasse µg/l
		Schöpfpflankton µg/l	Netzplankton µg/l	
Maasholm	515	589	49	1 153
Arnis	1 125	943	89	2 157
Lindaunis	2 760	1 924	219	4 903
Große Breite	5 525	3 135	451	9 111
Kleine Breite	7 435	2 197	543	10 175

um den Faktor 2 von Station zu Station zu. Der Zuwachs von der Großen zur Kleinen Breite ist dagegen nur noch gering.

Tabelle 3
 Mittelwerte für den Seston- und Planktonbestand in verschiedenen
 Meeresgebieten (Trockengewichte)

Gebiet	Zeitraum	Seston µg/l	Gesamtplankton*) µg/l	Detritus % von Seston
Nordatlantik 39°—56° N (0—20 m)	März—Mai, Aug.—Sept. 1958 (KREY 1964)	537	204	62,0
Nordatlantik 56°—68° N (0—20 m)	März—Mai, Aug.—Sept. 1958 (KREY 1964)	1 320	196	85,2
Kieler Bucht (0—26 m)	1958—1960 (KREY 1961)	1 341	320	76,2
Innere Schlei (Gr. u. Kl. Breite)	März 1966—März 1967	28 385	9 148	67,8

*) = Eiweißwert mit 4 multipliziert

Die Tabelle 3 enthält einige Vergleichsdaten für das "standing stock" anderer Meeresgebiete. Die innere Schlei übertrifft die Station Boknis Eck in der Kieler Bucht im Sestongehalt um rund das Zwanzigfache und im Bestand des Gesamtplanktons sogar um fast das Dreißigfache.

Auf die verschiedenen Faktoren, die zu der hohen Eutrophierung der inneren Schlei beitragen, ist bereits in einigen vorangegangenen Kapiteln verwiesen worden. Sie seien hier noch einmal zusammengestellt. Die beiden Hauptursachen sind die Flachheit des Gewässers und der damit verbundene kurze Kreislauf der Nährstoffe und zweitens die Düngewirkung der aus den menschlichen Siedlungen eingeleiteten Abwässer. Ein weiterer Zufluß von Nährstoffen erfolgt von den die Schlei begrenzenden Landgebieten her. Da die fjordähnlich ins Land einschneidende Schlei im Vergleich zu ihrer Wasserfläche eine sehr ausgedehnte Uferlänge aufweist, ist der Einfluß des umgebenden Landes

(Einspülen von Nährstoffen durch Regen) besonders groß. Eine wichtige Rolle bei der „Düngung“ der inneren Schlei spielen die im Herbst und Winter in die Kleine Breite eingeleiteten Abwässer der Zuckerfabrik bei Schleswig. Ein zusätzlicher Beitrag zur Eutrophierung der Schlei wird von den zahlreichen Seevögeln geleistet. Im Frühjahr und Sommer sind es die in Kolonien nistenden Möwen bei Schleswig und Schleimünde und zu den anderen Jahreszeiten die rastenden und überwinterten Entenvögel, die mit ihren Exkrementen den Nährstoffgehalt des Wassers erhöhen.

Wenn man davon ausgeht, daß die Primärproduktion in der inneren Schlei bei dem reichen Nährstoffangebot nur durch die einfallende Lichtenergie begrenzt wird, dann ist ein Vergleich zwischen der Himmelsstrahlung und den gemessenen Chlorophyll a-Werten interessant (Tabelle 4). Im Frühjahr steigt die Chlorophyllmenge als Maß für das vorhandene Phytoplankton mit der zunehmenden Einstrahlung an und erreicht im Mai zusammen mit der Himmelsstrahlung den höchsten Wert. Im Sommer und Herbst tritt dann jedoch eine Verschiebung der anfänglichen Parallelität ein. Der Chlorophyllgehalt nimmt langsamer ab als die eingestrahelte Energie. Dies ist offensichtlich ein Beweis dafür, daß trotz des kurzen Lebenszyklus der Phytoplanktonpopulationen im Laufe des Jahres eine gewisse Speicherung der aufgebauten organischen Substanz erfolgt. Der Abbau geht langsamer vonstatten als die Abnahme des Lichts in der zweiten Jahreshälfte. Sehr stark unterscheidet sich jeweils der Monat März am Anfang und Ende

Tabelle 4

Vergleich zwischen Himmelsstrahlung (Monatsmittelwerte des Wetteramtes Schleswig) und Chlorophyll a-Werten (Mittelwerte von Lindau- nis, Große Breite und Kleine Breite)

1966/67	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.
Himmelsstrahlung cal/cm ²	168	241	445	434	402	358	247
Chloroph. a µg/l	25	90	164	164	111	161	120

1966/67	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März
Himmelsstrahlung cal/cm ²	102	47	27	33	86	157
Chloroph. a µg/l	121	84	34	51	61	208

der Beobachtungszeit. Bei annähernd gleicher Einstrahlung finden wir den absolut niedrigsten und höchsten Chlorophyllwert. Im Märzwert 1967 ist wahrscheinlich infolge des trüben Wassers bei der Probennahme ein hoher Prozentsatz von „Totchlorophyll“ mitgemessen worden. Eine direkte Proportionalität zwischen Himmelsstrahlung und Phytoplanktonbestand ist auch deswegen kaum zu erwarten, weil ein großer Teil des eingestrahelten Lichts von der wechselnden Menge der sehr zahlreichen Detritusteilchen absorbiert wird und damit dem Phytoplankton verloren geht.

Die Eutrophierung der Schlei kann im Hinblick auf das Planktonwachstum solange als günstig angesehen werden, als es zu keiner Vergiftung des Wassers durch H_2S -Bildung oder andere eingeleitete Stoffe mit toxischer Wirkung kommt. Zu den Grenzbedingungen gehört auch, daß die Ausbreitung des Faulschlammes nicht weiter zunimmt. Die hohe Primärproduktion liefert über das Zooplankton und die Bodenfauna die Grundlage für den Fischreichtum der Schlei.

Literaturverzeichnis

- KREY, J. (1956): Die Trophie küstennaher Meeresgebiete. *Kieler Meeresforsch.*, **12**: 46—64. — KREY, J., K. BANSE und E. HAGMEIER (1957): Über die Bestimmung von Eiweiß im Plankton mittels der Biuretreaktion. *Kieler Meeresforsch.*, **13**: 35—40. — KREY, J. (1961): Beobachtungen über den Gehalt an Mikrobiomasse und Detritus in der Kieler Bucht 1958—1960. *Kieler Meeresforsch.*, **17**: 163—175. — KREY, J. (1964): Die mittlere Tiefenverteilung von Seston, Mikrobiomasse und Detritus im nördlichen Nordatlantik. *Kieler Meeresforsch.*, **20**: 18—29.

Tabelle 5
Seston µg/l

Datum	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.	25. 10.	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Maasholm													
0,5 m	1 900	2 510*)	4 400	14 060	5 160	3 640	3 470	3 080	6 640	2 160	3 560	5 780	3 910
2 m	1 760	1 600	2 650	16 700	4 120	6 450	5 050	3 520	2 760	2 000	9 640	4 060	5 440
Boden	2 200	1 840	1 400	9 200	3 440	6 350	5 550	2 160	4 760	1 430	8 850	7 100	5 840
\bar{x}	1 950	1 980	2 820	13 320	4 240	5 480	4 690	2 920	4 720	1 860	7 350	5 650	5 060
Arnis													
0,5 m	3 500	2 250	9 000	24 400	11 400	21 700	7 000	3 300	4 500	1 380	—	3 200	11 850
2 m	3 100	—	23 500	19 800	13 300	9 000	5 200	1 920	3 170	950	8 400	2 920	12 100
Boden	2 270	—	22 300	17 800	10 600	13 500	12 100	—	2 250	2 480	8 960	3 360	7 450
\bar{x}	2 960	2 250	18 270	20 670	11 770	14 730	8 100	2 610	3 310	1 600	8 680	3 160	10 470
Lindaunis													
0,5 m	4 750	2 350	11 400	51 800	21 000	52 500	12 300	5 100	2 510	4 080	2 050	2 800	12 850
2 m	4 500	1 100	30 800	47 200	33 600	31 600	29 900	6 100	5 100	6 040	2 330	3 040	18 600
Boden	5 000	1 550	39 800	54 800	56 200	34 200	18 300	6 400	5 000	7 200	2 450	4 960	12 400
\bar{x}	4 750	1 670	27 330	51 270	36 930	39 430	20 170	5 870	4 200	5 770	2 280	4 360	14 620
Große Breite													
0,5 m	5 200	12 900	25 800	41 250	41 200	61 400	27 800	10 200	28 800	8 530	4 400	23 100	29 300
2 m	4 730	14 500	34 800	36 500	71 200	74 000	36 800	6 200	17 800	9 100	—	—	—
Boden	—	7 800	—	—	—	—	—	—	—	9 000	—	—	—
\bar{x}	4 970	11 730	30 300	38 880	56 200	67 700	32 300	8 200	23 300	8 800	4 400	23 100	29 300
Kleine Breite													
0,5 m	4 800	43 200	17 000	29 600	127 000	92 500	41 600	5 400	7 700	12 100	3 160	14 000	73 330
2 m	4 000	21 860	17 200	25 800	159 000	99 500	49 200	4 800	—	16 940	8 500	51 600	—
Boden	6 400	54 800	21 000	—	115 500	—	—	—	—	13 000	—	—	—
\bar{x}	5 070	39 950	18 400	27 700	133 830	96 000	45 400	5 100	7 700	14 010	5 830	32 800	73 330

*) Probenahme bei Kappeln anstelle von Maasholm

Boden = 0,5—1 m über dem Boden

Tabelle 6
Chlorophyll $\mu\text{g/l}$

Datum	9.3.66	13.4.	10.5.	22.6.	19.7.	16.8.	13.9.	25.10.	14.11.	7.12.	18.1.67	15.2.	16.3.
Maasholm													
0,5 m	4,7	4,0*)	20,0	34,5	2,3	6,7	4,5	2,6	1,4	3,4	11,1	15,7	16,4
2 m	3,1	6,2	10,9	29,0	2,8	5,3	8,0	3,2	1,0	1,1	23,0	24,2	22,2
Boden	2,9	3,6	—	21,0	2,3	5,3	7,5	3,6	—	—	16,1	33,0	23,4
\bar{x}	3,5	4,6	15,4	28,1	2,4	5,7	6,6	3,1	1,2	2,3	16,7	24,3	20,6
Arnis													
0,5 m	11,5	5,0	69,0	42,0	16,7	31,0	14,0	8,8	5,5	6,6	25,0	32,2	44,5
2 m	8,6	14,0	57,5	44,0	19,5	23,0	12,4	7,5	—	9,9	27,2	15,0	45,0
Boden	8,7	6,5	39,5	47,0	11,5	—	29,0	6,3	6,0	9,1	21,8	26,8	33,5
\bar{x}	9,6	8,5	55,3	44,3	15,9	27,0	18,4	7,5	5,8	8,5	24,6	24,6	41,0
Lindaunis													
0,5 m	24,8	30,3	41,6	136,3	68,0	108,8	33,5	74,5	45,0	18,8	38,3	37,0	73,2
2 m	27,3	30,3	62,0	123,3	50,0	102,0	41,5	65,0	26,5	31,4	46,0	23,8	77,7
Boden	26,0	24,5	111,0	155,0	53,0	79,0	13,5	32,0	—	15,5	32,0	53,4	89,0
\bar{x}	26,0	28,3	71,5	138,2	57,0	96,6	29,5	57,1	35,7	21,9	38,7	38,0	79,9
Große Breite													
0,5 m	27,7	94,5	200,0	158,3	111,0	158,0	125,0	97,0	101,5	97,4	48,0	57,5	247,0
2 m	23,0	91,5	181,7	181,7	114,0	85,0	111,0	85,0	87,5	40,0	84,0	—	—
Boden	—	73,0	—	—	93,3	—	—	—	—	52,0	—	—	—
\bar{x}	25,5	86,3	190,8	170,0	106,1	121,5	118,0	91,0	94,5	63,1	66,0	57,5	247,0
Kleine Breite													
0,5 m	22,3	162,5	138,3	179,0	172,5	290,0	200,0	316,0	50,0	21,5	36,8	66,7	296,7
2 m	24,3	137,0	141,8	190,0	190,0	237,5	222,0	116,0	195,0	18,7	58,5	108,0	—
Boden	20,7	170,0	138,8	—	145,0	—	—	—	—	11,0	—	—	—
\bar{x}	22,4	156,5	139,6	184,5	169,1	263,7	211,0	216,0	122,5	17,0	47,6	87,3	296,7

*) Probennahme bei Kappeln anstelle von Maasholm

Boden = 0,5—1 m über dem Boden

Tabelle 7
Eiweiß $\mu\text{g/l}$

Datum	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.	25. 10.	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Maasholm													
0,5 m	60	200*)	570	640	—	—	193	112	344	78	62	—	980
2 m	92	176	250	830	164	—	140	152	248	46	—	—	1 136
Boden	—	184	—	460	80	110	520	—	324	—	—	—	1 136
\bar{x}	76	186	410	643	122	110	284	132	305	62	62	—	1 084
Arnis													
0,5 m	143	135	980	830	407	330	—	357	365	62	—	—	1 275
2 m	198	60	1 633	660	450	310	320	165	53	132	—	—	1 285
Boden	93	125	960	1 060	250	—	1 390	142	155	202	—	—	1 380
\bar{x}	144	106	1 191	850	369	320	855	221	191	132	—	—	1 313
Lindaunis													
0,5 m	455	570	1 980	1 600	1 240	—	970	1 620	320	352	190	733	1 531
2 m	380	570	1 920	2 020	1 520	—	1 030	1 180	450	612	—	1 332	3 900
Boden	405	605	1 820	1 740	1 333	880	1 110	1 040	180	573	—	692	3 750
\bar{x}	413	581	1 906	1 786	1 364	880	1 036	1 280	316	512	190	919	3 060
Große Breite													
0,5 m	1 220	1 770	3 660	2 325	2 420	2 606	1 660	2 300	1 420	586	950	3 280	11 180
2 m	400	2 020	5 575	2 575	3 020	2 900	3 360	1 900	1 500	600	—	—	—
Boden	—	1 260	—	—	3 020	—	—	—	—	400	—	—	—
\bar{x}	810	1 683	4 617	2 450	2 820	2 780	2 510	2 100	1 460	528	950	3 280	11 180
Kleine Breite													
0,5 m	560	3 220	2 600	1 740	5 050	1 050	2 480	2 520	1 070	350	225	462	9 200
2 m	393	2 000	2 080	2 700	4 000	1 900	2 480	3 120	2 000	—	180	1 760	—
Boden	593	3 060	2 620	—	3 950	—	—	—	—	100	—	—	—
\bar{x}	515	2 760	2 433	2 220	4 333	1 475	2 480	2 820	1 535	225	202	1 111	9 200

*) Probenahme bei Kappeln anstelle von Maasholm

Boden = 0,5—1 m über dem Boden

4.2. Phytoplankton und Ciliaten

Von MALTE ELBRÄCHTER

Eine quantitative Untersuchung des Phytoplanktons der Schlei über einen längeren Zeitraum ist bisher nicht veröffentlicht. Nur KREY (1956) gibt für eine einmalige Fahrt im Mai 1954 quantitative Angaben. Er fand jedoch eine Ausnahmesituation infolge einer Blüte von *Chromulina minima* mit Zellzahlen bis zu $8,8 \times 10^9/l$. Das entspricht einer Biomasse von 100 000 $\mu g/l$. Qualitativ bearbeitete HOFFMANN (1937) das Plankton, vor allem von Schleswig bis Missunde, an Hand von 22 Fängen für die Jahre 1934, 1935.

Die vorliegende Auswertung bearbeitete Material, das Dr. LENZ (Kiel) von März 1966 bis März 1967 sammelte. Für den November liegen keine Proben vor. Stationsangaben finden sich in Abschnitt 4.1. Ferner untersuchte ich Lebendplankton auf zwei Schnitten von Schleswig bis Schleimünde an je 12 Stationen am 15. und 16. August 1968. Gezählt wurde nach der Methode von UTERMÖHL (1956). Die Proben stammen aus 0,5 m Tiefe, fixiert wurden sie mit Lugol'scher Lösung. Die Cyanophyceen wurden auf Miliporefiltern gezählt. Dazu wurde ein Teilstück eines Filters auf einem Objektträger mit Immersionsöl versetzt, ein Deckglas aufgelegt und bei 600-facher Vergrößerung gezählt. Die gezählte Fläche entsprach mindestens einem Wasservolumen von 0,1 ml. Die Umrechnung von Zellzahlen zum Plasmavolumen wurde nach den Angaben von LOHMANN (1908), HAGMEIER (1960), HICKEL (1965) und GOLDMAN et al. (1968) gemacht. Das spezifische Gewicht wurde mit 1 angenommen und von μ^3 auf μg umgerechnet. $10^6 \mu^3$ entsprechen dann 1 μg (Abb. 54 und 55).

Herrn Prof. Rheinheimer (Kiel) danke ich für die Erlaubnis zur Benutzung der von ihm gesammelten Filter, Dr. Lenz für die Überlassung der UTERMÖHL-Proben. Dr. Schwabe (Plön) bestimmte die Cyanophyceen, Dr. Zeitzschel (Kiel) die Tintinne *Tintinnopsis minuta* und Dr. Dietz-Elbrächter (Kiel) *Vorticella natans*. Allen Genannten möchte ich an dieser Stelle für die freundliche Unterstützung und anregende Diskussionen danken.

An Hand der untersuchten Proben lassen sich nur Angaben über den Bestand zu einzelnen Zeitpunkten, jedoch keine Aussagen über die Produktionsrate machen. Ferner sind Aussagen über den Einfluß des Salzgehaltes sehr unsicher. Organismen können durch Strömungen aus ihrem Gedeihgebiet in ein steriles Zerstreungsgebiet geschwemmt werden. Ferner lassen sich bei einmonatiger Probennahme schwer jahresrhythmische Verschiebungen feststellen. Planktonblüten sind oft kurzfristig. Andererseits ist die Probennahme durch wolkenhafte Verteilung des Planktons in gewissem Maße zufallsabhängig. Unter diesen Vorbehalten müssen die Angaben, die im folgenden Teile gemacht werden, gesehen werden. Es wurde keine vollständige Erfassung aller Planktonorganismen angestrebt.

Die Cyanophyceen spielen im Plankton der Schlei zahlenmäßig und auch volumenmäßig, ganz im Gegensatz zur Kieler Bucht, eine bedeutende Rolle. Ihre ökologische Bedeutung im Gefüge dieses Biotopes ist nicht leicht zu durchschauen, da es sich meistens um benthische Formen handelt, die ins Plankton gelangt sind. Über Teilungsrate und den Nährwert für andere Organismen können an Hand der Untersuchungen keine Aussagen gemacht werden.

Als Nahrung dienen sie, soweit bekannt, nur sehr wenigen Organismen. Unter den Planktonorganismen scheinen sich vor allem manche Rotatorien (*Brachionus plicatilis*, nach DE BEAUCHAMP in Grassé, 1965 und POURRIOT et al. 1967) auf coccale solitäre Formen spezialisiert zu haben und bei Massenvorkommen der Cyanophyceen ebenfalls häufig zu sein: 10. V., 19. VII., 16. VIII. Von Ciliaten ist bekannt, daß einige Arten

Cyanophyceenfresser sind. Holotriche Ciliaten mit ingestierten Cyanophyceen wurden von mir lebend beobachtet. Ob auch kleine Tintinnen Cyanophyceen fressen, ist aus der Literatur nicht zu ersehen. Abgestorben werden die Cyanophyceen von Bakterien zersetzt. Vor allem ihr mucinhaltiger Schleim und ihre Hüllen dienen den Bakterien als „Nährboden“.

In der Schlei spielt unter den Cyanophyceen-Arten volumenmäßig vor allem *Aphanocapsa* eine Rolle, die bei einer Zellzahl von $25 \times 10^6/l$ ein Plasmavolumen von $765 \mu g/l$ erreichen kann. In der gleichen Probe fand sich eine sonst nur vereinzelt und unregelmäßig vorkommende *Oscillatoria* mit einem Maximum von $96000 \mu g/l$.

Aphanocapsa kommt das ganze Jahr über vor, hauptsächlich bei einem Salzgehalt von $3-7\text{‰}$, jedoch wurde sie regelmäßig in geringerer Dichte noch bis $14-15\text{‰}$ gefunden. Da an über 200 Tagen im Jahr Ausstromlage herrscht, dürfte sie aus dem schwach salzhaltigen Wasser in salzreicheres verdriftet werden und befindet sich hier wahrscheinlich bereits im sterilen Zerstreuungsgebiet.

Auch Microcystisarten können bestandsbildend sein, wie z. B. am 15./16. August 1968,

Häufiger kommen z. T. auch die Zellkolonien von *Merismopedia* vor, aber nur selten spielen sie volumenmäßig eine Rolle, wie z. B. am 13. April 1966 auf der Station Große Breite mit $210 \mu/l$. Im Gegensatz zu HOFFMANN (1937) herrschen nach vorliegendem Material auch im Winter die Cyanophyceen vor, während Diatomeen keine Rolle spielen.

Nach den Cyanophyceen bilden die Chrysophyceen die nächstwichtigste Produzentengruppe des Phytoplanktons. Wie jene sind sie nach den untersuchten Proben fast gleichmäßig über das ganze Jahr in Bevölkerungsdichten um oder über $10^6 Z/l$ bis max. $16 \times 10^6 Z/l$ vorhanden. KREY fand 1954 Zellzahlen bis $8,8 \times 10^9/l$. An fixiertem Material unterschied ich nur 3 Gruppen: große beschalte Formen mit einem Durchmesser von 15μ , kleine beschalte mit einem Durchmesser von $6-8 \mu$ und unbeschalte längliche Formen mit einer Länge von 15μ . Lebenduntersuchungen an Zentrifugentypen würden sicherlich ein reicheres Artenspektrum und vielleicht einen Jahresgang der einzelnen Arten erkennen lassen. So kann nur allgemein gesagt werden, daß die größte Produktion in einem Salzgehaltsbereich von $2,5-8\text{‰}$ fällt.

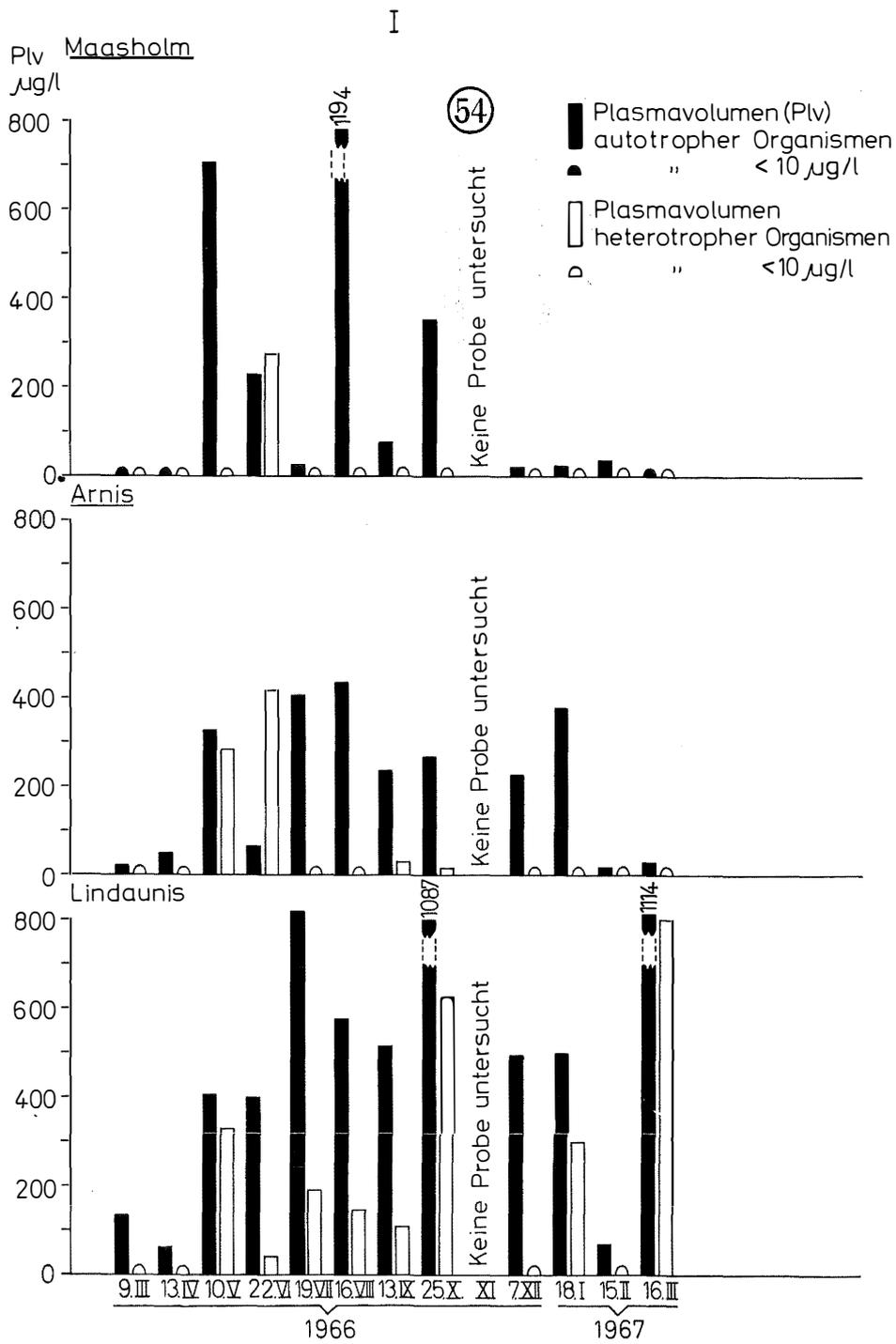
Der farblose Flagellat *Ebria tripartita* fehlt in den untersuchten Proben lediglich im Dezember und Januar, tritt sonst jedoch sehr häufig auf. Schon im Februar 1967 mit $50000 Z/l$, erreicht er mit $200000 Z/l$ ($= 800 \mu g/l$) im März 1967 einen sehr hohen Wert. Im Juli 1966 erreicht er mit $290000 Z/l$ ($= 1160 \mu g/l$) ein enormes Maximum und seine Häufigkeit schwankt in der Folgezeit bis zum 25. Oktober um etwa $10^5 Z/l$. Das Verbreitungsoptimum scheint in der Schlei zwischen $3-7\text{‰}$ zu liegen. Bemerkenswert ist, daß ARNDT et al. (1966) *Ebria* für die Wismarbucht nicht nennt.

Vielleicht bildet diese Species mit ihrem massenhaften Vorkommen neben Tintinnen und Bakterien die Nahrungsgrundlage für Zooplankton, da Diatomeen ausfallen und auch Dinoflagellaten nur eine untergeordnete Rolle spielen.

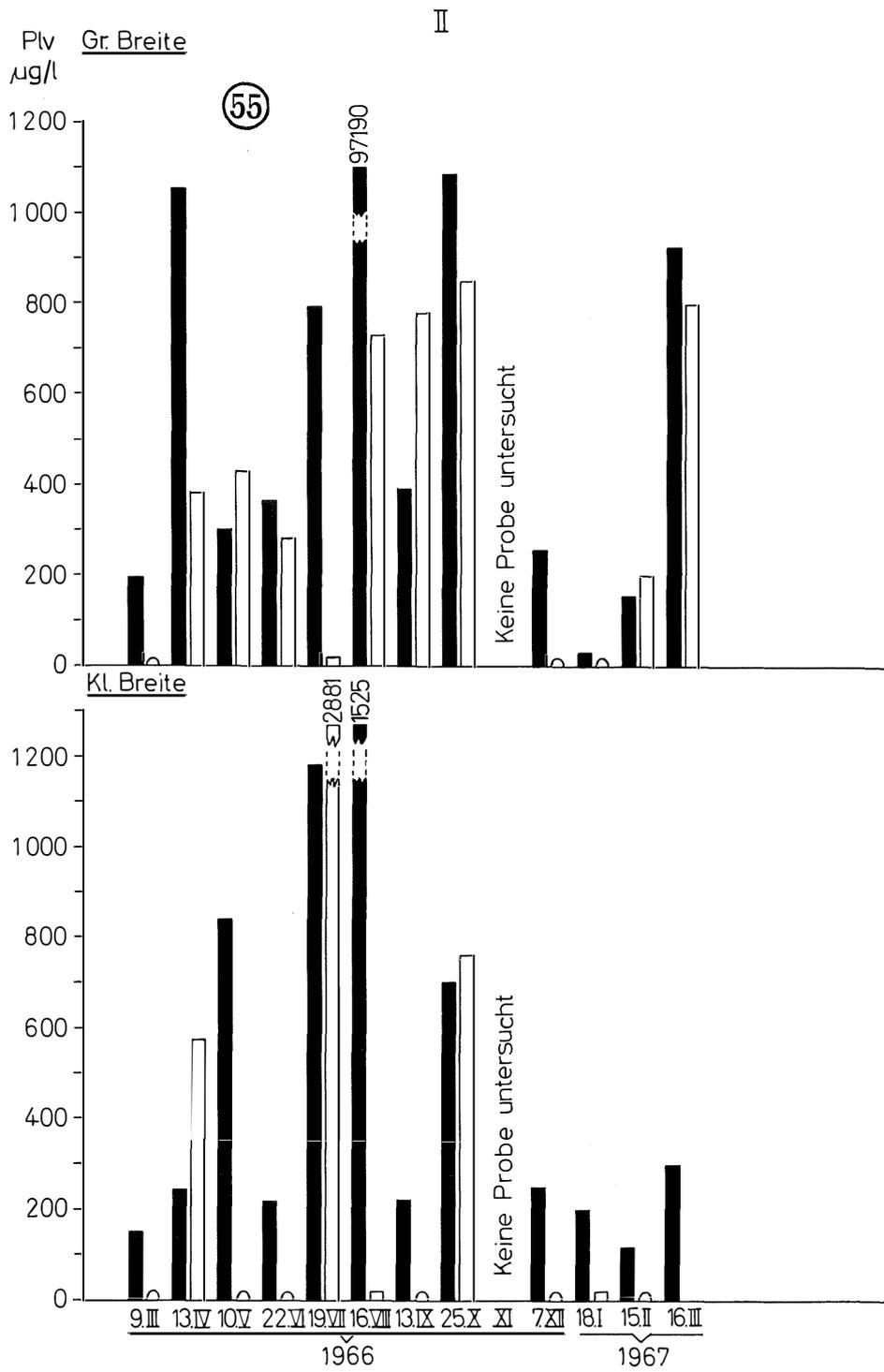
Diatomeen spielen, im Gegensatz zur angrenzenden Kieler Bucht und auch anderen Teilen der Ostsee mit entsprechendem Salzgehalt wie die Wismarbucht (ARNDT et al. (1966)) oder die Rügensch Gewässer (THARMS & STOLL (1938)), keine Rolle. Nur manchmal werden sie bei Einstromlage, wie auch die Dinoflagellaten, eingespült, oder bei größerer Tubulenz Bodendiatomeen aufgewirbelt. Dann können sie eine Nahrungs-

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 46)

Abb. 54: Plasmavolumen in $\mu g/l$ von autotrophen und heterotrophen Organismen auf den Stationen Maasholm, Arnis und Lindaunis.



Tafel 46



Tafel 47

grundlage für herbivores Zooplankton, z. B. am 13. April 1966 in der Große Breiten mit 178 $\mu\text{g/l}$, bilden. Nur bei den Abflüssen von der Hüttener Au und der Koseler Au kommen *Thalassiosira decipiens* und *Stephanodiscus hantzschii* massenhaft vor, man kann die leeren Schalen dieser Diatomeen in den Proben der angrenzenden Stationen finden. Dieses Fehlen der Diatomeen ist sehr merkwürdig, denn HOFFMANN (1937) fand im Winter bei Schleswig ein Vorherrschen von Diatomeen. Vielleicht scheiden die zu jeder Jahreszeit massenhaft vorkommenden Cyanophyceen Stoffe aus, die die Diatomeen hemmen.

Von den Dinoflagellaten spielen volumenmäßig nur sehr wenige Arten eine Rolle in der Schlei, *Ceratium*, große *Peridinium*- und *Dinophysis*-Arten oder *Prorocentrum* werden nur bei Einstromlage eingeschwemmt. Sie scheinen nach den bisherigen Beobachtungen sich hier nicht wesentlich zu vermehren. Nur *Peridinium trochoideum* und *Heterocapsa* scheinen bis Arnis zu gedeihen. Dagegen kommen die kleinen farblosen Arten *Glenodinium rotundum* und *Gl. pilula* — beides Arten, deren Hauptvorkommen der Literatur nach im mesohalinen Bereich liegt — z. T. in erheblicher Anzahl vor. Bei der quantitativen Zählung nach der UTERMÖHL-Methode konnten die Arten nicht immer getrennt werden, jedoch scheint nach Lebenduntersuchungen und analysiertem Netzplankton *Gl. rotundum* mehr im oligohalinen Bereich, *Gl. pilula* mehr im mesohalinen Bereich vorzukommen. Vor allem im Sommer und Herbst kommt *Peridinium brevipes* in der Schlei vor und findet seine untere Verbreitungsgrenze bei 10⁰/₀₀.

Von den unbeschalteten Dinoflagellaten spielt das erst 1956 beschriebene *Gyrodinium uncatenum*, das z. T. auch fixiert bestimmt werden kann, eine gewisse Rolle im Bereich von 10—16⁰/₀₀. Am 19. Juli 1966 erreichte es bei einer Zellzahl von 950/l ein Plasmavolumen von 38 μl , am 15. und 16. August 1968 im Bereich von 14—16⁰/₀₀ eine Zellzahl von 2000/l, was einem Plasmavolumen von 80 μl entspricht. Sonst kommen noch hin und wieder andere Gymnodineen mit und ohne Chromatophoren in größerer Zahl vor. Sie sind im fixierten Material aber nicht zu bestimmen und traten am 15. und 16. August 1968 bei der Lebensuntersuchung nur ganz vereinzelt auf.

Zu den heterotrophen Organismen des Mikroplanktons gehören die Ciliaten. Vor allem die Tintinnen spielen im Plankton eine erhebliche Rolle. Neben den großen Arten *Tintinnopsis campanula*, *T. tubulosa* und *Stenosomella*, die vor allem im Bereich mit höherem Salzgehalt vorkommen, spielt in der Schlei hauptsächlich *T. minuta* eine Rolle. Im fixierten Material wurden bis zu 105000 Z/l (= 84 $\mu\text{g/l}$) gezählt. Am 15. August 1968 fand ich sogar 200000 Z/l (= 160 $\mu\text{g/l}$). In geringerer Zahl kommen sie das ganze Jahr über vor, können bei hohen Vermehrungsraten aber trotzdem als Nahrung von Copepoden eine erhebliche Rolle spielen. Vielleicht bilden sie neben den Ebriaceen einen Hauptbestandteil der Nahrung des Zooplanktons der Schlei. In Copepodenfaeces fand ich Gehäuse beider Gruppen mehrfach.

Neben den Tintinnen kommen auch unbeschaltete Ciliaten regelmäßig vor. Bei Lebendbeobachtungen wurden cyanophyceenfressende Holotriche, ferner *Strombidium* und Vorticelliden gefunden. Bei den Vorticelliden handelt es sich vor allem um *Vorticella natans*, die jedoch nur bei Störung wie Fang oder Aussüßung nach einem heftigen Gewitterregen in die freischwimmende Form übergeht. Gewöhnlich ist sie in der Schlei an *Microcystiskolonien* mit einer breiten Skopula angeheftet. 2—3 μ von der Skopula entfernt befindet sich eine präformierte Bruchstelle des Stieles, so daß nach der Ruptur der Körper mit dem etwa 500 μ langem Stiel, der sich dann in eine Schleife legt, frei

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 47)

Abb. 55: Plasmavolumen in $\mu\text{g/l}$ von autotrophen und heterotrophen Organismen auf den Stationen Große Breite und Kleine Breite.

herumschwimmt. Bis zu 6 Individuen können an einer etwa 400 Zellen umfassenden *Microcystis* kolonie angeheftet sein. Beim Schwimmen ziehen die Ciliaten dann die Cyanophyceen hinter sich her. Vor allem im Sommer, im oligohalinen Bereich, kommen bis zu 40000 Z/l (= 200 µg/l) vor.

Liste der in der Schlei gefundenen Phytoplankton- und Ciliatenarten

Aphanocapsa sp.
Aphanizomenon flos aquae (L.) RALFS
Lyngbya sp.
Merismopedia cf punctata MEYEN
Microcystis cf flosaquae (WITTR.) KIRCHN.
Microcystis cf stagnalis LEMM/
Oscillatoria sp.
Pseudoanabena sp.
Chrysophyceae ssp.
Distephanus speculum (EHRBG.) HAECKEL
Ebria tripartita (SCHUM.) LEMM.
Asterionella formosa HASSAL
Cerataulina bergoni PERAG.
Chaetoceros curvisetus CLEVE
Chaetoceros decipiens CLEVE
Guinardia flaccida (CASTR.) PERAG.
Melosira moniliformis (MÜLL.) Agardh.
Melosira sulcata (EHRBG.) KÜTZING
Rhizosolenia alata BRIGHTWELL f. *gracillima* (CL.) GRUNOW
Skeletonema costatum (GREV.) CLEVE
Thalassiosira decipiens (GRAN.) JÖRGENS
Pediastrum Boryanum (TURP.) EHRBG.
Scenedesmus quadricauda (TURP.) BREB.
Ceratium furca (EHRBG.) CLAP. & LACHM.
Ceratium fusus (EHRBG.) DUJARDIN
Ceratium longipes (BAILEY) GRAN
Ceratium tripos (O. F. MÜLLER) NITZSCH
Dinophysis acuminata CLAP. & LACHM.
Dinophysis norvegica CLAP. & LACHM.
Exuviella baltica LOHMANN
Glenodinium foliaceum STEIN
Glenodinium pilula (OSTENF.) SCHILLER
Glenodinium rotundum (LEBOUR) SCHILLER
Gonyaulax spinifera (CLAP. & LACHM.) DIESING
Gyrodinium fissum (LEVANDER) KOP. & SWEZY
Gyrodinium uncatenum HULBURT
Heterocapsa triquetra (EHRBG.) STEIN
Katodinium asymmetricum (MASSART) FOTT
Katodinium fungiforme (ANISOM.) FOTT
Minuscula bipes (PAULS) LEBOUR
Peridiniopsis asymmetrica MANGIN
Peridinium achromaticum LEVANDER
Peridinium brevipes PAULSEN
Peridinium conicum GRAN

Peridinium depressum BAILEY
Peridinium divergens EHRBG.
Peridinium pellucidum (BERGH.) SCHÜTT
Peridinium trochoideum (STEIN) LEMM.
Phalacroma rotundata (CLAP. & LACHM.) KOFOID & MICH.
Polykrikos schwartzi BÜTSCHLI
Prorocentrum micans EHRBG.
Protoceratium reticulatum (CLAP. & LACHM.) BÜTSCHLI
Pyrophacus horlogicum STEIN
Stenosomella sp.
Strombidium ssp.
Vorticella natans FAURE-FREMIET
Vorticella ssp.
Tintinnopsis campanula (EHRBG.) DAD.
Tintinnopsis minuta WAILES
Tintinnopsis tubulosa LEVAND.

Tabelle I
Biomasse ($\mu\text{g/l}$) des Mikroplanktons in der Schlei

MAASHOLM	Plv. (μ^3)		9. 3.		13. 4.		10. 5.		22. 6.		19. 7.		16. 8.		13. 9.		23. 10.		7. 12.		18. 1.		15. 2.		16. 3.			
	Individ.	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1967	1967	1967	1967	1967	1967	
<i>Alphanocapsa</i>	30			20,4	30							38																
<i>Merismopedtia</i>	5																											
<i>Microcystis</i>	12	0,6																										
<i>Oscillatoria</i>	2 000																											
<i>Chrysophyceae</i>	100		+		40		23,6					28			46,4													
<i>Chrysophyceae</i>	50																											
<i>Rhizosolenia alata</i>	5 000											1 100																
<i>Thalassiosira decipiens</i>	100																											
Centrische Diatomee	1 000																											
Centrische Diatomee	500																											
Pennate Diatomee	1 000			680																								
Pennate Diatomee	100																											
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	200																											
<i>Ceratium longipes</i>	40 000																											
<i>Ceratium tripos</i>	100 000																											
<i>Dinophysis</i>	10 000																											
<i>Gymnodinium</i>	1 000																											
<i>Gyrodinium uncatenum</i>	4 000																											
<i>Heterocapsa triquetra</i>	4 000																											
<i>Peridinium trochoideum</i>	7 000																											
<i>Prorocentrum micans</i>	5 000																											
<i>Protocestratum reticulatum</i>	23 000																											
Plv. autotroph			0,6	+	701	224	23,6	1 194	77	351	19,7	21	35,4	—														
<i>Flagellat</i>	100																											
<i>Ebria tripartita</i>	4 000				0,4																							
<i>Glenodinium ptilota</i> + <i>robundum</i>	10 000																											
<i>Gymnodinium</i>	1 800																											
<i>Gymnodinium</i>	1 000				1,8																							
<i>Peridinium pellucidum</i>	18 000																											
<i>Strombidium</i>	5 000																											
<i>Vorticella</i>	5 000																											
<i>Tintinnopsis minuta</i>	800																											
Plv. heterotroph			+		4	276	276,4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Plv. auto + heterotroph			1	+	705	501	24	1 194	77	355	20	21	35,4	—														

Tabelle 2
Biomasse ($\mu\text{g/l}$) des Mikroplanktons in der Schlei

ARNIS	Plv. (μ^2)		9. 3.		13. 4.		10. 5.		22. 6.		19. 7.		16. 8.		13. 9.		25. 10.		7. 12.		18. 1.		15. 2.		16. 3.			
	Individ.		1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1967	1967	1967	1967	1967	1967	
<i>Aphanocapsa</i>	30		17,4	30	114	38	330	171	41,7	240																		
<i>Merismopedta</i>	5																											
<i>Microcystis</i>	12								24																			
<i>Oscillatoria</i>	2 000																											
<i>Chrysophyceae</i>	100		5,1	20	204,5	25	77	271	167,1												228	107						
<i>Chrysophyceae</i>	50																				18,5							
<i>Rhizosolenia alata</i>	5 000																											
<i>Thalassioira decipiens</i>	100																											
Centrische Diatomee	1 000																											
Centrische Diatomee	500																											
Pennate Diatomee	1 000																											
Pennate Diatomee	100																											
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	200																											
<i>Ceratium longipes</i>	40 000																											
<i>Ceratium tripos</i>	100 000							1																				
<i>Dinophysis</i>	10 000																											
<i>Gymnodinium</i>	1 000																											
<i>Gyrodinium uncatenum</i>	4 000																											
<i>Heterocapsa triquetra</i>	4 000																											
<i>Peridinium trochoideum</i>	7 000																											
<i>Prorocentrum micans</i>	5 000																											
<i>Protocestrum reticulatum</i>	23 000																											
Plv. autotroph			22,5	50	326	63	407	443	233	259											228	379						
<i>Flagellat</i>	100																											
<i>Ebria tripartita</i>	4 000																											
<i>Glenodinium pihlala</i> + <i>rotundum</i>	10 000																											
<i>Gymnodinium</i>	1 800																											
<i>Gymnodinium</i>	1 000																											
<i>Peridinium pellucidum</i>	18 000																											
<i>Strombidium</i>	5 000																											
<i>Vorticella</i>	5 000																											
<i>Tintinnopsis minuta</i>	800																											
Plv. heterotroph																												
Plv. auto + heterotroph			23	50	610	482	408	443	263	274											228	377						

Tabelle 3
Biomasse ($\mu\text{g/l}$) des Mikroplanktons in der Schlei

LINDAUNIS	9.3. 1966		13.4. 1966		10.5. 1966		22.6. 1966		19.7. 1966		16.8. 1966		13.9. 1966		25.10. 1966		7.12. 1966		18.1. 1967		15.2. 1967		16.3. 1967		
	Plv. (μ^3)	Individ.	54	60	150	228	303,2	180,6	24,6	424	121,5	480	30	150											
<i>Aphanocapsa</i>	30																								
<i>Micromopedia</i>	5																								
<i>Microcystis</i>	12																								
<i>Oscillatoria</i>	2 000																								
<i>Chrysophyceae</i>	100																								
<i>Chrysohycee</i>	50																								
<i>Rhizosolenia alata</i>	5 000																								
<i>Thalassiosira decipiens</i>	100																								
Centrische Diatomee	1 000																								
Centrische Diatomee	500																								
Pennate Diatomee	1 000																								
Pennate Diatomee	100																								
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	200																								
<i>Ceratium longipes</i>	40 000																								
<i>Ceratium tripos</i>	100 000																								
<i>Dinophysis</i>	10 000																								
<i>Gymnodinium</i>	1 000																								
<i>Gyrodinium uncatenum</i>	4 000																								
<i>Heterocapsa triqueta</i>	4 000																								
<i>Peridinium trochoideum</i>	7 000																								
<i>Prorocentrum micans</i>	5 000																								
<i>Protoceratium reticulatum</i>	23 000																								
Plv. autotroph			135	60	406	399	815	576	514	1 087	493,5	497	67	1 113,8											
<i>Flagellat</i>	100																								
<i>Ebria triparita</i>	4 000																								
<i>Glennodinium pilula + rotundum</i>	10 000																								
<i>Gymnodinium</i>	1 800																								
<i>Gymnodinium</i>	1 000																								
<i>Peridinium pellucidum</i>	18 000																								
<i>Strombidium</i>	5 000																								
<i>Vorticella</i>	5 000																								
<i>Tintinnopsis minuta</i>	800																								
Plv. heterotroph			0,7	60	330,4	40,4	190	145	109	627,5	300	4	800												
Plv. auto + heterotroph			136	60	736,4	482	1 005	721	623	1 715	494	793	71	1 914											

Tabelle 4
Biomasse ($\mu\text{g/l}$) des Mikroplanktons in der Schlei

GROSSE BREITE	Plv. (μ^3)		9. 3.		13. 4.		10. 5.		22. 6.		19. 7.		16. 8.		13. 9.		25. 10.		7. 12.		18. 1.		15. 2.		16. 3.				
	Individ.		1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1967	1967	1967	1967	1967	1967		
<i>Alphanocapsa</i>	30		108	475,5	300	42,5	673	765	15	498	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	565	
<i>Merismobedia</i>	5			210																									
<i>Microgystis</i>	12							84																					
<i>Oscillatoria</i>	2 000							96 000	28,8	446																			
<i>Chrysophyceae</i>	100		86,5	175	+	73	120	425	101	+	224	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	360	
<i>Chrysophyceae</i>	50					250	+		263	145																		+	
<i>Rhizosolenia alata</i>	5 000																												
<i>Thalassiosira decipiens</i>	100						+																						
Centrische Diatomee	1 000							+																					
Centrische Diatomee	500																												
Pennate Diatomee	1 000			178	+			+																					
Pennate Diatomee	100																												
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	200						+																						
<i>Ceratium longipes</i>	40 000																												
<i>Ceratium tripos</i>	100 000																												
<i>Dinophysis</i>	10 000																												
<i>Gymnodinium</i>	1 000			20	+																								
<i>Gyrodinium unicatenum</i>	4 000																												
<i>Heterocapsa triquetra</i>	4 000																												
<i>Peridinium trochoideum</i>	7 000																												
<i>Prorocentrum micans</i>	5 000																												
<i>Protoceratium reticulatum</i>	23 000																												
Plv. autotroph			194,5	1 055	300	366	793	97 190	392	1 089	254	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	925
<i>Flagellat</i>	100																												
<i>Ebria tripartita</i>	4 000																												
<i>Glenodinium pilula + rotundum</i>	10 000																												
<i>Gymnodinium</i>	1 800																												
<i>Gymnodinium</i>	1 800			20	+																								
<i>Peridinium pellucidum</i>	18 000																												
<i>Strombidium</i>	5 000																												
<i>Vorticella</i>	5 000																												
<i>Tintinnopsis minuta</i>	800																												
Plv heterotroph																													
Plv. auto + heterotroph			195	1 439	730	647	813	97 921	1 140	1 939	254	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	1 725

Tabelle 5
Biomasse ($\mu\text{g/l}$) des Mikroplanktons in der Schlei

KLEINE BREITE	Plv. (μ^3)													
	9. 3. 1966	13. 4. 1966	13. 4. 1966	10. 5. 1966	22. 6. 1966	19. 7. 1966	16. 8. 1966	13. 9. 1966	25. 10. 1966	7. 12. 1966	18. 1. 1967	15. 2. 1967	16. 3. 1967	16. 3. 1967
Individ.	90	48	48	240	176	558	540	412	390	30	150	+	300	
<i>Aphanocapsa</i>	30													
<i>Merismopedtia</i>	5													
<i>Microcystis</i>	12							79						
<i>Oscillatoria</i>	2 000					296	560	+	+					
<i>Chrysophyceae</i>	100	59	194	600	40	+	425	100	315	220,5	48	112	+	+
<i>Chrysophyceae</i>	50			+	+	+		+	+					
<i>Rhizosolenia alata</i>	5 000													
<i>Thalassiosira decipiens</i>	100					329								
Centrische Diatomee	1 000													
Centrische Diatomee	500							+						
Pennate Diatomee	1 000													
Pennate Diatomee	100													
<i>Senedemus quadricauda</i>	200													
<i>Ceratium longipes</i>	40 000													
<i>Ceratium tripos</i>	100 000													
<i>Dinophysis</i>	10 000													
<i>Gymnodinium</i>	1 000													
<i>Gymnodinium uncatenum</i>	4 000													
<i>Heterocapsa triquetra</i>	4 000													
<i>Peridinium trochoideum</i>	7 000													
<i>Prorocentrum micans</i>	5 000													
<i>Prorocentrum reticulatum</i>	23 000													
Plv. autotroph		149	242	840	216	1 183	1 525	221	705	250,5	198	113,5	300	
<i>Flagellat</i>	100				0,5									
<i>Ebria tripartita</i>	4 000		576			1 160	20	0,4	400		0,4	0,4	0,4	
<i>Glenodinium pilula + rotundum</i>	10 000				1	1 720			360			1	1	
<i>Gymnodinium</i>	1 800													
<i>Gymnodinium</i>	1 000													
<i>Peridinium pellucidum</i>	18 000													
<i>Strombidium</i>	5 000			+										
<i>Urticella</i>	5 000			+		0,5					20	+		
<i>Tintinnopsis minuta</i>	800													
Plv. heterotroph		1	576		1,5	2 881	20	0,4	761		20	1,5	3,2	
Plv. auto + heterotroph		150	818	840	218	4 064	1 545	221,4	1 461	250,5	218	115	303,2	

Literaturverzeichnis

- ARNDT, E. A., H. PANKOW und H. KELL (1966): Über das Phytoplankton der Wismar-Bucht. *Int. Rev. ges. Hydrob.* 51, 127—146. — DEBEAUCHAMP, P. (1965): Classe de Rotifères. in: GRASSÉ: *Traité de Zoologie*. Bd. 4. — GEITLER, L. (1932): Cyanophyceen. in Rabenhorst's Kryptogamenflora. — GEMEINHARDT, K. (1930): Silicoflagellaten. in Rabenhorst's Kryptogamenflora. — GOLDMAN, CH. R. et al. (1968): Primary productivity, Bacteria, Phyto- and Zooplankton in lake Maggiore: correlations and relationships with ecological factors. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 23, 49—127. — HAGMEIER, E. (1960): Untersuchungen über die Menge und die Zusammensetzung von Seston und Plankton. Diss., Univ. Kiel, 168 Seiten. — HICKEL, W. (1965): Untersuchungen über die Phytoplanktonblüte in der Beltsee. Diss., Univ. Kiel, 96 Seiten. — HOFFMANN, C. (1937): Die Pflanzenwelt. in: NEUBAUER, R. und JAECKEL, S.: Die Schlei und ihre Fischwirtschaft. *Schr. Nat. Ver. Schl.-Holst.* 22, 230—248. — HULBURT, E. M. (1956): The taxonomy of unarmoured Dinophyceae of shallow embayments on Cape Cod, Massachusetts. *Biol. Bull.*, 11, 196—219. — HUSTEDT, F. (1930): Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. in Rabenhorst's Kryptogamenflora. — JÖRGENSEN, E. (1927): Tintinidae in: GRIMPE und WAGLER: *Die Tierwelt der Nord- und Ostsee*, IIc, 1—28. — KREY, J. (1956): Die Trophie küstennaher Meeresgebiete, Kieler Meeresforschungen 12, 46—64. — LENZ, J. (1970): Die Verteilung von Seston, Chlorophyll und Eiweiß. *Kieler Meeresforschung* (im Druck). — LOHMANN, H. (1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. *Kieler Meeresforschungen*, N. F. 10, 1—370. — POURRIOT, R. A., A. ILTIS und S. LEWEQUE-DUWAT (1967): Le plancton des mares natronées du Tschad. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 52, 535—543. — SCHILLER, J. (1932—1937): Dinoflagellaten. in Rabenhorst's Kryptogamenflora. — SIMONSEN, R. (1959): Untersuchungen zur Systematik und Ökologie der Bodendiatomeen der westlichen Ostsee. Diss., Univ. Kiel, 208 Seiten. — THRAMS, O. K. und K. STOLL (1938): Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen in den Rügenschon Boddenwässern während der Jahre 1936 und 1937. *Kieler Meeresforschungen* 3, 61—98. — UTERMÖHL, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Intern. Ver. theor. angew. Limnolog.*, Mitteilung 9.

4.3. Zooplankton

Von JÜRGEN LENZ

Das Zooplankton der Schlei ist den Umweltbedingungen entsprechend ein typisches Brackwasserzoozoplankton. Es kommen nur wenige Arten vor, und innerhalb dieser nehmen die Rotatorien als die artenreichste Tiergruppe einen bevorzugten Platz ein. Da ihre Häufigkeit mit abnehmendem Salzgehalt zunimmt, haben sie ihr Maximum in der Innenschlei.

In den letzten Jahrzehnten sind nur 3 Arbeiten erschienen, die sich mit dem Zooplankton speziell der Schlei befassen (REMANE 1937, BUCHHOLZ 1952 und 1954). Die Schlei bietet mit ihrer ausgeprägten und klar zonierten Salzgehaltsabstufung ein besonders günstiges Beobachtungsgebiet für die Ökologie des Brackwasserzoozoplanktons. Hinzu kommt der interessante Einfluß der hohen Eutrophierung in der Innenschlei. Die Dissertation von BUCHHOLZ (1952) ist die bisher ausführlichste Arbeit über das Zooplankton der Schlei. In ihr wird ein Überblick über die vorkommenden Arten mit einem Häufigkeitsdiagramm für 17 bei Schleswig häufige Arten gegeben. Der Beobachtungszeitraum beträgt 2 Jahre. Die vorliegende Untersuchung knüpft gewissermaßen an die BUCHHOLZ'sche Arbeit an, jedoch mit dem Unterschied, daß die quantitativen Aspekte mehr im Vordergrund stehen als die faunistischen.

Die Planktonfänge wurden mit einem sogenannten quantitativen Netz, bei dem die Öffnung durch einen festen kegelförmigen Aufsatz verengt ist, ausgeführt. Die Einstromöffnung hatte einen Durchmesser von 17 cm. Die Maschenweite betrug 100 μ . Das

Netz wurde im Anschluß an jede Station (Maasholm (3), Arnis (6), Lindaunis (8), Große Breite (10) und Kleine Breite (11)) mit einer Geschwindigkeit von 2 sm/h 5 Min. lang in 0,5 bis 1 m Tiefe geschleppt. Das entspricht einer Schleppstrecke von rd. 300 m. Wegen des Plankton- und Detritusreichtums der Schlei und der damit gegebenen Gefahr der schnellen Verstopfung der Netzmaschen, wurde für die Berechnung der quantitativen Angaben eine Filtrationsleistung von 60% angenommen.

Die Bestimmung des Absetzvolumens wurde an dem formolfixierten Material nach einer über einjährigen Lagerzeit ausgeführt. Für die Berechnung des Trockengewichts aus dem Absetzvolumen ergab sich ein mittlerer Umrechnungsfaktor von 1/37, dessen Höhe sich aus dem besonders großen Anteil des interstitiellen Wassers bei der Messung des Absetzvolumens erklärt.

Für die Bestimmung und Auszählung der Hauptarten wurden die Netzfänge auf ein bekanntes Volumen aufgefüllt und dann Teilproben mit der Stempelpipette entnommen. Je nach der Fangmenge betrug der untersuchte Bruchteil zwischen 1/40 und 1/64000 des Gesamtfanges.

In der Tab. 1 sind die Absetzvolumina der Netzfänge zusammengestellt, um einen Überblick über die Größe des Zooplanktonbestandes in Abhängigkeit von der Jahreszeit zu geben. Man muß sich darüber im klaren sein, daß die Fänge mit dem 100 μ -Netz das vorhandene Zooplankton nicht ganz vollständig erfassen und dadurch ihre Gültigkeit als absolute Größenangabe etwas eingeschränkt ist. Auf der einen Seite gibt es eine Reihe von kleineren Zooplanktern unter 100 μ Größe, z. B. Tintinnen (vgl. Kap. 4.2.) sowie die ersten Nauplienstadien der Copepoden, und auf der anderen Seite können die Netzfänge größeres Phytoplankton, z. B. fadenförmige (Oscillatoriales) oder koloniebildende (Chroococales) Blaualgen, mitenthalten (vgl. Kap. 4.2.). Bis zu einem gewissen Teil heben sich wahrscheinlich diese fehlenden und zusätzlich erfaßten Gruppen mengenmäßig gegeneinander auf. Der extrem hohe Wert im Juli in der Großen Breite ist eingeklammert, weil der Fang viele Detritusteilchen mitenthielt. Am 25. 10. wurde statt eines 100 μ -Netzes ein 300 μ -Netz benutzt. 3 weitere Fänge in der Großen und Kleinen Breite konnten aus anderen Gründen nicht quantitativ ausgewertet werden.

Diese Absetzvolumina des Netzplanktons, die als grobes Maß für die Biomasse gelten können, lassen deutlich die großen Unterschiede der Zooplanktondichte in der Außen- und Innenschlei erkennen. Wie bei den vorher besprochenen planktologischen Meß-

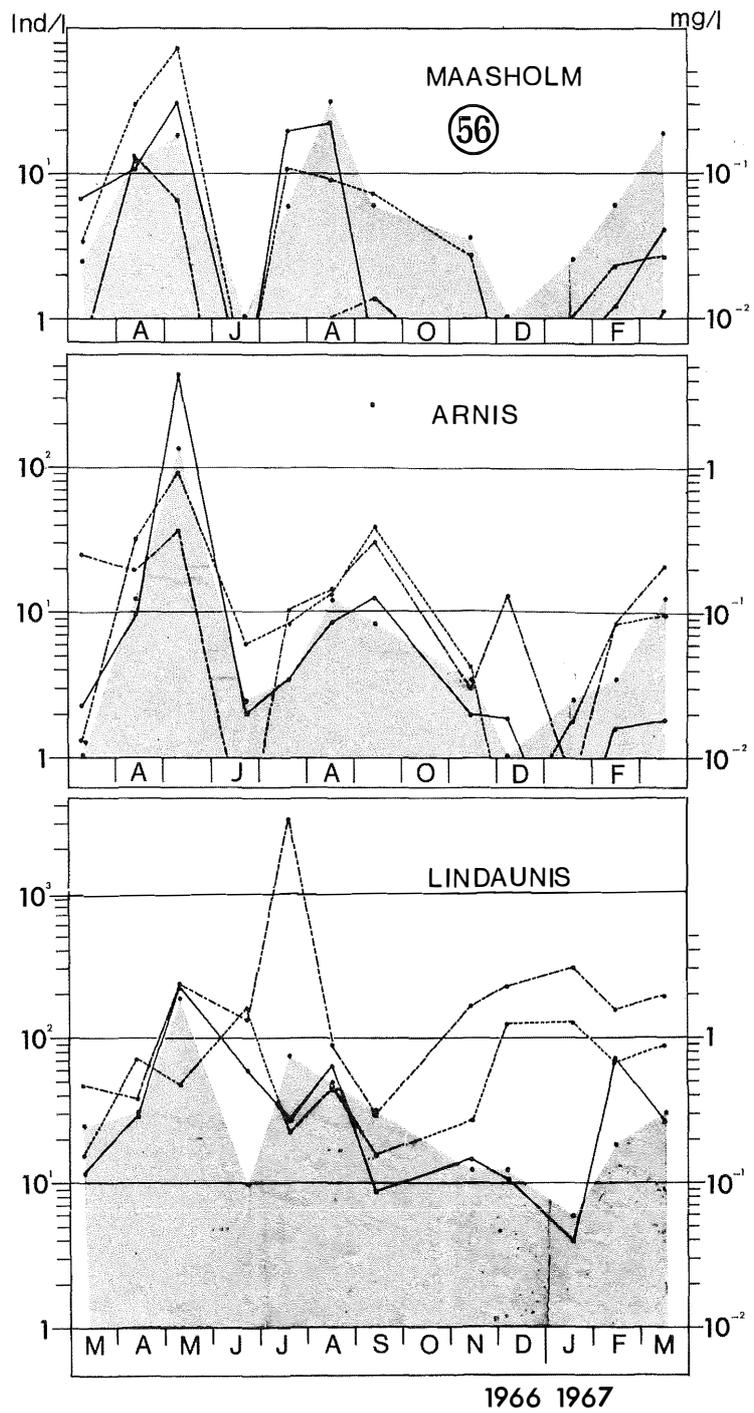
Tabelle 1
Absetzvolumina des Netzplanktons (100 μ) in ml/m³
(Schlepptiefe 0,5—1 m)

Datum	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.
Maasholm	0,5	2,5	3,7	0,2	1,2	6,2	1,2
Arnis	0,2	2,5	27,5	0,5	0,7	2,5	1,7
Lindaunis	5,0	6,2	37,5	2,0	15,0	10,0	6,2
Große Breite	8,5	20,0	43,7	20,0	44,6	12,5	10,0
Kleine Breite	12,0	25,0	52,5	40,0	(125,0)	13,7	12,5

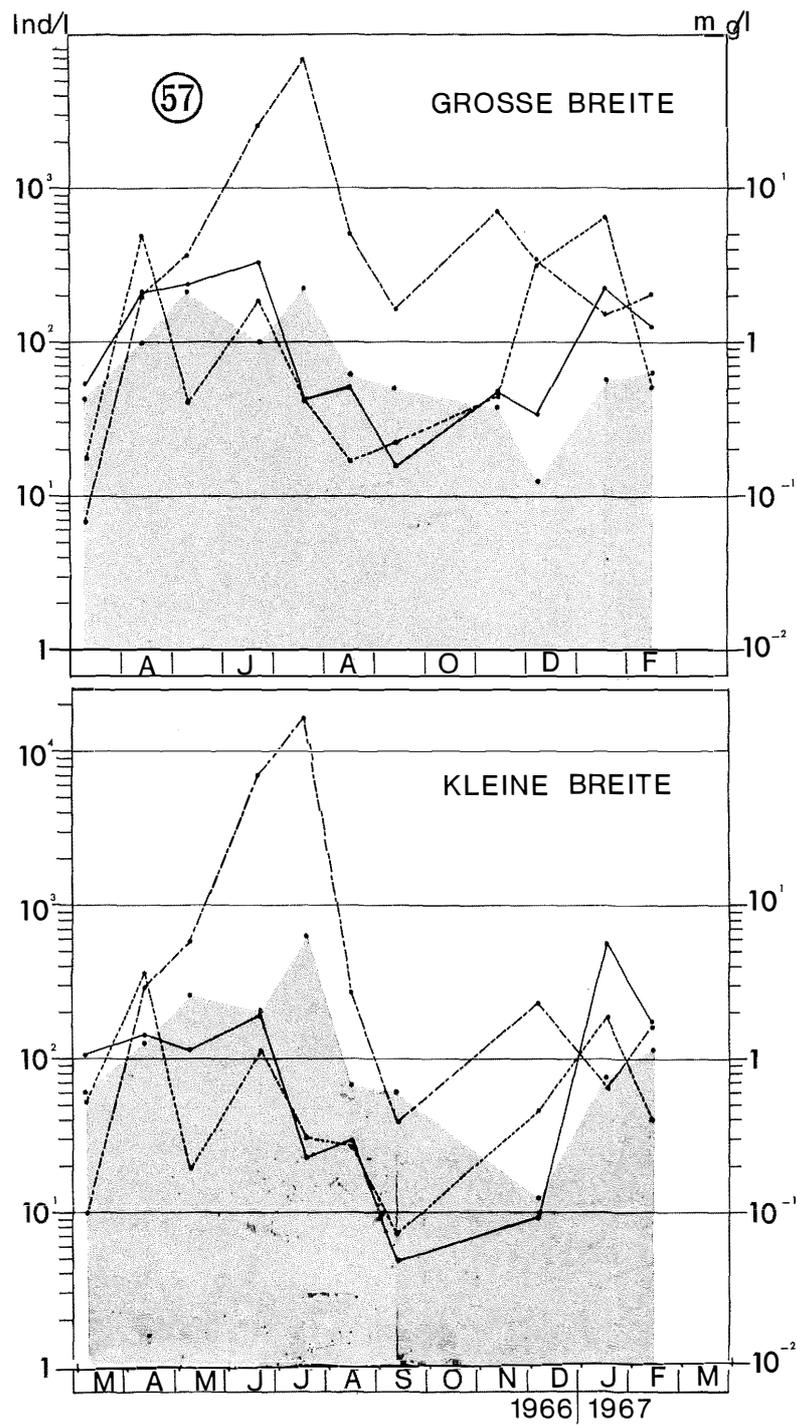
Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 48)

Abb. 56: Jahreszeitliche Verteilung der Biomasse (mg/l) und der Hauptgruppen des Netzplanktons auf den Stationen Maasholm, Arnis und Lindaunis.

Biomasse gerastert, Copepoden und Copepoditen ————, Nauplien — — — —, Rotatorien — . — . — . —



Tafel 48



Tafel 49

Datum	25. 10.	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Maasholm	—	0,7	0,2	0,5	1,2	3,7
Arnis	—	0,7	0,2	0,5	0,7	2,5
Lindaunis	—	2,5	2,5	1,2	3,7	6,2
Große Breite	—	7,5	2,5	11,2	12,5	—
Kleine Breite	—	—	2,5	15,0	22,5	—

Tabelle 2
Jahresmittelwerte der Biomasse des Netzplanktons (100 μ)

Station	Absetzvolumen ml/m ³	Trockengewicht μ g/l
Maasholm	1,8	49
Arnis	3,3	89
Lindaunis	8,1	219
Große Breite	16,7	451
Kleine Breite	20,1	543

daten bildet Lindaunis wiederum das Übergangsgebiet in der Häufigkeit des Zooplanktonvorkommens (vgl. Kap. 4.1.). Manchmal beginnt das zooplanktonreiche Wasser der Innenschlei bereits oberhalb von Lindaunis, manchmal liegt die Grenzzone weiter unterhalb. Dieser Wechsel ist in erster Linie auf die hydrographischen Bedingungen zurückzuführen (vgl. Kap. 2.2.). Die herausragenden Werte des 10.5. finden ihre Erklärung in der ausgeprägten Ausstromlage, bei der das Wasser der Innenschlei bis nach Arnis hin verfrachtet wird (vgl. Kap. 2.2. und 4.1.).

In der Außenschlei weisen die Monate April/Mai und August/September sowie der März 1967 die höchsten Zooplanktonwerte auf. Diese beiden Maxima im Frühjahr und Sommer sind durch ein deutliches Minimum im Juni/Juli voneinander getrennt. In der Innenschlei findet sich dagegen von April bis Juli eine durchgehend hohe Zooplanktondichte. Im Dezember ist der Zooplanktonbestand in allen Teilen der Schlei am geringsten. Das darauffolgende Jahr zeigt bereits im Januar einen deutlichen Wiederanstieg. Die Häufigkeitsverteilung des Zooplanktons gleicht im großen und ganzen der des Phytoplanktons. In der Kleinen Breite stehen allerdings von August bis Oktober den hohen Phytoplanktonwerten nur mittelhohe Zooplanktonwerte gegenüber. Die oft geäußerte Hypothese, daß mit einer sehr intensiven Phytoplanktonentwicklung ein Rückgang des Zooplanktonbestandes verbunden ist, läßt sich in diesem Fall wegen des geringen Zahlenmaterials nicht belegen.

Einen Gesamtüberblick über die Unterschiede von Station zu Station geben die Jahresmittelwerte der Biomasse (Tab. 2). Von der Außen- zur Innenschlei nimmt der Zooplanktonbestand um rd. das 10-fache zu. Die Relation zu der Menge des Schöpfplanktons, des auto- und heterotrophen Nano- und Mikroplanktons, ist bereits in Kap. 4.1. behandelt.

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 49)

Abb. 57: Jahreszeitliche Verteilung der Biomasse (mg/l) und der Hauptgruppen des Netzplanktons auf den Stationen Große Breite und Kleine Breite.
Biomasse gerastert, Copepoden und Copepoditen ———, Nauplien — — — —, Rotatorien — . — . — . —

Genau dasselbe Bild für den starken Anstieg der Zooplanktondichte zur Innenschlei hin haben HARTMANN und SCHNACK (1969) auf einer Untersuchungsfahrt am 28. 5. 1969 erhalten. 300 μ -Schleppnetzfänge, die mit 2 Geräten (Neustonnetz und Nackthai) zwischen der Wasseroberfläche und 3 m Tiefe ausgeführt wurden, ergaben nach dem Aussortieren der Heringslarven folgende Mittelwerte für das Zooplanktonvolumen: Maasholm und Arnis 0.4, Lindaunis 1.2, Große Breite 12.0 und Kleine Breite 12.4 ml/m³. Für die Netze wurde eine Filtrationsrate von 100% angenommen. Die Fänge bestanden größtenteils aus Copepoden, vowiegend aus der Art *Eurytemora affinis*.

Nach diesem Überblick über die Gesamtmenge des Zooplanktons soll im folgenden die Artenzusammensetzung und der Anteil der einzelnen Gruppen an der Gesamtbiomasse näher untersucht werden. Abgesehen von Tintinnen und anderen Einzellern dominieren im Zooplankton der Schlei nur zwei Gruppen: Copepoden und Rotatorien. Sehr viel geringer sind Cladoceren vertreten. Hinzu kommen noch die planktischen Larven von einigen sessilen oder bodenlebenden Tieren. Es sind in erster Linie die Nauplien von *Balanus improvisus* und die Larven mehrerer Polychaetenarten. Die Zählergebnisse für diese fünf wichtigsten Gruppen sind in Tab. 7 im Anhang aufgeführt.

Die Abb. 56 und 57 veranschaulichen die Jahresgänge für die Häufigkeit der beiden Hauptgruppen, Copepoden und Rotatorien, zusammen mit der Gesamtbiomasse auf den fünf Schlei-Stationen. Die adulten Copepoden und Copepoditstadien sind zu einer Gruppe zusammengefaßt. Die sehr viel kleineren Nauplien dagegen sind gesondert aufgeführt. Die angegebenen Zahlen umfassen allerdings nur die größeren Nauplien, da die Größe der ersten Nauplien-Stadien in der Regel unter der Maschenweite (100 μ) des verwendeten Planktonnetzes liegt.

Deutlich erkennbar ist die zahlenmäßige Verschiebung im Verhältnis beider Hauptgruppen von der Außen- zur Innenschlei hin. Die bei Maasholm nur in geringer Zahl vorkommenden Rotatorien treten bei Arnis stärker hervor und gewinnen dann zusehends an Bedeutung, bis sie in der Kleinen Breite mit Ausnahme einiger Wintermonate die Anzahl der Copepoden weit übertreffen. Dieses Massenvorkommen der Rotatorien in der Innenschlei, das im Juli seinen Höhepunkt erreicht, findet jedoch keinen deutlichen Niederschlag in der Höhe der Biomasse. Diese scheint sich nämlich in ihrem Verlauf mehr nach der Häufigkeitskurve der Copepoden/Copepoditen zu richten. Die Erklärung liegt in dem bedeutenden Größenunterschied.

Auffallend und ohne rechte Erklärung ist das ausgeprägte Minimum aller Gruppen im Juni bei Maasholm und Arnis. In der Innenschlei sind dagegen die Werte im September stark erniedrigt. In ihnen spiegelt sich wahrscheinlich die Individuenarmut während der Übergangszeit von den Sommer- zu den Winterarten wieder. Die Existenz einer solchen Übergangszeit geht auch deutlich aus dem bei BUCHHOLZ (1952) abgebildeten Diagramm für das jahreszeitliche Vorkommen der Zooplanktonarten bei Schleswig hervor. Im Frühjahr, im April/Mai, gibt es einen ähnlichen Wechsel bei den bestandsbildenden Arten. Er läßt sich jedoch an dem vorliegenden Material nicht klar erkennen.

Die Zusammenstellung der Jahresmittelwerte für die Häufigkeit der beiden Hauptgruppen auf den 5 Stationen (Tab. 3) soll dazu dienen, die Unterschiede klarer herauszuheben und eine übersichtliche Größenvorstellung zu vermitteln. Trotz aller bekannten Nachteile bietet eine solche Mittelwertbildung durch die Eliminierung der Extremwerte bessere Vergleichsmöglichkeiten. Bei den Copepoden beträgt die Zunahme der Bestandsdichte von Maasholm bis zur Kleinen Breite rund das Zehnfache. Das entspricht der Relation, die auch bei den anderen planktologischen Untersuchungsfaktoren festgestellt wurde (vgl. Kap. 4.1.). Einen unvergleichlich viel stärkeren Anstieg zur Innenschlei hin zeigt die Anzahl der Rotatorien. Er beträgt rund das Tausendfache. In der Kleinen Breite entfallen im Durchschnitt auf 1 Copepodenstadium (alle Stadien

zusammengenommen) 11 Rotatorien, während bei Maasholm ein umgekehrtes Verhältnis von 10 : 1 herrscht.

Die folgenden Abschnitte behandeln die örtliche und jahreszeitliche Verbreitung der wichtigsten Zooplanktonarten der Schlei. Dies ist eine Ergänzung der BUCHHOLZ'schen Angaben (1952). Neu sind jedoch die Zahlenangaben für die Bestandsdichte nach dem vorliegenden Untersuchungsmaterial. Alle Zahlenangaben beziehen sich, wenn nicht ausdrücklich vermerkt, auf den Gehalt /m³.

Tabelle 3
Netzplankton (100 μ): Jahresmittelwerte Anzahl/m³

Stationen	Copepoden ad.	Copepoditen	Nauplien	Rotatorien
Maasholm	5 500	2 700	11 900	2 100
Arnis	18 000	19 000	17 000	14 000
Lindaunis	21 000	22 000	63 000	382 000
Große Breite	47 000	67 000	101 000	995 000
Kleine Breite	55 000	69 000	79 000	2 354 000

Die Copepoden-Fauna der Schlei wird von zwei typischen Brackwasserarten beherrscht: *Eurytemora affinis* und *Acartia tonsa*. *Eurytemora affinis* hat ihre maximale Verbreitung in der Großen und Kleinen Breite, wo im Januar mit 208000 Exemplaren der höchste Wert festgestellt wurde. Bei Lindaunis ist sie noch häufig, während sie in der Außenschlei nur gelegentlich in Abhängigkeit von der hydrographischen Lage angetroffen wird. Das Paradebeispiel für einen derartigen Ausstrom ist hier auch wiederum der 10. 5. 66. An diesem Tag wurde bei Arnis mit 200000 Exemplaren der zweithöchste Wert der Beobachtungszeit gegenüber höchstens 700 Exemplaren in den übrigen Monaten gemessen. Bei Maasholm, wo *Eurytemora affinis* nur ausnahmsweise angetroffen wird, waren noch 9400 Exemplare vorhanden. Die Hauptverbreitungszeit erstreckt sich in der Innenschlei vom November bis Juli. Im November/Dezember steigt die Bestandsdichte bis auf 18000 Exemplare an. Die maximale Entfaltung der Art folgt dann ab Januar und dauert bis zum Mai mit rd. 90000 Individuen als Mittelwert. In der Zeit von August bis Oktober geht der Bestand bis auf 1—2000 Exemplare zurück.

Acartia tonsa ist die zweithäufigste Art. Sie erreicht aber bei weitem nicht die hohe Bestandsdichte von *Eurytemora affinis*. Ihr Hauptverbreitungsgebiet ist ebenfalls die Innenschlei, jedoch mit einer kleinen Verschiebung zum mittleren Abschnitt bei Lindaunis hin. Denn die dort gefundenen Werte sind höher als in der Kleinen Breite, wo *Acartia tonsa* auch nicht ganz so regelmäßig beobachtet wurde. Vielleicht erreicht diese Art hier bereits die untere Grenze ihrer Salzgehaltstoleranz. Es ist interessant, daß ihre Hauptverbreitungszeit gerade in die Monate Juli bis Oktober fällt, in denen *Eurytemora affinis* ein Minimum hat. Die größte Bestandsdichte wird mit 43000 Exemplaren im August in der Großen Breite erreicht. Vom Frühjahr bis Herbst findet sich diese Art auch regelmäßig in geringer Anzahl auf den beiden Stationen der Außenschlei. Im September sind bei Arnis 6000 Exemplare vorhanden.

Acartia longiremis tritt in nur wenigen Exemplaren (100—1600) zwischen Juli und November auf den drei ersten Schlei-Stationen Maasholm bis Lindaunis auf. *Acartia bifilosa* wurde überhaupt nicht festgestellt. Die übrigen Copepodenarten, *Pseudocalanus elongatus*, *Paracalanus parvus*, *Microcalanus pusillus*, *Centropages hamatus* und *Oithona similis* kommen, von gelegentlichen Ausnahmen abgesehen, bei denen sie infolge Einstroms in die Innenschlei gelangen, ebenfalls nur in relativ geringer Zahl in der Außenschlei

vor. Die größte Bedeutung unter diesen seltenen Arten kommt *Oithona similis* zu, die im Juli/August bei Maasholm immerhin eine Bestandsdichte von 11—16000 Exemplaren erreicht. Auch *Cyclops*-Arten spielen nur eine sehr untergeordnete Rolle. Es wurden nur wenige Exemplare im Frühjahr und Sommer festgestellt. Erwähnenswert ist, daß häufig ein großer Teil der untersuchten Copepoden in der Schlei einen auffallend starken Bewuchs von epizoischen Einzellern (Vorticelliden) aufwies.

Die Gruppe der Cladoceren erreicht in der Schlei in der Regel keine hohe Populationsdichte. Tab. 4 gibt einen Überblick über ihr Vorkommen. Dieses erstreckt sich von April bis November mit einem Maximum im Juni/Juli. *Podon leuckarti* und *Podon polyphemoides* sind die beiden häufigsten Arten. Bei Maasholm und Arnis kommen vereinzelt *Evadne nordmanni* und *Bosmina coregoni maritima* vor.

Die beobachteten Balaniden-Larven (Tab. 5) gehören wahrscheinlich alle zu der einen Art *Balanus improvisus*, die in der Kieler Bucht alle Brackgewässer bis ins Oligohalinitikum (3—4‰) hinein besiedelt (SCHÜTZ 1969). Nach dem Auftreten der Nauplien zu urteilen, scheint ihr Hauptverbreitungsgebiet in der Schlei zwischen Arnis und der Großen Breite zu liegen. Von Juni bis November kommen die Nauplien dort regelmäßig vor. Vereinzelt werden sie sogar bis in den Januar hinein beobachtet.

Das Auftreten der Mollusken-Larven beschränkt sich im wesentlichen auf die warme Jahreszeit von Juni bis September. Die Artzugehörigkeit wurde nicht bestimmt. Muschelveliger wurden in der Außenschlei bis nach Lindaunis hin in relativ geringer Zahl (500—6000) angetroffen. Das Gleiche gilt für die Schneckenveliger. Im Juli wurden diese ausnahmsweise in der Kleinen Breite angetroffen (7600 Exemplare). Bei den Schneckenveligern handelt es sich wohl in erster Linie um die Art *Hydrobia ulvae* (BUCHHOLZ 1952). In der Außenschlei können die Veliger vielleicht auch zu *Litorina littorea* gehören. Dort wurden einige Eikokons dieser Art gefunden.

Tabelle 4
Netzplankton (100 μ): Anzahl der Cladoceren/m³

Station	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.
Maasholm	—	—	600	—	100	—	—
Arnis	—	20	—	—	80	100	—
Lindaunis	—	80	—	80	3 200	—	2 000
Große Breite	—	—	—	24 000	5 300	800	400
Kleine Breite	—	—	—	—	15 200	—	—

Station	25. 10. *)	1j. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Maasholm	—	10	—	—	—	—
Arnis	20	—	—	—	—	—
Lindaunis	60	—	—	—	—	—
Große Breite	70	—	—	—	—	—
Kleine Breite	40	—	—	—	—	—

*) statt des 100 μ -Netzes wurde ein 300 μ -Netz benutzt

Tabelle 5
Netzplankton (100 μ): Anzahl der Balaniden — Nauplien/m³

Station	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.
Maasholm	—	160	—	120	—	400	920
Arnīs	—	—	—	320	420	5 400	7 400
Lindaunis	—	—	—	1 200	6 400	16 800	2 000
Große Breite	—	—	—	—	—	1 600	1 200
Kleine Breite	—	—	—	—	—	—	400

Station	25. 10.*)	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Maasholm	—	150	200	40	—	100
Arnīs	40	160	100	20	—	—
Lindaunis	110	1 600	—	—	—	—
Große Breite	10	—	—	—	—	—
Kleine Breite	—	—	—	—	—	—

*) statt des 100 μ -Netzes wurde ein 300 μ -Netz benutzt

Tabelle 6
Netzplankton (100 μ): Anteil der Polychaeten-Larven (= *Polydora ciliata*) /m³

Station	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.
Maasholm	280	240	—	20	—	100	1 400 (1 200)
Arnīs	180	320	—	160	60	1 900	12 000 (4 600)
Lindaunis	200	320	—	80	1 600	4 000 (1 600)	2 800 (1 600)
Große Breite	—	—	—	—	—	—	—
Kleine Breite	—	—	—	—	—	—	—

Station	25. 10.*)	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Maasholm	—	690 (130)	200 (40)	460 (390)	480 (260)	1 100 (400)
Arnīs	—	320 (80)	400 (100)	180 (60)	360 (20)	400 (200)
Lindaunis	10	—	—	—	800	400
Große Breite	—	—	—	—	—	—
Kleine Breite	—	—	—	—	—	—

*) = statt des 100 μ Netzes wurde ein 300 -Netz benutzt

() Larven gehören nicht zu *Polydora ciliata*

Polychaeten-Larven wurden ebenfalls nur in der äußeren und mittleren Schlei gefunden (Tab. 6). Die Hauptart ist *Polydora ciliata*. Sie kommt in geringer Zahl das ganze Jahr über vor mit einem deutlichen Maximum im August/September. Eine

zweite, nicht näher bestimmte Art (Zahlen in Klammern) wurde ziemlich regelmäßig vom Spätsommer bis zum nächsten Frühjahr angetroffen.

Die Rotatorien-Fauna der Innenschlei ist durch 9 bis 10 häufige Arten gekennzeichnet, die oft nur zu bestimmten Jahreszeiten plötzlich mit einer großen Individuendichte auftreten. Eine solche schlagartige Massenentwicklung finden wir besonders deutlich bei einigen *Brachyonus*-Arten ausgeprägt: *B. capsuliflorus* f. *hyphalmyrus*, *B. urcens* und *B. angularis*. Die Hauptentfaltung der meisten Arten fällt in die Sommermonate Juni—August. Manche Arten haben ein zweites Maximum im Spätherbst, z. B. *Keratella quadrata* und *Brachyonus calyciflorus*. Eine ausgesprochene Kaltwasserform mit der Hauptentwicklung im Frühjahr ist dagegen *Pedalia fennica*.

Brachyonus capsuliflorus f. *hyphalmyrus* ist im Sommer die häufigste Rotatorienart der Schlei. Sie kommt von Juni bis Dezember vor und erreicht im Juli eine überaus hohe Individuendichte: Lindaunis 3 Mill., Große Breite 6 Mill. und Kleine Breite 16 Mill. Individuen/m³! Der letzte Wert z. B. entspricht dem Gehalt von 16 Individuen/cm³. Im September hat die Bestandsdichte bereits stark abgenommen (5—62000 Exemplare), und im November/Dezember sind es nur noch einige hundert. Die Form *brevispinus* wurde nur im Juli in wenigen Exemplaren beobachtet.

Brachyonus calyciflorus kommt in der Großen und Kleinen Breite das ganze Jahr über vor. Die Hauptentwicklungszeiten sind April bis Juli mit Maximalwerten im Juni (Kleine Breite: 3,4 Mill.) und Dezember mit einem zweiten Höhepunkt (Große Breite: 140000). Im September liegt ein Minimum, bei dem die Art fast ganz verschwindet. *Brachyonus angularis*, *B. urcens* und *B. plicatilis* sind in ihrem Auftreten fast ausschließlich auf den Juni/Juli beschränkt. Die höchste Individuendichte erreichen alle drei Arten im Juni in der Kleinen Breite (144000, 800000 und 1,8 Mill.).

Keratella quadrata tritt ebenfalls schlagartig im Juni auf (Kleine Breite: 240000), nimmt im Juli noch auf das Dreifache zu, geht aber dann im Herbst stark zurück und erreicht im November (Große Breite: 660000) und Dezember (Kleine Breite: 130000) ein neues Maximum. Von März bis Mai ist diese Art aus dem Plankton verschwunden. Von *Keratella cruciformis* var. *eichwaldi* wurden nur wenige Exemplare zwischen September und Januar gefunden.

Eine ausgesprochene Sommerform ist *Filinia longiseta* v. *intermedia*. Sie tritt im Juni plötzlich als Massenform auf (Große Breite: 1,3 Mill.) und nimmt dann zum September hin schnell ab. Die letzten Exemplare wurden im Dezember gefunden. Eine genau entgegengesetzte jahreszeitliche Verbreitung hat *Pedalia fennica*. Sie kommt nur von Dezember bis Mai vor. In diesem Monat hat sie ihre höchste Individuenzahl (Kleine Breite: 245000) erreicht, im nächsten Monat ist sie bereits vollständig verschwunden.

Problematisch war die Bestimmung der *Synchaeta*-Arten in fixiertem Zustand. Da die beiden wichtigsten Arten, *S. littoralis* und *S. baltica* nicht ganz sicher voneinander zu unterscheiden waren, werden sie hier als eine gemeinsame Gruppe behandelt. Der auffallendste Unterschied zu den übrigen Rotatorienarten der Schlei ist die Abweichung in der örtlichen Verbreitung. Das Verbreitungszentrum ist nicht die Innenschlei, obwohl dort auch hohe Werte vorkommen, sondern der Mittelabschnitt bei Lindaunis. Hier wird diese Gruppe im Gegensatz zu den anderen Stationen das ganze Jahr über regelmäßig beobachtet. Die Individuenzahl schwankt zwischen 3000 und 285000. Die Hauptentwicklungszeit liegt im Winter und dauert von Dezember bis April. Im Sommer ist das Vorkommen fast vollständig auf die Station Lindaunis beschränkt, während in den Wintermonaten die Besiedlung bis in die Innenschlei erfolgt. Im April wurden z. B. 180000 Exemplare in der Kleinen Breite gezählt. *Synchaeta curvata* wurde ab November nur in relativ geringer Zahl (Große Breite: 18000) gefunden. Einige Exemplare wurden bis in den März hinein festgestellt.

Weitere Rotatorienarten traten nur ganz vereinzelt auf, so daß ihre Besprechung in diesem Rahmen nicht gerechtfertigt erscheint. Ebenso erscheint es überflüssig, hier typische Vertreter des Ostseeplanktons, die bei Maasholm beobachtet wurden, gesondert aufzuführen (*Sagitta*, *Pleurobrachia*, *Oikopleura* etc.). Insgesamt zeigt dieses Untersuchungsmaterial eine gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen von BUCHHOLZ (1952).

Zum Schluß sei noch ein interessanter Gesichtspunkt für das Zooplankton der Schlei hervorgehoben. Im Unterschied zum Ostseeplankton gibt es hier, wenn man von einigen Rotatorien absieht, keine ausgesprochenen Räuber wie Sagitten oder Medusen. Die größeren Copepoden wie die Hauptart *Eurytemora affinis* haben somit nur einen Feind, nämlich Fischlarven und planktonfressende Jungfische. Angesichts der hohen Bestandsdichte der Copepoden vor allem im Frühjahr kann man davon ausgehen, daß die Larven der im Frühjahr laichenden Heringe und die Brut des Strandkühlings (*Pomatoschistus microps*) in der Schlei ein ideales Nahrungsgebiet finden.

Literaturverzeichnis

- BUCHHOLZ, H. (1952): Das Brackwasserzooplankton an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste. Diss. Kiel. — BUCHHOLZ, H. (1954): Ergänzungen zur Rotatorienfauna der Schlei. Biol. ökol. Abh. Naturwiss. Ver. Schleswig-Holsteins, Faun. Mitt. 4: 29. — HARTMANN, J. und D. SCHNACK (1969): Verteilung von Heringslarven und Plankton am 28. 5. 1969 in der Schlei: Absatzvolumen. Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch. 20 (3/4): 288—296. — REMANE, A. (1937): „Die übrige Tierwelt“ in R. NEUBAUER und S. JAECKEL: Die Schlei und ihre Fischwirtschaft. Teil III. Schr. Nat. Ver. f. Schleswig-Holstein 22: 209—224. — SCHÜTZ, L. (1969): Ökologische und biologische Untersuchungen an den Balaniden der Kieler Bucht (Crustacea, Cirripedia). Faun.-Ökol. Mitt. 3 (7/8): 269—278.

Tabelle 7
Netzplankton (100 μ) Anzahl/m³

	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.	25. 10.*)	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Maasholm													
Copepoden ad. . . .	6 400	5 200	16 400	260	11 800	19 800	280	210	490	280	470	(1 000)	4 000
Copepoditen	420	5 600	14 800	260	7 700	2 400	320	40	300	40	40	(180)	—
Nauplien	3 500	30 200	74 400	400	10 800	9 000	7 200	90	2 800	220	990	(2 300)	2 600
Cladoceren	—	—	600	—	100	—	—	—	10	—	—	—	—
Balaniden	—	160	—	120	—	400	920	—	150	200	40	—	100
Polychaeten	280	240	—	20	—	100	2 600	—	820	240	850	(740)	1 500
Rotatorien	600	13 600	6 400	20	—	1 000	1 400	30	370	490	750	(160)	1 100
Arnis													
	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.	25. 10.*)	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Copepoden ad. . . .	2 000	4 700	205 000	940	1 300	7 200	7 000	60	1 100	900	40	1 100	1 000
Copepoditen	300	4 800	232 000	1 100	2 300	1 400	5 800	30	920	1 000	110	500	800
Nauplien	1 300	30 300	93 000	6 100	8 400	13 500	39 000	30	4 300	320	1 800	8 400	9 600
Cladoceren	—	20	—	—	80	100	—	20	—	—	—	—	—
Balaniden	—	—	—	320	420	5 400	7 400	40	160	100	20	—	—
Polychaeten	180	320	—	160	60	1 900	16 600	—	1 100	500	240	380	600
Rotatorien	22 500	19 600	37 000	240	10 500	14 500	31 000	620	3 100	13 000	670	8 500	21 000
Lindaunis													
	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.	25. 10.*)	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Copepoden ad. . . .	10 200	12 600	136 000	2 400	14 400	36 000	5 200	180	4 000	3 200	400	25 600	20 400
Copepoditen	1 400	16 400	94 000	57 000	12 800	30 000	3 600	10	10 800	7 600	4 000	46 000	6 200
Nauplien	15 600	72 000	48 000	161 000	22 400	45 000	15 600	90	27 000	125 000	130 000	68 000	90 000
Cladoceren	—	80	—	80	3 200	—	2 000	60	—	—	—	—	—
Balaniden	—	—	—	1 200	6 400	16 800	2 000	110	1 600	—	—	—	—
Polychaeten	200	320	—	80	1 600	5 600	4 400	10	—	—	—	800	400
Rotatorien	48 000	38 000	238 000	136 000	3 330 000	80 000	30 000	14 000	166 000	230 000	305 000	160 000	195 000

	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.	25. 10.*)	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Große Breite													
Copepoden ad.	52 000	62 000	121 000	54 000	42 000	44 000	8 400	960	17 600	4 800	84 000	74 000	(800)
Copepoditen	600	150 000	114 000	270 000	—	7 200	7 200	10	30 000	29 000	138 000	53 000	—
Nauplien	17 600	495 000	40 000	182 000	42 000	16 800	22 000	270	45 000	132 000	165 000	51 000	(5 600)
Cladoceren	—	—	—	24 000	5 300	800	400	70	—	—	—	—	—
Balaniden	—	—	—	—	—	1 600	1 200	10	—	—	—	—	—
Polychaeten	—	—	—	—	—	—	400	—	—	—	—	—	—
Rotatorien	6 800	200 000	365 000	2 500 000	6 840 000	502 000	162 000	5 800	702 000	338 000	115 000	203 000	(5 600)
Kleine Breite													
	9. 3. 66	13. 4.	10. 5.	22. 6.	19. 7.	16. 8.	13. 9.	25. 10.*)	14. 11.	7. 12.	18. 1. 67	15. 2.	16. 3.
Copepoden ad.	103 000	63 000	74 000	16 000	7 600	15 200	3 600	870	Netz	2 000	208 000	112 000	(3 200)
Copepoditen	2 000	90 000	38 000	176 000	15 000	14 400	1 200	50	zer-	7 200	350 000	60 000	—
Nauplien	52 000	354 000	19 000	112 000	30 000	27 000	7 200	210	ris-	46 000	186 000	40 000	(3 200)
Cladoceren	—	—	—	—	15 200	—	—	40	sen	—	—	—	—
Balaniden	—	—	—	—	—	—	400	—	—	—	—	—	—
Polychaeten	—	—	—	—	—	—	400	—	—	—	—	—	—
Rotatorien	100 000	290 000	581 000	7 250 000	16 900 000	270 000	39 000	5 200	—	231 000	66 000	163 000	(5 600)

*) statt des 100 μ -Netzes wurde ein 300 μ -Netz benutzt

() Fang nicht quantitativ