

# Copyright ©

---

Es gilt deutsches Urheberrecht.

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

German copyright law applies.

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

# Produktionsbiologische Untersuchungen im Arkonabecken und den Binnengewässern von Rügen.

Von FRITZ GESSNER, München.

(Aus der Biologischen Forschungsanstalt Hiddensee.)

## I. Nährstoffgehalt und Planktonproduktion im Arkonabecken während des Frühjahrs 1933.

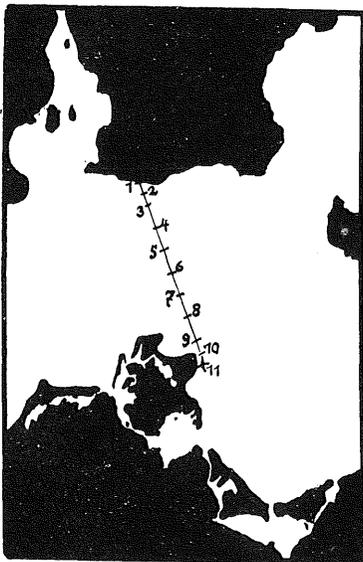


Abb. 1. Stellen der Probenentnahme im Arkonabecken. (Nach Geßner.)

In den Jahren 1932 und 1933 habe ich von der Schwedenfähre Saßnitz-Trälleborg im August, Dezember, Februar, April, Mai und Juli Wasserproben entnommen, welche wenige Stunden nach der Entnahme auf Plankton- und Nährstoffgehalt untersucht wurden. Auf jeder Fahrt wurden 11 Proben geschöpft, deren Stationen in Abb. 1 eingezeichnet sind. Über die Ergebnisse der ersten drei Fahrten habe ich bereits berichtet, die Fahrten im April, Mai und Juli 1933 sollen hier besprochen werden, da sie imstande sind, einen Beitrag zu unserer Kenntnis der Beziehung zwischen Nährstoff und Plankton in der Ostsee zu liefern. Dabei bin ich mir allerdings bewußt, daß der Wert der folgenden Angaben weniger in ihnen selbst liegt als darin, daß sie Vergleichsmaterial für spätere Untersuchungen liefern können. Ein genauer Einblick in die Produktionsverhältnisse darf nur erwartet werden, wenn die Proben in viel kürzeren Abständen

entnommen werden, als dies bei meinen Untersuchungen (aus finanziellen Gründen) möglich war.

Über die Art der Probenentnahme und die Methoden der Verarbeitung wurde in der früheren Veröffentlichung [5] genaueres mitgeteilt, so daß sich an dieser Stelle eine Wiederholung erübrigt.

Um den Anschluß an den produktionsbiologischen Winterzustand im Arkonabecken herzustellen, seien aus den bereits veröffentlichten Daten die Mittelwerte für die mittleren Stationen (4, 5, 6, 7) in folgender Tabelle wiedergegeben (Ostseeüberquerung am 19. II. 1933):

°C	S‰	P mg cbm	N mg cbm	Plankton/L.
1.45	7.93	16	50	530

Wir erkennen daraus, daß die Minimumstoffe Phosphat und Nitrat relativ reichlich im Wasser gelöst sind, während die Planktonproduktion — offenbar infolge von Lichtmangel — sich im Minimum befindet.

Vollkommen andere Verhältnisse finden wir nun, wenn wir jetzt die Ergebnisse der Fahrt vom 4.—5. April 1933 ins Auge fassen. Die Werte finden sich in folgenden Tabellen:

Ostseeüberquerung vom 4.—5. April 1933 (23—3 Uhr).

Station	°C	S ‰	P	N	Si	Station	°C	S ‰	P	N	Si
1	5,2	7,086	17	60	590	7	3,1	7,464	12	6	750
2	3,3	7,338	14	14	750	8	4,2	7,716	15	10	750
3	2,7	7,275	14	10	750	9	4,4	7,652	14	8	750
4	2,9	7,275	12	10	750	10	4,3	7,560	14	7	750
5	3,5	7,275	14	5	750	11	4,5	7,560	14	8	650
6	3,6	7,338	15	10	750						

Der Planktongehalt/L an den Untersuchungsstationen.

Station	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Skeletonema costatum</i>	1700	8400	10500	20000	7275	7000	15000	4500	1200	500	100
<i>Coscinodiscus spec.</i>	8000	1350	2000	2000	750	800	900	1000	300	500	100
<i>Melosira spec.</i>	200	—	200	200	125	150	50	100	50	—	—
<i>Chaetoceros spec.</i>	—	400	1200	1900	125	100	1000	50	200	300	700
<i>Thalassiosira baltica</i>	—	100	200	700	25	50	150	50	50	—	—
Verschied. Diatomeen	8000	300	—	—	150	—	—	—	—	100	600
<i>Coelosphaerium pusillum</i>	100	—	200	100	125	—	100	—	—	—	—
<i>Ebria tripartita</i>	—	300	400	400	200	200	250	300	50	200	—

Wir erkennen daraus, daß die Planktonzahl um mehr als das 20fache gestiegen ist. Waren es noch im Winter kleine Blaualgen (namentlich *Coelosphaerium*), die die Hauptmenge des Phytoplanktons darstellten, so überwiegen jetzt bei weitem die Kieselalgen. Ihre Verteilung in horizontaler Richtung ist keineswegs gleichmäßig. Ihre Hauptentfaltung treffen wir vielmehr an den Stationen 3, 4, 5, 6, 7, die durch niedrigere Temperaturen (2,7—3,6 C) ausgezeichnet sind.

Wenn wir nun fragen, ob sich der Produktionsanstieg auch in dem Nährstoffgehalt ausdrückt, so müssen wir zunächst die überaus deutliche Nitrat-Abnahme hervorheben. Da Nitratwerte von ca. 5 mg N/cbm schon die untere Erfassbarkeitsgrenze darstellen, liegt die Vermutung nahe, daß Nitrat in den Frühjahrsmonaten direkt zum Minimumstoff wird und zeitweise ganz aus dem Wasser verschwindet. Anders verhält sich das Phosphat. Seine Abnahme gegenüber dem Februar ist zwar feststellbar, doch ist sie sehr gering. Selbst wenn wir mit KURASIGE [9] annehmen, daß der Stickstoffbedarf der Kieselalgen etwa dreifach größer ist als der Phosphorbedarf, bleibt noch ungeklärt, wieso einer N-Abnahme von

fast 50 mg nur eine des Phosphats von 2—3 mg/cbm gegenübersteht. Wir dürfen also vermuten, daß den Planktonorganismen noch eine P-Quelle zur Verfügung steht, welche wir mit den üblichen Methoden zur Bestimmung des anorganischen Phosphats nicht erfassen.

Aus nährstoffphysiologischen Versuchen an höheren Pflanzen von WEISSFLOG und MENGDEHL [15] wissen wir, daß organische P-Verbindungen ebenso gute Phosphatquellen sind wie die Salze der Orthophosphorsäure selbst, ja in manchen Fällen können sie diese sogar noch übertreffen. Wir dürfen darum vermuten, daß auch im Meerwasser die gelösten organischen P-Verbindungen vom Phytoplankton verwertet werden können, zumal auch durch STEINER [11] wahrscheinlich gemacht worden ist, daß Plankton mit Hilfe von Phosphatasen P-Verbindungen zu zerlegen imstande ist. Bestimmungen über den gelösten organischen Phosphor sind in der Ostsee bisher noch nicht ausgeführt worden, auf sein Vorhandensein darf jedoch mit Sicherheit geschlossen werden, da KALLE [8] in den Wintermonaten auch im Nordseewasser 2—10 mg P/cbm als gelösten organischen Phosphor feststellen konnte.

Wir hätten uns also vorzustellen, daß das Phytoplankton auch die Reserven des organisch gelösten Phosphors aufbraucht, wodurch die Abnahme des anorganischen Phosphats nur sehr langsam erfolgt. Beim Stickstoff ist dies in weit geringerem Maße möglich, denn — wie BRAARUD u. FÖYN [1] gezeigt haben — die etwa im Wasser vorhandenen gelösten organischen Stickstoffverbindungen sind wesentlich schlechtere N-Quellen als Nitrat und Ammoniak.

Betrachten wir nun die Produktionsverhältnisse im Mai.

#### Ostseeüberquerung am 20. Mai 1933.

Station	°C	S ‰	P	N	Si	Station	°C	S ‰	P	N	Si
1	9,0	7,527	5	5	820	7	10,0	7,149	2—3	5	936
2	9,0	6,897	3	6	936	8	9,5	6,960	2—3	4	936
3	9,2	6,897	2—3	5	936	9	9,3	7,086	2—3	6	820
4	9,5	6,834	2—3	5	936	10	11,2	7,212	3	5	650
5	10,0	6,960	3	5	936	11	10,5	7,086	7	5	702
6	9,0	6,897	2—3	5	936						

#### Der Planktongehalt am 20. Mai 1933.

Stationen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Skeletonema costatum</i>	1,200000	600	250	100	—	—	—	—	—	—	—
Verschied. Diatomeen	75	—	125	—	—	50	—	—	—	25	75
<i>Coelosphaerium</i>	200	200	100	325	200	550	1000	300	100	150	25
<i>Oocystis pelagica</i>	—	—	—	—	150	125	550	150	—	—	—
<i>Dinophysis baltica</i>	—	—	—	—	—	50	—	—	—	—	—
<i>Ebria tripartita</i>	100	50	—	—	50	175	50	100	75	50	—

Gegenüber dem April hat sich das Bild wieder vollkommen geändert. Die Diatomeenhochproduktion ist verschwunden, und die Blaualgen gewinnen, wenn auch in geringer Individuenzahl, die Oberhand. Die Nitrate befinden sich immer noch im Minimum; doch auch der Phosphatgehalt ist bis zu eben noch nachweisbaren Spuren abgesunken. Wir werden daher in der Annahme nicht fehlgehen, daß nun der allergrößte Teil der Nährstoffvorräte des Winters aufgezehrt worden und mit dem abgestorbenen Plankton in die Tiefe gesunken ist. Es darf nun allerdings nicht verschwiegen werden, daß die starke P-Abnahme nicht recht erklärlich ist, denn wenn sich Nitrat schon im April im Minimum befand, ist ein weiteres Ansteigen der Produktion und die damit verbundene P-Zehrung theoretisch nicht vorstellbar. Wir erkennen daraus, daß die Beziehung zwischen Nährstoff und Plankton im Meere eben keine so einfache ist, wie wir dies aus Algenkulturversuchen vermuten würden, und daß es noch sehr intensiver Forschung bedürfen wird, bevor wir in dieses komplizierte Wechselspiel Einblick gewinnen.

Im Gebiete der Rügenschcn Küstengewässer haben neuerdings TRAHMS u. STOLL [14] eine Anzahl von Nährstoffbestimmungen durchgeführt, die sich leider nur auf das Sommerhalbjahr erstreckten. So weit es überhaupt zulässig ist, Bestimmungen aus verschiedenen Jahren miteinander zu vergleichen (vgl. S. 00), zeigen die Küstengewässer, etwa die Binnenbodden zwischen Hiddensee und Rügen, mehrfach höhere Nitratwerte, als ich sie im küstenfernen Gebiet des Arkonabeckens gefunden habe. Dies stimmt jedoch gut mit Nitratbestimmungen überein, die ich wiederholt in der Küstenzone der Tromper Wiek (Rügen) ausgeführt habe, da sich hier ausnahmslos Werte zeigten, die 3—4fach höher waren als diejenigen der freien See. Der Grund für den Nährstoffreichtum des Küstenstreifens gegenüber der Hochsee liegt — abgesehen von der Nährstoffzufuhr vom Lande her — in der hier erhöhten Vertikalzirkulation, wodurch nährstoffreichen Bodenschichten, in denen die Regeneration der Salze erfolgt, ständig emporgewirbelt werden.

Die nächste Ostseeüberquerung erfolgte am 2. Juli 1933. Wie wir aus folgender Tabelle ersehen, ist der Gehalt an Minimumstoffen wieder etwas größer als im Mai. Wie immer, so ist auch diesmal die horizontale Nährstoffverteilung im Arkonabecken sehr gleichmäßig. Die Unterschiede sind kaum größer als die Fehlergrenze. Im Plankton spielen die Kieselalgen wieder eine etwas größere Rolle. Hauptvertreter ist hier *Chaetoceros danicus*, dessen Produktionszahlen im Laufe des Sommers noch erheblich ansteigen.

#### Ostseeüberquerung am 2. Juli 1933.

Station	°C	S ‰	P	N	Si	Station	°C	S ‰	P	N	Si
1	17,7	6,834	5	17	936	7	16,0	7,212	4	14	936
2	16,7	6,834	2—3	15	1020	8	16,1	7,086	2—3	12	936
3	16,5	6,834	3	12	900	9	16,4	7,023	3	12	900
4	16,2	7,275	4	17	1000	10	16,2	7,023	4	12	900
5	16,5	6,697	4	12	1000	11	16,5	6,960	3	14	1000
6	16,3	6,960	4	14	950						

## Planktongehalt am 2. Juli 1933.

Stationen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Skeletonema costatum</i>	200	—	—	—	—	—	—	—	—	25	13700
<i>Chaetoceros danicus</i>	—	—	—	75	25	50	25	25	—	—	—
<i>Coscinodiscus spec.</i>	100	50	125	150	50	—	25	50	—	—	100
Verschied. Diatomeen	600	75	25	—	—	—	—	—	50	—	25
<i>Coelosphaerium</i>	500	50	250	250	100	250	150	75	175	125	75
<i>Oocystis pelagica</i>	—	—	75	50	50	75	275	—	25	—	—
<i>Eberia tripartita</i>	150	75	100	125	250	125	150	—	50	—	25

Abschließend können wir über den Nährstoffgehalt des Arkonabeckens sagen, daß während der Sommermonate nur geringe Spuren von P und N im Wasser nachweisbar sind. Dieser Befund steht im besten Einklang mit den Untersuchungen von STEEMANN-NIELSEN [10], der feststellte, daß das Wasser des Sundes bei Helsingör — durch den ja infolge der baltischen Strömung die Oberflächenwässer des Arkonabeckens abströmen — im Sommer fast frei von Phosphat und Nitrat sind.

## II. Beziehung zwischen Salzgehalt und Planktonproduktion in den Brackwässerns Rügens.

Während meines mehrjährigen Aufenthaltes an der Biologischen Forschungsanstalt auf Hiddensee hatte ich mir die Aufgabe gestellt, durch hydrographische und produktionsbiologische Untersuchungen erstmalig einen Überblick über die hydrobiologischen Verhältnisse der Boddengewässer Rügens und des Darß zu geben. Auszugsweise wurden die wichtigsten Ergebnisse im Jahre 1937 in diesen Berichten veröffentlicht [6]. Als Hauptresultat dieser damaligen Untersuchungen ließ sich die Tatsache erkennen, daß überall ein inniger Zusammenhang zwischen Salzgehalt und Produktionshöhe herrscht. Je geringer der Salzgehalt, desto größer der Grad der Eutrophie eines Gewässers. Dieses Ergebnis, das in völlig gleicher Weise für die Brackwässer Rügens wie für das Bodden-system des Darß gilt, läßt den eindeutigen Schluß zu, daß durch die vom Lande her einströmenden Süßwässer zugleich große Nährstoffmengen in die Küstengebiete des Meeres gelangen.

Um zu zeigen, in welcher feiner Weise der Salzgehalt vielfach Indikator des Eutrophiegrades ist, sei hier als Nachtrag zu den bereits veröffentlichten Ergebnissen in nebenstehender Abbildung (Abb. 2) das Resultat einer Untersuchungsfahrt wiedergegeben, welche in die Zeit der ersten Frühjahrshochproduktion der Kieselalgen fällt. Am 23. März 1933 wurden auf einer Fahrt von Kloster auf Hiddensee nach Stralsund 7 Wasserproben geschöpft, welche bereits wenige Stunden nachher biologisch und chemisch analysiert wurden. Die Hauptmasse des Phytoplanktons wurde von *Chaetoceros decipiens* gebildet. Daneben kamen, mehr oder weniger häufig noch *Skeletonema costatum*, *Coscinodiscus Granii*, *Amphiprora paludosa*, *Thalassiosira baltica*, *Thalassiothrix nitzschoides*, *Surirella striatula*, *Fragilaria*, *Tabellaria*, *Synedra* und *Nitzschia* vor; doch spielten alle diese Formen zahlenmäßig neben *Chaetoceros* keine Rolle.

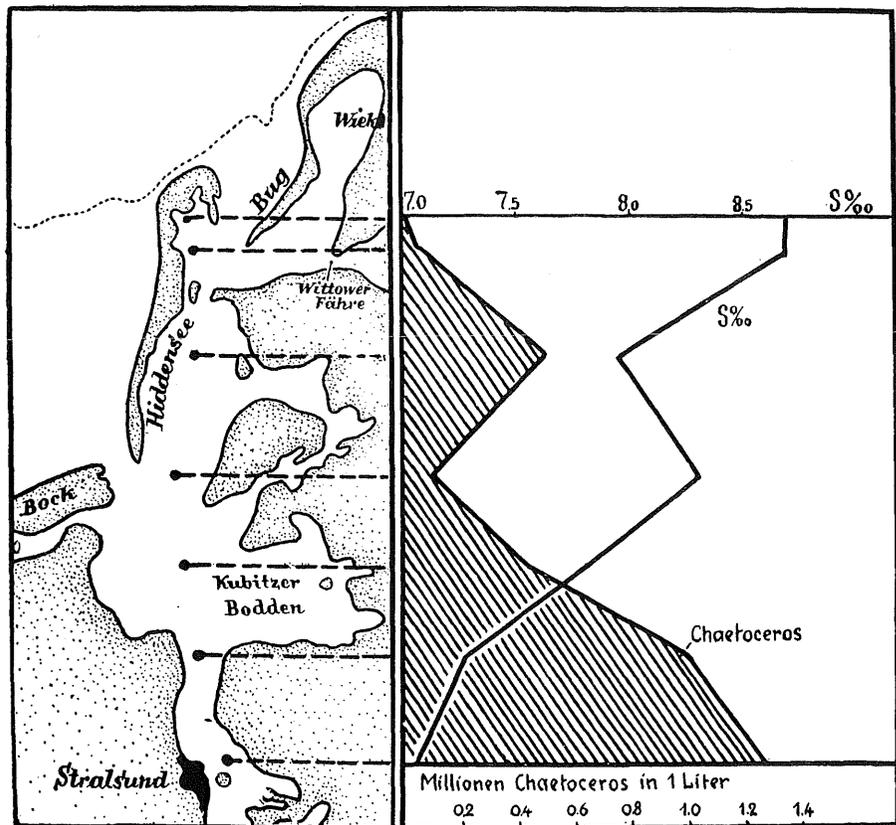


Abb. 2. Beziehung zwischen Salzgehalt und Diatomeenproduktion in den Hiddenseer Bodden am 23. März 1933.

Aus dem spiegelbildlichen Verlauf der Salzgehaltskurve und der Produktionskurve von *Chaetoceros* läßt sich erkennen, daß ein nährstoffreicher ausgesüßter Wasserstrom sich aus dem Strelasund in die Hiddenseer Bodden ergießt. Sehr charakteristisch ist auch der Sprung in den Kurven an jenen Stellen, wo durch die Gellenrinne an der Südspitze Hiddensees salzreiches und planktonarmes Ostseewasser in die Hiddenseer Bodden einbricht. Da dieser Einbruch aber nur zeitweise erfolgt, kommt es, wie auch unsere Serie zeigt, in den nördlich vom Gellen gelegenen Abschnitt der Hiddenseer Bodden, im sogenannten Schaproder Bodden, zu einem inselartigen Zurückbleiben salzarmen und planktonreichen Wassers.

Untersuchungen THIEMANN'S an Flußmündungen [12] haben ergeben, daß an der Ausmündungsstelle regelmäßig eine Erhöhung der marinen Planktonproduktion zu bemerken ist, die auf die Nährstoffzufuhr durch das Flußwasser zurückgeht. Meist ist diese Produktionssteigerung örtlich nur begrenzt, da sich das nährstoffreiche Flußwasser rasch im Meere ausbreitet. Nur dann, wenn durch starke Ausbuchtungen der Küste — wie dies in unserem Gebiete der Fall ist — die Vermischung mit dem Meerwasser ganz allmählich oder nur zeitweise erfolgt, kommt es zu ausgedehnten Produk-

tionssteigerungen, und zwar auch dann, wenn der Süßwasserzustrom so gering ist wie im Rügensch Gebiete.

Das soeben in Abb. 2 dargestellte Beispiel zeigt uns, daß sich von Stralsund aus ein nährstoff- und planktonreicher Wasserstrom bei geeigneter Strömungsrichtung in die Hiddenseer Bodden ergießt, ein Umstand, auf den ich bereits früher hingewiesen habe [6]. Nun hat R. SEIFERT<sup>1)</sup> neuerdings auch die Produktion der Bodenfauna in die Betrachtung mit einbezogen. Er findet in den Hiddenseer Bodden eine gegenüber den freien Ostseegründen etwa um das Dreißigfache gesteigerte Produktivität des Bodens. Die Ursache für diesen Produktionsanstieg sieht er in der morphologischen Differenzierung dieser Bodden und lehnt meine Ansicht ab, wonach der Produktionsanstieg auf die mit Süßwasser herbeigeführten Nährstoffmengen zurückgeht, da — angeblich — das sonst so charakteristische Salzgefälle fehle.

Wegen der großen Bedeutung, welche diese Frage hat — und zwar nicht nur für den speziellen Fall der Hiddenseer Gewässer — sollen diese Verhältnisse hier noch einmal theoretisch geprüft werden. Das Kernproblem lautet: Kann sich die Produktivität eines Meeresteiles, der durch Hacken- und Nehrungsbildungen weitgehend von der freien See abgeschlossen ist, selbständig, d. h. ohne jede Zufuhr von Nährstoffen vom Lande her erhöhen oder nicht? Durch die engen Verbindungswege zwischen Bodden und Meer tritt nun Meerwasser ein und Boddenwasser aus, und zwar im Mittel über längere Zeiträume (etwa Wochen) gleich viel. Das eindringende Meerwasser enthält Plankton und organischen Detritus, die sich im Stillwassergebiet wegen der hier wesentlich erhöhten Sedimentationsbedingungen viel schneller absetzen als in der freien See. Natürlich werden die organischen Massen am Grunde der Bodden wieder regeneriert, so daß die frei gewordenen Nährstoffe wieder in das Wasser zurückgelangen und dort vom Phytoplankton aufgezehrt werden. Nun können wir aber ohne weiteres den Fall annehmen, daß die Sedimentationsgeschwindigkeit größer sei als die Regenerationsgeschwindigkeit (das Verhältnis dieser beiden Größen wird natürlich stark von den örtlichen Bedingungen abhängen), so daß sich also der Boddengrund an organischen Nährstoffen anreichert, welche natürlich der Bodenfauna zugute kommen. Es ist also SEIFERT ohne weiteres Recht zu geben, wenn er meint, daß auch ohne Nährstoffzufuhr vom Lande her die Produktivität der Bodenfauna erhöht werden könnte. Nur geht dies aber natürlich auf Kosten des Planktons. Ist die Regenerationsgeschwindigkeit — wie wir annehmen — kleiner, so muß sich dies in einer Verarmung des Planktons ausdrücken und das aus dem Bodden austretende Wasser wird planktonärmer sein als das vom Meere her zuströmende. Die Differenz zwischen dem organischen Gehalt beider Wassermassen wird der Bodenfauna zugute kommen. Wie steht es nun aber mit den Hiddenseer Bodden? Wie auch SEIFERT erwähnt, haben meine eigenen Untersuchungen sowie diejenigen von TRAHMS und die im Druck befindlichen von RENTZ auch eine wesentliche Erhöhung der Planktonproduktion ergeben. Diese Tatsache aber ändert das Bild vollkommen. Es ist natürlich ausgeschlossen, daß aus dem Bodden ständig planktonreiches Wasser ausströmt, daß planktonarmes dafür eintritt und daß sich die obendrein der Grund

<sup>1)</sup> Mitteilg. d. Naturwiss. Ver. zu Neuvorpommern u. Rügen, 67. Jhrg. 1939.

noch mit Nährstoffen anreichert, ohne daß vom Lande her ein zusätzlicher Nährstoff-zustrom erfolgte. Dieser aber muß sich natürlich auch in einer Salzgehaltsabnahme ausdrücken. Wie steht es nun damit in den Hiddenseer Bodden? Hätte SEIFERT die von mir oder TRAHMS veröffentlichten Salzwerte geprüft, so hätte er sich davon überzeugen können, daß ein Salzgefälle zwischen Binnenbodden und Außenwasser tatsächlich vorhanden ist.

Die Mittelwerte meiner 57 Einzeluntersuchungen ergaben für die Außenküste Hiddensees den Salzgehalt von  $8.8\text{‰}$ , für die Binnenbodden  $8.1\text{‰}$ . Die NaCl-Mittelwerte von TRAHMS ergaben für den Libben  $7.72\text{‰}$ , für den Schaproder Bodden  $7.2\text{‰}$ . (Dabei ist noch zu bemerken, daß der Libben für diesen Vergleich ungünstig ist, da bei Ausstrom das Libbenwasser auch ausgesüßt wird.) Diese Unterschiede, die im Jahresdurchschnitt etwa fast  $\frac{1}{10}$  des Salzgehaltes betragen dürften, sind natürlich für die Artenverteilung belanglos, auf die Produktionshöhe aber können sie sich bereits gewaltig auswirken, da das vom Lande her zuströmende Wasser oft 100-fach nährstoffreicher ist als das Seewasser. (Vgl. H. PILWAT, Hydrographische Nährstoffuntersuchungen der Bäche der nördlichen Samlandküste und die Beeinflussung des

Küstenwassers der Ostsee durch Bachwasser, Dissertation Königsberg 1937.) Wir müssen also nachdrücklich daran festhalten, daß der Produktionsanstieg der Hiddenseer Bodden nur durch den Zustrom nährstoffreicherer und salzärmerer Wassermassen zu erklären ist.

Ist die Beziehung zwischen Salzgehalt und Produktionshöhe wirklich eine so enge, wie sich dies bei meinen Untersuchungen ergeben hat, so steht zu erwarten, daß sich eine Verschiebung im Salzgehalt auch in einer Veränderung der Produktionshöhe ausdrücken muß. Diese Erwartung wird in schlagender Weise bestätigt, wenn meine Ergebnisse aus den Jahren 1932/33 mit jenen verglichen werden, welche TRAHMS u. STOLL [14] 1936/37 feststellten. Diese Autoren fanden im Gebiete einen wesentlich höheren Salzgehalt. Im Großen Jasmunder Bodden liegen die Salzwerte von 1936/37 durchschnittlich um  $0,5\text{‰}$  S höher als 1932/33. Der Grund für diese Versalzung liegt in den Niederschlagsverhältnissen. In Abb. 3 ist die Niederschlagskurve für Putbus auf Rügen

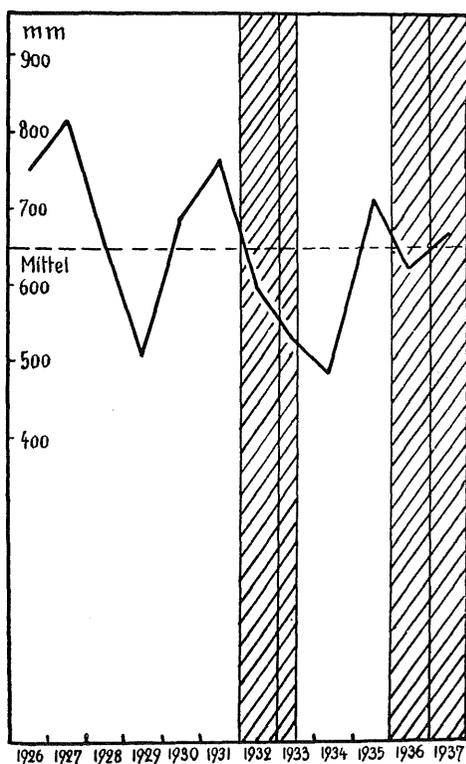


Abb. 3. Jährliche Niederschlagssummen auf Rügen von 1926—1937. Die Untersuchungsperioden von Gessner und Trahms und Stoll sind schraffiert eingezeichnet.

wiedergegeben. Wir erkennen daraus, daß die ungewöhnlich niederschlagsarmen Jahre 1933/34 offenbar die Ursache für den Salzgehaltsanstieg sind. Fassen wir die Niederschläge vor den Untersuchungsjahren 1932 und 1936 in ein-, zwei-, drei- und vierjährigen Perioden zusammen und setzen wir die Niederschlagswerte für (1935), (1935 + 1934), (1935 + 1934 + 1933) und (1935 + 1934 + 1933 + 1932) gleich 100, so ergibt sich, wie folgende Tabelle zeigt, für alle entsprechenden Perioden vor 1932 ein Wert über 100%.

Niederschlagsverhältnisse auf Rügen.

Perioden	vor 1932	vor 1936
1-jährig	105	100
2-jährig	120	100
3-jährig	113	100
4-jährig	112	100

Die Versalzung der Rügenschcn Bodden in den Jahren nach 1932 hat nun eine ganz enorme Produktionsabnahme zur Folge gehabt. Ergaben Planktonzählungen aus den Jahren 1932/33 für den Großen Jasmunder Bodden einen Mittelwert von 4658825 Organismen im Liter, so betrug der Mittelwert 1936/37 63760, also fast eine 80fach geringere Menge. Auch in den sonstigen hydrographischen Verhältnissen zeigte nach TRAHMS u. STOLL der Große Jasmunder Bodden wesentlich mehr Anklänge an die Hiddenseer Bodden, also die nächst niedere Eutrophiestufe als 1932/33. Dies drückt sich z. B. in den Kurven der Minimumstoffe P und N, in den starken jahreszeitlichen Produktionsschwankungen sowie in dem zeitweiligen Massenaufreten von Kieselalgen aus, welche in meiner Untersuchungsperiode im Jasmunder Bodden nicht zu beobachten war.

TRAHMS spricht die Meinung aus [14, S. 78], daß die von mir 1932/33 gefundenen Produktionsverhältnisse nur gelegentlich verwirklicht seien und somit Ausnahmefälle darstellten. Ich kann mich dieser Ansicht nicht ganz anschließen, denn der Vergleich zwischen den Untersuchungen 1932/33 und 1936/37 macht es überaus wahrscheinlich, daß wir es hier mit regelmäßig auftretenden Produktionsschwankungen zu tun haben, welche im Gefolge der verschiedenen Niederschlagsmengen auftreten. Die Produktionshöhe dieser Küstengewässer ist demnach viel weniger stabil als ich dies selbst früher angenommen habe und von jeder Salzgehaltsverschiebung leicht beeinflussbar, ein Gesichtspunkt, der mir auch für die Fischereibiologie von höchster Bedeutung zu sein scheint<sup>1)</sup>. Denn wenn wir erkennen, das selbst geringe Salzgehaltsverschiebungen in Küstengewässern schon solch' gewaltige Produktionsänderungen nach sich ziehen, so liegt auf der Hand, daß so

<sup>1)</sup> Da ich selbst keine Gelegenheit mehr habe, im Gebiete der Rügenschcn Gewässer langfristige Untersuchungen durchzuführen, möchte ich an dieser Stelle die Anregung geben, Salzgehalt und Produktionshöhe der Jasmunder Bodden in dauernde Kontrolle zu nehmen und diese Größen in Beziehung zum Niederschlag zu setzen. Dabei müßte auch die Bedeutung des Rügendamms berücksichtigt werden, denn falls dieser den Wasseraustausch zwischen den Hiddenseer und dem Greifswalder Bodden erheblich hemmt, muß es zu einer Versalzung der Hiddenseer und zu einer Aussüßung des Greifswalder Boddens kommen.

auf indirektem Wege der Salzgehalt den Fischbestand eines haffartigen Wasserbeckens einschneidend beeinflussen muß. Haben wir nun festgestellt, daß in Küstengewässern die Aussüßung stets mit einer Produktionssteigerung Hand in Hand geht, so drängt sich uns unwillkürlich die Frage auf, wie denn dies Verhältnis in der gesamten Ostsee sei, die ja gegenüber dem Weltmeer auch gewaltig ausgesüßt ist. Da diese Salzabnahme nur zum kleineren Teil von dem Überschuß der direkt auf die Ostsee fallenden Niederschläge über die Verdunstung zurückgeht, vielmehr in der Hauptsache im Süßwasserzustrom vom Lande her bedingt ist, dürfte erwartet werden, daß die Ostsee als Ganzes auch erheblich produktiver sei als das Weltmeer. Nun ist aber gerade das Gegenteil der Fall. Seit langem ist die Ostsee, namentlich die mittleren und östlichen Teile, als oligotrophes Meer bekannt, in dem sowohl die Planktonentfaltung wie die Bodenbesiedlung als auch die Fischproduktion ganz erheblich hinter den entsprechenden Werten der Nordsee zurückbleiben. Wie ist dieses Paradoxon zu erklären?

Wie ich schon an anderer Stelle ausführte [4], ist die Ostsee keineswegs arm an Pflanzennährstoffen. Untersuchungen von BUCH [2] und KALLE [7] haben ergeben, daß die Tiefen der Gotlandmulde Nährstoffmengen enthalten, welche sogar viel größer sind, als die aus den Tiefen der Ozeane bekannten Mengen. Nun liegt aber an der Oberfläche der Ostsee eine salzarme Wasserschicht, welche wegen ihrer geringen Dichte den Vertikalaustausch unterbindet und so verhindert, daß die Nährstoffe nach oben steigen und dort mit Hilfe des Sonnenlichtes organisch geformt werden. So gleicht denn der Nährstoffspeicher der Ostseetiefe einem eingefrorenen Kapital, welches durch das absinkende Plankton noch stetig vergrößert wird.

Sollte es jemals durch technische Maßnahmen möglich werden, den Vertikalaustausch der Ostsee zu vergrößern und so das Emporsteigen der nährstoffreichen Tiefenwässer zu ermöglichen, so würde dies ohne Zweifel einen Produktionsanstieg zur Folge haben, welcher selbst die Nordsee in den Schatten stellt. Welche Folgen dies für die Fischerei haben würde, kann nur schwer abgeschätzt werden; doch sei darauf hingewiesen, daß wir auch heute in der Ostsee die besten Fischereiverhältnisse nicht auf der Hochsee finden, sondern in den Haffen, an jenen Stellen also, wo die vom Lande herbeiströmenden Nährstoffe gehindert werden, in die lichtlosen Tiefen der Ostsee abzusinken.

---

### Schriftenverzeichnis.

1. BRAARUD, T. u. FÖYN, B. Beitrag zur Kenntnis des Stoffwechsels im Meer. Avh. Norske Vidensk Oslo, I. Math.-nat. Cl., 1931.
2. BUCH, K. Untersuchungen über gelöste Phosphate und Stickstoffverbindungen in den nordbaltischen Meeresgebieten. Havsforskningsinstitutets Skrift 86, Helsinki 1932.
3. GESSNER, FR. Die Planktonproduktion der Brackwässer in ihrer Beziehung zur Produktion der offenen See. Verh. intern. Ver. Limnol., 1932.
4. —. Die Produktionsbiologie der Ostsee. „Die Naturwissenschaften“, 21, 1933.
5. —. Phosphat, Nitrat und Planktongehalt im Arkonabecken. Journ. d. Cons. internat. p. l'exploration de la mer., 1933.
6. —. Hydrographie und Hydrobiologie der Brackwässer Rügens und des Darß. „Kieler Meeresforschungen“, II, 1937.

7. KALLE, K. Phosphatgehaltsuntersuchungen in der Nord- und Ostsee im Jahre 1931. Ann. d. Hydrographie u. mar. Meteorol. 60, 1932.
  8. —. Nährstoffuntersuchungen als hydrographisches Hilfsmittel zur Unterscheidung von Wasserkörpern. Ebenda 1937.
  9. KURASIGE, H. Spring Diatom Increase in Relation to the Nutrient Salts and the Meteorological Elements. (Relation between the Physiological Phenomena of Plankton and its Environment, Part. I.) Geophysical Magazine, Vol. VII, 1933, Tokyo.
  10. STEEMANN-NIELSEN, E. The annual amount of organic matter produced by the Plankton in the Sound of Helsingör. Medd. Kommiss. for Danmarks fiskeri- og Havsundersögelser. Serie: Plankton, Bd. III, 1937.
  11. STEINER, M. Zur Kenntnis des Phosphatkreislaufes in Seen. „Naturwissenschaften“, Bd. 26, S. 723, 1938.
  12. THIEMANN, K. Das Plankton der Flußmündungen. Wiss. Erg. d. Deutsch. Atlant. Meteorexped. XII. 1934.
  13. TRAHMS, O.-K. Zur Kenntnis der Salzverhältnisse und des Phytoplanktons der Hiddenseer und der Rügenschens Boddengewässer. Arch. f. Hydrobiol. 23, 1937.
  14. —, STOLL, K. Hydrobiologische und hydrochemische Untersuchungen in den Rügenschens Boddengewässern während der Jahre 1936 und 1937. „Kieler Meerforschung“ III, 1938.
  15. WEISSFLOG, J. u. MENGDEHL, H. Studien zum Phosphorstoffwechsel in der höheren Pflanze. I—IV. Planta, Bd. 19, 1933.
-