

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 Urheberrechtlichsinhabers. 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.

Beobachtungen über den Gehalt an Mikrobiomasse und Detritus in der Kieler Bucht 1958 - 1960¹⁾

VON JOHANNES KREY

Zusammenfassung: Von 1958—1960 wurden in der Kieler Bucht monatlich Untersuchungen des Bestandes an Mikrobiomasse zusammen mit hydrographischen Beobachtungen vorgenommen. Mit Hilfe chemischer Analysen wurde der mittlere Jahresgang der Mikrobiomasse und deren Jahresmittelwert bestimmt. Dieser betrug 1958: 66, 1959: 74 und 1960: 99 μg Eiweiß/l. Diese Unterschiede beruhen auf einer Belebung des Wasserwechsels, die auf eine Zunahme langanhaltender östlicher Winde zurückzuführen ist. Gleichzeitig wurde die Menge des Detritus bestimmt. Dieser erreicht im Januar und März seine Höchstwerte (über 1800 $\mu\text{g/l}$), wogegen die lebende Substanz zur Zeit der Frühjahrsblüte im Durchschnitt nur wenig über 1000 $\mu\text{g/l}$ (Trockensubstanz) beträgt. Im Einzelfalle erreicht der IMK-Wert des Detritus maximal 95% des entsprechenden Sestonwertes bzw. minimal 19%.

Summary: During 1958—1960 in the Kiel Bight monthly the standing stock of the microbiomass together with hydrographical factors was observed. By chemical methods the mean yearly course and the total mean value of microbiomass was determined. The mean standing stock altered from 66 μg albumen/l in 1958 to 74 in 1959 and to 99 $\mu\text{g/l}$ in 1960. These differences are caused by an intensification of the inflow of water from the Kattegat as consequence of an increase of longlasting eastern winds. Together with this the quantity of detritus was determined. This reached its maximum in I and III with values over 1800 $\mu\text{g/l}$ dry material, while the living substance during the spring outburst of plankton reached only somewhat more than 1000 $\mu\text{g/l}$. The maximum of detritus was observed in I/60 with 95% of total dry substance, the minimum with 19% in VIII/60.

Es ist für jeden marinen Biologen von besonderem Interesse, den Jahresgang der Besiedlung eines umgrenzten Lebensraumes zu studieren. Leider ist dieses für einen hochozeanischen Lebensraum nicht oder nur mit sehr großem Aufwand möglich, da die regelmäßige Gestellung eines seegehenden Schiffes bislang über die materiellen Möglichkeiten eines meereskundlichen Institutes ging. Damit entfällt der größte Lebensraum der Erde, der gleichzeitig noch am wenigsten vom Menschen berührt worden ist, für die ständige Beobachtung. Allein von den leichter zugänglichen Randgebieten der Ozeane und insbesondere der Nebenmeere wissen wir einiges über die jahreszeitliche Entwicklung von Art und Menge der Organismen. Nachdem V. HENSEN (1887) zum ersten Male die Frage nach der Besiedlungsdichte der Planktonorganismen gestellt hat, fand diese Fragestellung wesentliche Vertiefung und teilweise Beantwortung der Kausalketten, welche das Besiedlungsbild eines Wasserkörpers bzw. Meeresraumes bedingen. Es lassen sich mehrere Abschnitte in der Entwicklung der Fragen und Methoden unterscheiden. Zunächst hat man fast ausschließlich die Anzahl der Individuen, getrennt nach verschiedenen Arten bzw. Entwicklungsstadien, aufgrund von sogenannten quantitativen Netzfängen untersucht. Diese Epoche dauerte von HENSEN (1887) bis HENTSCHEL (1936), der in seiner berühmten Darstellung der Biologie des Atlantischen Ozeans ganz überwiegend die Individuenzahl als Maß für die Besiedlungsdichte gebrauchte. In diese Epoche fallen viele Arbeiten aus den verschiedensten Küstengebieten, die uns einen ersten Eindruck von der Lebenserfüllung bestimmter Meeresgebiete geben.

Allein schon mitten in dieser Epoche erschien die fundamentale Arbeit von LOHMANN (1908), in der er erstmalig das Volumen der lebenden Substanz, getrennt nach Phyto- und Zooplankton, für den gesamten Jahresablauf in der Kieler Bucht bestimmte. Er differenzierte den Bestand an Zooplankton nach verschiedenen systematischen Klassen, so daß wir aus seinen Untersuchungen einen brauchbaren Planktonkalender erhalten

¹⁾ Die Untersuchungen wurden von der DWK stark unterstützt, der auch hier dafür gedankt sei.

haben, der uns sowohl die Qualität als auch die Quantität des Planktons anzeigt. Freilich ist dessen Gültigkeit auf das untersuchte Seegebiet und den erfaßten Zeitraum begrenzt; er gibt uns also nur als Erkenntnis einen Ablauf, wie er in dieser Art einmalig erfolgte und in mehr oder minder starken Abwandlungen in den kommenden Jahren wiederkehrt. Aus den zweimaligen Untersuchungen im August 1905 und 1906 sehen wir bereits sehr kräftige Unterschiede in der Besiedlungsqualität als auch der Quantität.

Diese vollkommene quantitative Untersuchung hat beispielhaft gewirkt und zur Entwicklung von minder zeitraubenden Methoden geführt, ja, man möchte sagen, verführt. Anstelle der Auszählung der einzelnen Individuen traten mehr und mehr physikalische Methoden der Volumenbestimmung, die freilich nur an Netzfängen anwendbar waren. Damit ging den Untersuchern jedoch ein sehr wesentlicher Teil des Planktons, das gesamte Nannoplankton, fast restlos verloren. Die Untersuchungen von LOHMANN selbst, aber auch von HENTSCHEL im Südatlantik, haben jedoch gezeigt, welche große Rolle dieses Nannoplankton spielen kann. Man muß sich unbedingt darüber im klaren sein, daß z. B. bei den bemerkenswerten neuen russischen Arbeiten (BOGOROV, 1959, VINOGRADOV, 1959) nicht die gesamte Biomasse des Pelagials wiedergegeben worden sein kann, sondern sehr wahrscheinlich oft nur ein geringer Bruchteil, der vielfach kaum über $\frac{1}{10}$ des Gesamtgehaltes hinausgehen dürfte. Nichtsdestotrotz besteht im großen Mittel gewiß ein Zusammenhang zwischen der Menge des Netzplanktons und der sogenannten Mikrobiomasse, die wir in der Größenordnung von 2 μ —2 mm fassen.

Parallel mit der Untersuchung der Besiedlungsdichte gingen die Bemühungen um die Analyse der assimilatorischen Leistungen des Phytoplanktons. Beide Erscheinungen gehören unbedingt zusammen, und nur in gleichzeitiger Erfassung kann die Lebensfüllung eines Raumes ausreichend charakterisiert werden. Hervorragende Untersuchungen dieser Art wurden von GRAN (1929), MARSHALL und ORR (1928) u. a. mit der O_2 -Methode durchgeführt, die in jüngster Zeit durch die 14-C-Methode von STEEMANN-NIELSEN (1952) abgelöst bzw. ergänzt wurde. Erst dadurch erhielten wir ein Bild von der assimilatorischen Leistung in einem bestimmten Wasserkörper. Wenn man andererseits die Leistung kennt, kann man unter bestimmten Voraussetzungen auf die Besiedlungsdichte mit Phytoplankton rückschließen; man hat hier freilich nur für das Phytoplankton eine physiologische Methode der Bestimmung der Besiedlungsdichte zur Verfügung.

Einen weiteren Abschnitt bilden dann die chemischen Methoden zur Erfassung der Besiedlung, wie sie von KREPS und VERJBINSKAYA (1930) durch die Chlorophyllbestimmung für das marine Phytoplankton eingeleitet wurden. Auf dieser Linie zur Analyse der Besiedlungsdichte bewegen sich eine Anzahl von Methoden, die in neuerer Zeit entwickelt wurden. Hier sei auch auf die Methode der Eiweißbestimmung hingewiesen, die erlaubt, an sehr geringen Mengen von Mikrobiomasse (0,01 mg und weniger) zuverlässige Analysen anzustellen. Durch die Erfassung der Eiweißmenge hat man den großen Vorteil, den unmittelbar aktiven Anteil der Biomasse zu bestimmen, wogegen die gesamte organische Substanz nur das „historische“ Produkt der vorhergehenden Lebensvorgänge repräsentiert.

Im folgenden wird versucht, mit Hilfe chemischer Methoden die Frage nach dem Jahresgang der Mikrobiomasse in der Kieler Bucht zu beantworten. Im Verlauf der mehrjährigen Arbeit, deren Ausführung von der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission unterstützt wurde, traten Fragen auf, die auf eine kausale Verknüpfung der Menge der Mikrobiomasse mit meteorologischen Erscheinungen hinwiesen. Es zeigte sich weiter als unbedingt notwendig, neben der Bestimmung der Gesamtbiomasse auch eine für das gesamte Phytoplankton durchzuführen. Weiterhin war es erforderlich, die qualitative Zusammensetzung des Planktons zu verfolgen. Diese Untersuchungs-

teile konnten aus äußeren Umständen erst ab 1961 mit der sehr einfachen Methode quantitativer Mikrophotographie durchgeführt werden. Als sehr wesentlich zum Verständnis der Ernährung aller filtrierenden und strudelnden Organismen erwies sich die Analyse der Menge des Detritus, wie sie bereits von GILLBRICHT (1951) in diesem Gebiet durchgeführt wurde. Diese Fragestellung konnte gleichfalls mit Hilfe chemischer Methoden verfolgt werden, wobei sich jedoch eine Ergänzung durch mikroskopische bzw. mikrophotographische Analysen als wünschenswert herausstellte. Über den methodischen Weg einer solchen quantitativen Detritusanalyse wurde kürzlich (KREY, 1961) berichtet.

Material und Methoden: Hier werden die Analysen besprochen, die an Wasserproben von der in den Jahren 1958—1960 regelmäßig besuchten Station Boknis Eck ($\varphi = 54^{\circ}31'N$, $\lambda = 10^{\circ}03'E$, Wassertiefe = 28 m) durchgeführt wurden. Insgesamt standen 40 Probenserien zur Verfügung, wobei jede Serie aus 6 Einzelproben aus 0,5, 5, 10, 15, 20 und 26 m bestand. Die Proben wurden normalerweise am Tage nach der Entnahme analysiert, wobei die Untersuchungen auf den Gehalt an anorganischem Phosphor, Sauerstoff, Seston und Chlorophyll den Vorrang erhielten. Die Analysen auf Eiweiß, Gesamtphosphor und Salzgehalt konnten wegen der Stabilität der fixierten Proben später erfolgen. Hier wird nur ein Teil des gewonnenen Materials einer näheren Betrachtung unterzogen. Die Vergleichsstationen Fehmarnbelt und Breitgrund, die in gleicher Weise untersucht wurden, können hier wegen des begrenzten Druckraumes nicht behandelt werden; gleichfalls muß eine nähere Darlegung von Salzgehalt, Temperatur, Sauerstoff, anorganischem Phosphor und Gesamtphosphor zunächst unterbleiben. Hier werden also die chemisch-biologischen Analysen an 240 Proben besprochen, die sich annähernd gleichmäßig über den gesamten Untersuchungszeitraum (1. 1. 1958—31. 12. 1960) verteilen, und Versuche zur Erklärung der starken jährlichen Änderung unternommen.

Die Sestonbestimmungen erfolgten nach der früher dargelegten Methode (KREY, 1950) mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ mg bei Verwendung von 0,2—2 l Wasser. An den gewogenen Sestonfiltern wurde die Eiweißbestimmung mit einem mittleren Fehler von $\pm 10 \mu\text{g}$ ausgeführt (KREY, BANSE, HAGMEIER 1957). Die Ergebnisse konnten jedoch wegen der Verwendung großer Wassermengen auf $\pm 1 \mu\text{g}$ angegeben werden. Die Bestimmung des Gesamtphosphors erfolgte nach der Methode von KALLE (1935), die nur leicht modifiziert wurde und mit einer Genauigkeit von $\pm 1 \mu\text{g}$ arbeitet. Die sorgfältige Durchführung der Analysen verdanke ich den Mitarbeiterinnen Frl. Frehse, Frl. Grosser und Frl. Herforth.

Die hydrographische Situation

Die Lage der Beobachtungsstationen sowie ein Schema der Bodenströmungen, durch die stark salzhaltiges Mischwasser aus dem Kattegat durch den Großen Belt herangeführt wird, sind in Abb. 1 gekennzeichnet. Auf die allgemeinen hydrographischen Grundzüge sind DIETRICH (1950), KÄNDLER (1951) KÄNDLER und WATTENBERG (1939), WATTENBERG (1949), WATTENBERG und MEYER (1936) und WEIDEMANN (1950) eingegangen. Hier soll nur anhand der täglichen Beobachtungen auf dem F. S. „Flensburg“ und der eigenen auf der Station Boknis Eck auf die hydrographischen Besonderheiten des Jahres 1960 hingewiesen werden. GOEDECKE (MS Ann. biol. 1960) hat für das Jahrzehnt 1950—1959 den Mittelwert des Oberflächensalzgehaltes der einzelnen Monate für das unserer Beobachtungsstation nächstgelegene F. S. „Flensburg“ errechnet. Der gleichmäßige Verlauf mit einem Minimum im Mai und Juni von 15 ‰ ist repräsentativ für weite Teile der Kieler Bucht. In Abb. 2 werden außer diesen Monatsmittelwerten jene des Jahres 1960 gezeigt. Sie weichen beträchtlich vom langjährigen Mittel ab und weisen vor allem ein frühes erstes Minimum im April und ein zweites

außergewöhnlich spätes im Oktober/November 1960 auf. Man darf anhand dieser beiden Jahreskurven vermuten, daß in der ersten Hälfte 1960 außergewöhnlich starke Zufuhren von starksalzigem Bodenwasser erfolgten, das gleichzeitig reich an Minimumstoffen (insbesondere Phosphor) war.

Die hydrographische Situation auf der Station Boknis Eck ist jener auf dem F. S. „Flensburg“ weitgehend vergleichbar. Dies kommt in Abb. 2 am Beispiel des Jahresganges der IMK-Werte des Salzgehaltes bei Boknis Eck klar zum Ausdruck. Maxima und Minima des Salzgehaltes decken sich zeitlich völlig mit den entsprechenden Werten vom F. S. „Flensburg“. Die im Mittel um 2‰ S höheren Werte auf der Station Boknis Eck erklären sich durch hier durchgeführte Mittelwertbildung (vgl. S. 169). Die Einzelwerte des Oberflächensalzgehaltes zeigen zwar niedrigere Werte, jedoch einen jahreszeitlichen Verlauf, der dem der IMK-Werte sehr ähnlich ist. Man wird also auf der Station Boknis Eck ähnlich wie beim F. S. „Flensburg“ und weiterhin in der gesamten Kieler Bucht, soweit sie nicht unmittelbar im Bereich des ausströmenden Ostseewassers liegt, im Jahre 1960 eine gegenüber dem mittleren Zustand wesentlich erhöhte Trophie erwarten können.

Der Albumin- und Sestonengehalt

Mit der Mikrobiomasse, die hier in den Grenzen von 2 μ —2 mm quantitativ erfaßt wird mit der mikrochemischen Bestimmung des Gesamteiweißes — präziser ausgedrückt: des Albuminäquivalentes — erhält man den Träger aller Lebensvorgänge, einerlei ob diese organische Substanz aufbauen, ob sie diese akkumulieren und umformen oder ob sie diese mineralisieren. In Abb. 3 ist eine Darstellung aller Beobachtungswerte des Gesamteiweiß in Form eines Isoplethendiagramms gegeben, das einige bemerkenswerte Grundzüge zeigt. Zunächst einmal ist im Frühjahr ein Maximum an Gesamteiweiß festzustellen. Es dauert im Jahre 1958 von Anfang März bis etwa Mitte Mai mit Beträgen über 75 μ g/l bis zu 355 μ g/l. Im Jahre 1959 haben wir ein länger andauerndes Maximum mit über 75 μ g. Dieses zeigt bereits im frühen Januar sehr hohe Bodenwerte, die zweifellos allochthonen Ursprungs sind, und steigt im März auf hohe Werte von 150 μ g in der Deckschicht an. Dieses Frühjahrsmaximum dauert mit > 75 μ g bis zum Ausgang Juni/Anfang Juli. Zwischendurch gibt es ein kleines Minimum, das aber nur in 10 m Tiefe mit Werten < 75 μ g/l beobachtet werden kann. Im Jahre 1960 sind die Werte des Frühjahrsmaximums beträchtlich höher: man findet während der Monate März und April in den Tiefenschichten eine große Zahl von Werten über 125 μ g. Es ist in diesem Frühjahr sehr selten, daß einmal Werte unter 75 μ g beobachtet werden.

Das zweite jahreszeitliche Maximum von über 75 μ g wird im Herbst beobachtet. Im Jahre 1958 war es verhältnismäßig eng auf die Monate Oktober bis Anfang November mit einem Maximum von 109 μ g begrenzt. Im Jahre 1959 kann man schon im späten August bis zum Ende Oktober derartig hohe Werte bis maximal 133 μ g in der freien Wassersäule, abgesehen von den Bodenwerten, beobachten. Im Jahre 1960 tritt dieses herbstliche Maximum an der Oberschicht nicht besonders hervor. Wir haben schon vom Juni an ständig hohe Werte über 75 μ g, die bis zu 175 μ g in 20 m Tiefe im Anfang Juli anwachsen. Im Herbst findet man zahlreiche Werte, die 100 μ g überschreiten, freilich nur in der Tiefenschicht unter 15 m. Diese hohen Werte sind wahrscheinlich zu einem beträchtlichen Teil allochthonen Ursprungs. Es ist bemerkenswert, daß nach dem

Legenden zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 1)

Abb. 1: Stationskarte und Schema der Bodenströmungen in der Kieler Bucht.

Abb. 2: Jahresgang des Oberflächensalzgehaltes beim F.S. „Flensburg“ (Mittel 1950—59 und 1960) und IMK-Werte des Salzgehaltes bei Station „Boknis Eck“ für 1960.

Abb. 1

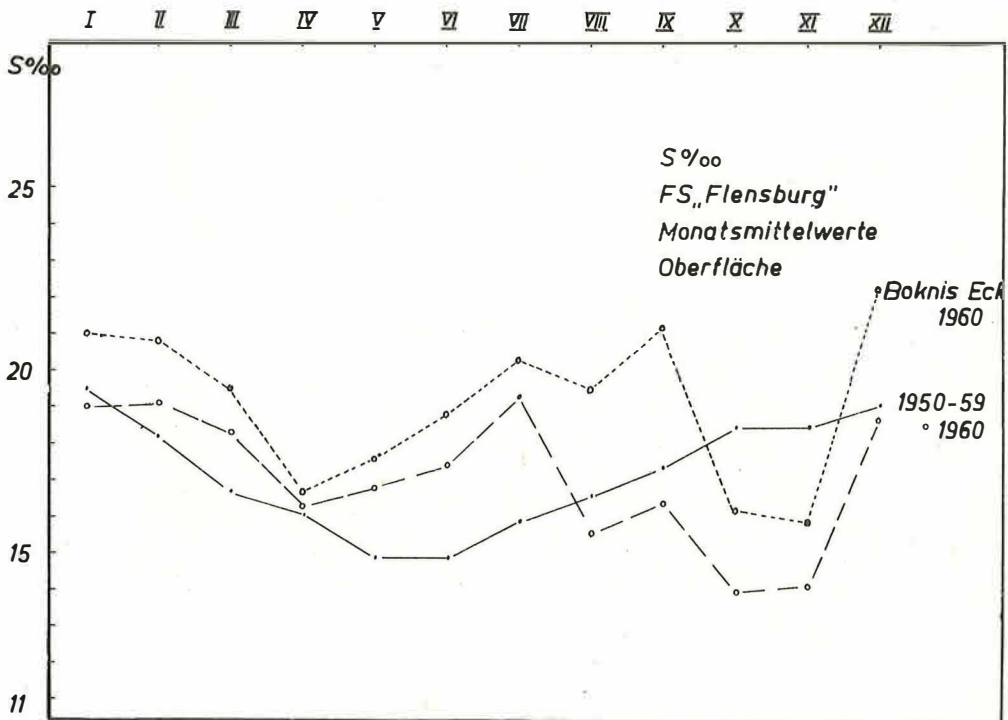
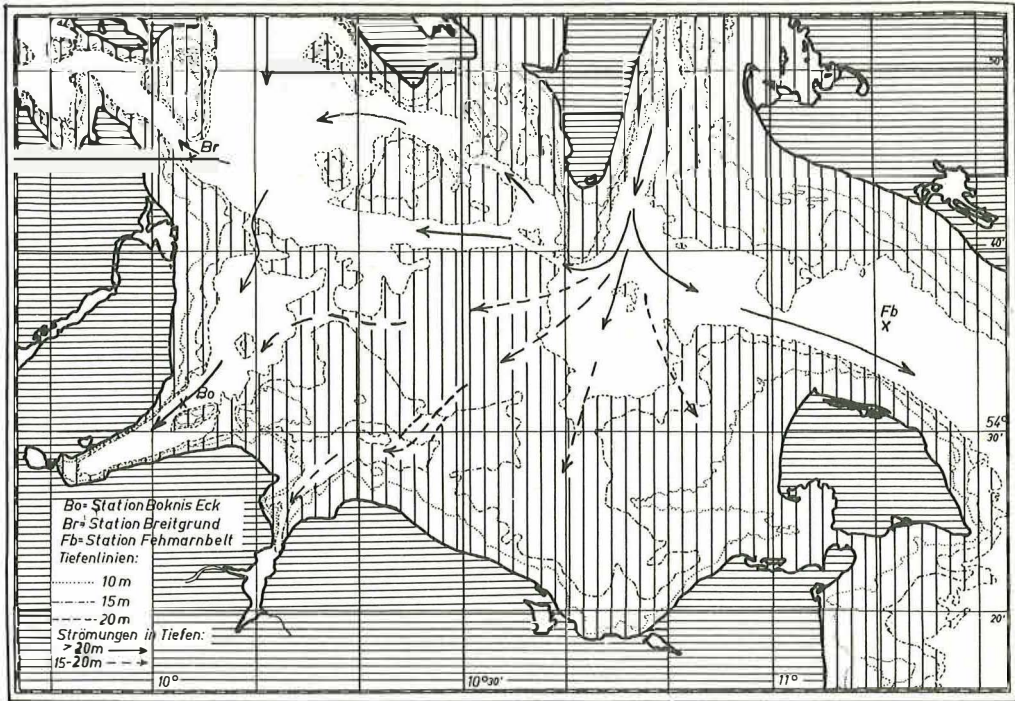
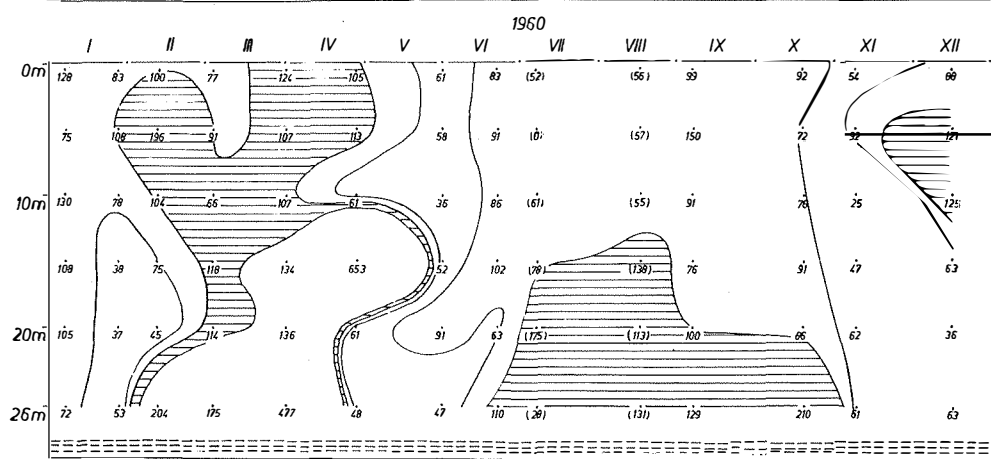
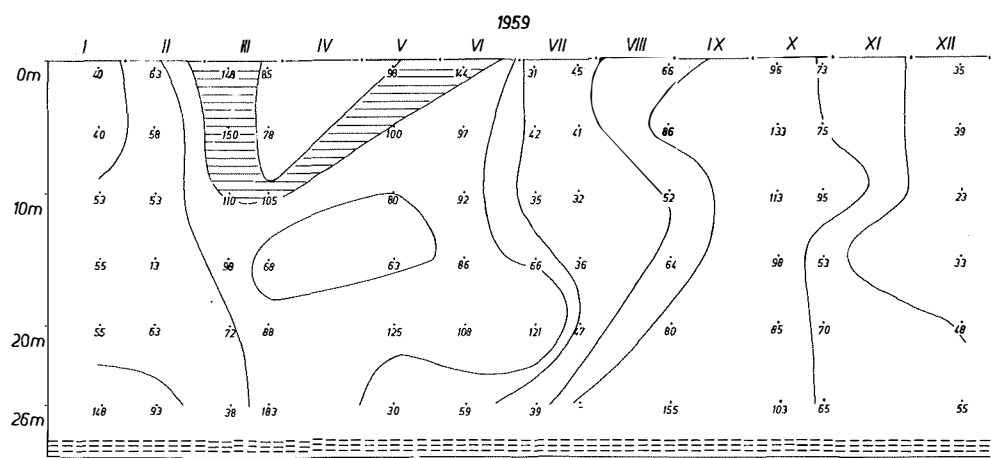
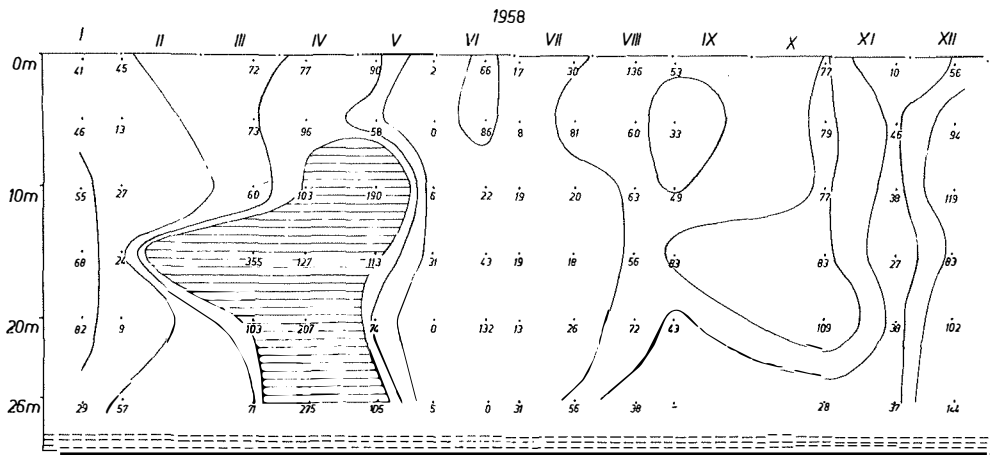


Abb. 2

Tafel 1 (zu J. Krey)



Albuminäquivalente Boknis Eck 1958-1960

Abb. 3

Tafel 2 (zu J. Krey)

herbstlichen Maximum und dem darauf folgenden Minimum im November und Dezember noch verhältnismäßig hohe Werte auftreten. So beobachten wir im Dezember 1958 ein spätes Maximum von 119 μg , das freilich im Jahre 1959 fehlt, aber im Jahre 1960 mit 125 μg wieder auftritt. Dieses spätherbstliche oder besser winterliche Maximum ist wahrscheinlich durch Turbulenzvorgänge zu erklären, die Bodenmaterial in diese geringen Tiefen bringen. Es ist unwahrscheinlich, daß es sich hier um eine autochthone Neubildung handelt.

Von besonderem Interesse ist das hochsommerliche Minimum. Dieses tritt im Jahre 1958 in der Zeit zwischen Mai und August mit verhältnismäßig gleichförmigen Werten auf, wenn man von einem einzigen hohen Wert von 132 μg absieht, der im Juni dieses Jahres in 20 m Tiefe beobachtet wird. In der Deckschicht findet man im Mai dieses Jahres besonders niedrige Werte. Das sommerliche Minimum wird nur durch 2 Werte in der Deckschicht gestört, die freilich mit 66 μg bzw. 86 μg auch nur wenig über den Durchschnitt hinausragen. Im Jahre 1959 ist das hochsommerliche Minimum wesentlich stärker eingegrenzt. Die Werte unter 50 $\mu\text{g/l}$ beschränken sich ausschließlich auf den Juli und liegen in diesem Jahre verhältnismäßig hoch. Im Jahre 1960 finden wir auch ein kurzdauerndes Minimum Anfang Juni, wo wir nur einen niedrigen Wert ($< 50 \mu\text{g}$) und wenige bis 61 μg beobachten.

Weitere Minima lassen sich im Winter feststellen und zwar im Jahre 1958 im Januar und Februar mit einer verhältnismäßigen Häufung von Werten unter 50 μg , desgleichen im Jahre 1959, wo wir aber keine Werte unter 50 μg am Boden finden. Im Jahre 1960 tritt das winterliche Minimum ausschließlich in der Tiefe auf, nicht aber in der Oberschicht. Auch die Tiefenwerte sind noch immer verhältnismäßig hoch, der geringste von ihnen beträgt 37 $\mu\text{g/l}$.

Wir können einige Grundzüge in der Eiweißverteilung beobachten, die mit dem bereits von LOHMANN gewonnenen Bild der gesamten Planktonverteilung in der Kieler Förde übereinstimmen. Auf eine weitere Regelmäßigkeit sei noch hingewiesen, und zwar auf die Verteilung der Maximalwerte innerhalb der einzelnen Beobachtungsserien. Diese häufen sich in Tiefen von 15 resp. 20 m. Im Jahre 1958 finden wir in 15 m drei relative Maxima und in 20 m deren vier. Im Jahre 1959 beobachten wir in 20 m drei relative Maxima, in den übrigen Schichten, also in 5, 10 und 15 m nur jeweils 1 oder 2 oder gar keine, und im Jahre 1960 in 15 m vier relative Maxima gegenüber jeweils 2 resp. 3 in den übrigen Wasserschichten. Dabei ist selbstverständlich jeweils von der Boden- und von der obersten Deckschicht abgesehen worden. Wir haben es also mit einer relativen Ansammlung von lebender Substanz in Tiefen von 15—20 m zu tun. Es wird im folgenden insbesondere im Zusammenhang mit der Diskussion der hydrographischen Verhältnisse noch zu erörtern sein, wie die relative Anhäufung in diesen Tiefen zu erklären ist.

Das Seston umfaßt sämtliche partikulären Substanzen vom Durchmesser von 2 μ —2 mm und besteht sowohl aus lebendem und totem organischen wie anorganischen Material. Es dient in den vorliegenden Untersuchungen nur zur Errechnung der Menge des Detritus und dessen Verhältnis zur lebenden Substanz. Die Sestonverteilung, die aus dem Isoplethendiagramm (Abb. 4) zu ersehen ist, zeigt die folgenden Grundzüge: im Frühjahr tritt in allen 3 Jahren ein bis zum Boden reichendes Maximum von $> 1 \text{ mg/l}$ auf, dem gewöhnlich ein hochsommerliches, langausgedehntes Minimum folgt, das oft Werte $< 0,5 \text{ mg}$ aufweist. Im Herbst ist dann wieder ein relatives Maximum mit Sestongewichten $> 1 \text{ mg}$ zu beobachten, auf das ein

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 2)

Abb. 3: Isoplethendiagramm des Eiweißgehaltes in $\mu\text{g/l}$ Station „Boknis Eck“ 1958—60.

winterliches Minimum mit sehr wechselnder Ausdehnung folgt. Die Eintrittszeiten, die zeitliche Ausdehnung und die Höhe der Maxima bzw. Minima sind von Jahr zu Jahr freilich sehr wechselhaft, allgemein darf aber herausgestellt werden, daß im Jahre 1960 die Maxima höher (> 2 mg) als in den beiden vorhergehenden Jahren liegen. Es ist bemerkenswert, daß die Isolethendiagramme des Jahres 1960 sich sowohl durch hohe Eiweiß- als auch durch hohe Sestonwerte auszeichnen. Auch in der vertikalen Sestonverteilung ist die Häufung der Maxima in der 15 m - Schicht eindeutig. Von 25 relativen Maxima lagen 15 in diesem Horizont.

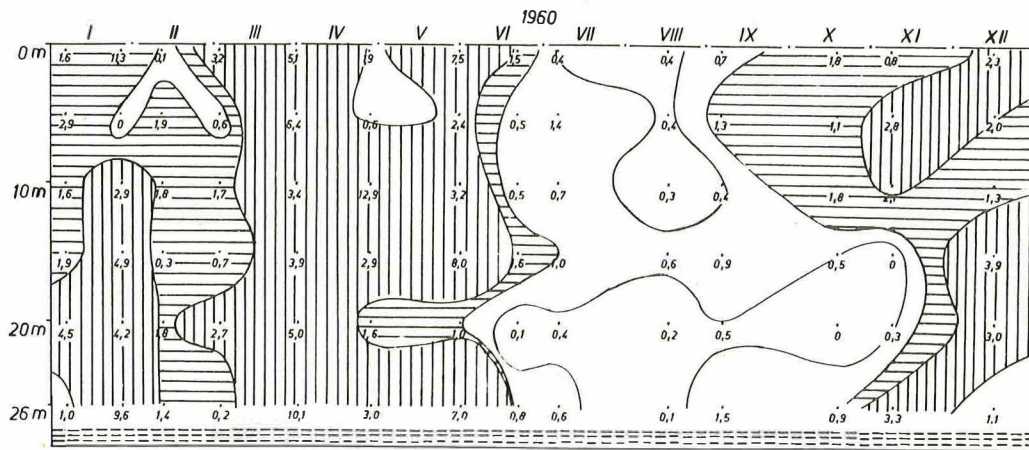
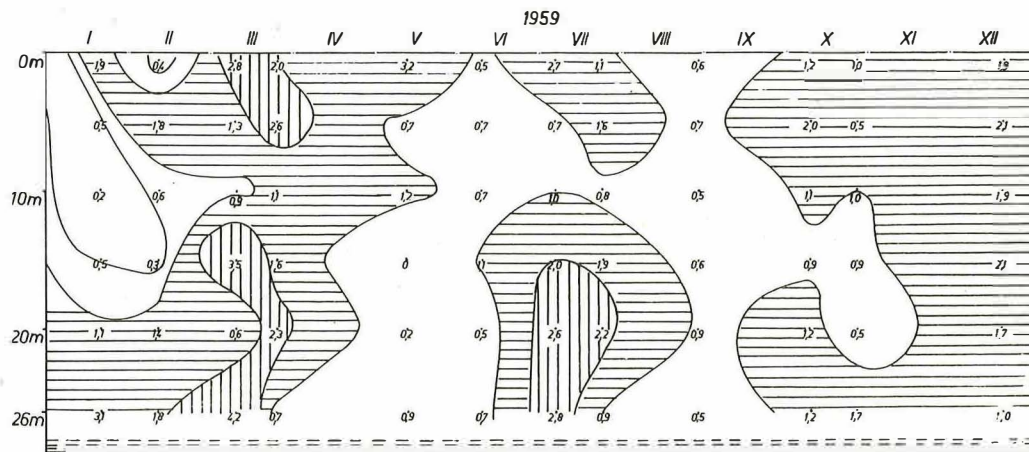
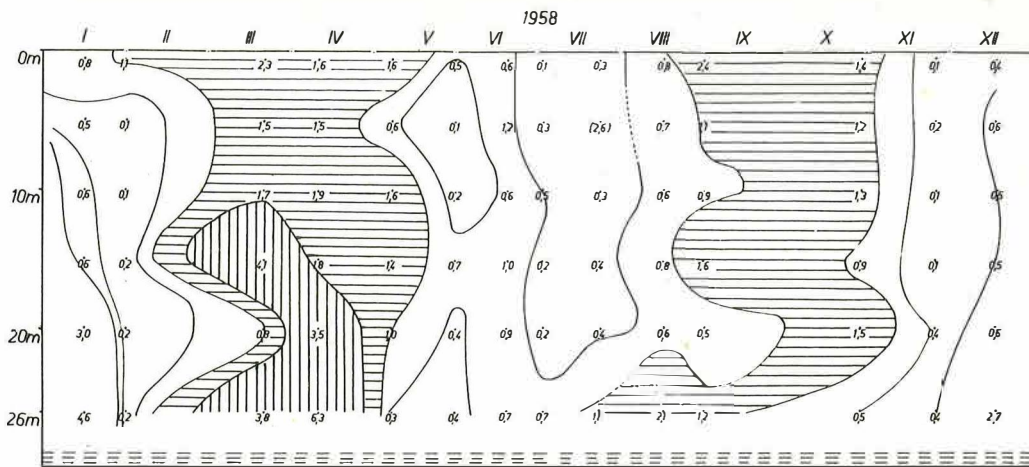
Wir werden jetzt versuchen, die eben angedeuteten Grundzüge zusammenzufassen. Dazu haben wir für die Jahre 1958—1960 die Mittelwerte des Gesamteiweißes für die einzelnen Monate errechnet und zwar getrennt nach den einzelnen Beobachtungshorizonten (Abb. 5). Als Grundtendenz läßt sich eine Anhäufung der Eiweißmittelwerte für sämtliche Horizonte im März/April einerseits, und im August, September, Oktober andererseits feststellen. Ausgeprägte Minima tauchen in allen Horizonten im Mai bis Juli und im November auf. Im einzelnen weichen aber diese Monatswerte der einzelnen Horizonte beträchtlich voneinander ab. Im Horizont von 0,5 m tritt das Maximum im März und ein Sekundärmaximum im Juni ein; die herbstlichen Werte sind geringer, aber verhältnismäßig lang andauernd. In 5 m Tiefe ist der Gang der Mittelwerte durch ein frühzeitiges, gut ausgeprägtes Maximum im Februar ausgezeichnet. In 10 m erkennen wir wieder den gewohnten jahreszeitlichen Gang mit hohen Werten im März und Oktober. Der darauffolgende Horizont von 15 m zeigt einen steilen Anstieg vom Februar bis zum April. Dieser extrem hohe Wert ist nicht nur auf den möglicherweise statistisch bedingten Extremwert von $653 \mu\text{g}$ Ende April 1960 zurückzuführen, sondern auf die vorhin erwähnte Häufung hoher Werte im 15 m - Horizont. Der 15 m - Horizont zeigt im weiteren Verlaufe dieses Jahres das übliche Maximum. Ähnlich dem 15 m-Horizont gibt auch der 20 m-Horizont im April ein absolutes Maximum, das zwar bei weitem nicht so steil ist, aber doch deutlich hervortritt. Das zugehörige herbstliche Maximum hält sich im Rahmen der anderen Horizonte. Zwei eindeutige Maxima zeigt der 26 m-Horizont, und zwar im März und im September. Diese Maxima sind sowohl in der Höhe als auch relativ zu den übrigen Werten sehr stark betont. Man darf vermuten, daß es sich hier nicht ausschließlich um autochthones Eiweiß handelt, sondern daß ein Zuschuß von Sedimenteweiß erfolgte, das im Zuge der Frühjahrs- resp. Herbstturbulenz dem freien Wasser beigemischt wurde.

Man hat zunächst einmal ein winterliches Minimum im Januar, dann ein hochsommerliches im Mai bis Juli und nachher ein herbstliches im November. Das kleine hochsommerliche Maximum, das in allen Horizonten auftritt, ist durch die ungewöhnlich starke hochsommerliche Eutrophierung im Jahre 1960 bedingt; es dürfte keine Allgemeingültigkeit besitzen. Es ist zunächst noch unklar, wie der leichte Anstieg der Werte sämtlicher Horizonte im Dezember zu verstehen ist. Wahrscheinlich spielen hier Turbulenzvorgänge eine beträchtliche Rolle, die der gesamten Wassersäule Bodenmaterial beimischen. Dafür sprechen auch die steigenden Werte in der Tiefe, insbesondere in 26 m.

Nachdem wir nun aus den Isolethendiagrammen wie aus den Horizontmittelwerten für die einzelnen Monate eine Regelmäßigkeit im Gang der Tiefenwerte beobachtet haben, wollen wir diese etwas näher zu fassen suchen (Abb. 6). Es sind aus sämtlichen Beobachtungen der drei Jahre die Mittelwerte für die verschiedenen Tiefenhorizonte berechnet und in einer Gesamtmittelkurve für die Jahre 1958—1960 dargestellt worden.

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 3)

Abb. 4: Isolethendiagramm des Sestongehaltes (Angaben in mg/l), Station „Boknis Eck“ 1958—60.



Seston mg/l Station Boknis Eck

Abb. 4

Tafel 3 (zu J. Krey)

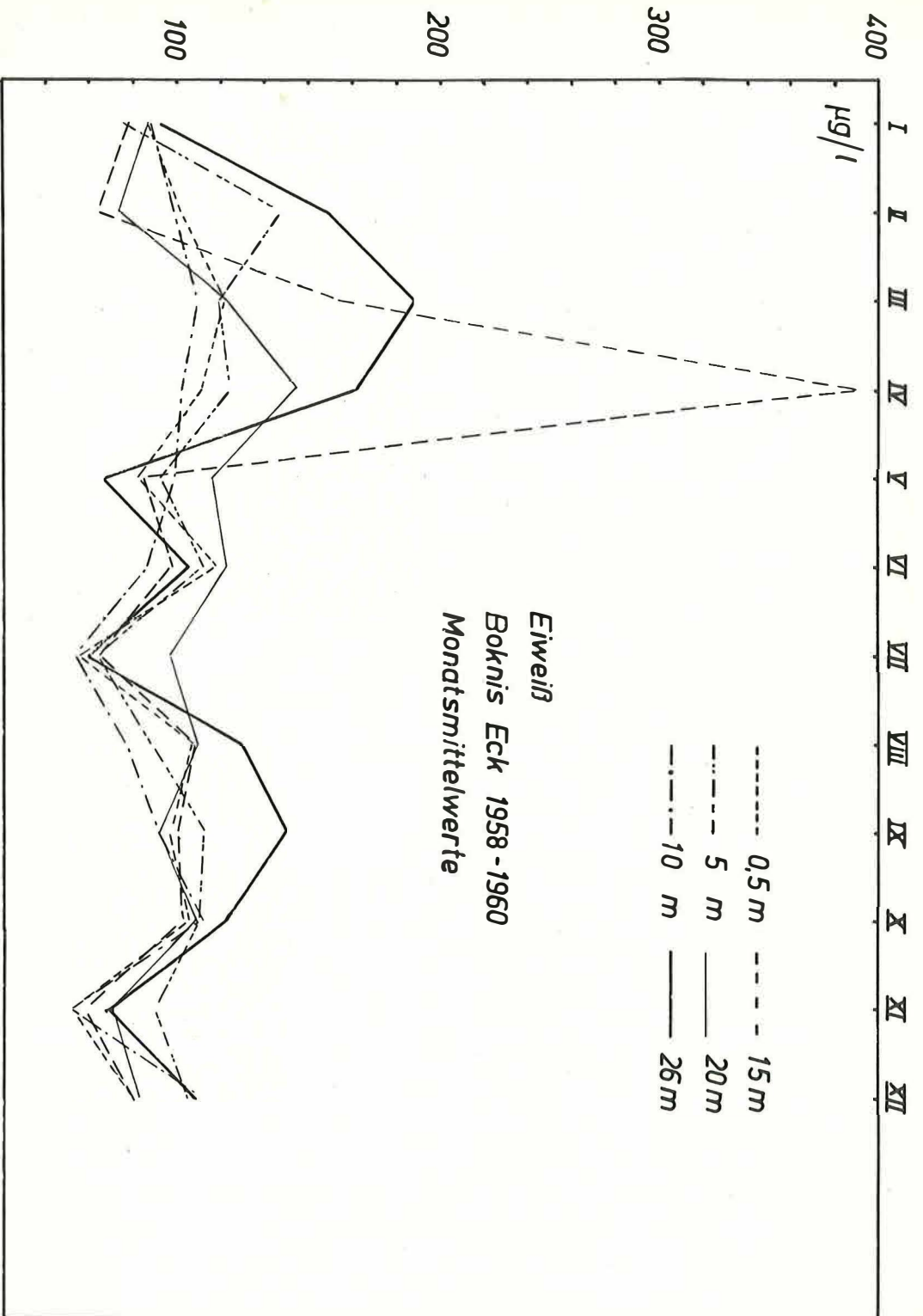


Abb. 5

Tafel 4 (zu J. Krey)

Diese Mittelwertskurve zeigt nun zwei Besonderheiten: die allgemeine Tendenz des Vertikalverlaufs dieser Mittelwertskurve liegt darin, daß wir von der Oberfläche bis zur Tiefe ansteigende Werte beobachten. Dieser Verlauf ist durch ein relatives Minimum in 10 m Tiefe unterbrochen, das freilich nur angedeutet ist, und in einem starken Maximum in 15 m. Es folgt dann nach einem kleinen Zurückweichen der Werte eine starke Erhöhung in 26 m Tiefe. Das Zwischenmaximum in 15 m Tiefe ist so zu erklären, daß hier entsprechend der Anhäufung von partikulärem Material (Seston) in der Dichtesprungschicht gleichfalls eine Konzentrierung lebenden Materials stattfindet. Eine Dichtesprungschicht in dieser Tiefe wird für die einzelnen Jahre in dieser Abbildung angegeben. Ein Ansteigen der Eiweißwerte in 26 m läßt sich zwanglos durch Aufwirbelung von lebendem Sediment erklären. Das relative Minimum in 10 m Tiefe bedarf noch einer näheren Erläuterung, die in folgender Richtung gesucht werden kann: in 5 m können wir das Assimilationsmaximum derart annehmen, wie es in zahlreichen Fällen von STEEMANN-NIELSEN bei dem Feuerschiff „Halskov Rev“ u.a. beobachtet wurde. Das darauffolgende, relative Minimum in 10 m würde dann diesem Assimilationsmaximum entsprechend eintreten. Die späteren Werte in 15 resp. 20 und 26 m repräsentieren nicht unmittelbar Assimilationserfolge, sondern sind als abgeleitete Werte anzusehen.

Die Jahresmittelkurve, wie sie in dieser Abbildung dargestellt ist, ergibt sich aus den einzelnen Jahresgängen, die nun ihrerseits sehr weit von der Mittelkurve abweichen können. Zunächst nehmen wir einmal die verhältnismäßig einfache Kurve des Jahres 1958, die uns ein Maximum in 15 m bietet. Dieses Maximum ist ausschließlich dichtebedingt, wobei immer noch dahingestellt sein mag, wie dieser Ansammlungsvorgang im einzelnen vor sich geht. Er wurde ja bereits vielfach beobachtet, so u. a. von PETERSSON (1934) wie auch von mir selbst in der Nordsee und von BANSE (1957) in der Ostsee. Die Tiefenmittelkurve aus dem Jahre 1959 steht nun in völligem Gegensatz zur Kurve von 1958. Wir haben in 15 m Tiefe ein absolutes Minimum, das nicht ohne weiteres seine Erklärung in den Dichteverhältnissen findet, denn auch im Jahre 1959 ist beim Übergang von 15 auf 20 m der größte Dichtesprung zu verzeichnen. Fernerhin haben wir im Jahre 1959 wesentlich höhere Bodenwerte als 1958, die durch Sedimentzufuhr erklärbar sind. Die Jahreskurve von 1960 ist extrem unregelmäßig: zwar können wir auch hier das Maximum in 15 m und die Zufuhr von sedimentiertem Bodenmaterial erkennen; die Minima in 10 und 20 m bleiben jedoch unerklärt. Auf jeden Fall wachsen die Gesamteiweißwerte von der Oberfläche zum Boden an.

Bei der Erläuterung der Vertikalverteilung des Gesamteiweißes stoßen wir oft genug auf Erklärungsschwierigkeiten, da die einzelnen Eiweißkomponenten, seien es nun Phyto- oder Zooplankton oder Bakterien, uns unbekannt sind. Wenn wir jedoch eine Wassersäule als ein einheitliches Ganzes auffassen, kommen wir dem Gesamteinhalt an lebendem Material und damit den Haushaltsfragen wesentlich näher. Wir haben deswegen die sogenannten IMK-Werte gebildet, d. h. wir haben eine Mittelwertbildung, wie sie bereits von HENSEN für Fischeier durchgeführt wurde, nach folgender Formel berechnet: $(a + 2b + 2c + 2e + f) : 10 = \text{IMK-Werte}$, wobei a, b usw. die Werte aus den einzelnen Horizonten sind. Wenn wir diese Rechnung für die einzelnen Monate über alle Jahre anstellen und die Gesamteiweißwerte dann mit einem Faktor versehen, der sie in lebende Substanz transformiert — es kann sich dabei nur um einen Durchschnittsfaktor handeln —, dann erhalten wir das Monatsmittel des Gehaltes an lebender

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 4)

Abb. 5: Monatsmittelwerte des Eiweiß in 6 Horizonten. Station „Boknis Eck“ 1958—60 (Angaben $\mu\text{g/l}$).

Substanz, die hier als Trockensubstanz angegeben ist (Abb. 7). Es zeigt sich, daß wir im Januar mit einem Minimum anfangen und daß die Gesamtbioasse im April ihr absolutes Maximum mit etwa 1000 μg lebender Substanz (als Trockensubstanz) erreicht hat. Dann sinken die Werte rasch auf ein absolutes Minimum von nur reichlich 100 μg im Juli und steigen zum Herbst hin wieder leicht an. Im November erfährt die Kurve eine leichte Depression und steigt wiederum im Dezember. Diese relativ geringen Werte im Herbst überraschen besonders, wenn wir die Kurven von LOHMANN (Abb. 8) sehen, die nach einem kleineren Frühjahrsmaximum ein sehr starkes herbstliches Maximum aufweisen. Der hier gefundene Jahresgang der Menge an lebender Mikrobiomasse steht auch im Gegensatz zu den Assimilationskurven, wie sie STEEMANN-NIELSEN (1958) von dem nicht weit entfernten Feuerschiff „Halskov Rev“ aufgezeigt hat und die ein starkes herbstliches Maximum aufweisen. Die starke Differenz in dem hier gefundenen Jahresablauf gegenüber den vorgenannten Kurven mag insbesondere durch die erhöhte Mineralisationstätigkeit heterotropher Mikroorganismen bei höheren Temperaturen, wie wir sie im Herbst gegenüber dem Frühjahr vorfinden, erklärt sein. Wir müssen hier besonders die mineralisierende Wirkung der Bakterien in Betracht ziehen, von denen wir leider über keinerlei Beobachtungen verfügen.

Gegenüber dieser Mittelwertkurve, die aus dem gesamten Material der Jahre 1958—1960 gewonnen worden ist, nehmen die Werte des Jahres 1960 eine besondere Stellung ein. Die Einzelwerte liegen mit einer Ausnahme ständig über den Mittelwerten aus den 3 Jahren; sie erreichen im April gegenüber dem Gesamtmittelwert von 1030 $\mu\text{g/l}$ einen Wert von 1200 $\mu\text{g/l}$. Auch das herbstliche Maximum unterscheidet sich beträchtlich vom Gesamtmittelwert, der mit 240 μg , für das Jahr 1960 dagegen mit 320 μg beobachtet worden ist. Sonst folgt diese Kurve in ihrem Verlauf grundsätzlich dem, was wir im Mittel der genannten Jahre beobachtet haben.

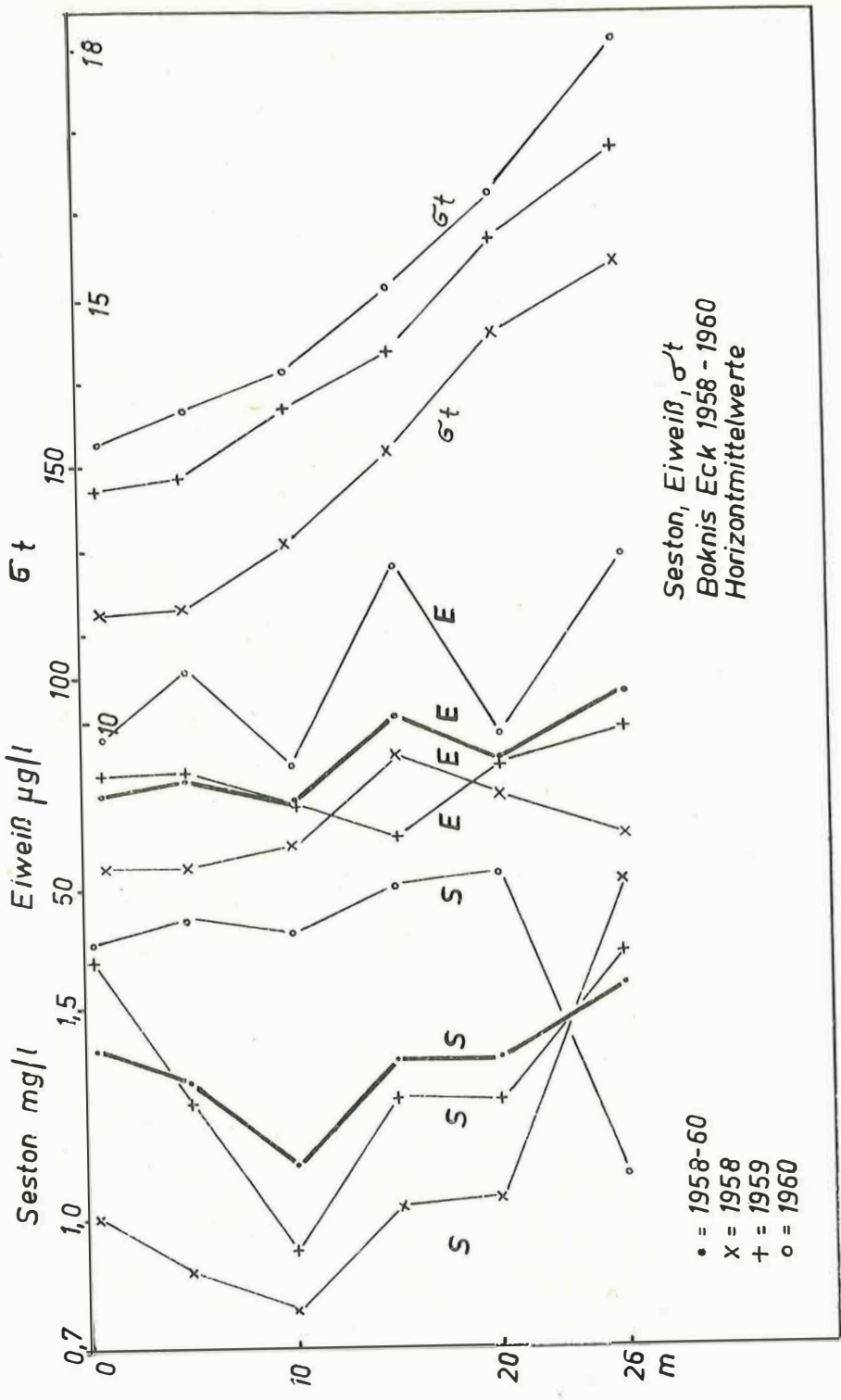
Die IMK-Werte der einzelnen Monate verschiedener Jahre zeigen offensichtlich starke Unterschiede. Es ist deshalb notwendig, ein Jahresmittel der IMK-Werte zu errechnen. Diese Rechnung kann als Mittelwertberechnung erfolgen, da die Beobachtungsreihen in annähernd gleicher Zahl über das ganze Jahr verteilt sind. Im Jahre 1958 wurden 14 Beobachtungsreihen, im Jahre 1959 12 und im Jahre 1960 wiederum 14 Beobachtungsreihen gefahren. Die Berechnung der IMK-Jahresmittelwerte für Boknis Eck ergibt einen Wert von 66 μg Eiweiß/l für 1958, von 74 μg für 1959 und von 99 μg für 1960. Wir sehen also einen sehr starken Unterschied, der zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Jahr 50% ausmacht. Darüber hinaus wurden dann die IMK-Jahresmittelwerte für die lebende Substanz errechnet. Diese beträgt 1958 276 μg , 1959 285 μg und 1960 387 $\mu\text{g/l}$.

Ursachen erhöhter Trophie

Die offenbar großen Unterschiede der mittleren Konzentration der Mikrobiomasse zwischen den Jahren 1958, 59 und 60 müssen ihre Ursachen in wesentlichen Änderungen der hydrographischen Verhältnisse der Eckernförder Bucht haben. Diese hydrographischen Änderungen sind aber in unserem Gebiet stets unmittelbare oder mittelbare Folgen meteorologischer Vorgänge, insbesondere des Auftretens längerer Perioden von West- oder Ostwind bzw. des mehr oder minder schnellen Wechsels zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten im Raume der gesamten Ostsee. Hier soll zunächst versucht

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 5)

Abb. 6: Mittlere Tiefenverteilung von Seston, Eiweiß und Dichte, Station „Boknis Eck“ 1958—60.



Tafel 5 (zu J. Krey)

Seston, Eiweiß, σ^t
 Boknis Eck 1958 - 1960
 Horizontmittelwerte

• = 1958-60
 x = 1958
 + = 1959
 o = 1960

Abb. 6

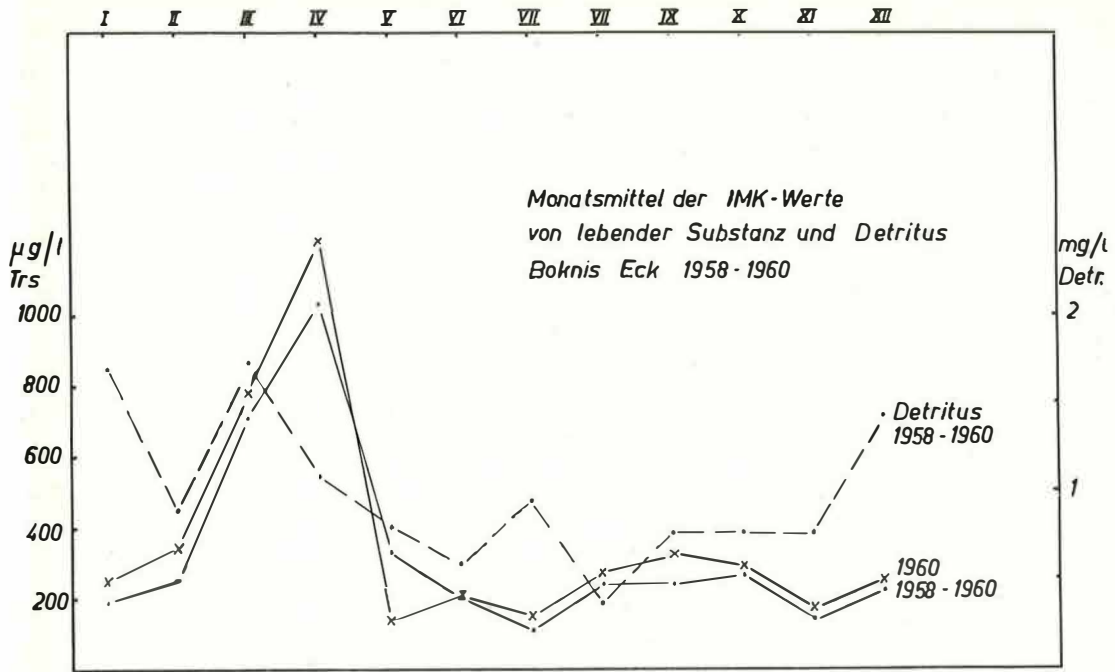


Abb. 7

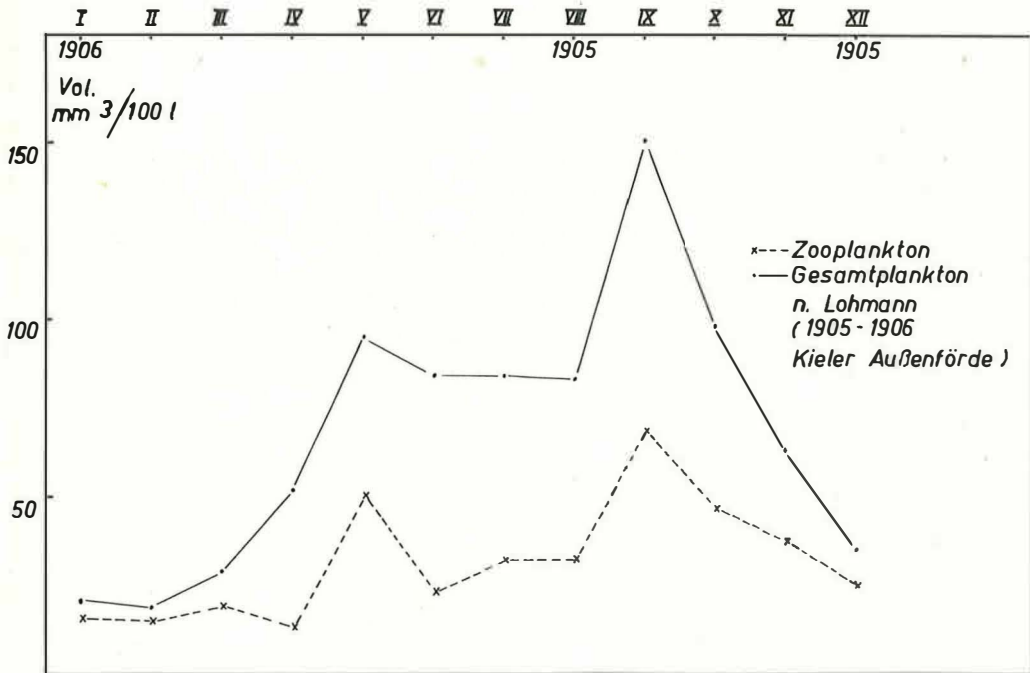


Abb. 8
Tafel 6 (zu J. Krey)

werden, anhand der Windbeobachtungen auf dem F. S. „Fehmarnbelt“ Zusammenhänge zwischen meteorologischem Geschehen und den hydrographischen Verhältnissen aufzusuchen. Um einen ersten Anhalt zu gewinnen, wurden nur die Windbeobachtungen um 13 h verwertet und nach solchen mit westlichen und mit östlichen Komponenten getrennt. (Tab. 1)

Im Jahre 1958 waren die Fälle von westlichen Winden mit 163 wesentlich höher als in den Jahren 1959 und 1960 mit je 144. Die Fälle der östlichen Winde betragen im Jahre 1958 99, 1959 119 und 1960 133, also ein sehr beträchtlicher Anstieg. Von durchgreifender hydrographischer Wirksamkeit dürften jedoch nur die mindestens drei Tage anhaltenden West- bzw. Ostwinde sein. Hier zeigt sich nun, daß im Jahre 1958 an nur 43 Tagen langanhaltende Ostwinde beobachtet wurden, 1959 an 81 Tagen und 1960 an 91 Tagen. Die größere Zahl der Tage mit langanhaltenden Ostwinden bewirkt einen verstärkten Einstrom von salzhaltigem Wasser von Norden her und eine Belebung des gesamten Wasserumsatzes zwischen Ost- und Nordsee, wodurch eine Aufsalzung in unserem Gebiet stattfindet. Wie weit dieser Vorgang über die Darsser Schwelle hinweggeht, bleibt dahingestellt.

Die Aufsalzung wird am besten durch die Jahresmittel der IMK-Werte des Salzgehaltes (Tabelle 1) erfaßt. Wir beobachten von 1958 bis 1960 einwandfrei einen starken Anstieg im Salzgehalt. Diesem erhöhten Salzgehalt geht eine wesentliche Steigerung des Gehaltes an Gesamtphosphor parallel, wie aus derselben Tabelle ersichtlich ist, und zwar von 27 µg Gesamtphosphor/l 1958 auf 48 µg im Jahre 1960. Dieser Vorgang läßt sich so erklären, daß durch den Bodenstrom ganz oder teilweise mineralisiertes Material, das reich an Gesamtphosphor ist, in die Eckernförder Bucht importiert wird.

Tabelle 1

Meteorologische, hydrographische und biologische Mittelwerte
1958—1960 der Station Boknis Eck
(Σ-P, Seston, Eiweiß und lebende Substanz (trocken) in µg/l)

Jahr	W- Winde	O- Winde	langanh. Winde		S ‰	Σ-P	Seston	Eiweiß	lebende Subst.
			aus W	aus O					
IMK-Jahresmittel									
1958	163	99	100	43	16,9	27	1013	66	276
1959	144	119	87	81	18,8	41	1271	74	285
1960	144	133	92	91	20,2	48	1840	99	387

Um diese Belebung des Wasserhaushaltes näher zu erfassen, haben wir die Jahresmittelwerte für den Salzgehalt des Oberflächenwassers beim F. S. „Flensburg“ in Tabelle 2 wiedergegeben. Die Jahresmittel wurden aus täglichen Einzelbeobachtungen auf den Feuerschiffen „Flensburg“ von 0 m und „Fehmarnbelt“ von 0 und 26 m berechnet. Wir bemerkten beim Feuerschiff „Flensburg“ von 1958—1960 einen erheblichen Anstieg im Salzgehaltsmittelwert an der Oberfläche. Beim Feuerschiff „Fehmarnbelt“ ist ein solcher ebenfalls an der Oberfläche wie am Boden zu erkennen, wenn auch

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 6)

Abb. 7: Monatsmittel der IMK-Werte für lebende Substanz und Detritus. Station „Boknis Eck“ 1958—60.

Abb. 8: Volumen des Gesamtplanktons in mm³/100 l in der Kieler Außenförde 1905/1906 nach Lohmann (1908).

etwas gedämpfter. Auch diese Tabelle spricht für eine Pumpwirkung der wechselnden langanhaltenden Ost- und Westwinde.

Tabelle 2
Jahresmittel des Salzgehaltes (n. GOEDECKE 1961)

	F. S. „Flensburg“	F. S. „Fehmarnbelt“	
	Oberfläche	Oberfläche	Boden
1958	15,6	12,00	22,8
1959	16,51	12,84	23,23
1960	17,10	13,32	24,49

Zusammenfassend können wir feststellen, daß zugleich mit der Zunahme anhaltender Ostwinde eine erhebliche Salzgehaltssteigerung sowohl auf unserer Station Boknis Eck als auch bei den Feuerschiffen „Fehmarnbelt“ und „Flensburg“ zu beobachten ist. Diese Salzgehaltssteigerung bringt eine erhöhte Trophie mit sich, d. h. einen erhöhten Gehalt an Gesamtphosphor, der sich in einer starken Entwicklung der planktischen Mikrobiomasse auswirkt.

Der Detritusgehalt

Zusammen mit der Bestimmung der planktischen Mikrobiomasse ging die Bestimmung des Sestons einher. Durch eine reine Differenzbildung können wir nach Umrechnung der Eiweiß-Analysen in lebende Substanz den Anteil des nicht Lebenden am Seston ermitteln. Dieses nicht Lebende bezeichnen wir in der Folge als Detritus, wobei kein Unterschied zwischen organischem und anorganischem Detritus gemacht wird.

Über die durchschnittliche Menge des Sestons gibt die Abbildung 9 Auskunft, die die Monatsmittelwerte des Sestons für die Jahre 1958—1960 für die 6 untersuchten Horizonte darstellt. Das Seston erreicht nur in wenigen Fällen Werte über 3 mg/l. Wir erkennen in 0,5, 5 und 15 m ein Maximum an Seston im März zur Zeit der Frühjahrsplanktonblüte. In 10, 20 und 26 m Tiefe findet eine weitere Erhöhung gegenüber dem März mit Werten bis über 4 mg im April in 26 m Tiefe statt. Dieser Tiefenwert ist nicht maßgeblich für die Gesamtsituation, da wir hier eine starke Beimengung von Bodenmaterial annehmen müssen. Neben diesem Frühjahrsmaximum, das nicht nur durch die Frühjahrsblüte des Planktons bedingt ist, sondern wahrscheinlich auch durch die turbulenten Vorgänge im Wasser seine Erklärung findet, erfolgt nach einem sommerlichen Minimum im Spätherbst noch eine wesentliche Erhöhung der Sestonwerte. Einen Eindruck von dem mittleren vertikalen Verlauf der Sestonwerte bekommen wir aus Abbildung 6, in der die Horizontmittelwerte für die gesamten Jahre eingetragen sind. Das Sestonminimum befindet sich bei 10 m, das Maximum, wie nicht anders zu erwarten, in der Nähe des Bodens. Ein relativ hoher Wert in 0,5 m Tiefe zeugt von einer starken Beteiligung des Phytoplanktons. Das Minimum in 10 m deutet gleichfalls auf die Beteiligung der lebenden organischen Substanz hin. Wir müssen diese Vertikal-kurve als ein Ergebnis von mehreren unabhängig verlaufenden Komponenten ansehen und zwar einmal der anorganischen Komponenten des Sestons, die in Bodennähe am größten sein dürften, dann in dem Phytoplankton, das in der Schicht von 0 bis 10 m den stärksten Anteil stellen dürfte, dem Zooplankton und schließlich dem organischen Primärdetritus, der vermutlich in 20 m den größten Anteil stellt.

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 7)

Abb. 9: Monatsmittel des Sestongehaltes in 6 Horizonten. (Angaben mg/l). Station „Boknis Eck“ 1958—60.

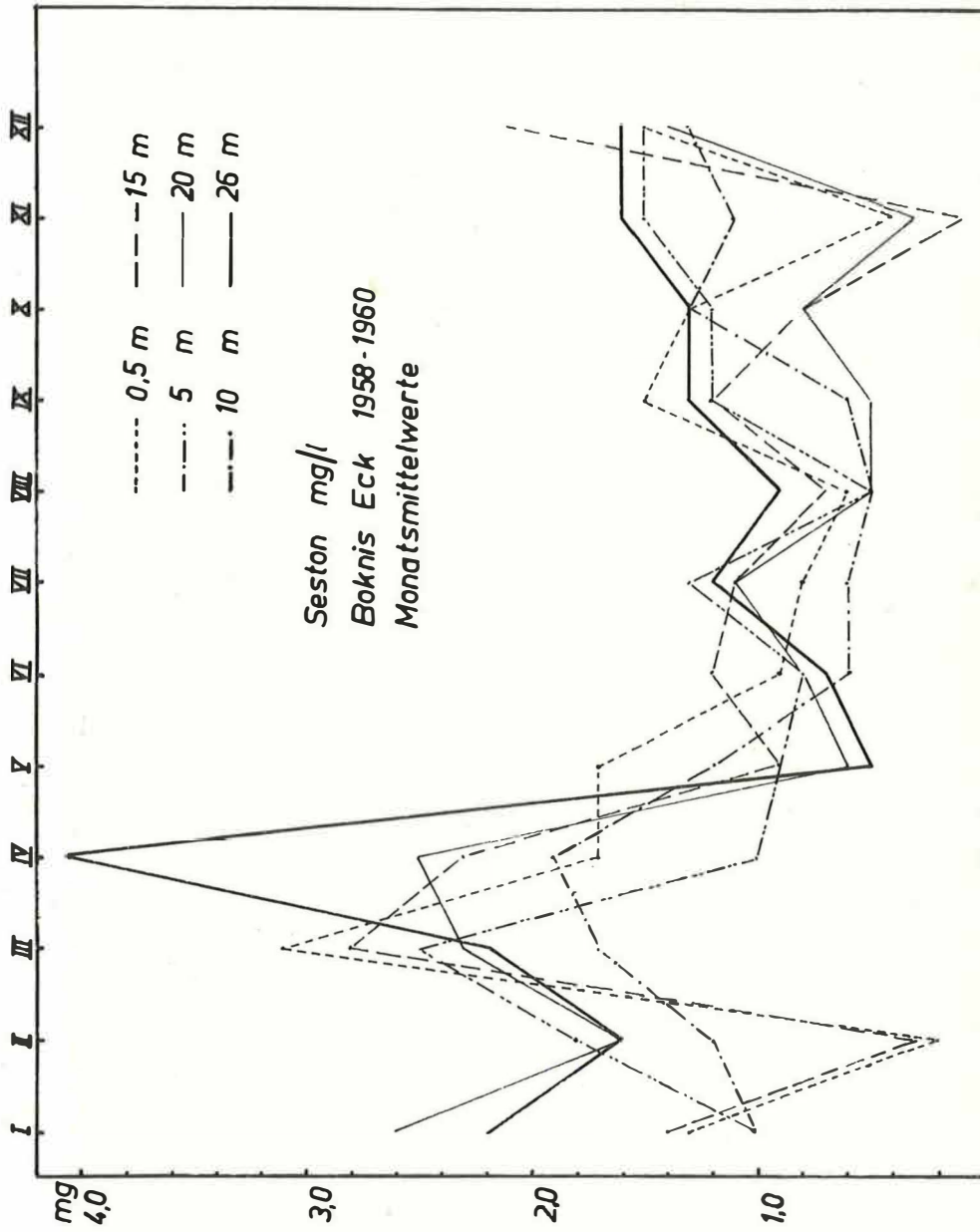


Abb. 9

Tafel 7 (zu J. Krey)

Da uns der Detritus besonders interessiert, haben wir für die Jahre 1958—1960 die Gesamtmonatsmittelwerte der IMK-Werte des Detritus in Abbildung 7 dargestellt. Es ergibt sich hier eindeutig nach dem winterlichen Maximum, das wir im Dezember/Januar beobachten, ein spätwinterliches Minimum im Februar und ein extremes Maximum des Detritus im März. Späterhin fallen die Detrituswerte ab bis zu einem Minimum im August, welches freilich durch ein kleines Extramaximum im Juni mit einem geringen Betrag unterbrochen wird. Der jahreszeitliche Verlauf des Detritusgehaltes ist also verhältnismäßig einfach. Es ist jedoch auffallend, daß der Detritusgehalt sein Maximum einen Monat vor dem Maximum der lebenden Substanz findet. Dieses kann dadurch erklärt werden, daß durch die Frühjahrsstürme der gesamten Wassersäule Bodenmaterial zugeführt wird und daß der Primärdetritus noch weitgehend frei ist.

In Tabelle 3 sind die Einzelwerte des Detritusgehaltes im Seston wiedergegeben. Wir können feststellen, daß der höchste Anteil des Detritus im Seston bis zu 95% im zeitigen Frühjahr zu finden ist, daß wir daneben aber im Hochsommer ein zweites Maximum vorfinden. Die niedrigsten Detrituswerte mit 30 bis 42% sind im April/Mai und im August bei verhältnismäßig niedrigen Sestonwerten zu beobachten. Später im Jahr sind dann nochmal wieder verhältnismäßig hohe Detritusanteile vorhanden, hauptsächlich im Dezember. Über die Qualität des Detritus läßt sich hier naturgemäß nichts sagen. Es wird einer künftigen Untersuchung bedürfen, wieviel Detritus anorganischer Herkunft ist oder wie weit er aus organischem Material besteht. Damit hängt die Frage eng zusammen, welchen Wert dieser Detritus als Nahrungsmittel für die Filtrierer hat. Eines dürfte jedoch unbestritten sein, daß der Detritus in jedem Fall als Adsorbens für die gelöste organische Substanz und nachfolgend als Substrat für eine reichliche Bakterienflora eine hohe Bedeutung für den gesamten Stoffkreislauf im Meere besitzt (s. ZOBELL, 1946). Ein neuer methodischer Weg zur quantitativen Erfassung des Detritus wird neuerdings durch eine mikrophotographische Aufnahme des sedimentierten Materials beschritten. Diese Mikrophotographie wird mit dem Teilchengrößen-Analysator der Fa. Carl Zeiss einer qualitativen und quantitativen Untersuchung unterzogen. Ein erstes Beispiel über die Anwendung dieser Methodik wurde kürzlich veröffentlicht (KREY, 1961).

Mit diesen hohen Detrituswerten befinden wir uns in der Größenordnung, wie sie bereits von GILLBRICHT (1952) beobachtet worden ist. Selbstverständlich haben diese Ergebnisse nur ihre Gültigkeit für das hier untersuchte Gebiet. Es ist ohne jeden Zweifel, daß wir in anderen Gebieten, beispielsweise in der offenen Nordsee, wesentlich andere Detritusanteile im Gesamtseston feststellen werden, wenn auch die Untersuchungen von HAGMEIER (1961) darauf hindeuten, daß wir dort ebenfalls mit verhältnismäßig hohen Werten rechnen müssen. Die weitere Erforschung sowohl des Detritusanteils im Gesamtseston als auch des absoluten Betrages wird uns für unsere Kenntnis des gesamten Stoffwechsels des Meeres, insbesondere über das Nahrungsangebot für die Filtrierer in Pelagial und Benthal wichtige Bausteine geben können.

Tabelle 3
 IMK-Werte der lebenden Substanz und des Detritus 1958—1960
 (Angaben in Trockensubstanz $\mu\text{g/l}$)

1958	15. 11.	31. 1.	20. 3.	10. 4.	7. 5.	30. 5.	19. 6.	2. 7.	23. 7.	16. 8.	1. 9.	28. 10.	25. 11.	17. 12.
Lebende Substanz	170	70	800	850	640	20	150	40	110	200	160	240	110	300
Seston	1480	250	2230	2530	1110	370	870	320	880	830	1180	1170	210	750
Detritus	1309	175	1432	1678	468	351	717	279	766	626	1024	830	105	450
% Detritus im Seston	88	70	64	66	42	95	82	87	87	75	87	71	50	60
1959	20. 1.	11. 2.	9. 3.	24. 3.	12. 5.	9. 6.	6. 7.	23. 7.	28. 8.	9. 10.	26. 10.	19. 12.		
Lebende Substanz	180	160	630	570	520	240	150	100	240	320	220	110		
Seston	960	1040	1960	1790	830	720	1810	1500	650	1280	870	1850		
Detritus	783	881	1330	1220	313	485	1664	1403	413	962	654	1736		
% Detritus im Seston	82	85	68	68	38	67	92	94	64	75	75	94		
1960	6. 1.	26. 1.	11. 2.	2. 3.	31. 3.	27. 4.	30. 5.	21. 6.	6. 7.	16. 8.	6. 9.	18. 10.	8. 11.	15. 12.
Lebende Substanz	310	200	340	620	140	1210	140	210	150	270	320	280	170	250
Seston	2455	4250	1302	1530	4720	1720	2200	760	800	336	843	964	1459	2340
Detritus	2143	4050	960	912	3780	510	2060	546	553	63	525	671	1288	2090
% Detritus im Seston	87	95	74	60	80	30	94	72	70	19	62	71	88	89

Literaturverzeichnis

- BANSE, K. (1956): Über den Transport von mesoplanktischen Larven aus dem Kattegat in die Kieler Bucht. Ber. Dtsch. Wiss. Komm. Meeresf., 14, 147—164. — BANSE, K. (1957): Ergebnisse eines hydrographisch-produktionsbiologischen Längsschnittes durch d. Ostsee i. Sommer 1956. II: Die Verteilung von Sauerstoff, Phosphat und suspendierter Substanz. Kieler Meeresf. 13, 186 bis 201. — BOGOROV, B. C. (1959): On the standardisation of marine plankton investigations. Intern. Rev. d. ges. Hydrobiol., 44, 621—642. — DIETRICH, G. (1950): Die natürlichen Regionen von Nord- u. Ostsee auf hydrog. Grundlage. Kieler Meeresf., 7, 8, 35—69. — GILLBRICHT, M. (1951): Produktionsbiologische Untersuchungen in der Kieler Bucht. II: Die Produktionsgröße. Kieler Meeresf. 9, 51—61. — GOEDECKE, E. (1961): German observation in the Western Baltic in 1960. Ann. biol. 17, MS. — GRAN, H. H. (1929): Investigation of the production of plankton outside the Romsdalsfjord 1926—27, Rapp. Proc. Verb. des Réunions du Conseil Intern. p. l'Explor. de la Mer, 56, 1—112. — HAGMEIER, E. (1960): Unters. über d. Menge u. d. Zusammensetzung von Seston und Plankton. Diss. Kiel, 168 + 35 S. — HAGMEIER, E. (1961): Plankton—Äquivalente. Kieler Meeresf., 17, 32—47. — HENSEN, V. (1887): Über die Bestimmung des Planktons. 5. Bericht der Komm. d. wiss. Unters. d. deutschen Meere in Kiel, 1—107. — HENTSCHEL, E. (1936): Allgemeine Biologie des Südatlantischen Ozeans. Wiss. Ergebn. d. Dtsch. Atl. Expedition auf „Meteor“ 1925—27, 11, W. de Gruyter, Berlin, 343 S. — KALLE, K. (1935): Meereskundl. chem. Unters. mit Hilfe des Zeiß'schen Pulfrich-Photometers: V.: Die Best. des Gesamtposphorgehaltes des Planktonphosphorgehaltes und Trübungsmessungen. Ann. d. Hydrogr., 63, 195—204. — KÄNDLER, R. (1951): Der Einfluß der Wetterlage auf die Salzgehaltsschichtung im Übergangsgebiet zwischen Nord- und Ostsee. D. Hydrogr. Zeitschr., 4, 150—160. — KÄNDLER, R. u. WATTENBERG, H. (1939): Einige Ergebnisse der Untersuchungsfahrten mit dem R. F. D. „Poseidon“ in der westlichen Ostsee 1938. Ber. d. Deutsch. Wiss. Komm. f. Meeresf. N. F., 9, 541—560. — KREPS, E., VERJINSKAYA, N. (1930): Seasonal changes in the phosphate and nitrate content and in hydrogenion concentration in the Barents Sea. Journ. du Conseil Intern. p. l'Explor. de la Mer, 5, 329—346. — KREY, J. (1950): Eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung des Planktons. Kieler Meeresf. 7, 58—75. — KREY, J. (1952): Die Biomasse des marinen Planktons. Kieler Meeresf., 9 43—50. — KREY, J. (1956): Die Trophie küstennaher Meeresgebiete. Kieler Meeresf., 12, 46—64. — KREY, J., BANSE, K. und HAGMEIER, E. (1957): Über die Bestimmung von Eiweiß im Plankton mittels der Biuretreaktion. Kieler Meeresf., 13, 35—40. — KREY, J. (1961): Der Detritus im Meere. Journ. du Conseil Internationale pour l'Expl. de la Mer, 26, 263—280. — LOHMANN, H. (1908): Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Wiss. Meeresunters. Abt. Kiel Nf., 10, 131—370. — MARSHALL, S. M. und ORR, A. P. (1928): The photosynthesis of diatom cultures in the sea. Journ. mar. biol. Ass. UK., 15, 321—360. — PETERSSON, H. (1934): A transparencymeter for seawater. Meddel. Göteborgs Hogskolas Oceanogr. Inst. Nr. 7. — STEEMANN-NIELSEN, E. (1952): The use of radio-active carbon (14 C) for measuring organic production in the sea. Journ. du Conseil Intern. p. l'Explor. de la Mer, 18, 117—140. — STEEMANN-NIELSEN, E. (1958): A survey of recent Danish measurements of the organic productivity in the sea. Rapp. et Proc. Verb. du Cons. Intern. p. l'Explor. de la Mer, 144, 1958. 92—95. — VINOGRADOV, M. E. (1959): Über die quantitative Verbreitung des Tiefseepanktons im nordwestlichen Teil des Stillen Ozeans. Intern. Rev. d. ges. Hydrobiol., 44, 217—226. — WATTENBERG, H. und MEYER, H. (1936): Der jahreszeitliche Gang des Gehaltes des Meereswassers an Planktonnährstoffen in der Kieler Bucht im Jahre 1935. Kieler Meeresf., 1, 264—278. — WATTENBERG, H. (1949): Die Salzgehaltsverteilung in der Kieler Bucht und ihre Abhängigkeit von Strom- und Wetterlage. Kieler Meeresf., 6, 17—30. — WEIDEMANN, H. (1950): Untersuchungen über periodische und unperiodische Vorgänge in der Beltsee. Kieler Meeresf., 7, 70—86. — ZOBELL, CL. E. (1946): Marine Microbiology. Waltham, Mass. USA, 240 S.