

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.

Hydrographie und Hydrobiologie der Brackwässer Rügens und des Darß.

(Aus der Biologischen Forschungsstation Hiddensee.)

Von FRITZ GESSNER

Botanische Staatsanstalten München.

Mit 1 Karte, 38 Abbildungen und 2 Tafeln.

Inhaltsübersicht.

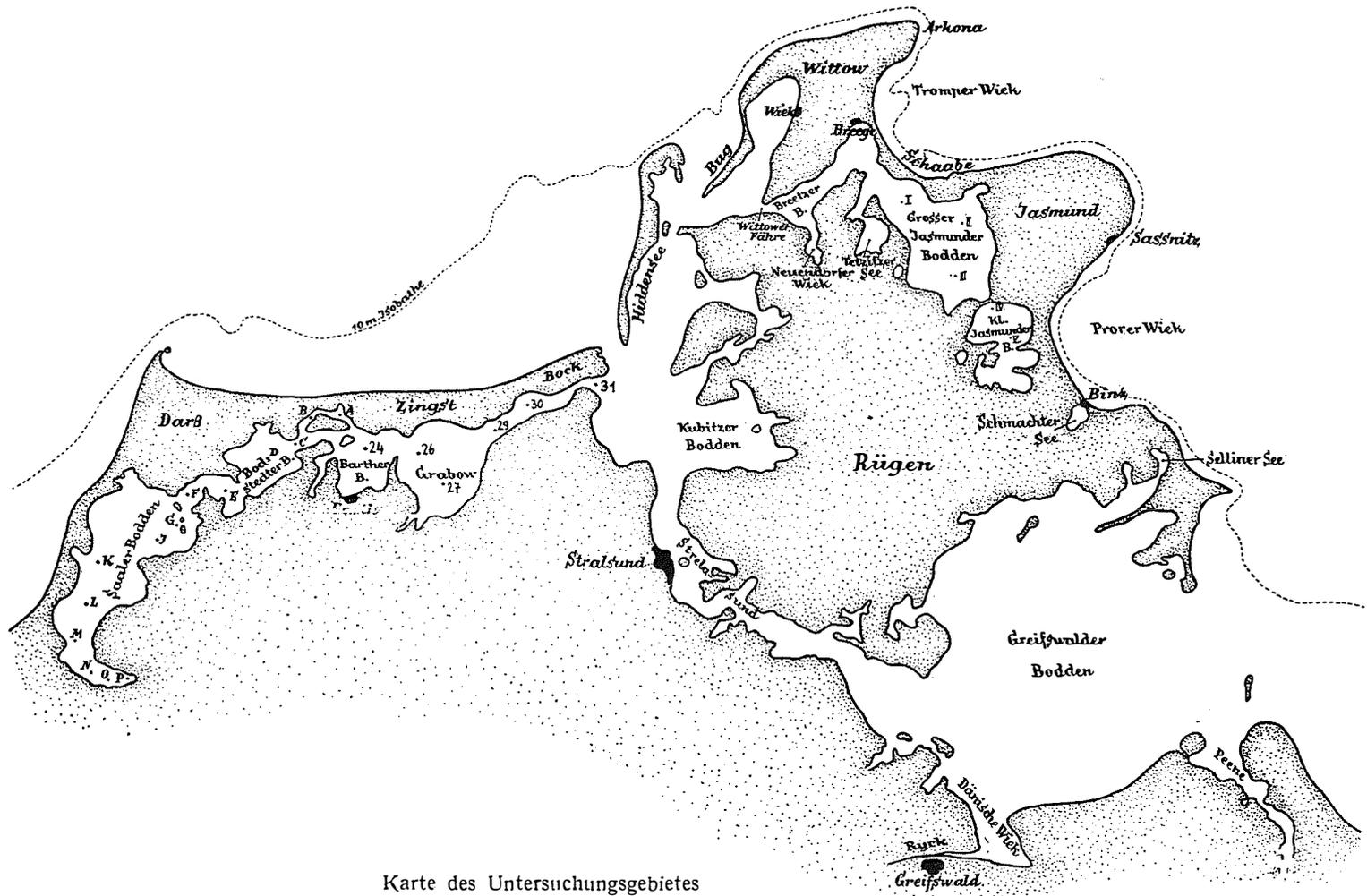
	Seite
Einleitung	1
I. Die Entstehung der Brackwässer Rügens und des Darß.	3
II. Die Verteilung des Salzgehaltes und die Strömungsverhältnisse	12
A. Die freie Ostsee	12
B. Die Hiddenseer Gewässer und der Greifswalder Bodden	15
C. Die Jasmunder Bodden	21
D. Der Salzgehalt der Darßer Binnengewässer.	25
E. Der Selliner und der Schmachter See	27
F. Die Ursachen der Aussüßung	28
III. Die Brackwässer Rügens und des Darß als Lebensraum.	28
A. Das Arkona-Becken.	28
B. Die Hiddenseer Bodden	33
C. Die Jasmunder Bodden	46
D. Die Gewässer des Darß	53
E. Der Selliner und der Schmachter See	58
IV. Zusammenfassender Überblick.	60
Tabellarischer Anhang	71
Schriftenverzeichnis	78

Unsere Wissenschaft gleicht einem Stufenbau, der von der Untersuchung der Tiere und Pflanzen, sowie der physikalischen und chemischen Eigenschaften des Wassers aufsteigt über die Erforschung der Beziehungen, die die Organismen untereinander und mit der Eigenart ihres Wohnraumes verknüpfen, zu der Erkenntnis der Einheit und Ganzheit des Sees — vom Leben im Gewässer zum Leben des Gewässers. Und sie erkennt schließlich, daß diese Objekte ihrer Forschung, die Binnengewässer, nicht nur verankert sind im ganzen irdischen Sein und Werden, sondern daß sich in den ihnen eigenen Geschehnissen sogar kosmische Rhythmen widerspiegeln.

AUGUST THIENEMANN (Amsterdam 1932).

Einleitung.

Die vorpommersche Küste ist klassischer Boden auf dem Gebiet der Brackwasserforschung. Auf Grund der Arbeit STAMMER's [28] über die Fauna des Ryckflusses bei Greifswald konnte 1932 der holländische Brackwasserforscher REDEKE Vergleiche



zwischen zwei großen Brackwassergebieten ziehen und einige allgemeine Gesichtspunkte daraus ableiten. Dadurch wurde das Interesse für dieses bisher vielfach vernachlässigte Gebiet rege und man beginnt seither an vielen Stellen, das Brackwasser als Lebensraum in seiner qualitativen und quantitativen Lebensentfaltung zu studieren.

Zweck dieser Schrift ist, als erste Einführung ein großes und vielfältig gestaltetes Brackwassergebiet biologisch verstehen zu lehren und die Entstehung einer geschlossenen Ganzheit aus dem Zusammenwirken der Einzelfaktoren zu schildern. Volles Verständnis für diese Ganzheit aber werden wir nur dann erreichen, wenn wir sie — gemäß den Worten THIENEMANN'S — eingliedern in den kosmisch bedingten Ablauf des Erdgeschehens, wenn wir sie als Gewordenes betrachten. Wenden wir den Blick in die geologische Vergangenheit unseres Gebietes, so sehen wir nämlich hier in einzigartiger Weise, wie die verschiedensten Kräfte von Luft, Wasser und Land am Werke waren, um in der nacheiszeitlichen Periode aus freien, offenen Meeresbuchten abgeschlossene Binnengewässer zu machen: Wie sich Hand in Hand mit diesen geomorphologischen Vorgängen der Lebensraum änderte und mit ihm das Leben in seiner Quantität und Qualität, soll in dieser Schrift mit den ersten groben Linien gezeichnet werden, um dadurch der weiteren Forschung die Grundlage zu bieten.

Von besonderem Interesse ist in unserem Gebiet, daß die Stadien, die nach dem Zeugnis der Geologie ein Gewässer nacheinander durchschritten hat, noch heute in verschiedenen Gewässern nebeneinander angetroffen und studiert werden können. Daß die sich aus dieser „limnogenetischen“ Betrachtung ergebenden Probleme aber auch wirklich ihre Erforscher finden werden, dafür besteht begründete Hoffnung, seitdem auf der Insel Hiddensee in der 1930 von Prof. Dr. ERICH LEICK gegründeten „Biologischen Forschungsstation“ der Brackwasserbiologie eine Forschungsstätte ersten Ranges erstanden ist. Ein Stipendium der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ermöglichte es dem Verfasser während mehrerer Jahre an diesem, dem Forschen und Lehren in gleicher Weise gewidmeten Institute zu arbeiten und so die ersten, freilich noch sehr dürftigen Grundlagen für weitere Untersuchungen zu schaffen.

Im wesentlichen habe ich dieser Schrift — abgesehen vom geologischen Teil — die Ergebnisse eigener Untersuchungen zugrunde gelegt, und nur an wenigen Stellen konnten die bereits vorliegenden Arbeiten anderer Forscher verwertet werden.

Mein Dank für die Unterstützung meiner Arbeiten gebührt der Forschungsgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft, weiter Herrn Professor Dr. ERICH LEICK für sein Interesse und die Zuwendung von Forschungsmitteln in schwerer Krisenzeit und endlich Herrn Dr. FR. WILHELM MÜLLER, meinem treuen Kameraden zur See.

I. Die Entstehung der Brackwässer Rügens und des Darß.

Der Zeitpunkt, bei dem die Entwicklung der hier geschilderten Gewässer beginnt, fällt in das sogenannte Litorina-Stadium der Ostsee. Noch in der Ancylus-Zeit (ca. 7800—5500 v. Chr.) verlief die Uferlinie viel weiter nördlich als heute und dürfte etwa mit der jetzigen 20 m-Isobathe zusammenfallen. Nur die Nord- und Ostküste Rügens dürfte schon damals mit steilen Abbrüchen in den Ancylus-See hineingeragt haben

(Abb. 1). Mit den westlichen Wasserbecken war der Ancyclus-See nur durch die schmale Kadetrinne verbunden, durch die Ausgleichsströmungen von enormer Geschwindigkeit hindurchgezogen sind.

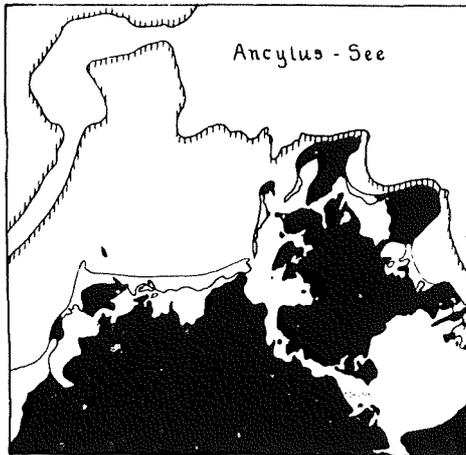


Abb. 1.
Mutmaßliche Uferlinie zur Ancycluszeit.

Um 5000 v. Chr. setzte die Litorina-Transgression ein und bereits nach etwa einem halben Jahrtausend hatte die Uferlinie ungefähr ihre heutige Höhe erreicht. An der Darßer Küste entstanden dadurch zuerst tiefe, offene Meeresbuchten, deren Landvorsprünge hierauf durch weiteren Anstieg des Wasserniveaus als Inseln abgetrennt wurden. So entstand das Fischland, der Altdarß und die Sundische Wiese als selbständige Inseln.

Wie nun die Entwicklungen weitergegangen ist, zeigt die Abb. 2 in verschiedenen Stadien. Da die vorherrschende Windrichtung in unserer Gegend W bzw. SW ist, (bei Windstärke 4—5 verhalten sich E : W etwa wie 1 : 2, bei Windstärke 8 aber bereits wie 1 : 4), bedingt die Strand- und Küstenversetzung eine Hakenbildung in östlicher oder nordöstlicher Richtung. Die Haken wuchsen weiter, erreichten schließlich den nächsten Inselkern und wurden so zur Nehrung. Damit aber hatte sich vor die ehemals offenen Meeresbuchten eine alluviale Barriere gelegt und eine Stillwasser-zone vom freien Meere abgeschnitten.

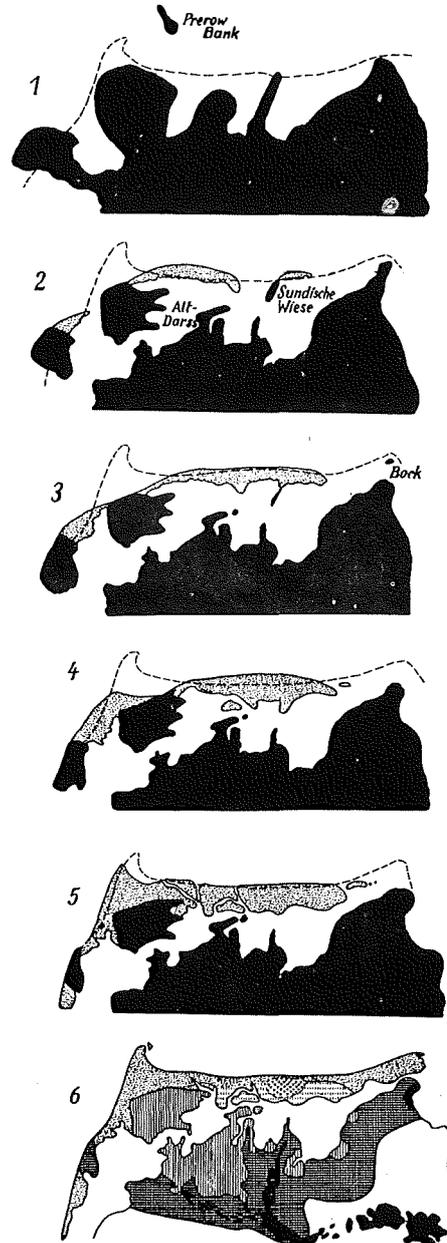


Abb. 2. Die Entstehung des Darß in 6 aufeinanderfolgenden Stadien.

In Fig. 1—5: schwarz — Diluvium, punktiert — Alluvium
einfach schraffiert — Kreidesand, doppelt
schraffiert — Grundmoräne, schwarz —
Staumoräne. (Verändert nach Otto)

Auf diese Weise sind im Laufe der Jahrtausende jene zahlreichen Binnengewässer entstanden, die heute die Darßer Landzunge vom Hinterland trennen.

Das nächste Entwicklungsstadium stellt die Ausbildung des Darßer Horns dar, das sich wie eine alluviale Nase an den Altdarß ansetzte. Sein Anwachsen, das sich ebenfalls aus dem Vorherrschen südwestlicher Winde erklärt, hatte die Entstehung einer vor Stürmen geschützten Bucht zur Folge, die noch heute gern von Fischern als Ankerplatz benutzt wird. Da hier an der Ostküste des Darßer Hornes die Weststürme jede Gewalt verloren haben, können die Ostwinde ihre landbildende Tätigkeit entfalten, die sich deutlich an den stets neu entstehenden Sandwällen erkennen läßt (Taf. I, 1).

Die Zone der Landzunahme ist freilich nicht groß, da der Vorsprung des Darßer Ortes nur einem kleinen Teil der Küste Schutz gewährt. Schon bei Prerow und namentlich die ganze Küste weiter ostwärts macht sich wieder die küstenversetzende und abtragende Wirkung der Westwinde bemerkbar. Hier sind es ja weniger die SW-Winde, da diese durch das Land abgedeckt werden, sondern in der Hauptsache nun NW-Winde, welche den Haken immer mehr von See aus abbauen und im Osten verlängern. So ist es schließlich zur Bildung des „Bock“ gekommen, jener flachen Sandbank, welche auch heute nur bei Niedrigwasser über die Meeresoberfläche emporragt. Für unser Problem ist gerade die Bildung des Bock von allergrößter Wichtigkeit. Vor seiner Entstehung war ja das ganze Boddengebiet noch immer eine große Meeresbucht, die mit dem Außenwasser in reger Verbindung stand. Durch den Bock aber wurde das Binnenwasser völlig von



Abb. 3. Die Entstehung Rügens in 3 Stadien. (schwarz: Diluvium, punktiert: Alluvium.)

der See abgeschlossen und nur die schmale ausgebaggerte Fahrrinne hält die Ausfahrt aus den Barther Gewässern noch offen. Ohne die Tätigkeit des Menschen würde auch diese enge Rinne in absehbarer Zeit versanden und die Entwicklung vom Meer zum Binnenwasser wäre vollständig.

Dank der schwedischen Matrikelkarte aus dem Jahre 1695, welche die erste wirklich zuverlässige Darstellung der vorpommerschen Küste gibt, können wir uns ein recht gutes Bild von dem Tempo der morphologischen Veränderungen machen. Man vergleiche die beiden Kartenskizzen (Abb. 2. 5, 6) und hat sofort ein Bild von den Veränderungen in den letzten 200 Jahren. Der Darß ist um ein gutes Stück gewachsen, die Küste von Prerow und Zingst etwas abgetragen und dafür der Bock — der in der schwedischen Karte erst andeutungsweise wiedergegeben ist — aufgeschüttet worden. Die genannte Matrikelkarte weist noch zahlreiche Reste ehemaliger Verbindungen der Außenküste mit den Bodden auf. Eine derselben war ja als Prerowstrom bis in die neuere Zeit offen und wurde erst wieder künstlich zugeschüttet. Wie sind nun diese Rinnen zu erklären, die eine ansehnliche Tiefe erreicht hatten (Nadelstrom 7 m, Prerowstrom 8 m, Meiningenstrom 9 m, Zingsterstrom 7 m und der „Aue“ 4,5 m)?

Die erheblichen Schwankungen im Wasserstand der Ostsee, die in unseren Gegenden 3 m und mehr betragen können (Pegelmessungen von Barhöft), bedingen eine immer höhere Niveaudifferenz im Außen- und Innenwasser, je weiter sich dieses von der offenen See abschließt. Dadurch werden aber Ausgleichsströme in Tätigkeit gesetzt, welche jene tiefen Furchen aushöhlen können. Durch Sturmfluten sind dann diese Rinnen verschlossen worden und werden heute durch Dammbauten an dem neuerlichen Aufbrechen gehindert. Der einzige Wasseraustausch findet heute zwischen dem Bock und Barhöft statt; einlaufendes und auslaufendes Wasser verhalten sich hier im Jahresdurchschnitt (1896—1905) wie 48,4 : 51,5; es läuft also durchschnittlich etwas mehr Wasser aus als ein. Die Gründe für diese wichtige Tatsache, welche uns die langsame Aussüßung erklären wird, sollen später erörtert werden.

Wenden wir uns nun zur Besprechung der Entstehung der Rügenschcn Gewässer (Abb. 3). Ähnlich wie am Darß lag auch hier ein Inselarchipel dem Festlande vorgelagert, das zur Haken- und Nehrungsbildung Anlaß gab. Neben den vier Hauptinseln (Dornbusch, Wittow, Jasmund und Rügenschcn Zentralkern) waren sicher noch einige kleinere Inselchen vorhanden, die der Hakenbildung als Stützpunkte dienten. Die westlichste Insel war der Dornbusch, der das Material für das Hiddenseer Flachland lieferte. Seine ursprüngliche Größe kann heute nicht mehr bestimmt werden und auch Schätzungen greifen meist ins Leere.

Die von den Wogen losgespülten Sandmassen lagerten sich nun an der Südseite der Insel als Haken an. Bei allen alluvialen Bildungen in den vorpommerschen Küsten ist die Hakenbildung die erste Form der Landverschiebung. Von ihr nimmt die Einschnürung bestimmter Meeresabschnitte ihren Anfang, sie ist also gewissermaßen die erste Etappe in der „limnogenetischen Entwicklung“ des Meeres. Die Hakenbildung hat ihre Ursache in der Küstenversetzung. Die Sandmassen werden in der Leeseite eines Landvorsprunges angeschwemmt und durch Strandversetzung langsam in die

Länge gezogen. Sehr bald entsteht ein Unterschied in den beiden Seiten des Hakens. Die eine ist dem ständigen Anprall der Wellen ausgesetzt und erfährt dadurch eine andauernde Abtragung des Landes, die andere erhält durch Anwachsen des Hakens immer mehr Schutz vor den Wellen und gerät bald ins Stillwassergebiet. Hier findet nun zwar keine Anlandung, wohl aber eine intensive Verlandung statt. An dieser sind bei uns in der Hauptsache *Juncus maritimus* und *Scirpus maritimus*, bei ganz großen Haken auch *Phragmites communis* beteiligt. Ist der Winkel, den der Haken mit seiner Ursprungsküste bildet, nur klein, so kommt es häufig zu einer vollkommenen Schließung der Bucht (Lagunenbildung), die dann sofort ganz der Verlandung anheimfällt und so einen Landzuwachs bedeutet. In allen beliebigen Stadien kann man diese Art der Landzunahme auf der Halbinsel „Altbessin“ auf Hiddensee beobachten. Was sich hier beinahe vor unseren Augen im Kleinen abspielt, hat sich im Hiddenseer Flachland innerhalb großer Zeiträume ereignet. Die Außenküste ist durch Anlandung und Dünenaufschüttung entstanden, die Innenküste durch Verlandung. Dementsprechend unterscheiden sich Innen- und Außenstrand auch durch ihren geologischen Untergrund, wie dies OTTO für den Darß und Zingst im einzelnen ausführt.

Nach der bei Hiddensee vorherrschenden Windrichtung von W und NW hätte man annehmen müssen, daß sich der Haken vom Dornbusch in östlicher Richtung erstreckte. Wir sehen jedoch, daß er sich fast genau in nord-südlicher Richtung ausdehnt, also nicht unmittelbar in der Leeseite des Landes. H. SCHÜTZE macht für diese sonderbare Erscheinung mit Recht den Einfluß der Ost- und Nordoststürme geltend, jedoch glaube ich nicht, daß diese allein ausreichen würden, die Ablenkung des Hakens nach Süden zu erklären, da doch auch am Darß die Hakenbildung trotz der Ostwinde genau nach Osten erfolgt. Es ist hier vielmehr die Kombination zwischen West- und Ostwinden verantwortlich zu machen. Wenn in unserem Gebiete längere Zeit Westwind geherrscht hat und die Windrichtung dann plötzlich nach Osten umschlägt, gibt es regelmäßig Hochwasser, das oft im Herbst die ganzen Salzwiesen zwischen den Orten Kloster und Vitte überflutet. Der Westwind hatte gewaltige Wassermassen im Osten der Ostsee aufgestaut, die sich bei Drehung des Windes nach Osten nun mit großer Energie in das westliche Ostseebecken ergießen. Ein Teil der Wassermassen dringt zwischen dem Dornbusch und Wittow in die Hiddenseer Bodden und bedingt dort Hochwasser. Heute ist die Wasserstraße freilich durch den Altbessin und den Bug eingeeengt und der jetzige Wasserzustrom durch diese Pforte ist jedenfalls nur mehr ein schwaches Abbild der Sturmfluten, die sich in das Hiddenseer Becken ergossen haben mögen, als weder Altbessin noch der Bug vorhanden waren. Ein Zeugnis ihrer Stärke legen noch die gewaltigen Strandwälle auf der Fährinsel ab. So wuchs der Hiddenseer Haken, geschoben von zwei entgegengesetzten Strömungsrichtungen, nach S in die Länge, während sich die Haken des Darß genau nach Osten schieben konnten, denn die Gewalt der Ostwinde war dort ja durch das Rügensch Inselmassiv gebrochen.

Durch die Tätigkeit der Ostströme wurde auch die Landzunge bei Seehof abgetragen und nur ihr letztes Ende blieb als Fährinsel bestehen. Die unterseeische Verbindung der Fährinsel mit Rügen wurde in neuerer Zeit durch die ausgebagerte Fahrinne zerschnitten.

Aus der Lage der Dünen und Strandwälle schließt SCHÜTZE auf das Vorhandensein eines zweiten Inselkernes in der Gellenbucht, etwa westlich vom Neuendorfer Leuchtturm. Seine Annahme erscheint mir durchaus berechtigt, doch ist die Erörterung dieser Frage hier unwichtig.

Jedenfalls hat dieser Inselkern Material zur Ausbildung des Gellenhakens geliefert, der um ein beträchtliches Stück gegen Süden wuchs und auch heute noch steten Landzuwachs erfährt. Die Schwedische Matrikelkarte aus dem Jahre 1695, die von OLAF SPAAK entworfen worden ist, setzt uns in die Lage, diesen Landzuwachs zu bestimmen. Von 1694—1835 ist der Gellen (nach HALTENBERGER) um 1300 m angewachsen, von 1885—1911 um ca. 150 m.

So ist also durch die Insel Hiddensee eine Barriere entstanden, welche das Rügenische Hauptmassiv vor dem Anprall der Weststürme schützt und ein Stillwassergebiet ersten Grades geschaffen hat. Wir haben in dieser Insel ein genaues Analogon zu dem frühen Entwicklungsstadium des Darß vor uns, nur um 90° gedreht. Die Übereinstimmung geht aber noch weiter. Es wurde erwähnt, daß Hochfluten mehrmals tiefe Rinnen gegraben haben, welche die Darßer Binnenwässer mit dem freien Meer verbanden, und daß diese Rinnen durch Ausgleichsströmungen viele Meter tief ausgewaschen wurden. Erst in neuerer Zeit sind diese Rinnen zum Teil künstlich geschlossen worden. Auf Hiddensee konnte man vor wenigen Jahrzehnten das Entstehen einer solchen Rinne bei einer Hochflut beobachten. Im Jahre 1864 riß eine Sturmflut an der schmalsten Stelle der Insel, südlich von Neuendorf eine Lücke, durch die eine starke Ausgleichsströmung einsetzte und eine 120 m breite und 6 m tiefe Rinne auskolkte, welche für das Fahrwasser in den Neuendorfer Bodden eine große Gefahr bedeutete. Erst nach vielen Bemühungen des Wasserbauamtes gelang es, die Lücke durch einen Steindamm wieder zu schließen.

In letzter Zeit ist das Hiddenseer Flachland um ein gutes Stück nach Osten gewandert, da durch die Vorgänge auf Rügen der Einfluß der Oststürme bedeutend herabgesetzt worden ist. Man kann bei Neuendorf allenthalben in Wasserhöhe Torf aus dem Strand herausgewaschen sehen. Dies ist nicht, wie man früher angenommen hat, ein Zeichen für Landsenkungen, sondern lediglich der Beweis für horizontale Landverschiebungen. Die Hauptursache an dieser Ost-Wanderung trägt wohl die Entwicklung des Bug, jener langgestreckten Halbinsel, welche sich auf der Westseite des Wittower Inselkernes gegen Süden und Südwesten erstreckt. Ist dieser Haken es gewesen, der die Vorgänge auf Hiddensee weitgehend beeinflußt hat, so ist seine eigene Gestalt wiederum durch das Entstehen und Wachsen des Hiddenseer Flachlandes bedingt. Der ursprüngliche Haken, aus dem die heutige Form entstand, ist nicht mehr erhalten, da sie an dem früher viel weiter nach Westen ausladenden Wittow angesetzt war. Damals dürfte der Haken in SO-Richtung verlaufen sein. Durch die Zurückschneidung der Küste ist die erste Hakenbildung verschwunden, ganz ähnlich, wie auch die ersten Hiddenseer Haken vom Meer wieder abradiert worden sind. Ihre Endwälle blieben uns jedoch noch erhalten und weisen in südöstliche Richtung. Das gilt besonders von dem sogenannten „Hals“, der schmalsten Stelle der Halbinsel, auf der nicht viel mehr als das Eisenbahngelände Platz hat.

Besonders interessant ist nun, was sich beim Weiterwachsen des Hakens ereignete. Inzwischen war nämlich das Hiddenseer Flachland entstanden und fing alle Weststürme und deren Wasserbewegungen auf. Das bedeutete aber, daß sich in dem Moment, wo der Bug in den Wellenschutz von Hiddensee geriet, seine Richtung änderte, und er von der südöstlichen in die südwestliche Richtung umbog, wie das an dem heutigen Bild des Bug sehr schön zu sehen ist. Auch jetzt ist der Bug noch im Wachsen begriffen, ja er scheint sich in letzter Zeit stärker zu verlängern als in früheren Jahrhunderten. Während er von 1690—1830 jährlich 2,85 m wuchs, beträgt die jährliche Längenzunahme von 1885—1928 6,00 m. Wenn diese Entwicklung in gleicher Weise weiter geht, bedeutet dies, daß der Bug in 170 Jahren mit der Südspitze des Altbessin zusammenwachsen würde. Abgesehen davon aber, daß die Rinne zwischen Rügen und Hiddensee, „der Libben“ genannt, durch Baggerung künstlich frei gehalten wird, geht hier eine ziemlich starke Ausgleichsströmung hindurch und sorgt dafür, daß die Wasserstraße auch auf natürlichem Wege offen gehalten wird. Erst wenn, wie dies schon einmal 1874 der Fall war, ein Durchbruch an der schmalsten Stelle des Bug erfolgte und den Wassermassen dort ein Ausweg geschaffen wird, könnte die Rinne zwischen Bug und Bessin „funktionslos“ werden, verschwinden und zu einer Nehrungsbildung Anlaß geben.

Für das heutige Bild der Bodden ist der Bug von entscheidender Bedeutung. Nicht nur, daß er selbst den Wieker Bodden geschaffen hat, er sorgt auch für weitgehende Abtrennung der Hiddenseer Bodden von der Ostsee. Schließlich ist sein Einfluß auch auf den Jasmunder Bodden nicht zu unterschätzen, weil dieser dadurch nun überhaupt keine direkte Verbindung mehr mit der See hat. Der Abschluß ist jedenfalls schon vor geraumer Zeit erfolgt. Es war zwar der Bug damals ein bedeutendes Stück kürzer und auch der Altbessin bestand, wenn man den ältesten Karten glauben darf, nicht als Halbinsel, sondern in Form von zwei getrennten flachen Inseln. Im ganzen Gebiet haben sich aber sicher zahlreiche Sandbänke und sonstige Untiefen befunden, welche die Einfahrt der größeren Schiffe in die Hiddenseer Bodden sehr erschwerten. Nach alten Stralsunder Chroniken ging im 12. Jahrhundert der rege Verkehr der englischen Handelsschiffe durch den Libben. In der Hiddenseer Bucht wurde die Ware auf kleinere Schiffe verladen, da Fahrzeuge mit großem Tiefgang nicht nach Stralsund hereinkonnten. FELIX EMMEL¹⁾ leitet aus dieser Zeit den Namen „Hiddensee“ her, indem er darauf hinweist, daß für die englischen Schiffe der Hiddenseer Bodden wegen seiner schmalen Einfahrt wirklich eine „Hidden-sea“, eine „verborgene See“ war. Die Deutung gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß wir aus unserem Gebiet auch andere Namen zweifellos englischer Herkunft kennen (Plantagenetgrund).

Die Schaabe. Dieser Name bezeichnet die langgestreckte Nehrung, welche die beiden größten Inselkerne, Wittow und Jasmund miteinander verbindet und von der Tromper Wiek die Innenbodden abschnürt. Die Gestalt dieser Landverbindung steht im Zusammenhang mit dem Vorhandensein dreier kleiner Inselchen zur Zeit der Litorina-Transgression, von denen zwei, der Kegelinberg und der Wall, noch heute als diluviale Kerne erhalten sind, deren dritter aus dem Verlauf der Strandwälle und aus der Menge des aufbereiteten Materials von SCHÜTZE zwischen den beiden Inseln, etwa im Gebiete des Schwarzen Moores, erschlossen worden ist.

¹⁾ Nach mündlichen Mitteilungen

Gemäß der Strandversetzung von N nach S begann die erste Hakenbildung an der östlichsten Ecke von Wittow, etwa bei dem heutigen Orte Drewolke. Der Haken wuchs nach Süden und erreichte schließlich den Kern des Kegelberges. Der südöstlich davon angenommene Inselkern lieferte das Material zum weiteren Anwachsen des Hakens, welcher jetzt aber schon etwas unter den Einfluß der NW-Winde geriet und auch durch die immer mehr eingeengte Strömung, die durch die Wittower Landenge (heute Wittower Fähre) hereinkam, nach Osten abgelenkt wurde. Bald traf das Hakensystem auf den dritten Inselkern, den Wall, und nun war nur noch eine enge Wasser-Verbindung mit der Tromper Wiek vorhanden, durch die die Ausgleichsströmung zwischen Bodden und Tromper Wiek erfolgte, und durch welche die bei der Wittower Fähre einströmenden Wassermassen abziehen konnten. Nach SCHÜTZE war dieser Strom recht erheblich und verhinderte lange Zeit die Schließung der Rinne. Vielleicht wurde dies durch eine Sturmflut herbeigeführt und so die endgültige Abtrennung der Binnenwässer besorgt. In dem Moment aber, wo dies erreicht war, konnte sich an der Außenküste ein Anlandungsstrand bilden und den heutigen, freilich noch sehr jungen Zustand der Nehrung herstellen. An der Innenküste machte inzwischen die Verlandung starke Fortschritte. Wandert man an der Boddenseite der Nehrung entlang, so trifft man häufig auf Moorsenken, die ehemals kleine, stille Buchten gewesen sind, heute aber nur mehr ausgedehnte Schilfbestände darstellen.

Für das Verständnis der hydrographischen Eigenschaften des Großen Jasmunder Boddens ist die Entwicklungsgeschichte der Schaabe von ausschlaggebender Bedeutung. Wie später gezeigt werden wird, ist die Aussüßung dieses Boddens gegenüber den Gewässern, mit denen er in Verbindung steht (Breeger, Breetzer und Hiddenseer Bodden), recht minimal. Dies ist um so auffälliger und zunächst unverständlicher, weil der Kleine Jasmunder Bodden eine sehr beträchtliche Aussüßung erfahren hat. Die Entwicklungsgeschichte zeigt uns, daß die Abtrennung des großen Jasmunder Boddens erst in geologisch jüngster Zeit erfolgt ist. Früher konnten die Wassermassen ungehindert von Osten nach Westen und umgekehrt durch den Bodden streichen und verhinderten natürlich so jede Aussüßung. Es ist dabei von Bedeutung, daß durch die vorherrschende Windrichtung von W oder SW im großen und ganzen ein Strom von Westen nach Osten durch den Bodden gelaufen sein wird. Dieser allein arbeitete der Aussüßung entgegen, denn das von Osten her durch die Tromper Wiek eindringende Wasser ist keineswegs salziger als der Große Jasmunder Bodden (siehe später S. 24) und hätte die Aussüßung nicht aufhalten können.

Die schmale Heide. Als letzte für die Rügenschcn Binnenwässer wichtige Nehrung müssen wir jene Alluvionen betrachten, welche den Jasmunder Inselkern im Süden mit dem Rügenschcn Zentralkern verbinden. Am Anfangspunkt jener Entwicklung war im Gebiet des heutigen Kleinen Jasmunder Boddens eine breite Meeresbucht. Durch die Landenge von Lietzow waren die beiden Jasmunder Bodden zunächst getrennt, und erst die Ausgleichsströmungen werden den Durchbruch an dieser Stelle geschaffen haben. Auf allen Seiten erhoben sich ziemlich steile Ufer. Die erste Neubildung bestand in einem Haken, der sich im Süden Jasmunds ansetzte und der Richtung der Küstenlinie folgend sich nach SW in die damalige Meeresbucht hinein erstreckte. Im Gebiet der heutigen Blomer Heide entstand so ein ausgedehnter Moorwinkel,

in dem noch jetzt starke Verlandung stattfindet. Der Haken traf endlich auf den Inselkern Thissow und fand dort sein Ende. Schon während dieser Vorgänge hatte sich eine breite Barre zwischen Thissow und dem Inselkern Prora gelegt und so die Meeresbucht vollkommen abgeschlossen. Wir haben die Berechtigung, diesen Vorgang schon in einem sehr frühen Stadium anzunehmen, denn die durch Lietzow zeitweilig eindringende Strömung war zu gering, um der Schließung etwa ähnliche Widerstände in den Weg zu legen, wie es im großen Jasmunder Bodden der Fall war. Die Geologie liefert uns hier also den Beweis, daß der Kleine Jasmunder Bodden viel früher dem Einfluß des freien Meeres entzogen wurde als sein Nachbargewässer. Für unsere späteren Betrachtungen ist dies aber sehr wichtig, da auch die limnologische Untersuchung dieses Beckens ein viel höheres Alter und demgemäß ein viel weiter vorgeschrittenes Eutrophie-Stadium erkennen läßt (S. 51).

Für das höhere Alter spricht auch die Reife der Außennehrung. Während sich die Schaabe, wie H. SCHÜTZE betont, noch in ihrem Jugendstadium befindet, zeigt hier die Nehrung durch ihre ausgedehnten Braundünen und durch ihre Breite und geringen Ausbuchtungen alle Zeichen des Alters.

Die Nehrungsbildung blieb nicht darauf beschränkt, einfach die Inselkerne miteinander zu verbinden, sondern griff weiter nach S vor und legte vor das Diluvium der Dollahner Berge einen breiten alluvialen Streifen. Bei Dollahn wurde dadurch eine ehemals tiefe Meeresbucht abgeschnürt, die heute völlig zugelandet ist.

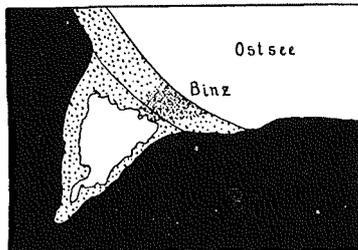


Abb 4. Der Schmachter See.
Original 1 : 75000.

(Schwarz: Diluvialkern, punktiert: Alluvium.)

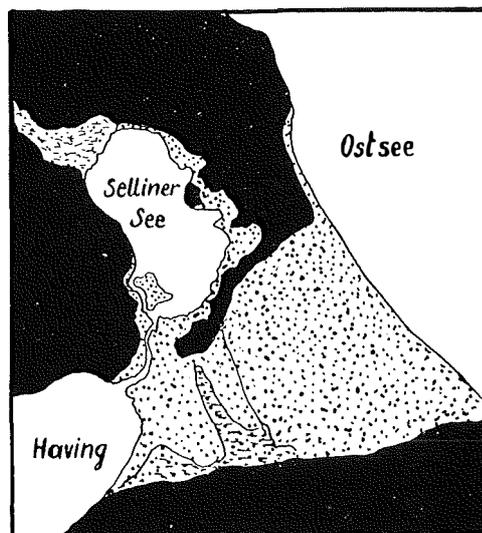


Abb. 5. Der Selliner See. Nach SCHÜTZE 1 : 50000.

Südlich der Dollahner Berge befand sich früher eine breite, offene Bucht, welche ebenfalls durch eine Barre verschlossen wurde. Dadurch wurde der heutige „Schmachter See“ bei Binz abgeschnürt (Abb. 4), der in den letzten Jahrhunderten vollkommen ausgesüßt ist. Er stellt also als Gewässer das Endstadium dar in der Entwicklungsreihe: Meer—Binnensee, und soll hier dementsprechend für sich behandelt werden. Ähnlich

dem Schmachter See ist auch der Selliner See durch eine alluviale Anschwemmung abgeriegelt worden, doch wird sein Zugang zum Greifswalder Bodden durch eine gebaggerte Rinne freigehalten, wodurch die Aussüßung noch nicht jenes letzte Stadium wie beim Schmachter See erreicht hat (Abb. 5).

II. Die Verteilung des Salzgehaltes und die Strömungsverhältnisse.

A. Die freie Ostsee.

Zu den wichtigsten Aufgaben hydrographischer und biologischer Untersuchungen von Küstengewässern gehört die Erforschung des Salzgehaltes. Nicht allein sein direkter Einfluß auf die Verteilung der Organismen ist maßgebend für seine Bedeutung, sondern vor allem auch die Tatsache, daß der Salzgehalt einen deutlichen Einblick in die Strömungsverhältnisse gewährt und Rückschlüsse auf die Herkunft des betreffenden Wassers zuläßt.

Die Konzentration des Salzes ist nun in unserem Untersuchungsgebiet nach horizontaler wie nach vertikaler Richtung den größten Schwankungen unterworfen, welche wiederum mit Jahreszeit und Windrichtung in engster Beziehung stehen. Durch diese Mannigfaltigkeit erhöht sich zwar die Zahl der biologischen Teilprobleme und macht das Gebiet so außerordentlich interessant, es vervielfachen sich dadurch aber auch die Schwierigkeiten, das wirksame Gesetz im ewigen Hin- und Rückfluß des Wassers zu erkennen. So können wir in dieser Schrift auch nur die ganz groben Zusammenhänge schildern, in denen wir die Vorgänge der Natur in erster Annäherung begreifen.

Dank den zahlreichen Untersuchungen, welche durch Terminfahrten, Feuerschiffbeobachtungen usw. seit langer Zeit in der Ostsee betrieben werden, sind wenigstens im südlichen Teil des baltischen Meeres die Verhältnisse einigermaßen geklärt. Für unser Problem genügt es, die Ostsee in jenem Teil zu betrachten, welcher das hier behandelte Gebiet direkt beeinflußt. Wir haben da in der Hauptsache drei Punkte hervorzuheben: Erstens die Verschiebung der Isohalinen in verschiedenen Jahreszeiten, zweitens die Schichtung des Salzgehaltes nach der Tiefe zu und drittens die Verschiebungen dieser Größe an den Küstenlinien unter dem Einfluß verschiedener Windrichtungen.

Die jahreszeitliche Verteilung der Isohalinen im Oberflächenwasser der Ostsee zeigt eine deutliche Abhängigkeit von den ein- und ausströmenden Wassermassen. Im Frühjahr werden der Ostsee gewaltige Mengen von Schmelzwässern zugeführt, welche in der ganzen ersten Hälfte des Jahres eine deutliche Verschiebung der Isohalinen der Wasseroberfläche gegen Westen hin zur Folge haben. Nördlich von Rügen verläuft die 8‰ Isohaline, die während des Februar ziemlich genau nordsüdlich von Rügen nach Schweden streicht, im August dagegen in weitem Bogen gegen Westen schwingt und erst bei der Insel Møen die dänische Küste erreicht. In der zweiten Hälfte des Jahres wirken Verdunstung, schwächerer Zustrom an Süßwasser und vorwiegend westliche Winde gemeinsam dahin, daß von Westen her wieder ein stärkerer Zustrom salzreicheren Wassers erfolgt und die Isohalinen gegen Osten verlagert werden. Die Insel Rügen bildet dabei ungefähr die Grenze des unruhigen Mischgebietes. Westlich

davon erleiden alle Isohalinen im Laufe eines Jahres eine mehr oder weniger große Verschiebung, während östlich die Schwankungen weit geringer sind. Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Bedeutung, welche die sogenannte Darßer Schwelle für die Verbreitung sehr vieler Meereslebewesen hat, mit diesen Schwankungen zusammenhängt. Im Oberflächenwasser beträgt an dieser Stelle die jahreszeitliche Schwankung im Salzgehalt im Mittel 2—3‰. Die Unterschiede in der Sommer- und Winterkonzentration zwischen Rügen und Schweden sind bereits viel geringer. Hier übersteigen sie in der küstenfernen Meereszone kaum noch 1‰.

Natürlich erfolgt der Ausgleich zwischen einströmendem salzreichen Nordseewasser und ausströmendem salzarmen Ostseewasser nicht in allen Wasserschichten in demselben Maße. Der Ausstrom des spezifisch leichten Oberflächenwassers wird vielmehr stets kompensiert durch einen Zustrom salzreichen Tiefenwassers aus der Nordsee. In den Tiefenschichten werden natürlich auch die verschiebenden Kräfte am Werk sein, doch ist hier einerseits ihre Wirkung bedeutend abgeschwächt (Fehlen der Windwirkungen), andererseits muß auch die Gestaltung des Bodenreliefs das Resultat der Isohalinen-Verschiebung entscheidend beeinflussen. Während des Winters reicht eine salzreiche Tiefenzunge bis weit hinein in die Ostsee. Die 13‰-Isohaline z. B. dringt im Februar bis zum Bornholmer Becken vor. Während des Frühjahrs und der ersten Hälfte des Sommers verschieben sich natürlich auch die Isohalinen des Bodenwassers gegen Westen, doch beim Rückzug des salzreichen Tiefenwassers bleiben in einzelnen Vertiefungen inselartig salzreiche Wassermassen zurück, die dann an den betreffenden Stellen natürlich eine außerordentlich starke Tiefenschichtung bedingen. Eine solche Insel findet sich im Sommer in der tiefen Mulde östlich von Bornholm; dort erreicht das Tiefenwasser sogar noch einen Salzgehalt von 16‰ (Oberflächenwasser ca. 7‰). Eine zweite Insel zeigt sich zwischen Rügen und Südschweden ($S = 15‰$). Wie später noch ausführlich dargestellt werden soll, sind diese Inseln salzreichen Tiefenwassers hydrographisch von besonderem Interesse. Der große Dichteunterschied unterbindet in weitestgehendem Maße die Vertikalzirkulation und bedingt infolgedessen an jenen Stellen alle jene Erscheinungen, welche für stagnierende Wasserschichten bezeichnend sind, d. i. O_2 -Schwund, CO_2 -Anreicherung und Ansteigen des Phosphat- und Nitratgehaltes.

Die Abbildung 15 zeigt das Salzgefälle nördlich der Insel Rügen. Die daneben gezeichnete Temperaturkurve verläuft im großen und ganzen zu der Salzkurve antagonistisch und läßt deutlich die Beziehung zwischen Salzgehalt und Temperatur erkennen. Die durch die Erhöhung des Salzgehaltes bewirkte Dichtevergrößerung wirkt ja einer Konvektionsströmung entgegen und verhindert den Wasseraustausch zwischen Oberfläche und Tiefenwasser. In der Dichte des Wassers (σ_t) faßt man ja sowohl den Salzgehalt als auch die Temperatur zusammen. Während nun in der Nordsee nur die Temperaturabnahme in der Tiefe den Anstieg der Dichte bewirkt, kommt hier in der Ostsee noch der Anstieg des Salzgehaltes hinzu, der in derselben Richtung wirkt. Wenn wir das Gebiet der Ostsee zwischen Rügen und Südschweden etwa mit der Nordsee vergleichen, so finden wir in der Ostsee von der Oberfläche zur Tiefe einen Dichteanstieg von 0,005, in der Nordsee dagegen nur einen solchen von 0,0005 innerhalb derselben Wassertiefe. Aus diesen Gründen kommt es im Arkona-Becken zu keiner Total-

zirkulation. Es müßte ja in diesem Falle der Salzgehalt in allen Schichten der gleiche sein. Daß dies nicht eintritt, ja daß sogar im Winter der Salzgehalt der Tiefe eine größere Differenz gegenüber der Oberfläche zeigt, beweist, daß es zu keiner Vollzirkulation gekommen ist. Die Gründe dafür sind klar. Eine Totalzirkulation beruht eben auf Dichtegleichheit aus thermischen Gründen. Die saline Schichtung aber verhindert die Dichtegleichheit und infolgedessen auch die Totalzirkulation.

Bei den bisherigen Betrachtungen wurden nur die Verhältnisse der freien, küstenfernen See berücksichtigt. Nun sollen die Vorgänge erörtert werden, welche sich an der Küstenlinie abspielen. Welchen Bedingungen ist hier die Änderung des Salzgehaltes unterworfen? Nehmen wir einen bestimmten Punkt der Küste an, so ist die Veränderung seines Salzgehaltes durch drei Faktorenkomplexe gegeben (Ebbe und Flutwirkungen sind im Untersuchungsgebiete so gering, daß sie vernachlässigt werden können):

1. durch die Gesamtheit der topographischen Verhältnisse, besonders durch Exposition, Wassertiefe, Bodenrelief des Meeres und Form der Nachbarküste,
2. durch die jeweilige Windrichtung und Windstärke,
3. durch die Gesamtheit der vorangegangenen Vorgänge.

Um also einen genauen Einblick in die Schwankungen des Salzgehaltes im Untersuchungsgebiete zu erhalten, müßte jeder einzelne Punkt gesondert behandelt werden. Dies ist natürlich ebenso unnötig, wie es in der Praxis nicht notwendig ist, wirklich die gesamten vorhergegangenen Vorgänge zu berücksichtigen. Zur Erfassung der groben Umrisse der Naturabläufe genügt es infolgedessen, die Veränderungen an einigen markanten Punkten zu verfolgen. Zu diesem Zwecke habe ich in den Monaten Oktober und November 1932, in denen nicht nur die größten Windstärken aufzutreten pflegen sondern auch die größten Schwankungen in der Windrichtung, an 4 Stationen im Gebiete täglich Wasserproben nehmen lassen, die ich auf ihren Salzgehalt hin untersuchte. Im Verein mit den beobachteten Windrichtungen geben die Resultate ein gutes Bild der Strömungsverhältnisse. Die Lage der Stationen ist auf Abb. 8 veranschaulicht. Zunächst betrachten wir nur die Ergebnisse an Station I, die am Westrande der Insel Hiddensee gelegen ist (Abb. 6, 7).

Was zunächst auffällt, sind die ganz außergewöhnlich hohen Schwankungen, die bis 5‰ betragen, also etwa 40‰ des Gesamtsalzgehaltes ausmachen können. Beachten wir z. B. die Vorgänge vom 1. bis zum 11. Oktober 1932. Eine volle Woche lang wehten westliche Winde, welche bei uns immer Niedrigwasser erzeugen. Das Wasser wird nämlich in die östlichen Teile des baltischen Meeres gedrückt, wodurch an den Küsten Rügens Niederwasser eintritt. Am 7. Oktober schlug nun plötzlich der Wind um und das Oberflächenwasser wurde durch den südöstlichen Wind von der Küste abgetrieben, wodurch das salzreiche Tiefenwasser an die Oberfläche dringen konnte. Am 10. Okt. schlug der Wind abermals um und trieb, aus SW kommend, wieder salzarmes Oberflächenwasser an die Küste. Am 16. kam es wieder zu einem Anstieg des Salzgehaltes, doch hatte dieser andere Gründe. Er wurde bedingt durch die SW-Winde, die andauernd und in großer Stärke Wasser aus Westen herbeiführten. Schwieriger zu deuten ist die zweite Serie (Abb. 7). Sie zeigt den sehr seltenen Fall, daß das Außenwasser süßer ist als das Wasser im Hiddenseer Bodden. Der erste Abfall am 16. Nov.

dürfte durch die Nordwinde hervorgerufen worden sein, die das von dem vorhergegangenen Ostwinde westwärts getriebene Wasser längs der Außenküste Hiddensees herunterdrückten, der zweite stärkere Abfall am 22. dagegen führt sicher von den Südwinden her, die salzarmes Küstenwasser gegen die Nordspitze Hiddensees trieben.

Schon dieses eine Beispiel zeigt, daß das Wasser, welches die Westküste Hiddensees umspült, vierlei verschiedener Herkunft sein kann. Entweder es stammt aus der Tiefe (dann wird es wenig Organismen und reichliche Mengen von Nährstoffen enthalten), oder es stammt aus den salzärmeren Gebieten östlich von Hiddensee, oder es kommt aus den Stralsunder Binnengewässern und dringt in der Hauptsache Küstenformen mit, oder endlich es wird mit Westwinden aus der westlichen Ostsee herangebracht und birgt in sich Lebewesen aus salzreicheren Gebieten der Ostsee. Alle diese Fälle können, wie wir sehen, innerhalb weniger Wochen verwirklicht werden, allerdings wohl nur im Herbst, wo die meteorologischen Voraussetzungen dafür am ehesten gegeben sind. Während der anderen Jahreszeiten pflegt die Luftbewegung gleichmäßiger zu sein, und wir dürfen darum auch im Wasser stabilere Verhältnisse vermuten. Trotzdem geben uns erst die Untersuchungen des Salzgehaltes Aufschluß darüber, weshalb wir an derselben Küste einmal Organismen der Nordsee angeschwemmt finden, ein anderes Mal dagegen im Plankton Aphanizomenon in Gesellschaft abgestorbener Süßwasserformen.

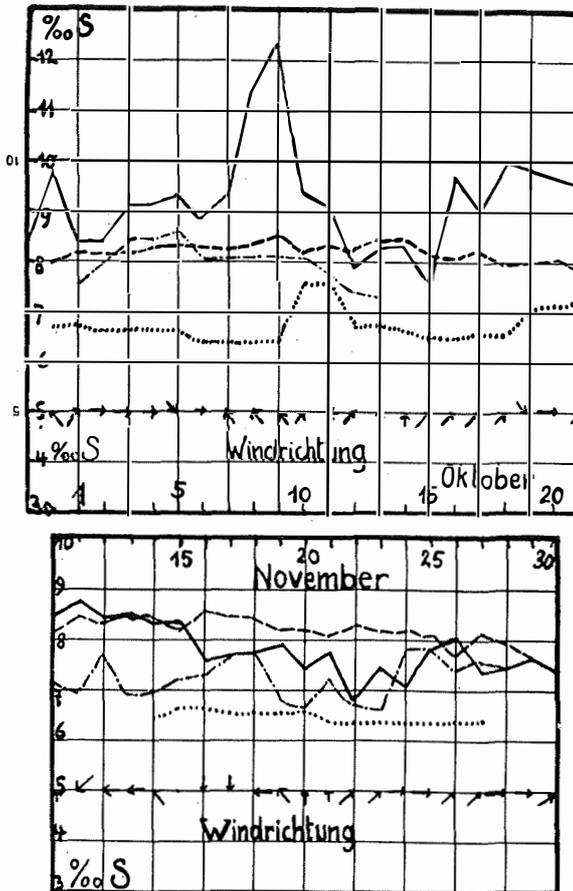


Abb. 6/7. Salzgehaltsschwankungen der 4 Beobachtungsstationen in ihrer Beziehung zu Windrichtung und -stärke.

— St. I. - - - St. II.
- · - · - St. III. · · · · · St. IV.

B. Die Hiddenseer Gewässer und der Greifswalder Bodden.

Wie die beigefügte Skizze (Abb. 8) zeigt, sind die Hiddenseer Gewässer recht uneinheitlich und zerfallen in mehrere voneinander mehr oder weniger weitgehend getrennte Becken. Die Abgrenzung der Hiddenseer Bodden ist im Norden durch die Enge des sogenannten Libben gegeben, einer schmalen Wasserstraße, die im Westen

durch die Halbinsel Altbessin gebildet wird, einem Haken, der sich an das Dornbuschhochland von Hiddensee anlehnt; im Osten begrenzt den Libben die Halbinsel Bug, ein Haken des Wittower Inselkernes. Auf der Karte sieht die Wasserstraße recht breit aus, doch ein Blick auf die Seekarte zeigt, daß es sich zumeist um ganz flaches Wasser handelt, das an manchen Stellen, wie z. B. bei der Hahnentiefschaar, eine flache Sandbank an die Oberfläche des Wassers treten läßt. Die tiefe Wasserstraße des Libben ist an manchen Stellen nur 20 bis 30 m breit und muß durch ständige Baggerung offen gehalten werden. Die Begrenzung im Osten ist etwas willkürlich. Man tut am besten, die Wittower Fähre als natürliche Grenze anzunehmen. Im Süden des Boddens finden sich drei Aus- und Einströmungswege. Im Südwesten ist die Verbindung mit der offenen Ostsee (Gellenstrom), dann die Einfahrt in die Barther Bodden und schließlich genau südlich der Eingang in den Strelasund. Von diesen drei Wasserstraßen ist lediglich die letztere einigermaßen breit und tief; die beiden anderen sind nach und nach durch Sandanschwemmungen so weitgehend verlegt, daß sie nur durch ständige Baggerung für die Schifffahrt offen gehalten werden können. Da aber die Sandbank des Bock bei Mittel- und Hochwasser größtenteils unter der Oberfläche liegt, kann durch die zwar ganz seichte, doch ziemlich breite Wasserstraße zwischen Barhöft und der Südspitze Hiddensees (des „Gellen“) die See ungehindert in die Bodden dringen.

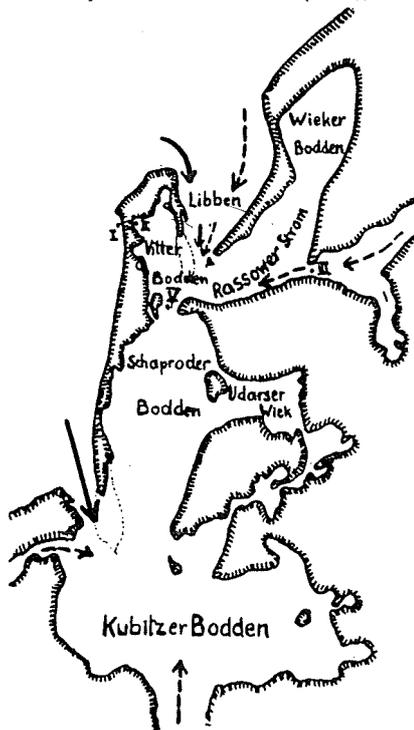


Abb. 8. Gewässer zwischen Hiddensee und Rügen. Ausgezogene Pfeile bezeichnen die Zustromrichtung relativ salzreicheren Wassers, durchbrochene Pfeile den Zufluß von relativ salzärmerem Wasser. I, II, III, V Salzstationen.

Bei der Unterscheidung der einzelnen Teile der Hiddenseer Bodden folgen wir am besten den landläufigen Bezeichnungen. Der nördlichste Teil heißt nach dem größten Ort Hiddensees (Vitte) „Vitter Bodden“. Im Westen begrenzt ihn Land, ebenso im Norden. Im Osten wird er durch die Sandbank der Hahnentiefschaar abgeschlossen. Seine größte Tiefe ist ca. 3,5 m. Von dem südlich gelegenen Schaproder Bodden (westlich des Ortes Schaprode auf Rügen) trennen ihn die unterseeischen Sandbänke, welche Rügen mit der Fährlinsel verbinden, und welche nur auf künstlichem Wege durch eine ganz schmale Fahrstraße durchbrochen werden. Die größte Tiefe des Schaproder Boddens ist 5,5 m. Im Osten steht er mit einigen großen, aber ganz flachen Becken in Verbindung, deren größtes die sog. Udarser Wiek ist („Wiek“ ist schwedischen Ursprungs und bedeutet „Bucht“). Die Udarser Wiek ist eine seichte, in der Mitte nicht vertiefte Bucht mit einer durchschnittlichen Wasserbedeckung von 4 dm. Südlich des Schaproder Boddens erreicht das Binnenwasser seine größte Breite in einem sehr uneinheitlichen Gewässer, das wir kurz Kubitzer

Bodden nennen wollen. Es zerfällt durch verschiedene Sandbänke in eine Anzahl von mehr oder weniger getrennten Becken. Die tiefste Senkung findet sich im südlichen Teile, wo sie bis 6,5 m unter den Wasserspiegel herunter geht. Hier befinden wir uns am Ende des Urstromtales, das den Strelasund darstellt und recht beträchtliche Tiefen (im südlichen Teil bis zu 16 m) erreichen kann. Diese Angaben mögen für die Topographie genügen und werden auch zum Verständnis der Strömungsverhältnisse ausreichen.

Die Eigenart der Hiddenseer Bodden wird nur verständlich, wenn man sie als Durchzugsstraße für die verschiedensten Wasserarten auffaßt. Dadurch, daß sie nach N, W, S und E offen sind, können bei allen Windrichtungen Ströme ein- und austreten. Wir müssen uns nun klar machen, was für Wasserarten es sind, die durch die Hiddensee Bodden hindurchströmen. In der beistehenden Skizze (Abb. 8) sind durch die verschiedenen Pfeile einerseits, die Richtung andererseits die Art des einströmenden Wassers gekennzeichnet. Alle Ströme, welche von Westen kommen, werden salzreiches Wasser mitsichführen. Der Einstrom kann sowohl von Norden her durch den Libben erfolgen, als auch durch die südwestliche Wasserstraße. Wie später gezeigt werden wird, ist der Salzgehalt in den Hiddenseer Bodden in der Regel geringer als in der westlichen Ostsee. Daraus folgt mit Sicherheit, daß der Zustrom süßeren Wassers den Strom salzreicheren Wassers überwiegt. Die Erklärung für dieses Verhalten liegt hauptsächlich in folgendem. Salzreiches Ostseewasser kann, wie sich aus der Skizze ersehen läßt, nur bei West- oder Nordwestwinden zuströmen, während bei Nordost- und Südwinden salzarmes Wasser herbeigeführt wird. Aber auch die Westwinde werden, obzwar sie prozentuell die häufigsten sind, nur einen verhältnismäßig geringen Einstrom bedingen, da trotz ihrer Wirkung der Ausstrom zu überwiegen pflegt.

Als erste und oberste Regel kann man sich nämlich vor Augen halten, daß bei andauernden Westwinden in den westlichen und mittleren Teilen der Ostsee Niedrigwasser eintritt, da der Hauptteil der Wassermassen in die östlichen und nordöstlichen Teile des baltischen Meeres gedrängt wird. Niederwasser in der angrenzenden Ostsee zieht aber zunächst einen Ausstrom aus den reichlich gefüllten Binnenwässern nach sich und erschwert so ein Einströmen aus dem Meere.

Wenden wir uns nun dem südlichen Einströmungswege, dem Strelasunde, zu. Es muß jetzt begründet werden, weshalb auch auf diesem Wege nur salzarmes Wasser zugeführt werden kann. Ein Blick auf die Übersichtskarte zeigt, daß die Zufuhr aus dem Greifswalder Bodden erfolgt, so daß wir die hydrographischen Verhältnisse der Hiddenseer-Bodden nur verstehen können, wenn wir auch die Eigenschaften des Wassers im Greifswalder Bodden berücksichtigen.

In den Jahren 1929 und 1930 wurde von FR. W. MÜLLER [17] eine sehr eingehende Untersuchung des Salzgehaltes und der Strömungsverhältnisse im Greifswalder Bodden durchgeführt, deren hauptsächliche Resultate am Schluß der Arbeit etwa folgendermaßen zusammengefaßt sind: Im Durchschnitt schwankt der Salzgehalt zwischen 5‰ und 7‰, wobei die höheren Konzentrationen in die Wintermonate fallen. Hervorgerufen wird diese jahreszeitliche Schwankung vor allem durch die im

Herbst und Winter vorherrschenden W- und SW-Winde, welche gleichzeitig auch die größte Stärke erreichen. Dadurch strömen durch den Strelasund große Massen salzreicheren Wassers ein¹⁾. Auch bei nordöstlichen Winden steigt der Salzgehalt noch, da es dann zu Hochwasser in den Hiddenseer Bodden kommt, das durch den Strelasund seinen Abfluß findet. Nur bei SE-Winden tritt weitgehende Aussüßung ein, weil dann das Peenewasser in den Greifswalder Bodden hineingelenkt wird. Der geringere Salzgehalt während der Sommermonate erklärt sich zum Teil durch die um diese Zeit vorherrschenden Ost- und Südostwinde, zum Teil aber auch durch den dann besonders starken Zustrom an Flußwasser.

Aus den MÜLLER'schen Strömungskarten geht weiter hervor, daß die Wasserzufuhr aus dem Greifswalder Bodden in diejenigen Hiddensees in der Hauptsache bei Süd- und Ostwinden erfolgt. Das geschieht jedoch nicht in jedem Falle. Folgen die Ostwinde auf eine Periode westlicher Winde, so tritt in den Hiddenseer Bodden meist Hochwasser ein, wodurch ein starker Abstrom durch den Strelasund in den Greifswalder Bodden herbeigeführt wird. Dieser Abstrom stellt bei reinen Nordwinden die Regel dar. Wie sich nun der Wasserzustrom aus dem Greifswalder Bodden einerseits, aus der Ostsee andererseits in den Hiddenseer Bodden und Buchten auswirkt, das wurde in einer Arbeit von W. LEPS [16] geschildert. Bei westlichen Winden kommt es, wie schon erwähnt, zu einem beträchtlichen Einstrom salzreichen Wassers durch die Gellenrinne. Sofort nach dem Eintritt teilt er sich in drei Arme, deren nördlichster über den sogenannten Mittelgrund bis in die Höhe des Schaproder Bodden streicht. (Wenn der Wind sich dreht, kann es hier im Schaproder Bodden zu einem inselartigen Zurückbleiben salzreicheren Wassers kommen, einer auf den ersten Blick sehr überraschenden Erscheinung.) Der zweite Stromarm benutzt zwei Rinnen in genau westlicher Richtung und der dritte endlich dringt gegen den Strelasund vor, an dessen Eingang er sich staut und oft eine rückfließende Strömung bedingt, die im sogenannten Mühlenstrom endet. Bei den übrigen Windarten ist das Strömungsbild ein weitaus einfacheres. NW-, N-, NE-Winde bewirken einen ungehinderten Einstrom in den Strelasund, E-, SE-, S-, SW-Winde einen Wasseraustritt aus demselben und eine entsprechende Aussüßung der Hiddenseer Gewässer.

Wie bereits erwähnt, kann noch auf zwei anderen Wegen salzarmes Wasser in die Hiddenseer Bodden eindringen, nämlich durch den Libben, wenn die Winde eine Ostkomponente haben, und aus dem Jasmunder Bodden. Dieser letzte Weg wird erst später zu besprechen sein, weil hier Aus- und Einstrom in gleicher Weise interessieren und nicht getrennt betrachtet werden können. Durch den Libben tritt meist bei nordöstlichen Winden salzärmeres Wasser in die Binnengewässer über. Bereits nördlich der Halbinsel Wittow ist das Wasser an der Oberfläche viel weniger salzhaltig, da sich schon hier die Wirkung der großen Süßwasserzuflüsse geltend macht, die östlich von Rügen in die Ostsee münden (Oder). Wie aus dem Verlauf der Isohalinen hervorgeht, bildet Rügen eine sehr wichtige Wasserscheide zwischen östlichem (salzarmem) und westlichem (salzreichem) Wasser. Um wenigstens in einem Falle die Gesamtströmungen

¹⁾ Aus der Feststellung, daß die Hauptmenge salzreichen Wassers durch den Strelasund in den Greifswalder Bodden strömt, darf gefolgert werden, daß durch den jetzt fertig gestellten Rügendam eine nicht unerhebliche Aussüßung des Greifswalder Boddens herbeigeführt werden wird.

in unserem Untersuchungsgebiet zu kennzeichnen, wurde eine Skizze angefertigt, welche die Ergebnisse der MÜLLER'schen Untersuchungen im Greifswalder Bodden mit den Resultaten einer Beobachtungsfahrt vom 14. August 1932 kombiniert. Die Strömungsverhältnisse bei schwachem Ostwind sind durch Pfeile angedeutet (Abb. 9).



Abb. 9. Strömungsbild bei schwachem Ostwind.

Nachdem nun die Möglichkeiten der Wasserverschiebungen in den Hiddenseer Bodden theoretisch erörtert worden sind, mögen jetzt einige Beispiele für die beträchtlichen Schwankungen im Salzgehalt angeführt werden.

Einen guten Einblick in die Salzgehaltsschwankungen geben die Daten der Station II in Abb. 6. Leider beziehen sie sich auf eine Uferstelle, die durch ihre abgeschlossene Lage ziemlich den kurzfristigen Schwankungen entzogen ist (Hafen von Kloster auf Hiddensee).

Dementsprechend sehen wir die Kurve des Salzgehaltes im Klosterer Bodden im allgemeinen einen sanft geschwungenen Verlauf nehmen. In den beiden Untersuchungsmonaten schwankte die Konzentration nur zwischen $7,5\text{‰}$ und $8,5\text{‰}$. Ostwinde bedingen ein schwaches, Nordwinde ein stärkeres Ansteigen der Salzkonzentration, Südwestwinde haben meist ein leichtes Abfallen zur Folge, da durch den niederen Wasserstand ein starker Zustrom aus dem Greifswalder Bodden erfolgt und bei dieser Windrichtung kaum Wasser durch die südwestliche Ostseepforte eindringen kann.

Natürlich sind alle diese Vorgänge viel komplizierter, als es sich hier darstellen läßt, und nur jahrelanges Arbeiten mit Strömungsmessern könnte unter steter Kontrolle des Salzgehaltes einen genauen Einblick in den Verlauf der Strömungen gewähren, der natürlich auch hier nicht allein von der Windrichtung, sondern ebenso von der Windstärke und von den vorangegangenen Verhältnissen abhängt.

Trotz der Lückenhaftigkeit des Zahlenmaterials kommen doch die starken Unterschiede zum Ausdruck, welche an einem Orte zu verschiedenen Zeiten herrschen können, ebenso wie die starken Schwankungen, die zu gleicher Zeit von Bodden zu Bodden zu beobachten sind. Aus diesen zunächst stichprobenweise vorgenommenen Bestimmungen ergab sich der Wunsch nach der Feststellung, wie rasch sich der Salzgehalt zu ändern imstande ist, und welche Beziehungen zur Windrichtung sich erkennen lassen. Zur Beantwortung der Frage wurde veranlaßt, daß vom Dampfer Hiddensee-Stralsund jeden Tag eine Wasserprobe genommen wurde, und zwar an jener Stelle, wo das Fahrwasser am engsten ist, also zwischen der Fährinsel und Seehof (in Abb. 8 mit Station V bezeichnet). Die Kurve der Abb. 10 gibt Salzgehaltsschwankungen und Windrichtung während der 35-tägigen Untersuchungsperiode wieder. Die Windstärke ist außerdem in der Länge der Pfeile angedeutet. Der relativ hohe Salzgehalt (zwischen 8 und

10‰) bezeugt, daß das durchströmende Wasser durch den Libben in das Boddengebiet hereingelangt sein muß. Besonders interessant ist das überaus starke Ansteigen des Salzgehaltes beim Umschlagen des Windes von W nach N. Der Nordwind allein würde noch nicht zur Erklärung dieses Anstiegs hinreichen, da das Oberflächenwasser der Ostsee in der Regel nicht so hohe Werte aufweist. Es muß sich hier vielmehr um emporquellendes Tiefenwasser handeln, welches in den Hiddenseer Bodden hineingetrieben wird. Diesen recht interessanten Erscheinungen nachzugehen, gäbe Anregung für eine weitere Untersuchung, die sich im wesentlichen auf die Strömungserscheinungen im Libben zu konzentrieren hätte.

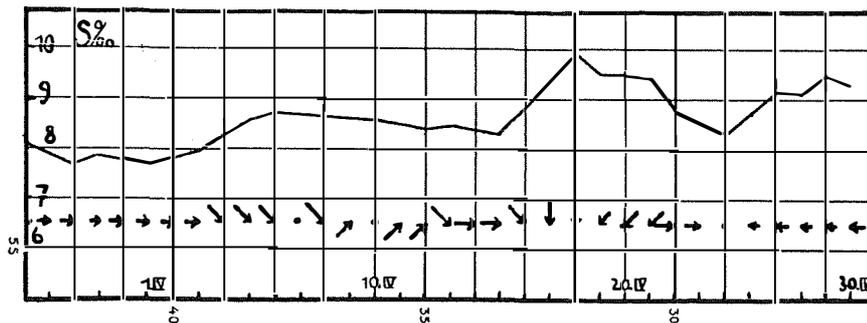


Abb. 10. Salzgehaltsschwankungen an einer Stelle der Hiddenseer Bodden (zwischen Seehof und der Fährinsel, St. V) in ihrer Beziehung zu Windrichtung und -stärke.

Schon die bisherigen Angaben zeigen klar, daß der stärkste Zustrom salzreichen Wassers nur von Norden her erfolgen kann, da die südwestliche Eingangspforte nur Wasser aus einer weit ausgedehnten Flachsee erhält, das — wie auch LEPS ausführte — zu allermeist aus den obersten 5 m her stammt. (Als Salzgehaltsmaximum wurde in den Wässern des Gellenstromes von LEPS 8,53‰ am 9. Sept. 1931 gefunden.)

Einige Worte sollen noch der Frage gewidmet werden, ob sich im Gebiet der Hiddenseer Bodden eine vertikale Schichtung im Salzgehalt nachweisen läßt. In der freien Ostsee wurde oft schon in 5 m Tiefe eine deutliche Zunahme des Salzgehaltes festgestellt. In den Hiddenseer Bodden konnte dergleichen nie beobachtet werden. Wiederholt wurden aus dem Vitter und Schaproder Bodden bei 3 und 4 m Tiefe vom Grund Wasserproben heraufgeholt, doch zeigten sie stets den gleichen NaCl-Gehalt wie das Oberflächenwasser. Auch dies ist wieder ein Zeichen für die starke Strömung in diesen Binnengewässern; im folgenden wird gezeigt werden, daß in Zonen, die nicht so starken Wasserbewegungen unterworfen sind, in der gleichen Tiefe bereits eine Zunahme der Konzentration bemerkbar ist.

Die bisher angeführten Daten bezogen sich auf die Wassermitte. Nun laufen die Hiddenseer Bodden vielfach in ganz seichte Buchten aus, in denen namentlich nach Regenfällen eine beträchtliche Aussüßung vorkommen kann. Als Beispiel eines solchen Falles sei die bereits genannte Halbinsel „Altbessin“ angeführt, die durch mehrere parallele Sandbänke eine Reihe langer, zungenförmiger Buchten bildet. Die Tiefe dieser Buchten ist in ihrem Endteile oft nicht größer als 2 dm. Welche Bedeutung diesen topographischen Verhältnissen für den Salzgehalt zukommt, läßt sich auf

nebenstehender Abbildung (Abb. 11) mit einem Blick erkennen. Man darf aber dabei nicht vergessen, daß es sich hierbei nur um temporäre Erscheinungen handelt, und daß die Verteilung des Salzgehaltes sofort eine ganz andere werden kann, wenn sich die Windrichtung nur ein wenig ändert. Für die Biologie der Wasserorganismen werden derartige kurzfristige Schwankungen kaum von erfaßbarer Bedeutung sein.

C. Die Jasmunder Bodden.

Eine einzige schmale, nur 230 m breite Wasserstraße führt bei der sogenannten „Wittower Fähre“ in jenes Gewässerlabyrinth, welches hier zusammenfassend mit dem Namen „Jasmunder Bodden“ bezeichnet werden soll. Auch hier können

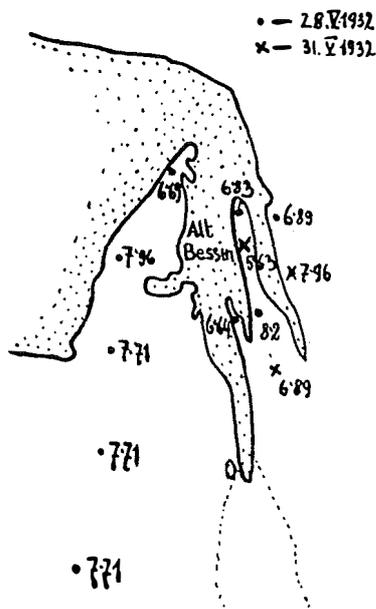


Abb. 11. Salzgehalte in den flachen Buchten vom „Alt-Bassin“.

wieder einzelne Teile unterschieden werden, die wegen der geringen Strömung viel besser hydrographisch und biologisch voneinander abgegrenzt sind. Von der Wittower Fähre aus führt zunächst eine enge, nur eineinhalb Kilometer breite Wasserstraße in nordöstlicher Richtung und erreicht bei dem Orte Breege ihr Ende. Der südliche Teil dieses schlauchartigen Beckens trägt den Namen „Breetzer Bodden“, der nördliche heißt „Breeger Bodden“. Der Breetzer Bodden hat eine Maximaltiefe von ca. 4 m. Nach Süden setzt er sich in eine weite, offene Bucht fort, die „Neuendorfer Wiek“, welche wegen ihrer außerordentlich geringen Tiefe an ihrem Ende durch Niederschläge mehr oder weniger ausgesüßt werden kann. (Salzgehalt am Ende der Bucht $4,6\text{‰}$ gegen $7,4\text{‰}$ im Breetzer Bodden.) Eine natürliche Trennung zwischen Breetzer und Breeger Bodden gibt es nicht. Die sie verbindende Wasserstraße sowie der Breeger Bodden selbst haben eine Tiefe von 3 bis 4 m. Im Südosten mündet der Breeger Bodden in den „Lebbiner Bodden“ ein (Maximaltiefe 4 m), von wo sich die Wasserstraßen teilen. Eine kurze und stellenweise ganz schmale Verbindung führt zum Tetzitzer See, der seiner größeren Tiefe wegen keine Aussüßung zeigt ($S. = 6,26\text{‰}$ am untersten Ende des Sees); die breite Hauptverbindung dagegen führt vom Lebbiner Bodden in den „Großen Jasmunder Bodden“, dem breitesten und tiefsten Wasserbecken im Inneren Rügens. Seine größte Tiefe findet sich im südöstlichen Teile und beträgt 9 m. Die Durchschnittstiefe ist etwa 6 m. Von den steilen Hängen der Halbinsel Jasmund aus betrachtet trägt der Jasmunder Bodden durchaus den Charakter eines Binnensees und nichts verrät seinen Zusammenhang mit dem Meere. Und in der Tat ist auch der Jasmunder Bodden als echtes Binnengewässer zu werten und nur wenig erinnert an seine Entstehung aus einer Meeresbucht.

Im südlichen Teile wird der große Jasmunder Bodden durch eine ganz schmale Landbrücke abgeschlossen, die ihn von dem „Kleinen Jasmunder Bodden“ trennt.

Bereits im geologischen Teil wurde diese Landbrücke, an der der Ort „Lietzow“ liegt, erwähnt. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, daß in älterer geologischer Zeit hier eine wirkliche Landverbindung zwischen dem Rügenschcn Zentralkern und dem damaligen Inselkern Jasmund bestanden hat. Die oft erheblichen Niveauunterschiede zwischen der nördlichen Meeresbucht — dem jetzigen großen Jasmunder Bodden — und der südlichen — dem jetzigen kleinen Jasmunder Bodden — werden zur Folge gehabt haben, daß sich das Wasser dort einen Durchgang gesägt hat, durch den Ausgleichsströmungen hindurchfließen konnten. Dieser Durchgang hat sich bis in die neueste Zeit erhalten und erst im Jahre 1868 wurde er überbrückt, da eine Fahrstraße darüber geführt werden sollte. Die eigentliche Absperrung aber erfolgte erst im Jahre 1893, als der Schienenweg der Bergen-Saßnitzer Eisenbahn über diese Landbrücke gelegt wurde. Bei dieser Gelegenheit wurde dort eine Kammerschleuse mit drei Ausführungsrohren angebracht, somit war die Absperrung dieser beiden Bodden bis auf einen ganz schmalen Durchgang vollendet. Diese Maßnahmen erregten das Mißtrauen der Fischer und man begann bald zu argwöhnen, daß durch die Absperrung des Kleinen Boddens der Fischereiertrag dieses Gewässers sinken könnte. Natürlich fehlte es bald auch nicht an Stimmen, die derartige Beobachtungen gemacht haben wollten. Als Grund führte man an, daß die Nahrungstiere der Fische durch die Absperrung und die dadurch bedingte Aussüßung zugrundegegangen seien. Zur wissenschaftlichen Klärung dieser Frage nahm im Jahre 1898 P. SCHIEMENZ [23, 24] eine Untersuchung vor, die zeigte, daß die Befürchtungen der Fischer ganz unbegründet waren, da die Zahl der Nahrungstiere immer noch sehr beträchtlich war. Leider besitzen wir aus früheren Zeiten keine Salzbestimmungen, so daß wir nicht sagen können, ob die Absperrung überhaupt einen nennenswerten Einfluß auf die Aussüßung gehabt hat. Ich halte das für unwahrscheinlich, denn die Bestimmungen von SCHIEMENZ ergaben genau denselben Wert wie meine eigenen Untersuchungen, nämlich 2,4—2,5‰ NaCl. Dabei ist zu bedenken, daß die Bestimmungen von SCHIEMENZ bereits 4 Jahre nach der Absperrung erfolgten, meine Analysen aber 39 Jahre nachher gemacht worden sind. Ich glaube vielmehr, daß der bedeutende Unterschied im Salzgehalt der beiden Bodden schon vor der Absperrung bestanden hat. Auch die natürliche Verbindung war eng genug, um dies zu rechtfertigen.

Ist der große Jasmunder Bodden das größte Rügenschc Binnengewässer, so ist der kleine Jasmunder Bodden das schönste. Er besitzt ein vorderes, ein mittleres und ein rückwärtiges Wasserbecken, welche durch steile, dicht bewaldete Berge voneinander abgegliedert werden. Die Ufer bieten einen ganz verschiedenen Anblick. Hier reicht Ackerland an das Wasser, dort schiebt sich ein breiter Schilfgürtel dazwischen, im südlichen Teile aber treten steile, dicht bewaldete Hänge bis an den See. Seine Tiefe ist nur gering; im vorderen Becken ist sie nirgends größer als 5 m, im mittleren Becken 4 m und im rückwärtigen Teil 3 m.

Nach diesen geographischen Angaben kommen wir nun zur Besprechung der Salzverhältnisse des Jasmunder Boddensystems. Es lassen sich ganz deutlich zwei Zonen trennen, von denen die erste ein Gebiet stetiger Wasserbewegung und Durchmischung ist, während die zweite in jeder Hinsicht einen stabilen Charakter trägt.

Es ist natürlich, daß die Wasserenge der Wittower Fähre ein mächtiges Bollwerk gegen die im Hiddenseer Bodden ein- und ausströmenden Wassermassen ist, jedoch geht durch diese Straße immer noch ein Ein- und Ausstrom, dessen Einfluß sich bis Breege hin geltend macht. Durch die Errichtung zweier Salzstationen an der Wittower Fähre und in Breege (Station III und IV) wurde es möglich, die Salzgehaltsschwankungen dieser beiden Orte zu verfolgen.

Im allgemeinen ergeben die Verschiebungen des Salzgehaltes an der Wittower Fähre ein klares Bild, da sich als oberste Regel erkennen läßt, daß bei Ostwinden Aussüßung, also Ausfluß aus dem Jasmunder Bodden, bei Westwinden Einstrom, also Erhöhung des Salzgehaltes, stattfindet. Einen weit stärkeren Ausstrom als der Ostwind bewirkt aber der Südwind, da er das Wasser aus dem großen Jasmunder Becken nach Breege heraufdrückt und von dort durch den langen Wasserschlauch hindurchtreibt. Begünstigt wird der Ausstrom noch dadurch, daß bei S-Winden ein Ausstrom aus dem Libben erfolgt und der „Rassower Strom“ gewissermaßen angesaugt wird. Im entgegengesetzten Sinne wirkt natürlich der Nordwind, was beispielsweise am 17. und 18. November 1932 zu beobachten war.

Gemäß ihrer besonderen Lage als Strömungstor zeigt die Station III an der Wittower Fähre große Salzgehaltsschwankungen. Oft betragen diese innerhalb von 24 Stunden mehr als 1‰. Instrukтив ist der Vergleich zwischen Station II am Ende des Klosterer Boddens und Station III an der Wittower Fähre. Es erhellt daraus sofort die Bedeutung, welche gerade die Salzkontrollen an den Strömungstoren für die Erkennung der Wasserverschiebungen haben.

Betrachten wir jetzt die Kurven in Abb. 6. u. 7, welche die Salzgehaltsschwankungen in Breege (Station IV) veranschaulichen. Von den kurzfristigen Schwankungen bei Station III ist hier nichts mehr zu bemerken. Nur ganz ausnahmsweise kommt es im Gefolge einer beträchtlichen Erhöhung der Ostseekonzentration zu einem Anstieg um 1‰. In der Regel betragen die Unterschiede bei IV nur wenige Zehntel ‰. So sehen wir also, daß bereits bei Breege der Einfluß der Meeresströmungen fast ganz ausgelöscht ist, und daß wir hier eigentlich schon von einem Binnengewässer sprechen können. Daß sich bereits 10km von der Einstromöffnung entfernt die Meeresströmung im allgemeinen totgelaufen hat, geht auf eine doppelte Ursache zurück. Durch die enge Pforte der Wittower Fähre tritt oft ein Strom von recht hoher Geschwindigkeit ein (Strommessungen an dieser Stelle wären sehr erwünscht), doch gleich hinter der Fähre erweitert sich die Wasserstraße von 220 m auf ca. 2500 m; dies aber hat nach den hydrodynamischen Gesetzen zur Folge, daß sich die Stromgeschwindigkeit dadurch auf etwa $\frac{1}{10}$ erniedrigt, so daß auch der stärkste Strom sich nur in einer ganz schwachen Strömung fortsetzt. Aber auch diese wird sich langsam totlaufen, da das im Kanal befindliche Wasser nur sehr langsam in den Jasmunder Bodden ausweichen kann und infolgedessen dem von Westen eindringenden Strom einen erheblichen Widerstand entgegensetzt.

Diese beiden Ursachen reichen vollkommen zur Erklärung hin, weshalb der Breeger Bodden fast gänzlich dem Einflusse der Meeresströmungen entzogen ist. Trotzdem kann unter bestimmten Bedingungen dieser Einfluß noch bemerkbar sein. Einen derartigen Fall zeigt die Kurve am 9., 10. und 11. Oktober 1932. Mehrere Tage vorher

herrschte Südostwind, der einen Ausstrom erzeugte und demgemäß den Wasserstand stark senkte. Plötzlich schlug zwischen dem 9. und 10. der Wind nach Westen um und trieb das Wasser zurück in das wasserarme Breeger Becken. So sehen wir den interessanten Fall, daß die Salzerhöhung im Breeger Bodden gerade durch die umgekehrte Kombination zustandekommt, die in der freien Ostsee ein Ansteigen bedingt. Hier ist die Ursache ein Windumschlag von West nach Ost, dort — im Breeger Binnenwasser — aber eine Winddrehung von Ost nach West.

Überall dort, wo es zu einem langsamen Aus- und Einstrom salzarmen und salzreichen Wassers kommt, läßt sich eine Vertikalschichtung beobachten. Trotz der geringen Tiefe ist sie auch in der Rinne zwischen Breege und der Wittower Fähre ganz deutlich nachzuweisen. Im Breeger Bodden z. B. wurde am 23. Juli 1932 von 0 m bis zum Grund (3,50 m) ein Anstieg von 6,64 auf 6,69‰ beobachtet, im Breezer Bodden an demselben Tage ein solcher von 7,08 auf 7,21‰.

Der Große Jasmunder Bodden ist hinsichtlich seines Salzgehaltes bereits jedem Meereseinfluß entrückt und weist infolgedessen recht konstante Verhältnisse auf. Wir können uns also bei seiner Darstellung auf ganz wenige Worte beschränken.

Die horizontale Verteilung zeigt zwischen dem nördlichen und dem südlichen Teil nur ein Gefälle von wenigen Hundertsteln ‰ (nördlicher Teil im Durchschnitt 6,45, südlicher 6,39‰).

Die vertikalen Schwankungen sind ungefähr ebenso groß wie die Unterschiede zwischen dem nördlichen und südlichen Teil des Gewässers. Die jahreszeitlichen Schwankungen zeigt untenstehende Tabelle. Sie bezieht sich auf einen Punkt im südlichen Teil des Großen Jasmunder Boddens. Die Abstände der Untersuchungsdaten sind zwar zu groß, um über kontinuierliche Schwankungen etwas aussagen zu können, doch kommt die geringe Schwankungsamplitude deutlich zum Ausdruck.

S‰ im Großen Jasmunder Bodden.

Datum	16. 9. 30	14. 5. 32	22. 7. 32	12. 10. 32	7. 12. 32	19. 2. 33	5. 4. 33	7. 5. 33
0 m	6,33	6,00	6,33	6,39	6,20	6,20	6,46	6,26
1 m				6,39				6,33
2 m			6,33	6,39	6,33		6,20	6,33
3 m				6,39		6,52	6,20	
4 m			6,33	6,39	6,39			6,38
5 m			6,33	6,39	6,39		6,33	6,38
6 m				6,52	6,39	6,33	6,13	6,20

Der Kleine Jasmunder Bodden zeigt gegenüber seinem großen Nachbar eine ganz ungewöhnlich hohe Aussüßung. Als durchschnittliche Konzentration des vorderen Beckens können wir etwa 2,3—2,4‰ annehmen. Dieser Wert ist seit vielen Jahren unverändert geblieben. Wir haben hier nämlich den für unser Gebiet einzigartigen Fall, die eigenen Angaben mit solchen aus früherer Zeit vergleichen zu können. Wie bereits erwähnt, hat SCHIEMENZ im Jahre 1898 einige Untersuchungen im kleinen Bodden aus-

geführt und in der zweiten späteren Publikation auch eine Salzkarte des Gewässers entworfen. Allerdings sind seine Untersuchungen offenbar mittels eines Areometers gemacht, und wie er selbst sagt, können sie keinen Anspruch auf allzugroße Genauigkeit machen. Auch läßt sich nicht mehr sagen, ob sich seine Werte auf den NaCl-Gehalt beziehen oder auf $S^{\text{‰}}$. Das Areometer bestimmt ja nur die Dichte des Wassers, und die Tabellen von KNUDSEN, welche die Umrechnung in $S^{\text{‰}}$ ermöglichen, sind erst im Jahre 1901 erschienen. Die Differenz ist aber unbedeutend. Der Vergleich beider Untersuchungen ergibt mit Sicherheit, daß in den letzten 34 Jahren keine weitere Aussüßung erfolgte, wenigstens keine, die größer als die ständigen örtlichen Schwankungen ist. Über die vertikale Verteilung läßt sich allgemein sagen, daß der Salzgehalt gegen das Süden des Boddens langsam abnimmt, und zwar etwa von $2,4^{\text{‰}}$ auf $2,0^{\text{‰}}$. Erheblich süßer als die Boddenmitte sind an manchen Stellen die Randzonen, was auf Zustrom ober- oder unterirdischer Wasserläufe zurückzuführen ist. Dasselbe gilt übrigens auch von der Randzone des großen Boddens, dessen enge Buchten stellenweise beträchtlich ausgesüßt werden (z. B. bei Ralswiek).

Solche Stellen lokaler Aussüßung können aber außerordentlich konstant sein. Westlich des Dammes, der die Insel Pulitz mit dem Land verbindet, fand SCHIEMENZ eine Konzentration von $1,8^{\text{‰}}$, genau denselben Wert, den ich bei meinen Untersuchungen antraf.

Jahreszeitliche Schwankungen scheinen nicht zu existieren oder ganz minimal zu sein. Meine Untersuchungen geben im Sommer einen etwas niedrigeren Wert als im Winter in der Seemitte an ($2,36$ zu $2,48^{\text{‰}}$); es ist aber fraglich, ob dies nicht Zufallswerte sind. Aber auch wenn es sich um regelmäßige Schwankungen handeln sollte, sind diese für die Biologie unwesentlich.

Ebenso gering und bedeutungslos ist die vertikale Schwankung, die ich nur bei Windstille im Sommer beobachten konnte. Aber auch da ist der Anstieg in der Seemitte bei $4,5$ m nur sehr gering ($2,36$ auf $2,48^{\text{‰}}$). In den Herbst- und Wintermonaten beobachtete ich nie eine nennenswerte Salzsichtung, wie folgende Angaben beweisen.

$S^{\text{‰}}$ Kleiner Jasmunder Bodden. St. 46.

Datum	16. 9. 30	14. 5. 32	22. 7. 32	17. 10. 32	7. 12. 32	19. 2. 33	5. 4. 33	7. 5. 33
0 m	2,48	2,48	2,36	2,48	2,48	2,48	2,35	2,29
1 m				2,48	2,48			2,29
2 m			2,36	2,48	2,48	2,48	2,23	2,29
3 m				2,48	2,48		2,23	
4 m			2,42	2,48	2,48			2,17
5 m			2,42	2,48	2,48	2,94?	2,23	2,23

D. Der Salzgehalt der Darßer Binnengewässer.

Das große, zusammenhängende Bodden-System, welches in der früher geschilderten Weise bei der Nehrungsbildung des Darß entstanden ist, stellt vom geomorphologischen Standpunkte eine interessante Parallelscheinung zu den Rügenschcn Binnen-

gewässern dar. Vier große Wasserflächen werden hier durch schmale Wasserstraßen verbunden, und wenn man beobachtet, wie an den schmalsten Stellen ausgedehnte Verlandungsregionen entstehen, wie sich da und dort Inseln aus dem Wasser erheben, um zu versuchen, die Landbrücke von Ufer zu Ufer zu schlagen, so hat man den Eindruck, als ob hier die Seen einen aussichtslosen Kampf mit dem Menschen um ihre Selbständigkeit führen. Es kann ja kein Zweifel sein, daß ohne dessen Eingreifen schon längst die einzelnen Bodden voneinander getrennt und folglich auch vollständig ausgesüßt worden wären.

Das weitaus größte Wasserbecken ist der Saaler Bodden, durch den im Westen die Preußisch-Mecklenburgische Landesgrenze verläuft.

Trotz seines Flächenareals von 84 qkm beträgt seine Durchschnittstiefe nur 2 bis 3 m, seine Maximaltiefe 4 m. Im Osten führt durch mannigfache Windungen, welche durch Verlandungsbezirke gebildet werden, der Koppelstrom und sein östliches Ende, der Nadelstrom, in den Bodstedter Bodden, dessen Flächenausdehnung nur 21 qkm und dessen Maximaltiefe 3 m beträgt. Auch er ist im Osten weitgehend abgeschnürt und wird nur durch den Meiningen mit dem östlichen Gewässersystem verbunden. Durch die Insel Gr.-Kirr teilt sich hier nun die Verbindungsstraße in einen breiten, doch gänzlich der Verlandung verfallenen Wasserweg, die „Fitt“, und eine 5 m tiefe gebaggerte Fahrrinne, welche an dem Orte Zingst vorbei die Schiffsverbindungsstraße zwischen den einzelnen Bodden aufrecht erhält. Im Osten führt diese Rinne in den Barther Bodden. Seine Größe und Tiefe entspricht fast genau den Verhältnissen im Bodstedter Bodden. Zwar ist seine Verbindung mit dem großen und relativ tiefen Grabow recht breit, doch erstrecken sich zwischen den beiden Wasserbecken weite unterseeische Verlandungsbänke, so daß die 3 m tiefe Wasserstraße auch hier nur künstlich offen gehalten werden kann. Die Grabow selbst steht mit der offenen Ostsee in Verbindung, jedoch nur bei Hochwasser, da sonst die breite Sandbank des „Bock“ eine Barriere gegen die freie See bildet. Bei Mittel- und Niederwasser ist die gebaggerte Wasserstraße, die bei Zarrenzin und Barhöft vorbeiführt, die einzige Verbindung zu den angrenzenden Gewässern. Diese Verhältnisse sind für die Verteilung des Salzgehaltes nicht ohne Bedeutung, da bei Hochwasser das System der Darßer Gewässer so Zufuhr von salzreichem Ostseewasser erhält, bei Mittel- und Niedrigwasser aber nur das salzarme Wasser des Strelasundes einströmen kann.

Der zeitweise direkte Zustrom von Ostseewasser macht sich in der Grabower Wasserstraße insofern bemerkbar, als hier der Salzgehalt weit über jene Konzentration anzusteigen pflegt, welche zu gleicher Zeit bei Barhöft und im Kubitzer Bodden festgestellt werden kann.

Wenn wir nun die Salzverhältnisse der gesamten Darßer Boddengebiete überblicken, so finden wir vom äußersten Ende des Saaler Boddens bei dem Orte Ribnitz bis zum Ausgang bei Barhöft einen steten Anstieg von etwa 1—8‰ NaCl. Die nebenstehende Abbildung (Abb. 12) zeigt nun die Einzelheiten dieses Anstieges. Sie wurde nach den Untersuchungen gezeichnet, welche am 8. und 9. August 1929 und 3. und 4. August 1930 von Dr. RUMPHORST und Prof. WUNDSCH ausgeführt wurden. Den beiden Herren sei hier für die Überlassung ihrer Daten herzlich gedankt. Die Buchstaben sowie die Zahlen des Bildes beziehen sich auf die Übersichtskarte.

Betrachtet man die Abb. 12, so findet man, daß der Anstieg des Salzgehaltes nicht gleichmäßig erfolgt, sondern daß er in gewisser Beziehung steht zu den verschiedenen Einschnürungsstellen, die in der Zeichnung durch Längsstriche kenntlich gemacht worden sind. Man findet, daß die starke Erhöhung des Salzgehaltes nicht genau mit der Stelle der Einschnürung zusammenfällt. Sehr deutlich zeigt dies die Kurve im Saaler Bodden, im Bodstedter Bodden und in der Grabow. Immer erfolgt die Abnahme des Salzgehaltes erst im Inneren des Boddens, während die Grenzzone bereits den Salzgehalt des Nachbarboddens hat, wenn dieser salziger ist. Es ist dies genau dieselbe Erscheinung, die wir auch in dem Jasmunder Bodden vorfanden. Die Stelle engster Einschnürung war dort die Wittower Fähre, doch schon innerhalb der Breeger und Breetzer Bodden fand die Mischung von süßerem und salzhaltigerem Wasser statt.

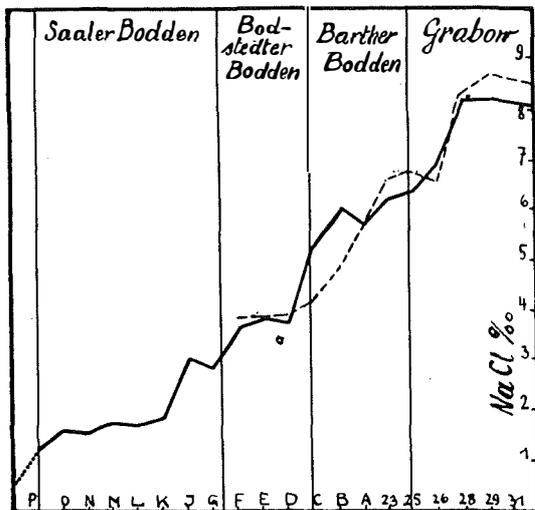


Abb. 12. Salzgehalt in den Darßer Binnengewässern. (Wegen der niederen Salzgehalte der bei Ribnitz und im Saaler Bodden nicht als ‰, sondern als ‰ NaCl angegeben; die Buchstaben entsprechen den Punkten der Probeentnahme auf der Übersichtskarte).

Die vertikale Schichtung des Salzgehaltes ist im Inneren der Bodden von ganz untergeordneter Bedeutung. Wegen der durchwegs geringen Tiefe und der ständigen Durchmischung der Wassermassen durch den Wind findet man nur stellenweise einen Anstieg des Salzgehaltes in der Tiefe um 1‰. Eine Ausnahme bilden natürlich die engen Wasserstraßen, welche die einzelnen Bodden miteinander verbinden. Hier kann es zu ganz erheblichen vertikalen Unterschieden kommen. In der „Meiningen“-Fahrrinne (gleich hinter der Eisenbahnbrücke) wurde z. B. im Jahre 1929 ein Anstieg von 3,73‰ auf 5,56‰ von 0 bis 8 m festgestellt, im Jahre 1930 an derselben Stelle eine Erhöhung von 3,87‰ auf 4,19‰.

E. Der Selliner und der Schmachter See.

Als letzte Glieder in der Übergangsreihe vom Meer zum Binnensee können wir in unserem Gebiet den Selliner See und den Schmachter See betrachten. Von diesen hat der erste noch eine Verbindung (durch den Greifswalder Bodden) zum Meere (Abb. 5) und ist daher noch salzig. Wegen seiner geringen Größe ist aber sein Salzgehalt starken Schwankungen unterworfen. Zu Zeiten starken Süßwasserzuströmes, z. B. im Frühjahr, ist der Salzgehalt sehr niedrig, während er in Trockenperioden sogar etwas höher sein kann als der Salzgehalt des angrenzenden Boddens. So fand ich für ‰ am 12. März 1933 einen Wert von 0,345, am 16. Juli 1933 aber 7,14 (im Greifswalder Bodden am gleichen Tage 7,02). Der Selliner See hat also abwechselnd extrem oligohalines und mesohalines Wasser. (Ähnlich wie er, verhält sich nach S. LANGE [15] auch der Kooser See beim Greifswalder Bodden.)

Der Schmachter See ist vom Meere vollständig abgeschlossen und dementsprechend ganz ausgesüßt ($S = 0,103\text{‰}$ am 12. März 1933).

F. Die Ursachen der Aussüßung.

Für die Aussüßung eines vom Meere abgeschlossenen Gewässers können wir nicht allein den Zustrom von Wasserläufen verantwortlich machen. Für die Rügensch Binnengewässer sind beispielsweise Entwässerungsgebiet und Süßwasserzustrom minimal. Als eigentliche Ursache der Aussüßung werden wir hier vielmehr den Überschuß aus dem Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung annehmen müssen, wie er für humide Gebiete bezeichnend ist. Beträgt bei uns das Jahresmittel des Niederschlags etwa 70 cm und das Mittel der Verdunstung (nach Wüst) 37 cm, so gibt dies einen jährlichen Süßwasserüberschuß von 33 cm, der natürlich zur Aussüßung eines vom Meere abgeschlossenen Gebietes führen muß.

III. Die Brackwässer Rügens und des Darß als Lebensraum.

A. Das Arkona-Becken.

Zur Zeit, als sich die ersten Haken an die Inselkerne des Litorina-Meeres legten, werden die hier beschriebenen Brackwässer noch jenen Charakter gezeigt haben, den die freie Ostsee unseres Gebietes heute noch aufweist. Wir werden daher logischerweise mit der Darstellung des Arkona-Beckens zu beginnen haben als dem „Urtypus“ der Brackwässer an der vorpommerschen Küste. Morphologisch ist das Arkona-Becken jener Abschnitt des baltischen Meeres, wo sich der Boden zum ersten Mal in eine etwas größere Tiefe (Maximum 54 m) herabsenkt. Während dieser Meeresabschnitt im Westen nur durch eine schmale und seichte Meeresstraße (Kadetrinne) mit der Beltsee verbunden ist, geht er im Osten in breiter Front in das dreimal so tiefe Bornholmer Becken über. Vom biogeographischen Standpunkt ist das Arkona-Becken insofern von großer Bedeutung, als es die Verbreitungsgrenze vieler mariner Tier- und Pflanzenarten bildet. Die seit langem in ihrer Wichtigkeit bekannte Darßer Schwelle ist das Gebiet einer sprunghaften Artenabnahme von Westen nach Osten. So erreichen von den 95 Arten der Rotalgen, die noch in der Beltsee gefunden werden, nur mehr 37 das Arkona-Becken; die Braunalgen sinken im selben Gebiet von 75 auf 41 Arten. Das gleiche gilt für die Tiere. Von den 26 Arten der Hydroidpolypen der Beltsee kommen im Arkona-Becken noch 7 vor, von den 35 Muschelarten noch 7, die Stachelhäuter fallen von 8 auf eine Art herab und von den 13 Schwammformen der Kieler Bucht kommen im Arkona-Becken überhaupt keine mehr vor.

Es kann kein Zweifel bestehen, daß wir für dieses rapide Abnehmen mariner Arten die zunehmende Aussüßung in west-östlicher Richtung verantwortlich zu machen haben. Im Gebiet der Darßer Schwelle streicht die 10‰ -Isohaline gegen Norden. Es ist nun auffallend, daß diese selbe Konzentration nach den Untersuchungen REDEKE's auch im holländischen Brackwassergebiet eine deutliche Faunengrenze darstellt. Dies hat jenen Forscher veranlaßt, die Region des Mesohalinikums noch einmal in eine α - und β -Zone zu unterteilen. Schon vor ihm hat VÄLIKANGAS für die Ostsee bei demselben Salzgehalt ($8 - 10\text{‰}$) eine Artengrenze festgestellt, und es kann deshalb

als sicher angenommen werden, daß die bekannte Einteilung der Brackwässer REDEKE'S in eine oligo-, eine meso- und eine polyhaline Zone (Abb. 13) tatsächlich eine natürliche und biologische ist. Trotzdem darf man nicht vergessen, daß mit dem Salzgehalt nur ein Milieufaktor getroffen ist. Dieser kann sich mit anderen chemischen, physikalischen und morphologischen Faktoren kombinieren und so mit diesen zusammen eine Fülle verschiedener Lebensräume und Lebensgemeinschaften schaffen.

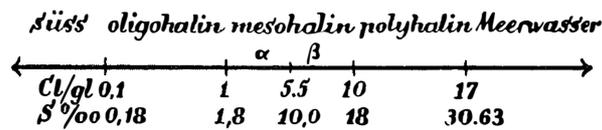


Abb. 13. Einteilung der Brackwasser nach REDEKE.

Wie dies in der Natur verwirklicht ist, wird in dieser Schrift noch ausführlich an Hand mehrerer Typen von Brackwässern gezeigt werden, die grundverschieden voneinander sind, trotzdem sie alle in das α -Mesohalinikum der REDEKE'Schen Einteilung fallen¹⁾.

Der Unterschied zwischen α - und β -Mesohalinikum wird sich naturgemäß am deutlichsten an den festgewachsenen Pflanzen und ihren tierischen Begleitern ausprägen, da die pelagischen Formen des Planktons vielmehr Spielball der oft erheblichen Strömungen sind. Wenn man z. B. im Hochsommer die Großalgen untersucht, die nach einem Weststurm an der Darßer Küste einerseits und am Hiddenseer Westufer andererseits ausgeworfen werden, so tritt einem die Bedeutung der Darßer Schwelle unmittelbar vor Augen. Die Hauptmasse der am Darß angeschwemmten Algen wird von *Halidrys siliquosa* und von *Delesseria sanguinea forma lanceolata* gebildet. Von diesen beiden Formen beobachtete ich während meines fast dreijährigen Aufenthaltes in Hiddensee *Delesseria* überhaupt nie, *Halidrys* nur in zwei Exemplaren.

Die Großalgenflora besteht hier am Hiddenseer Weststrand in der Hauptsache aus *Fucus*, *Furcellaria*, *Polysiphonia* und *Cladophora*. Eine Zusammenstellung der von FR. W. MÜLLER am Westufer Hiddensees bisher gefundenen 15 Grünalgenarten, 15 Braun- und 14 Rotalgenformen ist auf S. 75 wiedergegeben.

Im allgemeinen bietet unser Gebiet wegen des sandigen Untergrundes den Großalgen nur wenige günstige Besiedelungsplätze. Naturgemäß werden diese hauptsächlich in der Umgebung alter Diluvialkerne zu suchen sein, so z. B. im Gebiet des Dornbusch, wo große Felsblöcke vom Wasser dem Ufer entrissen werden.

Die Bodenfauna des Arkona-Beckens wurde von PETERSON nach der häufigsten Form „*Macoma baltica-Community*“ genannt. Ob sie wirklich so einförmig ist, wie vielfach angeführt wird, muß erst durch genaueres Studium der Bodentierwelt entschieden werden. An der Außenküste von Hiddensee konnte R. SEIFERT (27) auf sandigem Untergrund außer *Macoma* noch folgende Arten feststellen: *Gammarus*

¹⁾ Wenn R. Seifert [27] von den Hiddenseer Bodden schreibt, „Die genannten Gewässer dürften, der Einteilung REDEKE'S 1922 folgend, als eine polyhaline Region, zum mindesten als kein eigentlich typisches Brackwasser zu bezeichnen sein“, so entspricht das nicht mehr der heutigen Auffassung REDEKE'S.

locusta, *Idotea viridis*, *Leander adpersus* (v. *Fabricii*), *Hydrobia baltica*, *H. stagnalis*, *Mytilus edulis* und epizoisch *Membranipora membranacea*. Natürlich haben diese Angaben zunächst nur Stichprobenwert und müssen durch eingehendere Untersuchungen erweitert werden.

Das Plankton setzt sich sowohl aus marinen als auch aus Brack- und Süßwasserarten zusammen. Da die marinen Formen aber bei weitem vorherrschen, ergibt sich — ebenso wie aus der Eigenart der benthalen Lebensgemeinschaften — die auffällige Tatsache, daß das Brackwasser hinsichtlich seiner Artenzusammensetzung dem Meere viel näher steht als dem Süßwasser.

Auf S. 71 sind die von mir bisher beobachteten Planktonarten zusammengestellt. Wenn diese Formenliste auch keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit macht, so sind doch die charakteristischen Arten jedenfalls alle enthalten. In Abb. 14 sind einige der wichtigsten Planktonvertreter des Arkona-Beckens in ihrer jahreszeitlichen Verteilung dargestellt. Den überwiegenden Anteil haben die Diatomeen, welche das ganze Jahr hindurch, namentlich aber im Frühjahr, jeder Planktonprobe ihr charakteristisches Gepräge geben. Das Frühjahrsmaximum der Kieselalgen wirkt sich auch in einer Senkung des Kieselsäuregehaltes aus. Ist dieser im Arkona-Becken etwa 1000 mg Si im Kubikmeter Wasser, so fällt die Si-Menge im April auf ca. 750 mg herab. Im Mai und Juni ist allerdings bald wieder der ursprüngliche Wert erreicht (Abb. 24).

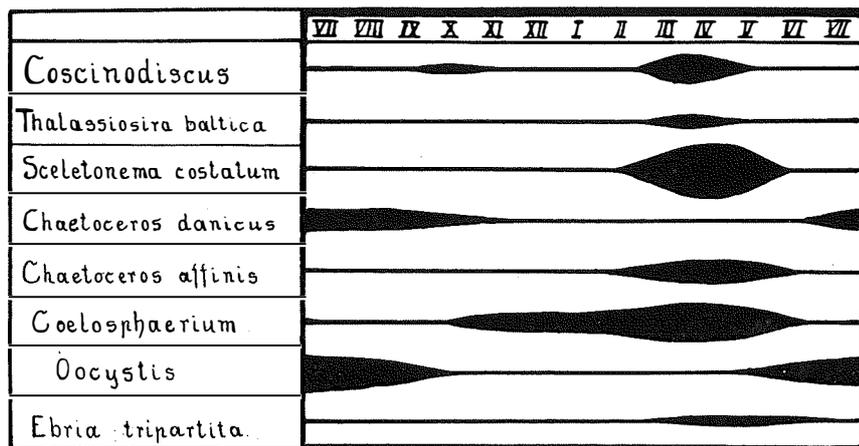


Abb. 14. Jahreszeitliche Verteilung einiger der wichtigsten Planktonformen im Arkona-Becken.

Neben den in Abb. 14 angeführten Arten tritt im Juni noch *Thalassiosira nana* in großen Mengen im Nannoplankton auf.

Wie im letzten Abschnitt gezeigt wurde, nimmt der Salzgehalt im Arkona-Becken in der Tiefe rasch ganz beträchtlich zu. Dies muß zur Folge haben, daß zur lichtbedingten Planktonschichtung noch eine beträchtliche Vertikalschichtung hinzutritt, die dem Salzgehaltsgefälle ihr Entstehen verdankt. Dafür ein Beispiel: Die Bewohner von Hiddensee berichten, daß an den Küsten des Dornbusch fast jeden Winter Meeresleuchten zu beobachten sei. Es handelt sich hier zweifellos um das massenweise Auftreten der stark leuchtenden Ctenophore *Pleurobrachia pileus* (MODEER), die auch in

der östlichen Ostsee noch vorkommt. Ein von dieser Ctenophore ausgehendes Meeresleuchten wurde zuletzt von W. HEROLD in Swinemünde festgestellt [12]. In den letzten Dezembertagen des Jahres 1926 kam es am Strande Swinemündes zu einem intensiven Leuchten des Wassers, welches um so schwächer wurde, je größer die Entfernung von der Küste war.

Diese Form, deren Hauptverbreitungsgebiet ja der Nordatlantik ist, dürfte in der Ostsee vornehmlich die salzreicheren Tiefenzonen bewohnen und nur gelegentlich bei ablandigen Winden mit dem Tiefenwasser in der Küstenzone an die Oberfläche kommen.

Das Verbreitungsmaximum der marinen Kieselalge *Chaetoceros danicus* liegt zwischen 5 und 10 m Tiefe. Hier dürfte — wie bei den meisten planktonischen Diatomeen — die allzugroße Lichtintensität die Besiedlungsdichte der oberen Wasserschichten vermindern. Die vertikale Verteilung von *Chaetoceros danicus* wirkt sich aber auch in der horizontalen Verbreitung aus. Da das Entwicklungsmaximum sich in der Tiefe befindet und von hier aus die Individuen nach der Oberfläche ausgestreut werden, ist diese Form auch an der Wasseroberfläche meist nur dort in größerer Zahl anzutreffen, wo die Wassertiefe 10 m oder mehr beträgt.

Wir kommen nun zur Darstellung der produktionsbiologischen Verhältnisse im Arkona-Becken, können uns dabei aber kurz fassen, da einiges darüber bereits in einer früheren Veröffentlichung gesagt worden ist [8].

Im freien Weltmeer hängt — nach den neueren Ergebnissen der Ozeanographie — die Produktionshöhe im wesentlichen von der Geschwindigkeit ab, mit der die beiden Minimumstoffe, P und N aus der Meerestiefe an die Oberfläche transportiert werden. In den tropischen Regionen ist aus thermischen Gründen die Dichteschichtung des Meeres sehr groß, ein Empordringen nährstoffreichen Tiefenwassers daher erschwert und die Lebensproduktion infolgedessen gering. Da in kalten Meeresteilen eine solche Schichtung viel weniger ausgeprägt ist, kann dort, wenigstens solange das Licht nicht als Minimumfaktor wirkt, die Planktonproduktion eine sehr hohe sein.

Wenden wir nun diese Erkenntnisse zur Erklärung der Produktionsbiologie der Ostsee an: Am Ausgang vom baltischen Meere liegen zahlreiche Inseln, die zwischen sich nur schmale und vor allem seichte Wasserstraßen freilassen. Diese schwellenartige Absperrung aber hat zur Folge, daß die Ostsee vollkommen von dem großen, unerschöpflichen Nährstoffspeicher der Tiefe des Weltmeeres abgeschlossen ist und in ihrer Produktion ganz allein auf den eigenen Stoffkreislauf angewiesen ist. Diese Vorstellungen lassen sich besonders schön im Arkona-Becken nachprüfen, denn dieses ist der erste größere Meeresabschnitt der Ostsee. Stimmen unsere Voraussetzungen, so muß das Tiefenwasser hier nur eine geringe Nährstoffzunahme aufweisen, weil es ja aus oberflächlichen Schichten der Beltsee stammt. Wie Abb. 15 zeigt, ist dies tatsächlich selbst im Hochsommer der Fall, wo der Unterschied zwischen Oberfläche und Tiefe am stärksten ausgeprägt sein müßte.

Jedoch, auch die zweite Voraussetzung für eine hohe Produktionszahl, die Möglichkeit einer Konvektionsströmung ist infolge der starken Salz- und Dichteschichtung im Arkona-Becken nicht gegeben (vgl. die Dichtekurve σ_t in Abb. 15)¹⁾. Aus diesen Grün-

¹⁾ Die Dichte wird angegeben als $\sigma_t = (s-1) \times 1000$. s ist hierbei das spezifische Gewicht bei der Temperatur t.

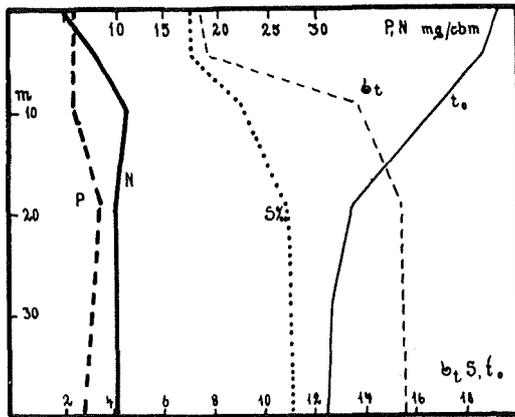


Abb. 15.

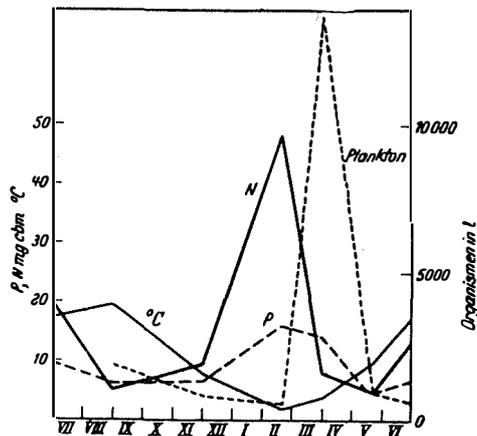


Abb. 16. Jahreszeitliche Nährstoff- und Planktonverteilung im Arkona-Becken (nach GESSNER 1933).

Planktonproduktion hervor. Im Sommer und Herbst steht einem relativ reich entwickelten Plankton eine extreme Nährstoffarmut gegenüber, im Winter schnell die Nährstoffkurve wegen der minimalen Entwicklung des Planktons steil in die Höhe, um dann jäh abzufallen, wenn die Frühjahrswucherung der Kieselalgen einsetzt.

Aus bereits erwähnten Gründen kann der relativ starke Nährstoffanstieg im Winter nicht durch Konvektionsströmung innerhalb des Arkona-Beckens selbst erklärt werden. Wir werden daher annehmen müssen, daß die Minimumstoffe im östlichen Teil des baltischen Zentralbeckens an die Oberfläche gelangt sind (dort ist ja die Salz- und Dichteschichtung viel geringer, so daß Vertikalströmungen viel leichter zustande-

den werden wir hier also eine recht geringe Produktion zu erwarten haben. Um diese zu erfassen, ist es aber unerlässlich, die jährlichen Schwankungen des Planktongehaltes zu studieren, denn nur diese lassen die Beziehungen zum Nährstoffgehalt klar erkennen. Die in Abb. 16 wiedergegebenen Kurven beziehen sich auf einen Punkt in der Mitte des Arkona-Beckens, an dem (vom Eisenbahntrajekt Saßnitz-Trälleborg) das ganze Jahr (1932/33) hindurch Wasser- und Planktonproben entnommen wurden.

Die Planktonkurve gilt für Nannoplankton, das damals leider noch mit der Zentrifugierungsmethode untersucht wurde. Inzwischen hat STEEMANN-NIELSEN¹⁾ nachgewiesen, daß durch das Zentrifugieren — gegenüber der Zählung mit dem UTERMÖHL-Mikroskop — nur ein geringer Prozentsatz (20—30%) der Gesamt-Individuenanzahl ermittelt wird, so daß eine Nachprüfung meiner Ergebnisse wünschenswert wäre.

Trotzdem also sicher nicht der vollständige Planktongehalt erfaßt worden ist, tritt in den Kurven doch mit voller Deutlichkeit der Antagonismus zwischen Nährstoffgehalt und

¹⁾ E. STEEMANN-NIELSEN. Über quantitative Untersuchung von marinem Plankton mit UTERMÖHL's umgekehrtem Mikroskop. Journ. cons. intern. p. l'Expl. de la Mer. Bd. 8.

kommen können). Daß die tiefen Mulden dieses Ostseegebietes tatsächlich reich an Nährstoffen sind, wissen wir aus den Terminfahrten des Finnischen Instituts für Meereskunde sowie aus den Untersuchungen K. KALLE's auf den „Poseidon“-Fahrten.

Bestimmen wir aus unserer Planktonkurve den Jahresdurchschnitt und vergleichen wir diesen etwa mit den von HENTSCHEL für den freien Atlantischen Ozean ermittelten Werten, so finden wir, daß die Produktionszahl der Ostsee weit hinter jenem Wert zurückbleibt, der der geographischen Breite nach eigentlich zu erwarten wäre (vgl. [8]). So ist uns das Plankton also ein recht guter Indikator für die Oligotrophie des Arkona-Beckens, die sich auch theoretisch erwarten läßt.

Dieser oligotrophe Charakter des Arkona-Beckens wird sich natürlich auch noch in einer Anzahl anderer physikalischer und chemischer Eigenschaften ausdrücken. Als unmittelbare Folge der Planktonarmut ist die große Durchsichtigkeit des Wassers anzusehen. Im Sommer verschwindet die Secci-Scheibe, mit der die Sichttiefe des Wassers bestimmt wird, erst nach 10 bis 14 m dem Auge. Im Frühjahr ist die Sichttiefe freilich etwas geringer.

Folge der großen Wasserklarheit ist wiederum ein tiefes Hinabdringen der festgewachsenen Algen. Leider fehlen für unser Gebiet noch genaue Untersuchungen darüber, aber wir dürfen wohl annehmen, daß der Pflanzenwuchs 15 bis 20 m tief unter das Wasser reicht. Wie überall sind es auch hier die Rotalgen, welche die tiefsten Regionen besiedeln.

Ein ganz besonders feiner Indikator für die Produktionshöhe eines Gewässers ist nach THIENEMANN seine Sauerstoffkurve. Starker Sauerstoffschwund in der Tiefe deutet auf intensive Zehrung durch große Mengen organischer Zersetzungsprodukte, ist daher bezeichnend für Eutrophie. In oligotrophen Gewässern dagegen werden die Zehrungsprozesse gering sein, der Sauerstoff wird nach unten wenig abnehmen.

Vergleichen wir damit die Sauerstoffwerte des Arkona-Beckens in folgender Tabelle, so wird uns durch den geringen Sauerstoffabfall in der Tiefe abermals die Oligotrophie des Arkona-Beckens vor Augen gestellt.

O ₂ % d. Sättigung	0 m	5 m	10 m	15 m	20 m	30 m	43 m
30. Juni 1932	109	102		90		93	94
14. August 1932	110		107		90	97	

B. Die Hiddenseer Bodden.

Dieses weit verzweigte, in jeder Beziehung uneinheitliche Gewässersystem ist die erste Etappe auf dem Wege zum Binnensee. Ein Stück des freien Meeres ist durch einen Haken abgeriegelt worden, jedoch ohne daß die Verbindung mit der See zerrissen wäre. Welchen Einfluß hat nun diese Abriegelung auf die Biocönose. Es ist hier eine Stillwasserzone ersten Grades entstanden, freilich nur insofern, als die ärgsten Stürme, welche die Wassermassen der Ostsee durcheinanderwühlen, hier ein gut Teil ihrer Kraft verloren haben. Aber dadurch hat die Wasserbewegung nicht aufgehört, sondern sie ist nur eine andere geworden. Die Durchmischung der Wasserschichten in der seichten Ostsee draußen geht in horizontaler und vertikaler Richtung vor sich. Schon

bei geringen Windstärken kann die Wellenbewegung die oberen 3 bis 5 m durchmischen und jede sich etwa bildende Schichtung vernichten. Diese Art von Wasserbewegung ist durch die Abschnürung in ganz bedeutendem Maße gemildert. Jeder, der auch nur kurze Zeit in dieser Gegend gewohnt hat, konnte die Erfahrung machen, daß in den Hiddenseer Bodden auch dann noch ziemlich ruhiges Wasser ist, wenn der Wellenschlag draußen auf See schon längst die Schifffahrt mit kleineren Fischerbooten unmöglich macht. Die Vertikalbewegung ist also auf einen geringen Bruchteil herabgemildert. Ganz anders steht es mit der Horizontalbewegung. Der Umstand, daß der Hiddenseer Bodden fast an allen Himmelsrichtungen Ausgangswege hat, bringt es mit sich, daß bei jeder Windrichtung an der einen Seite Sog, an der anderen Wasserdruk herrscht, was natürlich zur Folge hat, daß immer Wasser in der einen oder anderen Richtung durch den Bodden gepreßt wird. Die Geschwindigkeit ist freilich meist nicht sehr groß, da die Ausgangspforten nur schmal und sehr seicht sind (mit Ausnahme der gebaggerten Fahrstraßen), doch ein nur wenige Tage konstanter Wind wird beträchtliche Wassertransporte zustandebringen können. Dazu kommen noch die alljährlichen sehr raschen Niveauschwankungen, die ihre Spuren in der Litoralregion zurücklassen. Betrachten wir etwa die Salzwiesen bei dem Orte Kloster, so werden uns sofort die Ufer auffallen, welche hülsenartig erodiert sind.

Die Eigenart der Hiddenseer Bodden werden wir also nur verstehen, wenn wir stets die beiden Punkte im Auge behalten: Verringerte Vertikalbewegung, starke Horizontalbewegung. Um hier einmal vorzugreifen, soll erwähnt werden, daß die nächste Entwicklungsphase (die Jasmunder Bodden) dadurch charakterisiert sein wird, daß auch die Horizontalbewegung auf ein Minimum verringert ist.

Wie sich leicht beobachten läßt, erfolgt die Hauptbewegung der Wassermassen in den Fahrrinnen, während die zu beiden Seiten gelegenen seichten Bänke dieser Strömung weitgehend entzogen sind. Wo freilich kein anderer Ausweg bleibt, streicht auch das Wasser über die Untiefen hinweg und erzeugt dort kahle, vegetationslose Streifen, wie dies etwa am Gellen oder an der Hahnentiefschaar zu sehen ist. Ist die Untiefe aber durch eine Einbuchtung der Küste geschützt, wie in der Udarser Wiek, dann entwickelt sich eine überaus reichhaltige Bodenflora von *Chaetomorpha Linum* und *baltica*, von *Potamogeton pectinatus* und *Myriophyllum spicatum*.

An tierischen Besiedlern dieser unterseeischen Wiesen fand R. SEIFERT im Gebiet *Sphaeroma rugicauda*, *Gammarus locusta*, *Idotea viridis*, *Neritina fluviatilis*, *Limnaea ovata* (f. *baltica*), *Bithynia tentaculata* und Chironomiden-Larven.

Fehlt der Pflanzenwuchs und ist der Grund mit reinem Schlick bedeckt, so ist die faunistische Zusammensetzung eine etwas andere. Nach SEIFERT herrschen dann *Nereis diversicolor*, *Corophium volutator*, *Cardium edule* und *Mytilus edulis* vor. Nach meinen Untersuchungen findet sich diese Lebensgemeinschaft besonders in der stillen Bucht des Wieker Boddens ausgeprägt.

Die lebhaften Wasserströmungen im Hiddenseer Bodden werden zur Folge haben, daß sich mit den autochtonen Elementen stets Formen mischen, die von irgendwoher eingeschwemmt worden sind. Es muß deshalb versucht werden, die Herkunft der einzelnen Plankton-Elemente zu erforschen. Freilich darf nun nicht erwartet werden, daß man hier wie in der Pflanzengeographie in den einzelnen Arten ihre Herkunft

erkennen kann. Dazu sind die Unterschiede in ökologischer Hinsicht doch zu gering und die Planktonzusammensetzung zu gleichartig. Wie bereits hervorgehoben wurde, fällt unser gesamtes Untersuchungsgebiet in das α -Mesohalinikum der REDEKEschen Einteilung, und da für die artliche Zusammensetzung der Salzgehalt gerade eine ausschlaggebende Rolle spielt, werden wir nicht erwarten dürfen, jene großen Unterschiede in der Artzusammensetzung wiederzufinden, wie sie etwa im Brackwassergebiet Hollands die Folge der großen Konzentrationsunterschiede des Salzgehaltes sind. Diese relative Gleichförmigkeit hat dafür aber eine gute Seite. Die Unterschiede in der Produktionshöhe der einzelnen Gewässer werden umso deutlicher hervortreten.

Wie sich später zeigen wird, ist die Produktionshöhe der Hiddenseer Bodden gegenüber dem Außenwasser ganz erheblich gesteigert. Dies kann nur darin liegen, daß hierher viel mehr nährstoffreiche Wassermassen einströmen als oligotrophes Ostseewasser. Die Bildungsstätten der eigentlichen Eutrophie sind aber die Jasmunder Bodden und die Darßer Binnenwässer. Beide werden noch für sich behandelt werden und können hier deshalb übergangen werden. Der Hauptzustrom nährstoffreichen Wassers erfolgt aber durch den Strelasund aus dem Greifswalder Bodden, ohne den die Biologie der Hiddenseer Bodden nicht verstanden werden kann.

Die Produktionsbiologie des Greifswalder Boddens.

Wir können hier auf eine Arbeit von GUSTAV ABSHAGEN [1] zurückgreifen, der im Jahre 1908 seine Untersuchungen über das Phytoplankton des Greifswalder Boddens veröffentlicht hat. Ich gebe die Hauptresultate mit seinen eigenen Worten wieder:

„1. Das Phytoplankton des Greifswalder Boddens setzt sich aus Diatomeen, Schizophyceen, Chlorophyceen und Peridineen, sowie aus Silicoflagellaten zusammen. Von diesen überwiegt die Vegetation der Bacillarien bedeutend. Es folgen dann die Schizophyceen und Chlorophyceen, während die Peridineen, ebenso wie die Silicoflagellaten, ganz zurücktreten.

2. Nach dem Auftreten der einzelnen Organismen lassen sich folgende Perioden unterscheiden:

I. Erste Diatomeen-Periode: Februar bis Mai. Höhepunkt Anfang April.
Hauptformen: *Skeletonema costatum*, *Coscinodiscus radiatus*, *Rhizosolenia setigera*¹⁾, *Diatoma vulgare*, *Diatoma elongatum*, *Synedra radians*, *Synedra pulchella*, *Cocconeis Placentula*, *Cocconeis scutellum*, *Navicula rynchocephala*, *Amphiprora alata*, *Epithemia zebra*, *Epithemia sorex*, *Surirella ovata*.

II. Schizophyceen-Chlorophyceen-Periode: Juli—Okt. Höhepunkt August.
Hauptformen: *Chlathrocystis aeruginosa*, *Merismopedia glauca*, *Lyngbya*, *Nodularia spumigena*, *Anabaena flos aquae*, *Limnochlide*, *Botryococcus Braunii*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Oocystis pelagica*, *Scenedesmus quadricauda*, *Pediastrum*.

¹⁾ Die Artbestimmungen sind nicht in allen Fällen zuverlässig. In dem Exemplar dieser Arbeit, welches sich in der Bibliothek des Botanischen Institutes von Greifswald befindet, steht auf S. 83 die Bleistiftanmerkung von KLEMM, einem späteren Bearbeiter der Greifswalder Algenflora, daß nach den Präparaten Copepodenborsten als *Rhizosolenia setigera* bestimmt worden seien.

III. Zweite Diatomeen-Periode: September bis Oktober.

Hauptformen: *Melosira Borrei*, *Melosira Juergensi*, *Coscinodiscus radiatus*, *Rhizosolenia setigera*, *Synedra ulna*, *Synedra pulchella*, *Cocconeis Placentula*, *Cocconeis scutellum*, *Navicula rynchocephala*, *Amphiprora alata*, *Pleurosigma strigosum*, *Rhoicosphenia curvata*, *Epithemia zebra*.

Den Übergang zu der ersten Diatomeen-Periode vermittelt die Chaetoceras-Vegetation vom September bis Ende April.

3. Die Peridineen finden sich das ganze Jahr in stets wechselnder Menge im Plankton.
4. Der Silicoflagellat *Ebria tripartita* erreicht sein Maximum im April.“

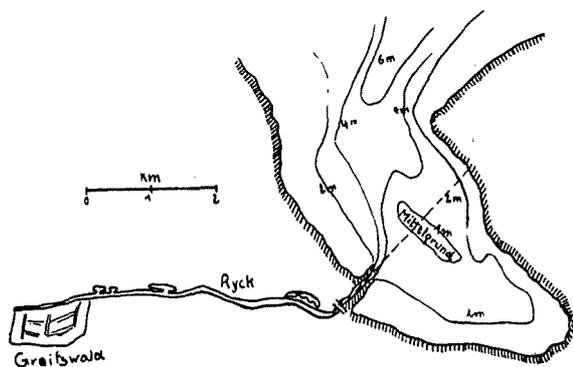


Abb. 17. Dänische Wiek mit Isobathen.
Die gestrichelte Linie bezeichnet die Lage des Profils auf Abb. 20.

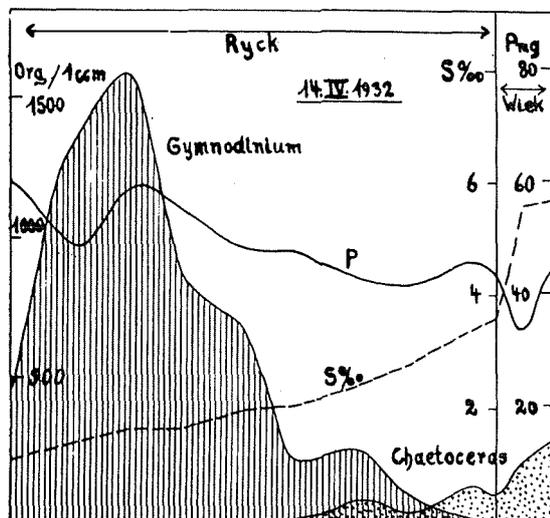


Abb. 18.

Aus den Ergebnissen der Planktonzählungen geht hervor, daß die zweite Diatomeen-Periode nur einen verschwindenden Bruchteil der ersten ausmacht. Im zeitigen Frühjahr, März/April, kommt es zu einer Massenproduktion von Diatomeen, in der *Chaetoceros decipiens* führend ist. Von anderen Formen spielen nur noch *Coscinodiscus*, *Synedra*, *Surirella* und *Diatoma* eine Rolle. Am 17. April 1932 habe ich z. B. in der Mitte dieser Bucht 620000 Ketten pro 1 l von *Chaetoceros decipiens* gezählt. Im Mai und Juni klingt diese Hochproduktion langsam ab, und Cyanophyceen und Chlorophyceen werden häufiger. Das interessanteste Gebiet des Greifswalder Boddens ist die „Dänische Wiek“ (Abbildung 17), da in diese der Ryck-Fluß einmündet und große Mengen von Nährstoffen mitsichführt. (Diese stammen sicher zum Teil aus den Abwässern der Stadt Greifswald, die in den Ryck geleitet werden.)

Infolge des bedeutend geringeren Salzgehaltes ist die Plankton-Zusammensetzung im Ryck meist sehr verschieden von der der Dänischen Wiek.

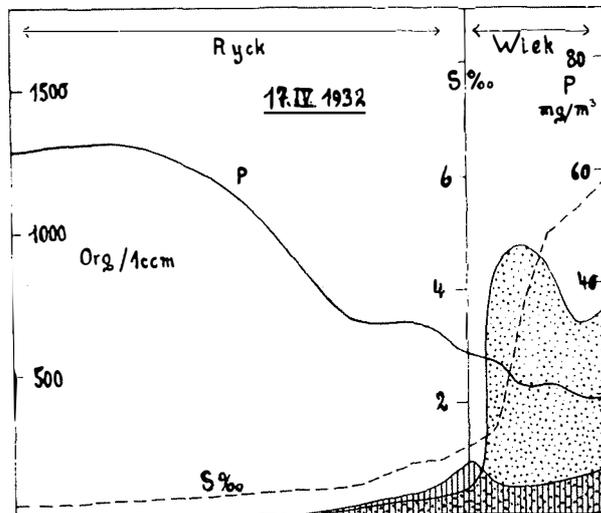


Abb. 19.

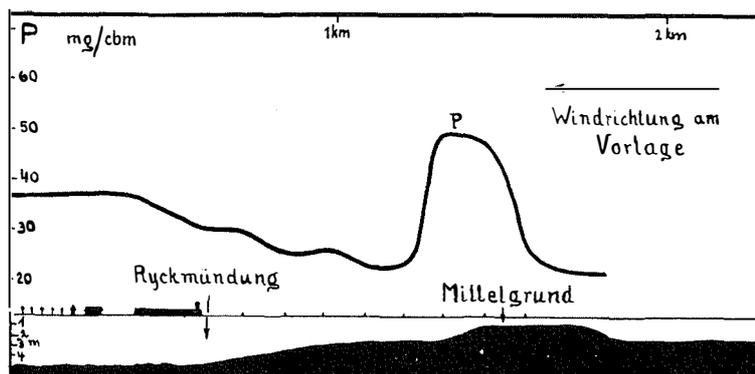


Abb. 20. Beispiel für Stauströme in seichten Gewässern. Phosphatanstieg durch emporgesaugtes Tiefenwasser am 17. April 1932.

Am 14. April bestand, wie Abb. 18 zeigt, die Hauptmenge des Ryckplanktons aus einer nicht näher bestimmten Gymnodinium-Art, während in der Dänischen Wiek *Chaetoceros decipiens* vorherrschte. Infolge der starken Salzgehaltsschwankungen im Ryck ist aber die Lebensgemeinschaft seines Planktons sehr labil. Am 17. April 1932, also nur drei Tage nach der ersten Untersuchung, war das Maximum von Gymnodinium infolge des geringen Salzgehaltes gegen Osten verschoben und betrug nur mehr einen geringen Bruchteil des früheren Wertes (Abb. 19). In der Regel geht an der Mündung des Ryck mit dem Ansteigen des Salzgehaltes eine Abnahme der Nährstoffmenge parallel. Recht deutlich kommt dies z. B. in der P-Kurve der Abb. 20 zum Ausdruck. Der Phosphatgehalt an der Wasseroberfläche des Ryck betrug an jenem Tage (17. April

1932) 40–60 mg P/cbm. Bei der Ausmündungsstelle fiel er auf etwa 30 mg herab, um dann weiter seewärts bis 20 mg abzunehmen. Überraschenderweise stieg der P-Gehalt aber dann in der Mitte der Dänischen Wiek wieder ganz plötzlich auf beinahe 50 mg P an. Diese zunächst unerklärliche Tatsache fand bei Eintragung der Untersuchungspunkte in die Seekarte ihre Deutung. An jenen Stellen, an welchen großer Phosphatreichtum festgestellt worden war, befand sich nämlich der sogenannte „Mittelgrund“, eine Bank von nur 90 cm Wassertiefe. Da am Vortage starker Oststurm

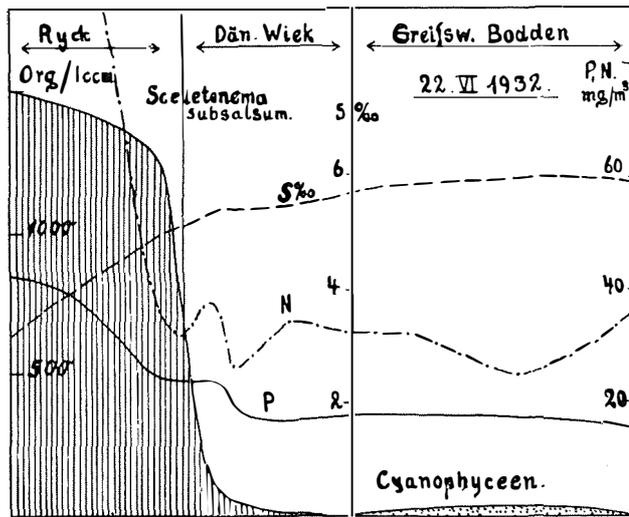


Abb. 21.

geherrscht hatte, wurde an jener Schwelle das nährstoffreiche Bodenwasser durch einen „Mikrostaustrom“ hochgesaugt. Ich erwähnte diesen Fall deshalb, um daran zu zeigen, daß die Vorgänge, die im Weltmeer eine so große Rolle spielen, sich auch im kleinen wiederholen können. Mit fortschreitender Jahreszeit verschwindet sowohl *Gymnodinium* wie auch *Chaetoceros*. An Stelle dieser beiden treten im Ryck *Sceltonema subsalsum* und im Greifswalder Bodden verschiedene Blaualgen (siehe Abb. 21). Über die Verteilung der Nährstoffe und Organismen im Greifswalder Bodden gibt eine Untersuchung vom 16. Juli 1933 Aufschluß, die in der Mitte des Boddens ausgeführt worden ist. Die chemische Zusammensetzung ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

	° C	S‰	P	N(NO ₃)	N(NO ₂)	Si
mg/cbm	19,5	7,14	3	8	0	1400

Vergleicht man diese Zahlen mit denen aus der freien Ostsee zu gleicher Zeit, so sieht man, daß sowohl N als auch P im Greifswalder Bodden viel geringere Mengen aufweisen, also viel stärker aufgebraucht sind als im Meer. Die Kieselsäuremengen dagegen sind beträchtlich höher als im Arkona-Becken. Das Nannoplankton zeigte gegenüber der freien Ostsee bereits eine ganz bedeutende Produktionssteigerung, von deren Höhe man einen Begriff erhält, wenn man folgende Zahlen mit dem Ostseeprofil vom 2. Juli 1933 vergleicht. In 1 Liter waren enthalten:

<i>Merismopedia</i>	1000	<i>Melosira</i>	200
<i>Coelosphaerium</i>	20000	<i>Coscinodiscus</i>	250
<i>Anabaena flos aquae</i>	500	<i>Ebria</i>	100

Summe: 22050 Individuen im Liter.

Das Winterplankton ist nur sehr gering entwickelt. In einem Fang vom 17. Febr. 1933 fand ich zwar eine große Anzahl von verschiedenen Formen von Blaualgen und Diatomeen, doch ein homogenes Kieselalgen- oder Cyanophyceen-Plankton fehlte vollständig¹⁾.

Die wichtigste Frage lautet nun: Wie sieht diese eigenartige Sukzession im Spiegel der Minimumfaktoren aus?

Die Süßwasserzuflüsse, welche in dieses Gewässer münden, bringen neben Phosphaten und Nitraten auch reichlich Silikate in den Bodden.

Namentlich im Winter ist die Silikatzufuhr infolge der von allen Seiten zuströmenden Schmelzwässer ganz erheblich, viel größer jedenfalls als im Sommer, wo an und für sich weniger Wasser zuströmt, dieses aber schon unterwegs seine Kieselsäure an die Diatomeen abgegeben hat.

Eine Untersuchung im Ryckfluß bringt diesen Unterschied ganz deutlich zutage:

mg Si in 1 cbm.

Entnahmestelle	Greifswalder Bodden	Dänische Wiek	Ryck-Mündung	Wiek-Brücke	Bismarck-Stein	Greifswalder Hafen
17. Febr. 1933	2272	2272	2925	4255	4255	4255
16. Juli 1933	1400	1170	1200	1400	1400	1200

Sobald nun der Bodden im Frühjahr eisfrei wird, entwickelt sich eine gewaltige Menge von kaltstenothermen Kieselalgen, die alsbald den größten Teil der Nährstoffe aufzehrt. Beim Verschwinden eines der Nährstoffe (bei den Kieselalgen ist es in der Regel Nitrat) ist der Produktion eine Grenze gesetzt und die Planktonkurve zeigt einen deutlichen Abfall. In kurzer Zeit aber kommt es nun zu einer Regeneration der Nährstoffe, die nun von Formen aufgenommen werden, die wärmeres Wasser bevorzugen. Diese Ausführungen über den Greifswalder Bodden waren notwendig, um die Biologie des Hiddenseer Gewässersystems verstehen zu können. Es ist nicht nur ein Bild, wenn wir uns diese beiden Systeme als kommunizierende Gefäße vorstellen; sie sind es in der Tat, da sie nur dann im Gleichgewicht miteinander stehen, wenn auf dem einen System wie auf dem anderen der gleiche Druck liegt. Weil dies aber nur selten der Fall ist, werden wir hier dieselben Durchmischungsvorgänge erwarten können, wie in zwei zusammenhängenden Röhren, in denen ein ständiger, ungleichmäßiger Wechsel ihres Wasserniveaus stattfindet.

Die Thermik der Hiddenseer Bodden.

Je größer eine Wassermasse ist, desto mehr bietet sie den kurzfristigen Temperaturschwankungen Widerstand. Die große Wärmekapazität des Wassers ist die beste Pufferung gegen jede Art thermischer Veränderung. Die bedeutenden Unterschiede in der Tiefe der einzelnen Wasserregionen der Hiddenseer Bodden werden also auch Verschiedenheiten in den Temperaturverhältnissen nach sich ziehen. Die vielfach ganz

¹⁾ Die Kurven von ABRHAGEN sind insofern irreführend, als keine quantitativen Winteruntersuchungen ausgeführt worden sind. Die Verbindungslinie vom 2. Dezember zu dem äußerst hohen Wert vom 15. April täuscht eine hohe Winterproduktion vor, die sicher nicht vorhanden ist.

seichten Buchten der Bodden werden viel mehr unter dem Einfluß der großen Temperaturschwankungen liegen, welche durch das Klima der „bodennahen Luftschicht“ bedingt sind als die stets mehrere Meter tiefe Boddenmitte. Auf einer Linie, die man sich von der Mitte des Vitter Boddens gegen das Ende der Bessiner Bucht gezogen denkt, wurde am 11. Juni 1932 die Mittagstemperatur in ihrer Beziehung zur Wassertiefe festgestellt. Die beigefügte Zusammenstellung

Tiefe m	2,50	1,40	0,60	0,30	0,20
° C	17,2	16,5	18,2	21,5	24,1

läßt zwischen der Boddenmitte und dem seichten Boddenende einen Unterschied von fast 7° erkennen. Natürlich entspricht der Erwärmung während des Tages eine um so stärkere Abkühlung während der Nacht.

Im allgemeinen dürfen wir annehmen, daß der Temperaturverlauf in den Hiddenseer Bodden ähnlich dem der freien Ostsee sein wird, nur daß die beiderseitigen Extreme viel ausgeprägter sind. Im Sommer wird die Temperatur in den Hiddenseer Bodden durchschnittlich höher sein als in der Ostsee, im Winter dafür tiefer. Das letzte zeigt sich ganz deutlich in der Dauer der Eisbedeckung. Während die freie Ostsee auch in dem kältesten Monat Februar in ihrer Temperatur kaum je unter 1 Grad heruntersinkt (Monatsmittel im Februar 2 Grad), sind die Hiddenseer Bodden regelmäßig eine Zeitlang mit Eis bedeckt. Wie lange diese Periode dauert, konnte für 6 Jahre aus dem Ausfall der Dampferfahrten Stralsund—Hiddensee ermittelt werden. Der Dampferverkehr wird auf dieser Strecke nur eingestellt, wenn die Bodden vereist sind. Wie lange

	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV
1927/28								—	—	—		
1928/29								—	—	—		
1929/30								—				
1930/31									.	—	—	
1931/32								—		.	.	
1932/33									—			.

Abb. 22. Perioden der Eisbedeckung in den Hiddenseer Bodden.

dies in den einzelnen Jahren gedauert hat, ist auf Abb. 22 ersichtlich. Abgesehen von den beiden extrem kalten Jahren 1927/28 und 1928/29 spielt die Eisbedeckung nur eine sehr untergeordnete Rolle. In der Regel dauert die Zeit, in der die Bodden ganz zugefroren sind, nur wenige Wochen und auch diese Periode ist fast nie eine zusammenhängende, sondern weist immer dazwischen eisfreie Tage auf.

Der Chemismus.

Die große Uneinheitlichkeit der Hiddenseer Bodden und die ungleiche Herkunft der sie durchströmenden Wassermassen wird natürlich auf alle chemischen Komponenten die gleiche Wirkung ausüben, die wir schon in dem Kapitel über den Salzgehalt erwähnten. Wir werden also große Schwankungen im Gehalt der einzelnen Stoffe erwarten müssen, die sich sowohl räumlich als auch zeitlich bemerkbar machen werden.

a) Der Sauerstoff: In folgender Zusammenstellung sind eine Reihe von O₂-Bestimmungen aus den Hiddenseer Bodden wiedergegeben, welche zeigen, daß hier

das Wasser immer sauerstoffgesättigt ist, oft sogar aber hohe Übersättigungswerte aufweist. Diese kommen zum Teil von der Tätigkeit des Planktons, zum Teil aber sicher auch von der ständigen Wasserbewegung her, welche jede Stagnation verhindert.

Station	14	15	15	64	65	66	15	14
O ₂ mg/l	9,04	10,38	12,63	9,63	9,53	11,49	12,63	13,09
O ₂ ‰		118	115	111	108	132		
Datum	28. 6. 32	30. 6. 32	18. 10. 32	11. 8. 32	11. 8. 32	11. 8. 32	17. 10. 32	17. 10. 32

Über die tägliche O₂-Schwankung gibt eine Untersuchungsserie vom 22./23. Juni 1932 aus dem Stralsunder Hafen Auskunft:

Zeit	15 Uhr	19 Uhr	23 Uhr	4 Uhr	11 Uhr
C	17,9	16,2	15,9	15,4	17,0
O ₂ mg/l	10,37	10,69	9,89	9,43	10,02
O ₂ ‰	113	112	106	97	107

Die Schwankung innerhalb von 24 Stunden beträgt also etwa 1 mg O₂ pro Liter; d. i. ungefähr 10 ‰ des Gesamtgehaltes an Sauerstoff. Bei der Genauigkeit der Sauerstoffbestimmung, die auf etwa 0,01 mg angegeben werden kann, besagt dies aber, daß die täglichen Schwankungen zehnmal größer sind als die normale Fehlergrenze.

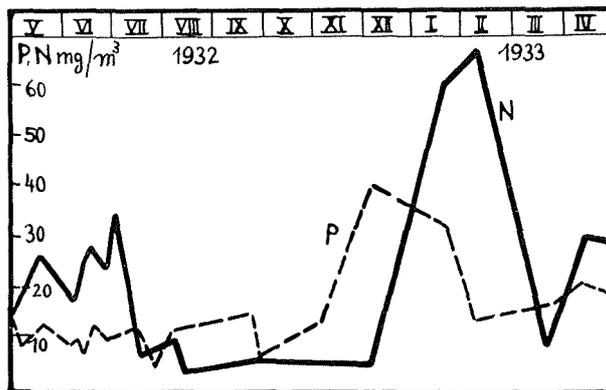


Abb. 23. Jährliche Phosphat- und Nitratschwankung in den Hiddenseer Bodden.

b) Der Gehalt an Nitraten und Phosphaten. Die in Abb. 23 wiedergegebenen Kurven veranschaulichen die Schwankungen der Minimumstoffe während eines ganzen Jahres. Bei der Beurteilung dieser Kurven müssen aber einige Punkte berücksichtigt werden. Es ist selbstverständlich, daß ein so uneinheitliches Gebiet, wie es die Hiddenseer Bodden sind, auch hinsichtlich des Gehaltes an Phosphaten und Nitraten große Unterschiede in der horizontalen Verteilung aufweisen muß. Auf diese örtlich bedingten Differenzen wird später noch eingegangen werden. Hier gilt es zunächst einmal, die Vorgänge in ihren größten Zügen zu erfassen. Zu diesem Zwecke wurden aus den P- und N-Bestimmungen, die meist serienweise vorlagen, die Mittelwerte in der Kurve eingetragen. Die Auswertung dieser bringt einige sehr interessante Tatsachen zutage. Wenn wir zunächst die Nitratkurve ins Auge fassen, so fällt sofort auf, daß sie noch

vollständig unter dem Einfluß der freien Ostsee steht. Die Wintermonate sind durch recht hohe Werte ausgezeichnet, welche dann im März/April innerhalb weniger Wochen einen rapiden Abfall erfahren. Während der ganzen Monate bis Dezember befinden sich die Nitrate im Minimum und haben nur mehr Werte von 4—5 mg/cbm. Zwischen Dezember und Februar erfolgt dann — genau wie in der offenen Ostsee — wieder ein rasches Ansteigen und die Nitratmengen bleiben fürderhin bis zum Einsetzen der Frühjahrswucherung der Kieselalgen auf beträchtlicher Höhe.

Nun die Phosphate: Während der Frühjahrsmonate und im Sommer schwanken die P-Mengen um einen Mittelwert von 10 mg. Ihre Rolle wird ihnen aber durch den Verlauf der Nitratkurve vorgeschrieben; so müssen sie etwa von Februar bis Juli als produktionsbegrenzend angesehen werden, vom August bis Dezember aber ist Phosphat im Überschuß vorhanden. Dies zeigt sich besonders deutlich in dem starken Anstieg im Dezember, da um diese Zeit noch immer Nitratmangel herrscht, was zur Folge hat, daß die sich regenerierenden Phosphatmengen nicht aufgebraucht werden können. Gegenüber der Phosphatkurve der Ostsee zeigt aber die jahreszeitliche P-Schwankung unserer Bodden einige bedeutsame Unterschiede.

Erstens sind die Werte immer höher als in der freien Ostsee. Auch in jener Periode, wo P sicher als Minimumstoff wirkt, verschwindet er nie aus dem Wasser, sondern bleibt in ganz beträchtlicher Konzentration gelöst. Wir werden dieses in der Tat recht auffällige Verhalten darauf zurückführen können, daß ja dem Hiddenseer Bodden-system von verschiedenen Seiten nährstoffreiches Wasser zuströmt, aber auf der anderen Seite die Zone viel zu unruhig ist, als daß sich eine spezialisierte, einheitliche Lebensgemeinschaft herausbilden könnte, welche diesen Nährstoff an sich reißt, wie dies später bei den Jasmunder Bodden beschrieben werden soll.

Für die Annahme, daß aus dem Strelasund in die Hiddenseer Bodden zumeist ein Zustrom nährstoffreichen Wassers erfolgt, läßt sich die Tatsache anführen, daß sich in der genannten Richtung häufig ein Gefälle im N- und P-Gehalt nachweisen läßt. Dies mag durch sechs Untersuchungsserien belegt werden, deren Ergebnisse in folgender Zusammenstellung wiedergegeben sind.

Datum	mg cbm	Strelasund	Kubitzer Bod.	Höhe Gellen	Schaproder B.	Vitter Bodden
22. 6. 32	P	20	12	12	13	12
	N	40	38	22	25	28
15. 8. 32	P	11	11	11	11	11
	N	10	7	4	5	4
8. 12. 32	P	27	20	20	23	30
	N	18	18	~	16	5
10. 2. 33	P	20	17	10	12	12
	N	150	60	80	80	46
23. 3. 33	P	21	21	21	21	16
	N	11	18	9	10	11
10. 4. 33	P	55	38	35	16	10
	N	50	30	60	30	40

Es darf natürlich nicht erwartet werden, daß sich dies Gefälle immer nachweisen läßt. Erfolgt z. B. durch die Gellen-Barhöfter Enge Einstrom von nährstoffarmem Ostseewasser, so wird sich der Fall ereignen, daß der Nährstoffgehalt im Kubitzer Bodden gegenüber dem des Schaproder und Vitter Boddens sogar abfällt, um erst weit drin im Strelasund wieder anzusteigen.

c) Die Kieselsäure. Recht aufschlußreich ist der Verlauf der Kurve des Si-Gehaltes während der Frühjahrs-Hochproduktion der Diatomeen. Während des Winters sind die Hiddenseer Bodden — namentlich in ihren südlichen Teilen — bedeutend reicher an Kieselsäure als die freie Ostsee (Zustrom von Si vom Lande her siehe S. 39). Trotzdem sinkt der Kieselsäuregehalt im zeitigen Frühjahr weit unter die gleichzeitigen Ostseewerte (Abb. 24), um jedoch bald wieder anzusteigen.

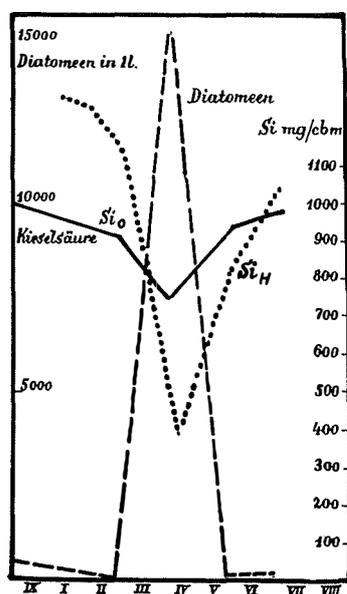


Abb. 24. Beziehungen zwischen dem Kieselsäuregehalt und der Diatomeenproduktion im Arkona-Becken und in den Hiddenseer Bodden. Ausgezogene Kurve (Si₀): Si-Gehalt der Ostsee, Punktierete Kurve (Si_H): Si-Gehalt des Hiddenseer Bodden (Mittelwerte), gestrichelte Kurve: Diatomeengehalt der Ostsee 1932/33.

— namentlich in ihren nördlichen Teilen — von kieselsäurereichen Urgebirgsformationen umfaßt wird.

Die Erklärung für dieses Verhalten fällt nicht schwer. Kieselsäure wird eben von den Diatomeen solange aufgebraucht, als andere Nährstoffe, also in der Hauptsache Nitrate und Phosphate, vorhanden sind. Da diese aber in Küstennähe in bedeutend größerer Menge zur Verfügung stehen, können die Kieselalgen hier höhere Produktionszahlen erreichen und die Kieselsäure weitergehend aufbrauchen als in der freien Ostsee. Wir dürfen aber daraus nicht den Schluß ziehen, daß Phosphor- und Stickstoffverbindungen den Küstenwässern in höherem Maße zugeführt werden als Kieselsäure, denn diese drei Stoffe werden von den Kieselalgen in sehr verschiedenem Maße verbraucht. Nach Untersuchungen von KURASIGE brauchen Diatomeen hundertmal mehr Kieselsäure als Nitrat und dreihundertmal mehr als Phosphat.

Trotzdem dürfte die Kieselsäure in unseren Gewässern nie die Rolle eines Minimumstoffes spielen. Die geringste beobachtete Menge (April 1933 in den Hiddenseer Bodden) betrug 400 mg Si/cbm. Dies ist aber immer noch mindestens doppelt so viel als der durchschnittliche Si-Gehalt des freien Weltmeeres ausmacht. Da der mittlere Si-Gehalt der Ostsee etwa 900 mg Si/cbm beträgt, so zeigt sich, daß dieses Meer vier- bis fünfmal reicher an Kieselsäure ist als der freie Ozean. Wir werden wohl nicht fehlgehen, wenn wir als Erklärung dieser auffälligen Erscheinung die Tatsache heranziehen, daß die Ost-

Die Biologie des Planktons.

Die Zusammensetzung der Arten: Die Untersuchungen des Planktons erstreckten sich auf drei Jahre, in welchen die Hiddenseer Bodden jeden Monat mehrmals auf ihren Planktongehalt angesehen wurden. Bei vielen Arten, die nur ganz vereinzelt beobachtet werden konnten oder deren Einwanderung auf Grund eines Gradienten festgestellt wurde, war es möglich, die Herkunft zu ermitteln, wodurch der Charakter der Hiddenseer Bodden als großes Mischgefäß wiederum sehr deutlich zutage trat. Neben vielen Formen, die endemisch sind, gibt es solche, die sicher aus der freien Ostsee stammen. Dazu gehört etwa *Chaetoceros danicus* oder *Evadne Nordmannii*. Ja gelegentlich kommen die Gäste noch viel weiter aus dem Westen, wie etwa *Cerataulus turgidus*. Ein bedeutender Zustrom von Arten erfolgt aus dem Greifswalder Bodden, der ungleich viel reicher an Brackwasser-Arten ist, als die Hiddenseer Bodden selbst. Gelegentlich kommen wohl auch Arten aus den Jasmunder Bodden herüber. (*Lyngbya contorta*.) Alle diese Gäste haben als Kennzeichen an sich, daß sie nur ganz sporadisch in den Proben auftauchen, während die typisch einheimischen Formen über einen großen Teil des Jahres regelmäßig zu finden sind.

Bei der starken Wasserbewegung auf relativ kleinem Raum ist es auch selbstverständlich, daß sich immer auch Litoral- oder Benthos-Formen (*Eutreptia*, *Lycophora*) in das Plankton mischen.

Protozoen, manche Rotatorien und die Calanoiden konnten aus Mangel an Bestimmungsliteratur nicht bis zur Art, oft auch nicht bis zur Gattung bestimmt werden. Hier ist also noch reiches Feld für Spezialisten gelassen. Daß auch solche Arbeiten im einzelnen noch sehr interessante Ergebnisse liefern können, beweisen die Untersuchungen von SCHÄFER über die Canthocamptiden der Hiddenseer Bodden.

Das Plankton in seiner quantitativen Entfaltung.

Die große hydrographische Verschiedenheit der einzelnen Teile der Hiddenseer Bodden, sowie der rasche Durchstrom verschiedener Wasserarten haben natürlich zur Folge, daß auch die Quantität des Planktons den größten Schwankungen unterworfen ist. Trotzdem zeigt die Kurve (Abb. 25) (welche aus Mittelwerten von mehreren hundert Zählungen konstruiert wurde) das Vorhandensein eines Diatomeen-Maximums im Frühjahr und eines Cyanophyceen-Maximums im Sommer.

Das zeitige Frühjahr beginnt mit einer Vegetation verschiedener Kieselalgen (*Skeletonema*, *Coscinodiscus*, *Chaetoceros*), welche etwa im Juli durch ein Maximum von Cyanophyceen abgelöst wird. Den Hauptteil daran haben Merismopedia-Arten und *Coelosphaerium dubium*. Dies dauert bis etwa Mitte September, um dann wiederum einen Wechsel eintreten zu lassen. Ein zweites Maximum an Kieselalgen dominiert für kurze Zeit, um dann im Winter einer Planktongemeinschaft Platz zu machen, die sich ziemlich gleichmäßig aus Diatomeen und Cyanophyceen zusammensetzt. Im folgenden gebe ich zwei Zählprotokolle wieder, eines vom wärmsten und eines vom kältesten Monat, um wenigstens an einem Beispiel die Artenverteilung darzustellen. (Beide Proben stammen aus dem Schaproder Bodden.)

15. August 1932.	
<i>Coelosphaerium dubium</i>	44000
<i>Merismopedia</i> spec.	28000
<i>Oocystis pelagica</i>	500
<i>Dinophysis ovum. v. baltica</i>	100
(<i>Lycophora</i>)	100
Verschiedene Diatomeen	400
<i>Halteria</i>	100
Summe in 1 Liter	73200

9. Februar 1933.	
<i>Skeletonema costatum</i>	2700
<i>Coscinodiscus</i> spec.	250
<i>Chaetoceros decipiens</i>	200
<i>Melosira nummuloides</i>	50
(<i>Lycophora</i>)	250
Verschiedene Diatomeen	300
<i>Coelosphaerium dubium</i>	2500
<i>Lyngbya contorta</i>	350
<i>Merismopedia</i>	50
<i>Oocystis pelagica</i>	150
<i>Gymnodinium</i>	300
Summe in 1 Liter	7100

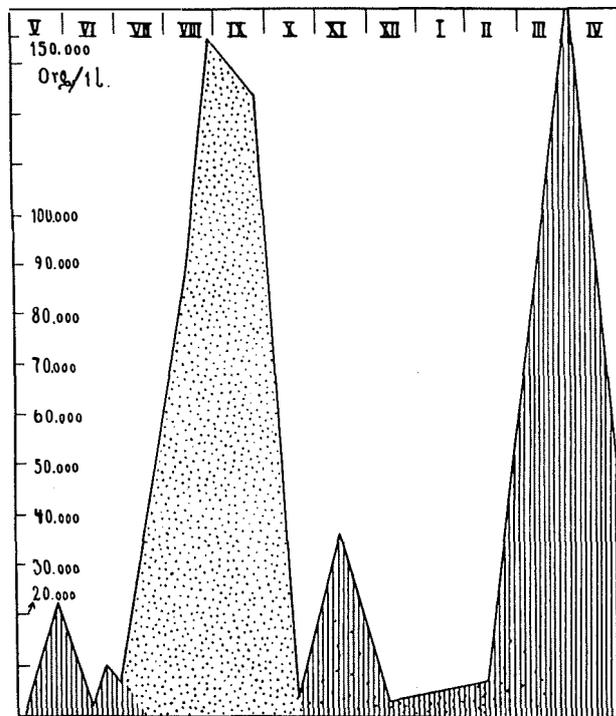


Abb. 25. Der Planktongehalt im Hiddenseer Bodden.
Punktiert — Cyanophyceen, schraffiert — Diatomeen.

Wenn wir die Planktonfolge der Hiddenseer Bodden mit der des Greifswalder Boddens vergleichen, so läßt sich eine weitgehende Übereinstimmung nicht verkennen. Dort wie hier ist der Vorläufer und der Nachfolger der Blaualgen-Periode eine Hochproduktion der Kieselalgen.

Wie das Phytoplankton, so zeigt natürlich auch das Zooplankton eine gewisse Periodizität in seiner Entfaltung. Im zeitigen Frühjahr, schon im Februar, beginnen sich verschiedene Tintinniden (*Tintinnopsis parva*, *tubulosa*, *beroidea*, *Leprotintinnus*

bottnicus) zu entwickeln und erreichen auch stellenweise hohe Produktionsziffern. (Am 6. Mai 1932 fand ich 230 Tintinniden im Liter, am 11. Juni 200, am 28. Juni 600.) Dann tritt, wenigstens in den tieferen Gewässerteilen, ein starker Abfall dieser Protozoen ein, die sich jetzt nur mehr in ruhigen Buchten in größerer Zahl vorfinden. So zählte ich am 11. August 1932 im Wieker Bodden noch 200 *Helicostomella* und 100 *Leprotintinnus*, während am 15. August im Schaproder Bodden nur mehr zwei bis drei Exemplare von *Tintinnopsis campanula* gezählt werden konnten. Hier hatten sich nämlich inzwischen andere Formen in größerer Menge entwickelt. August ist der Monat, in dem Larven von Lamellibranchiaten und Gastropoden ihr Maximum erreichen. Dazu kommen noch die verschiedenen Arten von Anuraea, ausgewachsene Calanoiden (*Acartia longiremis*), einige Arten von Cladoceren usw. (*Evadne Nordmannii*, *Podon polyphemoides*, *Bosmina*).

Der Reichtum des tierischen Planktons verschwindet sehr rasch wieder aus dem Hiddenseer Bodden. Schon Ende September und Oktober folgt auf das sommerliche Maximum ein ausgesprochenes Minimum an Zooplankton. Nur Rotatorien, vertreten namentlich durch *Synchaeta*-Arten, *Anuraea tecta* und *aculeata* und *Asplanchna priodonta* überdauern die kalte Jahreszeit.

Im stark vereinfachten Schema würde sich der Jahreszyklus der Planktontiere also etwa aus drei Teilen zusammensetzen: 1. aus einer Tintinniden-Periode (Frühjahr), 2. aus dem Vorherrschen von Larvenstadien und aus Cladoceren und Calanoiden und 3. aus einer Rotatorienperiode. Natürlich darf nun keineswegs daraus geschlossen werden, daß diese Gruppen nur in ihrer Periode zu finden sind und in anderen fehlen. Nur ihre Bedeutung in der prozentualen Zusammensetzung des Planktons ist verschieden und nur diese kann in dem Schema ausgedrückt werden.

Wie bereits erwähnt, kommt aus dem Strelasund ein Zustrom nährstoffreichen Wassers. Dies drückt sich nun besonders deutlich auch in dem stark erhöhten Planktongehalt aus. Im Frühjahr finden sich im westlichen Teil des Greifswalder Boddens sowie im Strelasund bis hinauf zum Beginn des Kubitzer Boddens oft mehr als eine Million Kieselalgen im Liter (gegenüber 10000 bis 300000 in den Hiddenseer Bodden.)

Während der Sommermonate tritt im Greifswalder Bodden in der Regel Wasserblüte auf, hervorgerufen durch *Anabaena flos aquae*. Dieses Zeichen höchster Eutrophie fehlt den Hiddenseer Bodden vollkommen, doch es konnte am 15. August 1932 sehr schön das Auskeilen dieser Erscheinung in die Hiddenseer Bodden hinein festgestellt werden.

Ort	Greifsw. B.	Strelasund	Kubitzer B.	Höhe Gellen	Schaproder B.	Vitter B.
<i>Anabaena</i> fl.	Wasserblüte	Wasserblüte	1500	1786	20	0

C. Die Jasmunder Bodden.

Die im letzten Kapitel behandelten Gewässer waren die eigentliche Übergangszone zwischen Meer und Binnengewässer, ihre Erforschung ein Mittelding zwischen Ozeanographie und Limnologie. Der Kreislauf von Nährstoff zum Organismus und wieder zurück zum Nährstoff war kein geschlossener, eine enge limnologische Abhängigkeitsbeziehung war nur selten erkennbar.

Nun aber, bei Betrachtung der Jasmunder Bodden hat die Entwicklung der Lebensgemeinschaft die limnologische Stufe erreicht. Noch sind die Gewässer salzig, ja im Großen Jasmunder Bodden ist der Salzgehalt nur wenig geringer als in der Ostsee, noch ist eine Verbindung mit den Hiddenseer Bodden und folglich mittelbar auch mit der Ostsee vorhanden, doch jeder Einfluß der Meeresströmungen ist ausgeschaltet, das Gewässer ist ein in sich geschlossenes System geworden, aus dem „Bodden“ ist ein „Binnensee“ entstanden.

Gemäß seiner geringen Durchschnittstiefe (etwa 6 m) ist der Große Jasmunder Bodden als eutrophes Gewässer, der Kleine Jasmunder Bodden aber ist schon eher als hypertrophes Wasserbecken anzusprechen. Jedoch müssen wir uns darüber klar sein, daß es sich in beiden Fällen um disharmonisch eutrophe Typen handelt, da ja der hohe Chlorgehalt den Chemismus gegenüber dem gewöhnlicher Binnenseen einseitig verzerrt. Wir werden also erwarten müssen, daß sich diese disharmonische Eutrophie in ihrer charakteristischen Weise offenbart, daß also manche Organismengruppen zu enormer Entfaltung gelangen, anderen dagegen wieder vollständig fehlen oder nur eine verschwindend geringe Rolle spielen. Im folgenden soll der große und der kleine Bodden gemeinsam behandelt werden, weil sie einerseits zu viel Ähnliches haben und — wenn auch in verschieden hohem Grade — demselben Typus angehören, andererseits darum, weil gerade die Unterschiede am deutlichsten hervortreten, wenn sie eng nebeneinander betrachtet werden.

Die Thermik.

Im allgemeinen wird natürlich von den thermischen Verhältnissen der Jasmunder Bodden Ähnliches gelten, wie von denjenigen der Hiddenseer Bodden. Gemäß ihrer geringeren Wassermasse werden aber die Extreme stärker ausgeprägt sein als in der Ostsee. Dies mag durch ein paar Beispiele belegt werden:

Oberflächentemperatur	Ostsee	Großer Jasmunder Bodden	Kleiner Bodden
am 21. Juli 1932	17,5	20,0	21,1
am 17. Oktober 1932	10,2	10,5	9,3
am 7. Dezember 1932	6,5	3,1	2,5
am 19. Februar 1933	1,4	0,0	—0,1
am 5. April 1933	3,5	6,2	6,8

Die vertikale Temperaturschichtung war während des ganzen Jahres minimal. Es gab also keine Sprungschicht. Die Temperaturabnahme bis in die Tiefe von 7—8 m betrug im Durchschnitt von etwa 10 Bestimmungen 0,7° C. Im Dezember war die Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche und den Bodenschichten in beiden Bodden nur 0,1° C.

Über die Dauer der Eisbedeckung ließ sich leider nichts ermitteln, doch läßt sich mit Bestimmtheit sagen, daß diese Periode in den Jasmunder Bodden keineswegs kürzer, sehr wahrscheinlich jedoch länger dauert als in den Hiddenseer Bodden. Dafür spricht, daß die durchschnittliche Tiefe der Hiddenseer Bodden wegen der vielen seichten Buchten eine geringere ist als in den Jasmunder Bodden.

Der Sauerstoff

Wegen des enormen Reichtums an Phytoplankton, der fast das ganze Jahr über anhält, sind die Oberflächenschichten der beiden Bodden stets in hohem Grade mit Sauerstoff übersättigt. Im kleinen Bodden werden oft 140% Sättigung erreicht. In der Tiefe findet aber eine sehr rasche Abnahme statt, doch kann der Grad dieser Abnahme nach Ort und Zeit verschieden sein. Vergleichen wir z. B. drei Stellen (I, II, III) im Großen Jasmunder Bodden, an welchen am 22. Juli 1932 die O₂-Schichtung bestimmt wurde, so sehen wir recht auffallende Unterschiede.¹⁾

I			II			III			IV			V		
m	O ₂ mg	O ₂ %	m	O ₂ mg	O ₂ %	m	O ₂ mg	O ₂ %	m	O ₂ mg	O ₂ %	m	O ₂ mg	O ₂ %
0	9,45	115.	0	8,69	101	0	10,15	118	0	12,3	138	0	12,3	138
7	6,59	77	4	9,44	110	4,5	8,66	100	4,5	7,38	84	2	10,79	121
			8	1,58	17							4,50	1,48	16

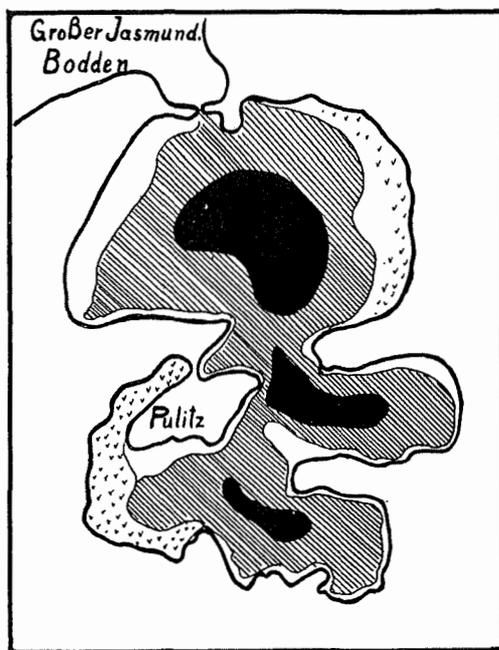


Abb. 26. Bodenbeschaffenheit des Kleinen Jasmunder Bodden (nach SCHIEMENZ). □ Sand, ▨ Bewuchs, ▩ schlammiger Sand, ■ schwarzer Schlamm.

organogene Schlamm hauptsächlich in der Tiefe der drei großen Mulden anzusammeln. Nachprüfung dieser Verhältnisse sowie Untersuchungen über die Zusammensetzung der Bodenflora und -fauna wären besonders erwünscht und erfolgversprechend. Der starke Sauerstoffschwund im Tiefenwasser ist aber nicht nur hori-

Auch an verschiedenen Stellen des Kleinen Boddens finden wir ähnliche Unterschiede, wie Bestimmungen bei St. IV und V am selben Tage beweisen. In den tieferen Mulden im großen Bodden bei 8 m, im kleinen bei 5 m, nimmt die Sauerstoffspannung sehr rasch ab und zeigt am Boden nur mehr 16—17%; dies entspricht in jeder Hinsicht der O₂-Verteilung in einem eutrophen See. Die örtlichen Verschiedenheiten werden wir zwanglos damit erklären können, daß eben nur in den tieferen Mulden das verwesende Material zusammengeschwemmt wird, und daß infolgedessen nur dort sauerstoffzehrende Prozesse in größerem Umfange vorsichgehen. Leider wissen wir über die Bodenbeschaffenheit in den Jasmunder Bodden noch sehr wenig. Nach älteren Untersuchungen von SCHIEMENZ habe ich in Abb. 26 ein Übersichtsbild über die verschiedenen Bodenarten des kleinen Boddens gezeichnet. Danach scheint sich der

¹⁾ Die Lage der Stationen I—V ist aus der Übersichtskarte ersichtlich.

zontal-räumlich beschränkt, sondern er stellt auch zeitlich einen seltenen Zustand dar. Zumeist wird die Wassermasse durch die — in Küstengebieten erhöhte — Windgeschwindigkeit ständig durchmischt, so daß es zu keiner Stagnation kommen kann. Dies aber hat zur Folge, daß die Regeneration der Nährstoffe aus dem absinkenden Organismenmaterial das ganze Jahr hindurch erfolgen kann und die Planktonproduktion — falls diese nicht durch andere Faktoren entscheidend beeinflußt wird — keine großen Schwankungen im Jahreszyklus aufweisen wird.

Der Nährstoffgehalt der Jasmunder Bodden.

a) Die Phosphate und Nitrate. In Abb. 27 und 28 ist die Verteilung von N und P im Jahreszyklus der Wasseroberfläche wiedergegeben. Wir sehen daraus, daß in beiden Bodden das Phosphat (mit Ausnahme einer kurzen Zeit im Frühjahr) im Wasser fehlt oder bis auf ganz geringe Spuren aufgezehrt ist. Dieser Stoff wirkt also sicher produktionsbegrenzend als Minimumfaktor.

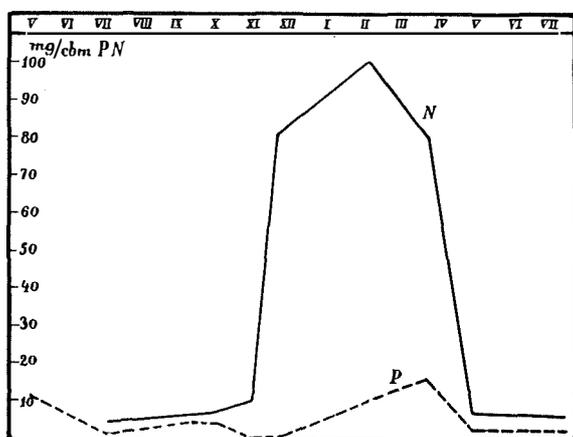


Abb. 27. Nitrat- und Phosphatgehalt im Großen Jasmunder Bodden in den Jahren 1932/33.

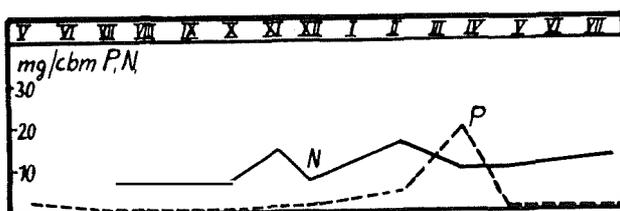


Abb. 28.

P- und N-Kurven im Kleinen Jasmunder Bodden (1932/33).

Die Nitratmenge war, gegenüber dem Phosphat immer etwas größer. Allerdings war der absolute Nitratgehalt im Sommer auch außerordentlich gering. Da als Stickstoffquelle für die Ernährung der Algen allerdings auch noch — das bisher nicht untersuchte — Ammoniak in Betracht kommt, dürfte den Nitraten in den Jasmunder Bodden nicht jene extrem produktionsbegrenzende Wirkung zukommen wie den Phosphaten¹⁾.

Auffällig verschieden verhalten sich die Nitratkurven im Winter. Während im Kleinen Bodden auch in dieser Jahreszeit die N-Mengen gering bleiben, steigen sie im Großen Bodden beträchtlich an. Dieser Anstieg ist jedoch sicher unabhängig

¹⁾ Zur Methodik der P- und N-Bestimmung ist zu sagen, daß die Phosphate mit dem gebräuchlichen kolorimetrischen Verfahren nach DENIGES-ATKINS vorgenommen wurde. (Blaufärbung bei Zugabe von Ammoniummolybdat-Schwefelsäure und Zinnchlorür; Erfäßbarkeitsgrenze 2—4 mg P in m³). Die Nitrate wurden nach HARVEY mit Strychninsulfat ebenfalls kolorimetrisch ermittelt. (Erfäßbarkeitsgrenze etwa 3—5 mg N in m³.)

von dem in der freien Ostsee, denn er beginnt früher (3—4 Monate) und dauert länger an als im Arkonabecken (vgl. Abb. 16). Woher die Unterschiede in den beiden Bodden kommen, kann heute noch nicht gesagt werden. Man ist versucht, im verschiedenen Salzgehalt eine verschiedene Beeinflussung der Nitrifikationsprozesse zu vermuten. Jedenfalls bietet die weitere Erforschung dieser Verhältnisse ein interessantes Problem.

In deutlicher Übereinstimmung mit den Temperaturverhältnissen zeigen auch die Minimumstoffe in der Regel keinerlei Schichtung. Die ganze Wassersäule hat zumeist in allen Tiefen fast den gleichen Gehalt an P und N. Wenn wir dies mit den Ergebnissen YOSHIMURA's an dem „Takāsuka-Pond“ vergleichen, wo sich schon in 6 m Tiefe Differenzen von mehreren hundert mg P nachweisen ließen, so wird uns abermals klar, welch' wichtiger Faktor die Windexposition des betreffenden Gewässers ist.

b) Die Kieselsäure. In ihrem Gehalt an SiO_2 unterscheiden sich die Jasmunder Bodden nicht so sehr durch die absolute Höhe der Werte vom Greifswalder und von den Hiddenseer Bodden, sondern vorwiegend dadurch, daß hier keine Zuflüsse stets neue Kieselsäuremengen einschwemmen. Darum ist auch die Erhöhung im Frühjahr nur geringfügig.

Si mg/m ³	19. 2. 1932	5. 4. 1932	7. 5. 1932	20. 7. 1932
Großer Jasmunder Bodden	1640	1725	1400	2160
Kleiner Jasmunder Bodden	1750	2340	1825	1170

Im Laufe des Sommers findet dann im Großen Bodden ein Anstieg, im Kleinen Bodden eine Abnahme der SiO_2 -Mengen statt, doch sind die Schwankungen geringer als im Hiddenseer Bodden.

Das Plankton¹⁾.

Betrachten wir zunächst die Liste der Formen im Anhang zu dieser Schrift, die wir bei den wiederholten Besuchen der Jasmunder Bodden finden konnten: Sie will natürlich ebenso wenig wie ihre Vorgänger Anspruch auf Vollständigkeit erheben, jedoch glaube ich, wenigstens die wichtigsten Arten erfaßt zu haben. Schon in der Anzahl dieser lassen sich einige hervorstechende Unterschiede gegenüber der Liste in den Hiddenseer Bodden feststellen. Ist dort das Verhältnis: Cyanophyceen zu Chlorophyceen zu Diatomeen = 10 : 6 : 40, so entspricht das Artenverhältnis in den Jasmunder Bodden der Proportion 13 : 23 : 10. Die Artenzahl der Grünalgen ist also bedeutend gestiegen, dafür aber sind statt 40 Spezies der Kieselalgen nur noch 10 vorhanden.

In der Zusammensetzung des Planktons weisen die beiden Bodden eine Reihe von Verschiedenheiten auf, deren Ursache im Salzgehalt zu suchen ist. So beherbergt der Große Bodden noch eine Reihe von Formen, die aus der Ostsee stammen (*Aurelia aurita*, *Leptotintinnus bottnicus*, *Tintinnopsis beroidea*), während der Kleine Bodden eine Anzahl von Planktonarten führt, die für Süßwässer charakteristisch sind (*Lepto-*

¹⁾ Über die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaft der Bodenorganismen (Benthos) der Jasmunder Bodden sowie der Darßer Binnengewässer ist noch so wenig Sicheres bekannt, daß ich mich in dieser Schrift auf die Charakterisierung des Planktons beschränken muß.

dora kindtii, *Chydorus sphaericus*). Zur Zeit der Abfassung dieser Arbeit findet auch die Einwanderung der Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*) in die Jasmunder Bodden statt. Dieses aus Japan stammende Tier gedeiht schon seit längerer Zeit in den Stettiner Gewässern und hat seinen Weg durch den Greifswalder und auch durch die Hiddenseer Bodden nun in die Rügensch Binnengewässer gefunden. Den ersten Fund meldete aus dem Lebbiner Bodden die Rügensch Zeitung vom 4. April 1933. Es wäre interessant, weitere Feststellungen zu verfolgen.

Die quantitative Entwicklung des Planktons.

Die bedeutenden Unterschiede in der Produktion der beiden Binnengewässer tritt erst voll zutage, wenn man die Quantität des produzierten Planktons vergleicht. Da zeigt sich nämlich, daß die Produktionshöhe im kleinen Bodden 20—50fach größer ist als im großen Bodden. Den Hauptanteil am Plankton haben Cyanophyceen und Chlorophyceen vom Nannotyp, welche, wenigstens im kleinen Bodden, während des ganzen Jahres in enormen Mengen das Wasser besiedeln. Zu allen Jahreszeiten ist das Wasser ein dicker grüner Brei, in dem die Senkscheibe schon nach wenigen dm verschwindet. In den Wintermonaten konnte in beiden Bodden ein Abfall der Planktonkurve konstatiert werden, welcher sich im großen Bodden auch in einem leichten Anstieg der Sichttiefe ausdrückte. Im zeitigen Frühjahr kommt es dann wieder zu einem steilen Ansteigen der Produktionskurve (Abb. 29). Gegenüber den Hiddenseer Bodden unterscheidet sich die Planktonproduktion der Jasmunder Bodden dadurch, daß hier kein Wechsel zwischen Kieselalgen- und Blaualgen-Periode eintritt. In den Jasmunder Bodden spielen die Kieselalgen das ganze Jahr hindurch, sowohl der Art als auch der Anzahl der Individuen nach, stets eine sehr untergeordnete Rolle.

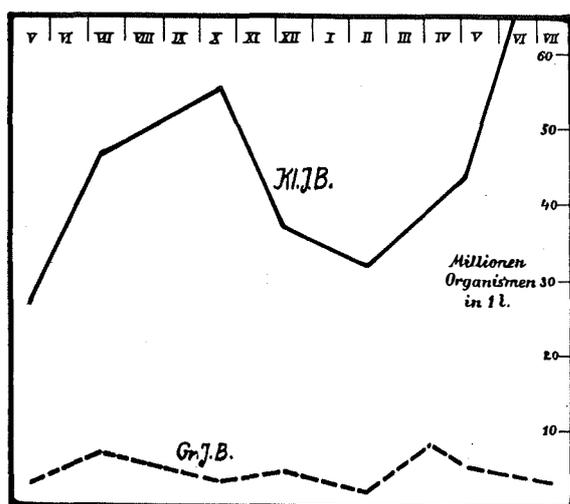


Abb. 29. Kurven der Planktonproduktion in den beiden Jasmunder Bodden während der Jahre 1932/33.

Die Sichttiefe.

Die in folgender Zusammenstellung wiedergegebenen Sichttiefen (cm) sind ein gutes Negativbild zu der Produktionskurve des Planktons.

Sicht im	Juli 32	Okt. 32	Dez. 32	Febr. 33	April 33	Mai 33	Juli 33
Gr. Jasm. B.	100	140	200	140	120	150	90
Kl. Jasm. B.	40	35	60	40	50	40	40

Die Übergangszone.

Die Schilderung der Planktonlebensgemeinschaft der Jasmunder Bodden hat ein Bild ergeben, welches nach Art und Zahl in jeder Hinsicht von dem der Hiddenseer Bodden verschieden ist. Wir werden aber noch einen tieferen Blick in die ökologischen Abhängigkeitsbeziehungen tun können, wenn wir die Grenzen aufsuchen, wo sich die beiden Lebensbezirke berühren. Wir wissen nun zwar, daß die Lebensgemeinschaft der Jasmunder Bodden ihr Entstehen dem Umstand verdankt, daß diese Gewässer weitgehend vom Meere abgeschnürt sind, doch ist dies ja zunächst nur der Anlaß, daß sich dadurch eine Reihe hydrographischer Faktoren ändert, welche ihrerseits wieder die Zusammensetzung der Organismenwelt beeinflusst.

Die erste Frage hat also zu lauten: Wo liegt die Grenze der Lebensgemeinschaft; fällt diese mit der topographischen (bei der Wittower Fähre) zusammen oder ist sie gegen diese verschoben?

Man kann diese Frage auf der Fahrt durch die Breeger und Breetzer Bodden allein unter Zuhilfenahme der Senkscheibe beantworten. Während nämlich im ganzen großen Gebiet des Gr. Jasmunder Bodden die Sichttiefe höchstens um 1—2 dm schwankt, steigt die Sichttiefe in dem langen Wasserkanal, welcher zum Ausgang führt, von ca. 1 m auf 4 m. Innerhalb weniger km findet ein Anstieg von mehr als dem Doppelten der Durchsichtigkeit statt. Natürlich ist diese Veränderung durch ein Abnehmen des Planktongehaltes bedingt, wie sich dies auch in der Durchzählung der Wasserproben erweisen läßt (Abb. 30). Wenn wir weiter nach den Ursachen dieses starken Abfalles der Planktonkurve fragen, so sehen wir, daß die Abnahme der Planktonmenge mit einem Anstieg des Salzgehaltes zusammenfällt.

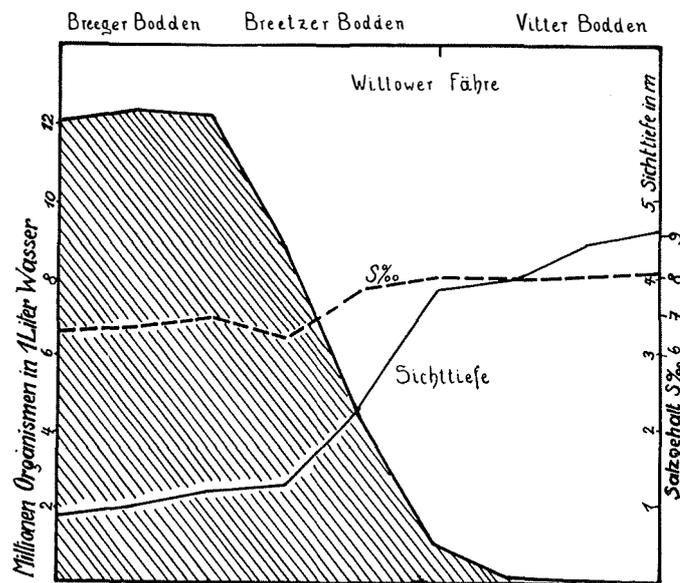


Abb. 30. Beziehung zwischen Sichttiefe, Salzgehalt und Planktonmenge (in der Hauptsache *Microcystis* und *Lyngbya*) im Übergangsgebiet.

Genau an der Stelle, wo der Salzgehalt von etwa 6,7‰ auf 7,7‰ ansteigt, sehen wir das rapide Abfallen der Planktonkurve. Wir können also mit vollster Sicherheit sagen, daß zwischen der Abnahme des Planktons und dem Anstieg des Salzgehaltes um etwa 1‰ eine unverkennbare Beziehung besteht. Aber welcher Art ist diese?

Bei genauer Analyse finden wir, daß dieser Fall geradezu ein klassisches Beispiel ist für die Wirkungsweise eines ökologischen Faktors. Die Bedeutung des Salzgehaltes ist nämlich eine doppelte. 1. Er wirkt direkt und bedingt eine Veränderung in der Artenzusammensetzung. Der Salzgehalt von 7,5‰ ist also der osmotische Grenzwert für die meisten der kleinen Blaualgen, die in den Jasmunder Bodden die geschilderte dominante Stellung einnehmen. Viele der angeführten Arten finden wir ja nicht oder nur ganz sporadisch in den Regionen höheren Salzgehaltes, was eben nur durch die direkte Wirkung dieses Stoffes erklärt werden kann. Damit ist nun zwar begreiflich, daß in den Jasmunder Bodden so viele andere Arten vorkommen; nicht geklärt ist aber, wieso die Artenzahl dort um das Tausendfache ansteigen kann. Dies aber führt uns zur zweiten Bedeutung des Salzfaktors. 2. Die Veränderung des Salzgehaltes wirkt als Indikator dafür, daß sich der ganze Chemosismus, in erster Linie natürlich der Nährstoffgehalt, geändert hat. Während sich der NaCl-Gehalt nur um 1‰ verschoben hat, ist der Nährstoffgehalt vielleicht um das 100fache gestiegen. Nachweisbar ist fürs erste aber nur die so geringe Salzgehaltsänderung, da die Nährstoffe von den Organismen aufgebraucht worden sind¹⁾.

D. Die Gewässer des Darß.

Südlich der langen Nehrungen, welche die verschiedenen Inselkerne des Darßer Gebietes verbinden, dehnt sich in labyrinthartiger Vielfältigkeit das System der Darßer Binnenwässer aus, wohl das komplizierteste aber auch das interessanteste Brackwassergebiet der vorpommerschen Küste. Leider ist sein Zugang gerade von der Hiddenseer Station nicht schnell genug zu erreichen, als daß ich Untersuchungen zu allen Jahreszeiten hätte ausführen können wie auf Rügen. Da meine Proben nur vom Sommerhalbjahr stammen, besitzen die daraus gewonnenen Resultate nur Vergleichswert. Doch gerade in diesem sehe ich das Wesentliche und Wichtige, denn da sich zeigte, daß die geologische Entstehung ganz analog derjenigen der Rügenschens Nehrungsseen verlaufen ist, entstand von selbst die Frage, ob sich denn die hydrographischen und biologischen Veränderungen in ähnlicher Weise vollzogen hätten.

Am überzeugendsten tritt die Übereinstimmung der beiden Brackwassersysteme hervor, wenn man die Formenlisten miteinander vergleicht. Diese sei deshalb hier an den Anfang gestellt.

¹⁾ Ich glaube, daß diese doppelte Rolle, welche hier der Salzgehalt spielt, auch bei vielen anderen ökologischen Faktoren wiedergefunden werden kann. Meistens finden sich in der Natur ja viele Vorgänge miteinander gekoppelt, so daß wir von einem sicher auch auf andere schließen dürfen, auch wenn diese anderen nicht direkt nachweisbar sein sollten. So muß denn jede ökologische Forschung darauf abzielen, zu untersuchen, worin die direkte Wirkung des betreffenden Faktors besteht und wo dieser nur als Indikator für andere Vorgänge dient.

	Grabow	Rarther Bodden	Bodstedt. Bodden	Saaler Bodden
<i>Chaetoceros decipiens</i>				
<i>Surirella striatula</i>				
<i>Melosira nummuloides</i>				
<i>Achnanthes brevipes</i>				
<i>Pleurosigma angulatum</i>				
Gastropoden-Larven				
Lamellibranchier-Larven				
<i>Tintinnopsis beroidea</i>				
<i>Tintinnopsis parva</i>				
<i>Leprotintinnus bottnicus</i>				
<i>Thalassiosira baltica</i>				
<i>Dinophysis ovum</i> v. <i>baltica</i>				
<i>Podon polyphemoides</i>				
<i>Dictyosphaerium</i>				
<i>Nitzschia Closterium</i>				
<i>Acartia</i> spec.				
<i>Lynghya contorta</i>				
<i>Lynghya limnetica</i>				
<i>Chroococcus limneticus</i>				
<i>Coelosphaerium Kützingian.</i>				
<i>Microcystis flos aquae</i>				
<i>Microcystis elabens</i>				
<i>Microcystis viridis</i>				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>				
<i>Scenedesmus quadricauda</i>				
<i>Scenedesmus acuminatus</i>				
<i>Scenedesmus obliquus</i>				
<i>Oocystis crassa</i>				
<i>Oocystis submarina</i>				
<i>Nitzschia punctata</i>				
<i>Campylodiscus clypeus</i>				
<i>Merismopedia glauca</i>				
<i>Anuraea tecta</i>				
<i>Anuraea aculeata</i>				
<i>Anuraea cochlearis</i>				
<i>Brachionus bakeri</i>				
<i>Triarthra longiseta</i>				
<i>Nauplius</i>				
Calanoiden				
<i>Halteria</i>				
<i>Alona excisa</i>				
<i>Lecane luna</i>				
<i>Peridinium</i> spec.				
<i>Gymnodinium</i> spec.				
<i>Synedra acus</i>				
<i>Oscillatoria</i> spec.				
<i>Zygnema</i> spec.				
<i>Cyclops</i> spec.				
<i>Cydorus sphaericus</i>				
<i>Anabaena flos aquae</i>				
<i>Tabellaria fenestrata</i>				
<i>Pediastrum duplex</i>				
<i>Pediastrum Kawraiskiji</i>				
<i>Brachionus angularis</i>				
<i>Brachionus pala</i>				
<i>Bosmina longirostris</i>				
<i>Staurastrum gracile</i>				
<i>Chaetoceros Muellerei</i>				
<i>Chodatella Droscheri</i>				

Überblickt man diese Formenliste, so ist der erste Eindruck der, daß die Darßer Gewässer viel artenärmer seien als die Brackwässer Rügens. Es ist darum notwendig, sofort darauf hinzuweisen, daß diese relativ geringere Artenzahl nur durch die spärlicheren Untersuchungen (etwa 7 Besuche) vorgetäuscht wird. In Wirklichkeit werden die Darßer Bodden eher reicher sein an Planktonformen als die Jasmunder Bodden, da sie in jeder Hinsicht vielfältiger sind als die doch ziemlich einheitlichen Gewässer Rügens. Die Formenliste hat infolgedessen nur den Wert, an Hand einiger der häufigsten Arten zu zeigen, wie sich die Zusammensetzung von der Grabow gegen den Saaler Bodden langsam verschiebt, indem die aus den Hiddenseer Bodden bekannten Planktonarten ersetzt werden durch Brackwasserformen zweiten Grades, die meist denen der Jasmunder Bodden entsprechen, und wie dann schließlich in dem Saaler Bodden sich schon eine Reihe typischer Süßwasserarten einstellen. Die Liste zeigt kaum Organismen, welche nicht in den Jasmunder Bodden gefunden wurden, wohl aber vermissen wir eine ganze Anzahl von Formen, die dort auftreten.

Die quantitative Planktonbesiedlung.

Um eine Übersicht über die Produktionshöhe der einzelnen Boddenabschnitte zu erhalten, sollen diese nun auch quantitativ miteinander verglichen werden. Zwar entstammen die hier nebeneinandergestellten Zählprotokolle verschiedenen Zeiten (alle Angaben von dem Grabow stammen vom 4. Juli 1932, die Zahlen aus dem Bodstedter und Saaler Bodden vom 3. August 1933), doch ich glaube, daß die Zahlen trotzdem einigermaßen miteinander vergleichbar sind, da wir ja von den Jasmunder Bodden her wissen, daß sich während des Sommers in quantitativer Hinsicht wenig ändert.

	Grabow	Barther Bodden	Bodstedter Bodden	Saaler Bodden
<i>Microcystis + Coelosphaerium</i>	3000000	3700000	72000000	160000000
<i>Lyngbya contorta</i>	250000	250000	14000000	18000000
<i>Lyngbya limnetica</i>	—	—	—	2000000
<i>Merismopedia glauca</i>	2500000	100000	400000	2000000
<i>Synedra acus</i>	—	200000	80000	8400000
<i>Pleurosigma spec.</i>	—	—	300	100
<i>Leprotintinnus bottnicus</i>	700	—	—	—
<i>Scenedemus spec.</i>	—	—	—	8400000
<i>Halteria</i>	—	—	20000	300
<i>Anuraea cochlearis</i>	100	900	1800	2000
<i>Brachionus bakeri</i>	100	250	1600	300
<i>Brachionus pala</i>	—	—	—	1000
<i>Alona excisa</i>	—	50	150	300
versch. Chlorophyceen	—	750000	540000	—
Summe der Org. in 1 l	3500900	5001200	87043850	198804000

Mit voller Deutlichkeit kommt in dieser Tabelle zum Ausdruck, wie die Planktonproduktion mit zunehmender Aussüßung ansteigt,

um im Saaler Bodden ein Maximum zu erreichen, welches selbst die hohen Produktionszahlen des Kleinen Jasmunder Boddens weit übertrifft. Wir dürfen diese Erhöhung der Produktionskraft als Folge des Nährstoffzuströmes bei Ribnitz im Saaler Bodden betrachten. Alle Nährstoffe, welche jahresjahrein mit dem Flußwasser in den Saaler Bodden gelangen, werden hier sofort von den Organismen eingefangen und zurückgehalten, so daß im Laufe der Jahrtausende jener Grad der Eutrophierung zustande gekommen ist, welcher zur Folge hat, daß die Darßer Binnengewässer durch ihr dickes grünes Wasser jedem auffallen, und daß die Senkscheibe bereits nach wenigen dm unsichtbar wird.

Über die jahreszeitliche Verteilung der Planktonformen läßt sich bisher nur sagen, daß hier ebenso wie in den Jasmunder Bodden die Blaualgen das ganze Jahr hindurch absolut dominant sind und daß ein Frühjahrsmaximum der Kieselalgen fehlt. Dadurch unterscheiden sich die Darßer Gewässer ebenso wie die Rügenschenschen Binnengewässer grundsätzlich von den Hiddenseer und dem Greifswalder Bodden.

Der Chemismus.

mg/cbm	Grabow	Barther Bodden	Bodstedter Bodden	Saaler Bodden
P	11	9	0	0
N(NO ³)	36	37	30	15
N(NO ₂)	?	?	1,0	0
Si(SiO ₂)	?	?	2340	3276
Na Cl ‰	5,85	4,387	5,174	2,223
O ₂ (mg l)	9,52	7,92	—	—
PH	8,1	7,6	8,1	8,6

Das übereinstimmende Verhalten der Jasmunder Bodden und der Darßer Gewässer hinsichtlich ihrer Produktionsbiologie findet im Chemismus des Wassers sein Gegenstück. Hier wie dort verschwindet mit ansteigendem Planktongehalt das Phosphat vollständig aus dem Wasser; hier wie dort ist Nitrat in einer etwas größeren Menge im Wasser enthalten, so daß es nie vollständig aufgezehrt werden kann, trotzdem es auch mit dem Produktionsanstieg abnimmt. Mit der Tiefe läßt sich in der Regel ein Ansteigen von P und N um 3—8 mg nachweisen.

Die in oben stehender Zusammenstellung wiedergegebenen Zahlen gelten ausschließlich für das freie, von der Litoralzone unbeeinflusste Wasser. In der Uferzone werden zum Teil andere Verhältnisse auffindbar sein, hervorgerufen durch die mannigfachsten lokalen Einflüsse. In der Regel werden wir hier einen etwas höheren Gehalt an Nährstoffen antreffen. So konnte am 4. August 1932 in der Litoralzone des Bodstedter Boddens (bei Wiek) ein P-Gehalt von 17 mg und eine entsprechende Erniedrigung der Nitrate auf 6 mg festgestellt werden, im Saaler Bodden ein Gehalt von 14 mg P und 17 mg N.

Die Kieselsäure zeigt wie in den Jasmunder Bodden auch hier eine erhebliche Zunahme bei fallendem Salzgehalt. Unzweifelhaft deutet dies darauf hin, daß durch Süßwasserzuström stets große Mengen von Silizium dem Meere zugeführt werden.

Der Sauerstoffgehalt entspricht ganz den Verhältnissen auf Rügen. Meist sind die Oberflächenschichten gesättigt oder häufiger weit übersättigt. Das Sauerstoffdefizit in der Tiefe ist nur gering und beträgt, wenn überhaupt vorhanden, meist nicht mehr als 20–30%. Nur in einem einzigen Falle fiel der O_2 -Gehalt von ca. 100% an der Oberfläche auf 34% in 3m Tiefe. Es ist wahrscheinlich, daß ebenso wie auf Rügen auch hier lokale Unterschiede im Gewässergrund dafür verantwortlich sind.

Das Übergangsgebiet.

Brauchten wir in dem Breeger Bodden nur die Senkscheibe, um zu erkennen, wo die beiden Wasserarten aneinandergrenzen, so benötigen wir hier in den Darßer Gewässern nicht einmal diese und können schon mit freiem Auge die Front feststellen, an der zwei Wasserkörper aneinanderstoßen. Es war auf der Fahrt am 6. Juli 1932, als uns bei der Durchquerung des Grabow auffiel, daß sich innerhalb weniger hundert Meter plötzlich die Wasserfarbe vollständig geändert hatte. Das trübe undurchsichtige Braun-Grün des Barther Bodden ging fast unmittelbar in ein durchsichtiges Blau über¹⁾. In Abb. 31 sehen wir nun im einzelnen, wie sich dabei die hydrographischen

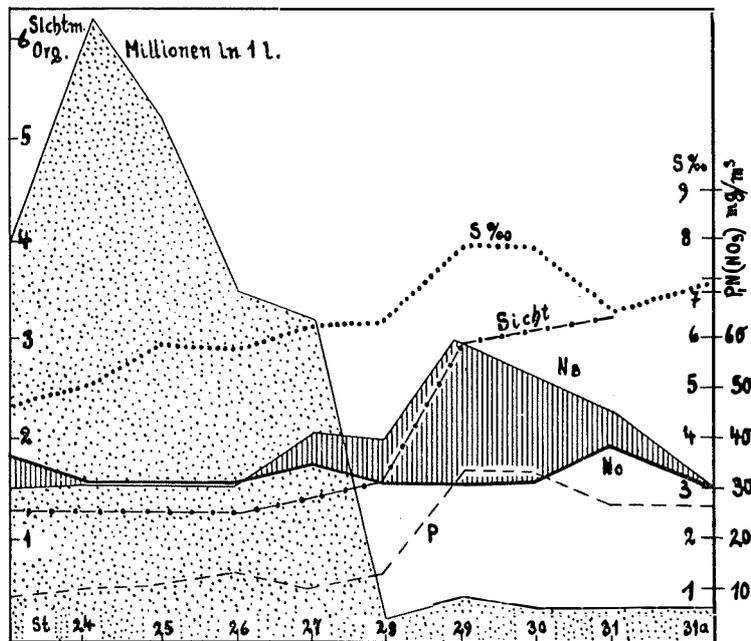


Abb. 31. Das Übergangsgebiet der Darßer Gewässer.
(Die Lage der Stationen ist auf der Karte ersichtlich.)

Faktoren ändern. Genau wie im Übergangsgebiet zu den Jasmunder Bodden, finden wir auch hier wieder ein jähes Absinken der Planktonkurve bei einem Anstieg des Salzgehaltes von 6,5 auf 7,5‰ (als S‰). Dem entspricht ebenso ein Anstieg der Durch-

¹⁾ Es mag hier erwähnt sein, daß das abgesetzte Plankton der Darßer Bodden deutlich brauner erscheint als das der Rügenschens Binnengewässer. Diese Tatsache, für die eine Erklärung bisher fehlt, ist der Grund, weshalb die Wasserfarbe des Jasmunder Bodden grün, die der Darßer Bodden braun-grün ist. Nähere Untersuchung wäre sehr wünschenswert.



Abb. 32. Ausschnitt aus der Karte: „Duratus Pomerania Citerioris et Ulterioris . . . Descriptio geographica Aere expressa a Tob. Conrado Lottero Geographo Aug. Vind.“ Um 1760. (Provinzialmuseum Stralsund.)

und dem des Bodens (Nb). Diese Differenz ist dort am größten, wo wir auch theoretisch das meiste abgestorbene Planktonmaterial vermuten würden.

E. Der Schmachter See.

Zum Abschluß soll noch kurz auf den Schmachter See bei Binz hingewiesen werden, da er das Endstadium in der Entwicklung vom Meer zum Binnensee darstellt. Naturgemäß geht die Aussüßung bei so kleinen Wasserbecken, wie dem Schmachter See, viel rascher als etwa bei den großen Rügenschcn Binnengewässern und hat auch in unserem Falle sicher nur wenige Jahrhunderte gedauert. Alte Karten zeigen an Stelle dieses Binnensees noch eine offene Meeresbucht (Abb. 32). Ein Übergangsstadium zur völligen Aussüßung stellt der Selliner See dar. Die außerordentlich starken Salzgehaltsschwankungen, auf die bereits hingewiesen wurde, bedingen erstens die Artenarmut dieses Sees¹⁾, erklären aber auch — als Indikator des starken Wasserwechsels — seine geringe Eutrophie.

¹⁾ Im Selliner See konnten bisher folgende Planktonformen festgestellt werden:

Melosira nummuloides
Surirella striatula

Pleurosigma spec.
Synecra acus

Navicula spec.
Tabellaria fenestrata

sichtigkeit um das Doppelte. Interessant ist nun das Verhalten der Minimumstoffe. Die Abnahme des Planktongehaltes ist nämlich gefolgt von einer bedeutenden Zunahme der Phosphate. Dies zu erklären gibt es zwei Möglichkeiten: Entweder man nimmt an, daß die Phosphate hier nicht mehr aufgebraucht werden können, da der zu hohe Salzgehalt eine Massenentwicklung der Blaualgen verhindert, oder man sieht in dem erhöhten P-Gehalt die Folge der hier massenhaft absterbenden Planktonorganismen.

Die Verteilung der Nitrate unterscheidet sich insofern von der der Phosphate, als wir hier in den oberflächlichen Schichten kaum einen Anstieg bemerken. Dieser findet sich jedoch in der Tiefe, was unbedingt dafür spricht, daß es sich um Zersetzungsprodukte handelt, welche aus Organismen stammen, die wegen des erhöhten Salzgehaltes abgestorben und zu Boden gesunken sind. Die in der Abb. 31 schraffierte Fläche veranschaulicht die Differenz zwischen dem Nitratgehalt der Oberfläche (No)

Durch den völligen Abschluß vom Meer ist im Schmachter See wieder große Ausgeglichenheit und damit starke Eutrophie eingetreten. Diese Eutrophie äußert sich aber hier im echten Binnensee nicht mehr im extremen Vorherrschen weniger Gruppen, sondern in der harmonischen Aufeinanderfolge von Planktonhochproduktionen, die von Volvocalen, Diatomeen, Cyanophyceen und Chlorophyceen gebildet werden. Von dem Seeboden hat eine reiche Flora von Ceratophyllum, Myriophyllum, Potamogeton u. a. Besitz ergriffen.

In folgender Liste, die die häufigsten Vertreter des Planktons zusammenstellt, kommen die großen Unterschiede in der qualitativen Zusammensetzung deutlich zum Ausdruck, die weit größer sind als die der anderen, hier behandelten Gewässer.

<i>Stephanodiscus astraea</i>	<i>Microcystis Holsatica</i>	<i>Gymnodinium spec.</i>
„ <i>Hantzschii</i>	<i>Lyngbya contorta</i>	<i>Coleps, Halteria, Arcella</i>
<i>Fragilaria crotonensis</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Codonella lacustris</i>
<i>Melosira granulata</i>	<i>Alonella spec.</i>	<i>Pedalion spec.</i>
<i>Synedra ulna</i>	<i>Chydorus sphaericus</i>	<i>Brachionus pala</i>
<i>Nitzschia acicularis</i>	<i>Cyclops spec.</i>	<i>Notholca longispina</i>
<i>Navicula spec.</i>	Nauplius-Larven	<i>Anuraea cochlearis</i>
<i>Pediastrum boryanum</i>	<i>Closterium parvulum</i>	„ <i>aculeata</i>
„ <i>duplex</i>	<i>Staurastrum gracile</i>	„ <i>tecta</i>
<i>Tetraedron hastatum</i>	<i>Cosmarium cylindricum</i>	<i>Asplanchna priodonta</i>
„ <i>var. palatinum</i>	<i>Eudorina elegans</i>	<i>Synchaeta pectinata</i>
<i>Kirchneriella lunaris</i>	<i>Pandorina morum</i>	<i>Polyarthra platyptera</i>
<i>Dictyosphaerium</i>	<i>Gonium pectorale</i>	<i>Scenedesmus quadricauda</i>
<i>Ehrenbergianum</i>	<i>Chlamydomonas spec.</i>	„ <i>acuminatus</i>
<i>Chodatella longiseta</i>	<i>Phacus spec.</i>	<i>Actinastrum Hantzschii</i>
<i>Coelosphaerium dubium</i>	<i>Synura uvella</i>	<i>var. fluviatile</i>
<i>Merismopedia tenuissima</i>	<i>Dinobyon divergens</i>	<i>Ererella bornhemiensis</i>
<i>Microcystis pulveraea</i>	<i>Trachelomonas volvocina</i>	<i>Selenastrum gracile</i>
<i>Microcystis aeruginosa</i>		

Die jahreszeitliche Verteilung des Planktons.

Während der zwei bis drei Monate, da der Schmachter See durchschnittlich mit Eis bedeckt ist, zeigt das Phytoplankton nur eine geringe Entwicklung. Einige Diatomeen, *Synura uvella* und ganz vereinzelt Chlamydomonaden sind die gewöhnlichen Hauptformen der Schwebeflora. Etwas reichhaltiger ist das Zooplankton, vertreten namentlich durch Rotatorien (*Pedalion*, *Anuraea*-Arten). Mit dem Moment der Eisschmelze aber beginnt eine Hochproduktion an *Eudorina elegans*, die das Wasser intensiv grün färbt. Am 12. Februar 1933 zählte ich in 1 Liter Wasser 400000 Kolonien.

<i>Campylodiscus Clypaeus</i>	<i>Lyngbya contorta</i>	<i>Anuraea aculeata</i>
<i>Amphiprora paludosa</i>	<i>Anabaena flos aquae</i>	<i>Anuraea tecta</i>
<i>Nitzschia spec.</i>	<i>Gymnodinium spec.</i>	<i>Dinocharis pocillum</i>
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Tintinnopsis tubulosa</i>	<i>Synchaeta spec.</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Leptotintinnus bottnicus</i>	<i>Diaptomus spec.</i>
<i>Coscinodiscus Granii</i>	<i>Anuraea cochlearis</i>	

Mit fortschreitender Jahreszeit aber wird die Zusammensetzung der Schwebewelt immer vielfältiger und Cyanophyceen, Diatomeen, Volvocalen, Chlorophyceen, Desmidiaceen und Flagellaten sind ziemlich in gleicher Menge vertreten. Im Herbst beginnen wieder die Kieselalgen zu dominieren.

IV. Zusammenfassender Überblick.

A. Die Wandlung im Artbild.

Wenn wir nochmals die Veränderungen überblicken, welche durch den allmählichen Abschluß vom Meere in der Lebensgemeinschaft eingetreten sind, so finden wir folgende Hauptpunkte:

	Ostsee Arkona-B.	Hiddenseer Bodden	Gr. Jasm. Bodden	Kl. Jasm. Bodden	Schmadi- ter See.
Volvocales.					
Desmidiaceae					
Cyanophyceae					
Peridineae					
Bacillariaceae					
Protococcales					
Tintinnidae					
Cladocera					

Abb. 33. Die Plankton-Artenverteilung einzelner Familien im Untersuchungsgebiet.

Die artenmäßige Zusammensetzung weist wesentliche Unterschiede auch bei solchen Gewässern auf, deren Salzgehalt nicht verschieden ist (Arkona-Becken—Gr. Jasmunder Bodden). Dadurch erweist sich die Richtigkeit der anfangs aufgestellten Behauptung, daß der Salzgehalt nur ein Faktor sei, neben dem eine Unzahl anderer Qualität und Quantität der Lebensentfaltung regeln. In Abb. 33 ist eine Übersicht gegeben, wie sich die Artenzahl der einzelnen Gruppen in den hier dargestellten Gewässern verhält. Im Rahmen der Brackwasserregion lassen sich deutlich zwei Pole feststellen. Erstens die oligotrophe Ostsee mit einem Vorherrschen der Kieselalgen und zweitens die hypertrophen Binnengewässer Rügens und des Darß mit einem deutlichen

Zurücktreten der Diatomeen und einer Massenproduktion verschiedener Blaualgen. Die Hiddenseer Bodden nehmen als Mischgebiet eine Mittelstellung ein. Nach vollkommener Aussüßung ist die Artenzahl mancher Familien auf ein bis zwei Vertreter vermindert (Tintinniden), und andere Gruppen sind mit zahlreichen Vertretern neu hinzugekommen (Desmidiaceen, Volvocalen).

Besonders groß sind die Verschiedenheiten zwischen Meer und Binnenwasser bei den festsitzenden Algen. Die Arten der Großalgen sind — nach W. MÜLLER — im Gebiete folgendermaßen verteilt:

	Ostsee (Arkona-Becken)	Hiddenseer Bodden	Binnengewässer Rügens und des Darß
Chlorophyceen	15	24	14
Phaeophyceen	15	12	3
Rhodophyceen	14	11	8

Bedeutender als die Unterschiede qualitativer Art sind die in der Quantität der erzeugten Lebenssubstanz. Schon die mittlere Sichttiefe läßt dies deutlich hervortreten. Diese ist in der Ostsee (Arkona-Becken) 10 m, in den Hiddenseer Bodden 4—5 m, im Gr. Jasmunder Bodden 1,30 m und im Kl. Jasmunder Bodden 0,40—0,50 m.

B. Der Gesamtphosphor.

Das Wesentliche der vorhergehenden Abschnitte bestand darin, zu zeigen, wie sich der Eutrophiegrad der Brackwässer durch den Abschluß von der freien Ostsee erhöhte. Nun wird noch die Frage zu beantworten sein, um wieviel der Eutrophiegrad der Rügenschens und der Darßer Binnensbodden denjenigen des Arkona-Beckens übertrifft, um wieviel hier mehr „Biomasse“ erzeugt wird als dort.

Der Vergleich der Planktonzahlen gibt ein recht unzureichendes Bild, da wir wissen, daß verschiedene Planktonorganismen sich um das Vieltausendfache in der Menge ihrer organischen Substanz unterscheiden können. Nur in allererster Annäherung und bei sonst gleichförmigen Bedingungen (z. B. im Weltmeer) darf die Planktonzahl als Ausdruck der Produktionshöhe gelten. In allen anderen Fällen hat man entweder die organische Masse selbst zu bestimmen (dies wird neuerdings von der Limnologenschule Wisconsins durchgeführt) oder, wenn dies nicht möglich ist, hat man einen Stoff zu nehmen, welcher der erzeugten Gesamtmasse einigermaßen proportional ist. Als solcher ist vielfach der Phosphor vorgeschlagen worden, da dieser in verschiedenen Phytoplanktonorganismen nicht zwischen allzu großen Extremen schwankt.

Vor kurzem hat nun *K. Kalle*¹⁾ eine neue, einwandfreie Methode zur Gesamtphosphorbestimmung in Planktonorganismen ausgearbeitet, so daß ich in der Lage war, im Juli 1935 einige Bestimmungen dieses Stoffes im Untersuchungsgebiet vorzunehmen. Die Resultate sind in Abb. 34 wiedergegeben. Der Gesamtphosphorgehalt wurde in Beziehung gesetzt zum Salzgehalt, der ja Indikator für Aussüßung und Eutrophie ist. Das antagonistische Verhalten kommt gut zum Ausdruck. (Jeder P-Wert ist das Mittel aus drei Bestimmungen.)

Mehrfach wurde hervorgehoben, daß der Eutrophiegrad von den Hiddenseer Bodden gegen den Strelasund zunimmt. Dies ließ sich durch die Gesamt-P-Bestimmungen sehr gut quantitativ erfassen. Gegenüber einem Gesamt-P-Gehalt von etwa 15 mg P im cbm in den Hiddenseer Bodden steigt der Phosphorwert im Strelasund bis auf etwa 40 mg P im cbm an.

¹⁾ K. KALLE: Meereskundliche Untersuchungen mit Hilfe des Zeiß'schen Pulfrich-Photometers. V. Mitteilung. Bestimmung des Gesamt-Phosphorgehaltes, des Planktonphosphorgehaltes (lebende Substanz) und Trübungsmessungen. Annalen d. Hydrogr. u. Mar. Meteorologie, Mai 1935.

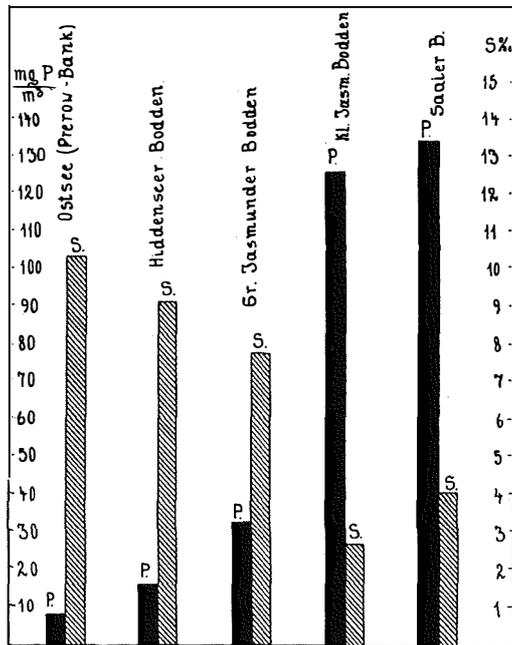


Abb. 34. Gesamtphosphor und Salzgehalt im Untersuchungsgebiet.

Versuchen wir nun, auf Grund der Gesamtphosphorbestimmungen die Produktionshöhe der freien Ostsee mit der der Darßer und der Rügensch Binnensbotten zu vergleichen. Wenn wir den Gehalt an freiem, löslichem Phosphat in allen Fällen mit etwa 6 mg P/cbm annehmen, so ergibt sich eine Erhöhung der Biomasse etwa um das Hundertfache. Freilich ist dies gewissermaßen nur als Momentbild aufzufassen, da dabei nicht berücksichtigt ist, welche Mengen organischer Stoffe ins Sediment wandern. Daß diese keineswegs zu vernachlässigen sind, ergibt sich aus Untersuchungen FR. W. MÜLLER's über den Glühverlust der Sedimente. Beträgt dieser im Bereiche der freien Ostsee und der Hiddenseer Bodden nur etwa 0 bis 4%, so steigt er im Kleinen Jasmunder Bodden stellenweise bis über 25% an.

C. Die horizontale Verteilung des Zooplanktons.

Es liegt auf der Hand, daß die großen Unterschiede in der Phytoplanktonproduktion, wie sie im letzten Abschnitt errechnet worden sind, sich auch in der quantitativen Entfaltung des Zooplanktons äußern werden.

Um hier wenigstens einen ersten informierenden Einblick zu erhalten, wurden im Juli 1935 im ganzen Gebiet 10 bis 30 Liter Oberflächenwasser durch ein Netz filtriert und der Rückstand durchgezählt.

Welche Produktionszahlen die einzelnen Gruppen im Gebiete erreichen, geht aus folgender Zusammenstellung hervor.

In 100 Liter Oberflächenwasser waren enthalten:

	Ostsee	Rassower Strom	Breeger Bodden	Großer Jasmunder	Kleiner Bodden	Saaler Bodden
Tintinniden	726					
Nauplien	50	615	720	847	14960	
Lamellibranchier-Larven	50	85	400			
Gastropoden-Larven	17	70				
Rotatorien	10	400	12240	4370	51680	40300
Cladoceren	13	50	30		23800	340
Calanoiden	53	95	135	208	5800	1330

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, wie die rein marinen Elemente, wie die Tintinniden, die Muschel- und Schneckenlarven gegen die Binnenbodden zu abnehmen. Es ist klar, daß hier der Salzfaktor ausschlaggebend wirkt. Eine Produktionssteigerung zeigt sich nur in den Binnenbodden ersten Grades.

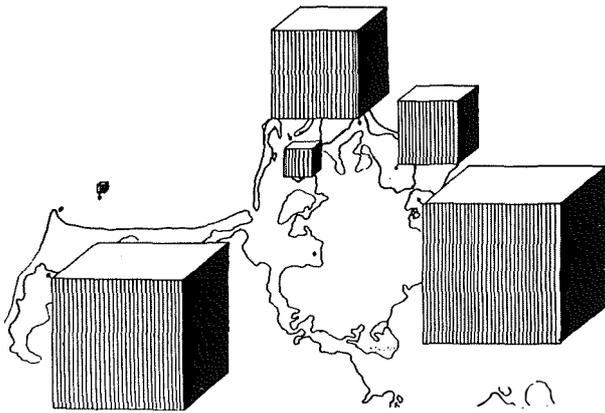


Abb. 35. Verteilung der Rotatorien im Untersuchungsgebiet. Die Stellen der Probeentnahme sind durch kleine Pfeile gekennzeichnet. Die Seitenfläche der Würfel entspricht der Kubikwurzel der Organismenzahl.

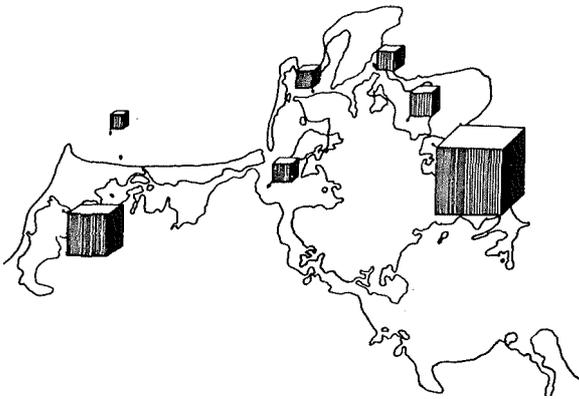


Abb. 36. Verteilung der Calanoiden im Untersuchungsgebiet. Darstellung wie in Abb. 35.

Anders steht es bei den Rotatorien. Deren Individuenzahl steigt, wie auch Abb. 35 veranschaulicht, mit dem allgemeinen Eutrophiegrad enorm an. Die Hauptmasse der Rädertiere wird durch *Anuraea*-Arten gebildet. In den Jasmunder Bodden kommen noch *Brachionus* und *Triathra* hinzu.

Die Cladoceren haben im Großen Jasmunder Bodden ein deutliches Minimum, da hier manche Süßwasserarten noch nicht, marine Formen aber nicht mehr gedeihen. Bei den Calanoiden endlich zeigt sich am reinsten der Einfluß des Eutrophiegrades (vgl. Abb. 36). Auch hier sind es wieder verschiedene Arten, die sich im Außenwasser und in den Binnenbodden vertreten. Nach Bestimmungen, die ich Herrn Prof. Dr. PESTA verdanke, enthielt meine Ostseeprobe *Acartia longiremis* in vorherrschend unreifen Stadien von ♂♂ ♀♀, die Probe aus dem Kleinen Jasmunder Bodden dagegen *Eurytemora hirundoides* in überwiegend reifen Exemplaren beiderlei Geschlechts.

D. Der Sulfatgehalt und die Alkalinität.

Im freien Ozean stehen die im Wasser gelösten Salze in einer konstanten Beziehung zueinander, so daß es möglich ist, aus der Menge der Cl-Ionen die Mengen aller anderen

Ionen hinreichend genau zu berechnen. (Ausnahmen bilden nur einige in minimalen Spuren vorhandenen Stoffe, wie P, N, J, Au, Bo u. a.) Im Brackwasser werden diese konstanten Verhältniszahlen zum Teil recht erheblich gestört, da die Verdünnung des Meerwassers ja nicht mit destilliertem Wasser erfolgt, sondern mit solchem, das selbst schon eine schwankende Menge verschiedener Salze enthält. In welchem Ausmaß diese Verschiebung vorsichgeht, soll nun an zwei Beispielen gezeigt werden.

1. Der Sulfatgehalt. Ich gebe hier (nach HARVEY) den Anteil einiger wichtiger Ionen als Prozente des Gesamtsalzgehaltes wieder:

$$\text{Cl} = 55,29\%, \text{SO}_4 = 7,69\%, \text{CO}_3 = 0,21\%, \text{K} = 1,11\%, \text{Ca} = 1,20\%, \text{Mg} = 3,72\%.$$

Berechnet man aus diesen Zahlen das Verhältnis von SO_4 zu Cl, so erhält man die Zahl 0,1390, welche man als die Sulfatkonstante bezeichnen kann. Dieser Wert ist in seiner Variationsbreite von einer Reihe von Forschern untersucht worden (TH. THOMPSON, W. JOHNSTON, H. WIRTH). Beim Vergleich verschiedener Meere fand man einen Durchschnittswert von 0,1395. Die Abweichungen von dieser Zahl sind nicht erheblich; im Indischen Ozean ist die Sulfatkonstante etwas höher (0,1399), im Atlantischen Ozean etwas tiefer als der Mittelwert (0,1392), ebenso im Pazifischen Ozean (0,1394).

Schwieriger liegen die Verhältnisse in den Küstengebieten. Hier kommt es ja zu einer Vermischung mit Süßwässern, deren andere chemische Zusammensetzung sich geltend machen muß.

Das Flußwasser führt meist überwiegend mehr Sulfate mit sich als Chloride, woraus sich also zur Genüge erklärt, weshalb brackiges Wasser in der Regel eine höhere Konstante zeigt als Seewasser. In Übereinstimmung damit zeigt die Ostsee immer einen Wert, der über dem Durchschnitt liegt. Untersuchungen aus dem Jahre 1929 ergaben ein Mittel von 0,1414. Ich selbst fand am 5. April 1933 im Arkona-Becken (Mitte) noch höhere Zahlen. Die untersuchten Proben ergaben eine Sulfatkonstante von 0,1494. An der Prerow-Bank war im Juli 1935 die Sulfatkonstante 0,1442. Um dieselbe Zeit hatte diese Konstante in den Hiddenseer Bodden den Wert von 0,1452. Noch deutlicher wird der Einfluß des Süßwassers auf die Sulfatkonstante in den Jasmunder Bodden. Folgende Zusammenstellung zeigt nicht nur, daß die Verhältniszahl noch größer wird, sondern auch, daß sie deutliche jahreszeitliche Verschiedenheiten aufweisen kann.

mg/l	Großer Jasmunder Bodden			Kleiner Jasmunder Bodden			
	19. 2. 1933	5. 4. 1933	7. 5. 1933	19. 2. 1933	5. 4. 1933	7. 5. 1933	20. 7. 1935
SO_4/Cl	0,1557	0,1649	0,1649	0,1709	0,2112	0,2050	0,1590

Das Ansteigen des Wertes im April wird seine Ursache in dem Einstrom sulfatreicher Schmelzwässer haben. Welche Wirkung diese ausüben können, zeigt sich sehr eindrucksvoll in der Analyse des Selliner Sees (12. März 1933). Mit einem SO_4 -Gehalt von 234 mg und einem Cl-Gehalt von 175 mg erhält die Sulfatkonstante dort einen Wert von 1,330.

Der Schmachter See, den wir als den Endpunkt in der Entwicklung des „Nehrungssees“ bezeichnet haben, ergibt ein Sulfat/Chlor-Verhältnis von 6,2333 und

erweist sich also auch dadurch bereits als echter Binnensee. Freilich ist hier die absolute Sulfatmenge ungewöhnlich hoch.

Im Saaler Bodden hatte im Juli 1935 die Sulfatkonstante den Wert von 0,1650.

2. Die Alkalinität. Ebenso, wie der Gehalt an SO_4 -Ionen, ist auch die im Meer enthaltene Menge an Ca-Verbindungen von dem Salzgehalt abhängig. Das Ca stellt einen Wert von 1,20% vom Gesamtsalzgehalt dar. Aus diesem läßt sich die Alkalinität, welche ja dem Gehalt an CaCO_3 proportional ist, nach folgender Formel errechnen: A (Alkalinität) = 0,06788 S. Dieser Wert gilt aber auch für das offene Weltmeer nur in angenäherter Form. Stellt man nämlich das Verhältnis zwischen Alkalinität und Cl-Gehalt dar, so ergeben sich, wie die südatlantische Meteorexpedition gezeigt hat, mit der Tiefe erhebliche Schwankungen. Blicke die Proportion gleich, so würde die graphische Darstellung eine gerade Linie geben zur y-Achse, wenn auf dieser die Tiefen aufgetragen würden. Nun ist aber diese Linie, wie die Arbeiten von H. WATTENBERG zeigen, keine gerade Linie, sondern eine Kurve mit einem Minimum dicht unter der Oberfläche und einem Maximum am Meeresgrund. Da das Minimum in etwa 50—100 m liegt und also mit dem Maximum des Planktons örtlich übereinstimmt, liegt der Schluß nahe, daß eine biologische Entkalkung im Meere eine große Rolle spielt.

Eine zweite Möglichkeit für die Veränderung des relativen Kalkgehaltes ist in der Küstenzone des Meeres gegeben. Je nachdem, ob die Küstenströme viel oder wenig Ca mit sich führen, kann der Kalkgehalt größer oder geringer sein. Wie groß diese Schwankungen sind, kann man leicht erfassen, wenn man die Differenz zwischen der aus obiger Formel berechneten Alkalinität (A_r) und der tatsächlich gefundenen Alkalinität (A_b) bestimmt. Ein paar Zahlen aus der Ostsee können das veranschaulichen:

	S‰	A_b	A_r	$A_b - A_r$
Nordsee	35,0	2,38	2,38	0,00
Kattegat	21,0	1,91	1,43	+0,48
Arkona-Becken	8,3	1,47	0,56	+0,91
Gotland-Mulde	6,8	1,42	0,46	+0,96
Finnischer B.	3,5	1,10	0,24	+0,86
Bottnischer B.	4,0	0,99	0,27	+0,72

Die gesamte Ostsee zeigt also einen zwar absolut viel kleineren, relativ aber weit größeren Kalkgehalt als die Nordsee und das Weltmeer.

Der Überschuß ist aber in den südlichen Gebieten, wo die Küsten vielfach von Kreide oder Ostseekalken gebildet werden, ein bedeutend größerer als in den nördlichen Zonen des baltischen Meeres, wo kalkarme Urgesteine die Küsten umrahmen.

Sehen wir also schon in der Ostsee einen deutlichen Einfluß des Landes auf die chemische Zusammensetzung hervortreten, so werden wir bei der Entstehung eines brackigen Binnenwassers, das ja noch weit mehr den Küsteneinflüssen unterworfen ist, eine noch viel weiter gehende Kalkanreicherung erwarten müssen, namentlich wenn es sich, wie in unserem Gebiete, um kalkreiche Formationen handelt. Folgende Tabelle zeigt nun, daß diese Erwartung in jeder Weise gerechtfertigt ist.

(Die Angabe der Alkalinität erfolgt wie üblich als Milliäquivalent HCl. Die Bestimmung erfolgte nach Methode WATTENBERG 1930.)

	Ab	Ar	Ab - Ar
Ostsee (Arkona-Becken, 14. Aug. 32)	1,50	0,488	+ 1,01
Ostsee (Prerowbank, 25. Juli 1935)	1,56	0,70	+ 0,86
Ostsee (Hiddenseer Westküste 1935)	1,65	0,66	+ 0,99
Hiddensee Bodden, 1932	1,55	0,54	+ 1,01
Großer Jasmunder Bodden, 1932	2,10	0,43	+ 1,67
Großer Jasmunder Bodden, 1935	2,00	0,54	+ 1,46
Kleiner Jasmunder Bodden, 1932	2,10	0,17	+ 1,93
Kleiner Jasmunder Bodden, 1935	2,50	0,21	+ 2,29
Saaler Bodden, 1935	2,25	0,28	+ 1,97

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß im Kleinen Jasmunder Bodden der Kalkgehalt zeitweise auch absolut höher ist als in der Nordsee.

Die Beispiele der Alkalinität und des Sulfatgehaltes werden zur Genüge gezeigt haben, daß das Brackwasser in den meisten Fällen nicht nur „verdünntes Meerwasser“ ist, wie REDEKE definiert. Es wäre wünschenswert, wenn bei künftigen Untersuchungen diese — und die anderen — chemischen Komponenten nicht so vollständig hinter dem Chlor zurücktreten, wenn es sich darum handelt, die für die Organismenverbreitung maßgebenden Faktoren zu erfassen.

E. Das Nitrit.

Bei der Zersetzung organischen Materials werden bekanntlich folgende Stufen durchlaufen: Albuminoidstickstoff—Aminosäuren—Ammoniak—Nitrit—Nitrat. Leider war es mir nicht möglich, die ersten drei Stufen im Gebiete zu untersuchen. Hier bleibt der späteren Forschung noch eine große Aufgabe gestellt. Neben dem Nitrat konnte nur noch Nitrit stichprobenweise untersucht werden. Gemäß seiner Herkunft aus dem Ammoniak findet es sich meist an Stellen lebhafter organischer Zersetzung. KREPS und VERIJBINSKAYA fanden im Nordmeer einen deutlichen Parallelismus zwischen Planktonentwicklung und Nitritgehalt im Jahreslaufe. Ebenso ist z. B. NO_2 im oligotrophen Bodensee (Obersee) nur im Epilimnion nachweisbar, fällt also örtlich mit dem Planktonmaximum zusammen.

In unserem Untersuchungsgebiet spielen die Nitrite eine höchst untergeordnete Rolle. Folgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung meiner Bestimmungen. Die NO_2 -Werte gelten für 1 cbm und sind als N berechnet.

Wir sehen aus diesem Ergebnis, daß — abgesehen von Hafengebieten — Nitrit nur dort im Wasser nachweisbar ist, wo das Plankton seine maximale Entfaltung zeigt. Wir finden somit eine gute Übereinstimmung mit den aus Meer und Binnenwasser bekannten Verhältnissen.

Es muß allerdings hinzugefügt werden, daß nach Untersuchungen von PILWAT¹⁾ der Nitritgehalt in aufbewahrten Wasserproben sich rasch ändert. Da dies bei Ausführung meiner Bestimmungen noch nicht bekannt war, dürften meine Zahlen nur

¹⁾ H. PILWAT, Veränderlichkeit von Stickstoffverbindungen (NO_2 , NO_3 , NH_3) im Ostseewasser. Angewandte Chemie, Bd. 48, 1935.

	Datum	NO ₂ als N
Ostsee (bei Binz)	16. 7. 33	0
Ostsee (Mitte des Arkona-Beckens)	2. 7. 33	0
Ostsee (beim Darß)	5. 8. 33	0
Saaler Bodden	3. 8. 33	1
Bodstedter Bodden	3. 8. 33	0
Stralsund, Hafen	5. 8. 33	9
Großer Jasmunder Bodden	20. 7. 33	3
Kleiner Jasmunder Bodden	20. 7. 33	6
Greifswalder Bodden	16. 7. 33	0
Ryckmündung	16. 7. 33	0
Greifswalder Hafen	16. 7. 33	20

Vergleichswert haben, denn zwischen Probeentnahme und Analyse verstrichen meist 3—6 Stunden. Dies kann aber schon Fehler bis zu 50% bedingen. Man wird also bei künftigen Nitrituntersuchungen auf sofortige Bestimmung größten Wert zu legen haben.

F. Grundriß einer regionalen Limnologie des Untersuchungsgebietes.

Um noch einmal einen kurzen Überblick zu gewinnen, in welcher Weise die Gewässer der vorpommerschen Küste vom Meer einerseits, vom Lande andererseits in ihrer Eigenart charakterisiert werden, geben wir hier noch einmal eine Einteilung der Gewässer, wie sie bei Berücksichtigung sämtlicher Faktoren erscheint:

I. Die Brackwässer.

A. Das Arkonabecken.

Oligotropher Brackwassertypus, mesohalin, starke Salzschtichtung. N und P oligotroph, planktonarm. Hauptentwicklungszeit des Planktons im Frühjahr (Diatomeen).

B. Hiddenseer Bodden, Greifswalder Bodden.

Gebiet starker Wasserströmung. Im Greifswalder Bodden beginnende Eutrophie. Kieselsäurezufuhr durch Zuflüsse. Sehr starke Diatomeenentwicklung im Frühjahr. Im Sommer und Herbst Vorherrschen der Cyanophyceen und Chlorophyceen.

C. Binnengewässer des Darß.

Nach Westen zunehmende Eutrophie bis zur Hypertrophierung im Saaler Bodden. Jahreszyklus unerforscht. Im Sommer Massenvegetation von Cyanophyceen und Chlorophyceen. Zurücktreten der Kieselalgen.

D. Die Jasmunder Bodden.

Zunehmende Eutrophie bis zur Hypertrophierung im Kleinen Jasmunder Bodden. P und N im Polytypus; jedoch frei nur in geringsten Resten nachweisbar. Keine Diatomeenhochproduktion, kein Dominanzwechsel in der Planktonbesiedlung. Das ganze Jahr herrschen kleine Cyanophyceen und Chlorophyceen vor.

II. Die Süßwässer.

A. Oligotrophe Seen.

Im Gebiet nicht vorhanden.

B. Eutrophe Seen.

Eine Reihe größerer oder kleinerer, stets sehr seichter Seen. Borgwallsee bei Stralsund, Garzer See, Schmachtersee, Wostevitzer Teiche (Rügen). Nur der Schmachtersee wurde genauere untersucht. P, N und SO_4 im Polytyp, Ca im Mesotyp. Harmonische Eutrophie. Starker Dominanzwechsel im Plankton.

C. Dystrophe Seen.

Herthasee bei Stubbenkammer, Schwarzer See bei Sellin. Herthasee nur stichprobenweise untersucht (10. 5. 1931). Härte 5. KMnO_4 224 mg/L, PH ca. 7, Plankton in der Hauptsache *Mallomonas* (30 Individuen in 1 ccm) und *Aphanizomenon flos aquae*. Schwarzer See dreimal untersucht (17. 9. 1931, 12. 2. 1933 und 16. 7. 1933).

Chemismus:

1933	°C	PH	P	N	Härte	Si	SO_4	NO_2
12. 2.	3,3	4,91	10	10	1	890	10	∞
16. 7.	22,0	5,2	0	3	∞	700	∞	0

Sichttiefe 3m; Plankton: *Mallomonas caudata*, *Dinobryon*, *Peridinium*, einige Arten von Desmidiaceen. *Scapholeberis mucronata*, *Chaetonotus aquaticus*.

D. Tümpel.

In der ganzen Gegend verstreut, über verschiedenem Untergrund. Braune Heidetümpel, namentlich auf der Insel Hiddensee. Ungemein formenreich. Fundstellen sehr seltener Arten: *Gymnodinium amphidinioides*, *Hyalobryon Leickii* u. a. Überaus reich an Desmidiaceen.

G. Rückblick und Ausblick.

Zum Schluß soll hier noch einmal ganz allgemein die Frage gestellt werden, in welcher Weise die hier dargestellten Untersuchungen ihr Teil zur Lösung der Probleme beigetragen haben, die das Brackwasser und seine Lebewelt dem Forscher stellen.

Als eines der größten dieser Probleme gilt seit langem die Artenarmut des Brackwassers, eine Tatsache, die nach REMANE bei Biologen vielfach zu einer „Brackwasserscheu“ geführt hat. Von den vielen Erklärungsversuchen, die schon zur Lösung dieser Frage unternommen worden sind, scheint mir die der Wahrheit am nächsten zu kommen, welche historische Gründe geltend macht. Die Wasserorganismen der Erde haben sich im Laufe von Jahrmillionen dem salzigen Meerwasser einerseits, dem süßen Binnenwasser andererseits angepaßt. Gegenüber diesen Zeiträumen sind Brackwässer ausnahmslos sehr ephemere Gebilde, die so schnell entstehen und verschwinden, daß die Lebensformen nicht Zeit haben, sich diesen neuen Lebensraum zu erobern. Denn bei der Neuentstehung eines Brackwassers handelt es sich ja nicht — und das scheint mir der wichtigste Punkt in diesem Problem — lediglich um eine Besiedlung von Neuland, sondern um eine Anpassung an den veränderten Salzgehalt durch Überwindung osmotischer Widerstände. So wird denn die Neubesiedlung des Brackwassers vom Meer wie vom Binnenwasser (wobei ersteres bekanntlich vorherrscht) nur durch die mehr oder weniger eryhalinen Formen vorsichgehen. (Dies geht ziemlich rasch, wie

uns das Beispiel des vor 45 Jahren geschaffenen Nordostseekanals zeigt.) Die eigentliche Entstehung neuer Brackwasserarten auf dem Wege von Mutationsschritten wird sich aber wohl so langsam vollziehen, daß sie nicht nur der menschlichen Beobachtung entzogen ist, sondern auch während der Lebensdauer eines Brackwassers nicht, oder nur in geringem Maße zur Auswirkung gelangen kann. So dürfen wir also nicht erwarten, daß sich der Salzgehalt ebenso verhält wie andere ökologische Faktoren, die „ein biologisches Optimum haben mit größter Artenfülle als Norm, von dem die Artenzahl nach den beiden Extremen hin abfällt“, denn in dem Faktor des Salzgehaltes prägt sich eben die Polarität der Lebensräume — Meer—Binnenwasser — deutlich aus, eine Polarität, die wir bei anderen Faktoren (Feuchtigkeit, Temperatur) nicht finden.

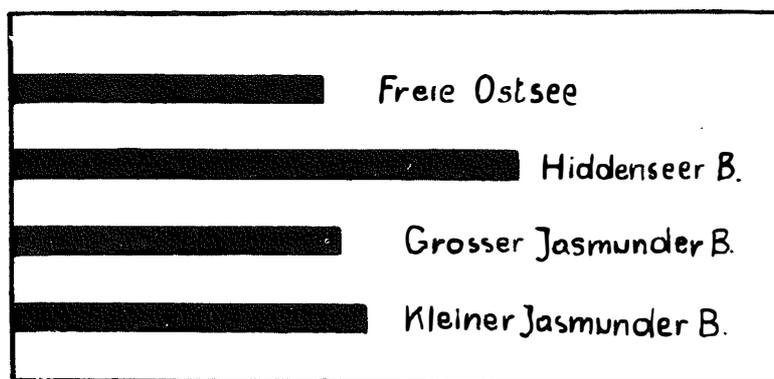


Abb. 37. Die Verteilung der Planktonarten im Untersuchungsgebiet.

Neben dem Salzgehalt sind natürlich auch die anderen Faktoren verantwortlich für die Artenzahl eines Gewässers. Namentlich in kleineren Gebieten wird die Anzahl der vertretenen Formen um so größer sein, je größer die örtlichen und zeitlichen Variationen der anderen Faktoren sind. In unserem Gebiete sind es, wie wir sahen, zweifellos die Hiddenseer Bodden, die das wechselvollste Bild der ökologischen Bedingungen bieten. Dazu kommt noch, daß diese Gewässer abwechselnd aus der oligotrophen Ostsee und aus den eutrophen Binnenbodden einen Organismenzustrom erhalten, so daß wir uns nicht wundern dürfen, wenn wir, wie Abb. 37 zeigt, gerade hier die größte Planktonartenzahl vorfinden.

Betrachten wir nun die Gesichtspunkte, die sich aus der quantitativen Erfassung der Planktonorganismen ergeben haben. Wir konnten dabei feststellen, daß zwischen dem Salzgehalt und dem Eutrophiegrad unzweifelhaft ein enger Zusammenhang besteht. Je größer die Aussüßung, desto höher meist auch die Eutrophie. Wir erkannten die Ursache dieser Proportionalität darin, daß die Nährstoffzufuhr eben durch den Süßwasserzustrom erfolgt, so daß beide Vorgänge, Aussüßung sowie Eutrophierung, letzten Endes auf denselben Vorgang zurückgehen.

Nun wäre es natürlich völlig abwegig, den Eutrophiegrad eines Gewässers nur nach seiner Planktonproduktion beurteilen zu wollen; wenn diese Lebensgemeinschaft hier trotzdem in den Vordergrund gerückt wurde, so nur deshalb, weil meine Untersuchungen abgebrochen werden mußten, bevor an die Bearbeitung des Benthos heran-

gegangen werden konnte. Die biologischen und chemischen Vorgänge, die sich am Gewässergrunde abspielen, schließen ja erst den Kreislauf des Organischen, da hier die Zersetzung des organischen Materials in von neuem verwertbare Nährstoffe erfolgt. Während in freiem Weltmeere allein der dynamische Austausch zwischen Tiefe und Oberfläche für die Produktionshöhe verantwortlich ist — das Problem der Lebensproduktion dort im wesentlichen also ein physikalisches ist — gelangen im Binnengewässer die Nährstoffe erst nach bakterieller Umsetzung ins Wasser zurück, so daß das Produktionsproblem hier ein biologisches ist und als solches den mannigfaltigsten ökologischen Faktoren unterworfen ist. In erster Linie ist natürlich auch hier wieder an den Salzgehalt zu denken, der sicher nicht ohne Einfluß auf die Bakterienflora und somit auch auf die Nährstoffregeneration sein wird. Auf diesem Gebiete befinden wir uns aber noch völlig auf wissenschaftlichem Neuland, und es wäre zu wünschen, daß gerade in den geschilderten Gewässern diese Frage weiter untersucht werde. Daß solche Arbeiten erfolgversprechend wären, konnte durch einige Vorversuche bereits sichergestellt werden, von denen einer noch kurz geschildert sei. Ausgehend von der Tatsache des ungleichen Verlaufes der Nitratkurven im Großen und Kleinen Jasmunder

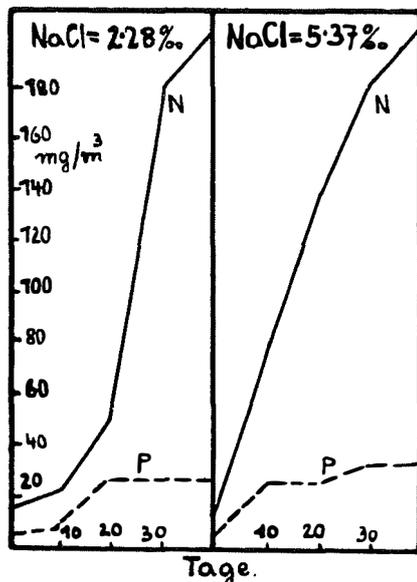


Abb. 38. Versuch über die Regeneration von P und N bei verschiedenem Salzgehalt.

im Bodensee nachweisen¹⁾, daß in den Wintermonaten infolge der Totalzirkulation zeitweise völlige Planktongleichheit in allen Schichten besteht. Da im Arkona-Becken infolge der Salzsichtung eine Totalzirkulation fehlt, wäre es interessant, hier die Planktonverteilung während des Winters zu studieren.

So entstehen an allen Enden neue Probleme, und es ist der Wunsch des Verfassers, zu ihrer Bearbeitung mit diesem kurzen Abriß die ersten Grundlagen geschaffen zu haben.

¹⁾ FR. GESSNER: Phytoplanktonverteilung und Vertikalzirkulation im Bodensee. Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 55.1937.

Bodden wurden mit Planktonmaterial aus dem Kleinen Jasmunder Bodden Regenerationsversuche gemacht. Planktonhaltiges Wasser wurde in Flaschen abgefüllt, wobei in der einen Serie der Salzgehalt soweit erhöht wurde, daß er dem Salzgehalt des Großen Boddens entsprach. Nach bestimmten Zeitabschnitten wurden die im Dunkeln aufbewahrten Flaschen geöffnet und das Wasser auf seinen P- und N-Gehalt untersucht. Wie aus Abb. 38 ersichtlich ist, erfolgt bei höherem Salzgehalt die Nährstoffregeneration doppelt so schnell wie bei der niederen Salzkonzentration. Ob damit der verschiedene Verlauf der Nitratkurven in den Jasmunder Bodden zusammenhängt, bleibt genauer zu untersuchen.

Als dankbares Objekt weiterer Forschung scheint mir ferner die Erfassung der Vertikalverteilung des Phytoplanktons im Arkona-Becken im Jahreszyklus. Kürzlich konnte ich

Tabellarischer Anhang.

I. Größen- und Tiefenverhältnisse der Gewässer.

Die Zahlen für die Flächenmaße der Darßer Bodden stammen aus dem Werk: J. KRES, Deutsche Küstenflüsse. Preuß. Landesanstalt für Gewässerkunde. Berlin 1911. — Die Rügenschcn Gewässer wurden vom Verfasser nach der Seekarte ausgemessen.

Name des Gewässers	Flächengröße in km ²	Durchschnittliche Tiefe in m	Größte Tiefe Tiefe in m
Klosterer Bodden	3,37	1	2,5
Vitter Bodden	6,944	1	3,3
Schaproder Bodden	49,91	2	5,3
Kubitzer Bodden	88,92	1,5	8
Wieker Bodden	28,85	2,5	5,8
Breetzer Bodden	8,37	2	4
Breeger Bodden	11,05	3	4
Lebbiner Bodden	4,05	3	4,6
Großer Jasmunder Bodden	56,86	6	8,9
Kleiner Jasmunder Bodden	23,58	3	5
Der Grabow	57	3	4,5
Barther Bodden	20	2	4
Bodstedter Bodden	21	2,0	3
Saaler Bodden	84	3	4,5

II. Verzeichnis der bisher nachgewiesenen Planktonorganismen.

Das erste + bezeichnet das Vorkommen in der freien Ostsee (Arkona-Becken), das zweite + das Vorkommen in den Hiddenseer und Greifswalder Bodden, das dritte + das Vorkommen im Großen Jasmunder Bodden, das vierte + das Vorkommen im Kleinen Jasmunder Bodden.

	Arkona- Becken	Hiddenseer u. Greifsw. B.	Großer Jasm. Bodden	Kleiner Jasm. Bodden
A. Phytoplankton.				
<i>Schizophyceae: Merismopedia punctata</i>		+		
„ <i>glauca</i>	+	+	+	+
<i>Coelosphaerium dubium</i>		+	+	+
„ <i>Kuetzingianum</i>		+	+	
„ <i>minutissimum</i>			+	+
„ <i>pusillum</i>	+	+		
<i>Microcystis pulveraea</i>			+	+
„ <i>etabens</i>			+	+
„ <i>viridis</i>	+	+	+	+
„ <i>flos aquae</i>	+	+	+	+
<i>Anabaena flos aquae</i>		+		
<i>Lyngbya contorta</i>		+	+	+
„ <i>limnetica</i>			+	+
<i>Aphanothece microscopica</i>			+	+
<i>Dactylococcopsis</i> spec.			+	
<i>Nodularia Harveyana</i>				+
<i>Oscillatoria</i> spec.		+		
<i>Chroococcus limneticus</i>		+	+	+
<i>Flagellatae: Trachelomonas</i> spec.				+
<i>Chromulina</i> spec.			+	+

	Arkona- Becken	Hiddenseer u. Greifsw. B.	Großer Jasm. Bodden	Kleiner Jasm. Bodden
<i>Flagellatae:</i> <i>Chrysococcus Klebsianus</i>			+	
<i>Eutreptia viridis</i>		+		
<i>Euglena spec.</i>		+		
<i>Cryptomonas erosa</i>		+	+	+
<i>Ebria tripartita</i>	+	+		
<i>Distephanus speculum</i>	+			
<i>Dinoflagellatae:</i> <i>Ceratium tripos v. subsalsa</i>	+	+		
<i>Peridinium divergens</i>	+	+		
<i>Dinophysis ovum v. baltica</i>	+	+		
<i>Prorocentrum micans</i>	+	+		
<i>Gymnodinium spec.</i>	+	+	+	+
<i>Glenodinium spec.</i>	+	+		
<i>Heterocapsa triquetra</i>	+			
<i>Chlorophyceae:</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	+	+	+
„ <i>acuminatus</i>				+
„ <i>obliquus</i>				+
„ <i>denticulatus</i>				+
„ <i>brasiliensis</i>				+
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		+	+	+
„ <i>convolutus</i>		+		
<i>Pediastrum boryanum</i>		+	+	+
„ <i>Kawraiskyi</i>			+	+
„ <i>integrum</i>			+	+
„ „ <i>v. Braunii</i>		+		
<i>Crucigenia quadrata</i>				+
<i>Chodatella Droscheri</i>			+	+
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>			+	+
<i>Coelastrum microsporum</i>				+
<i>Tetraedron caudatum</i>				+
„ „ <i>v. incisum</i>				+
„ <i>muticum</i>				+
<i>Oocystis crassa</i>				+
„ <i>submarina</i>				+
„ <i>Marssonii</i>			+	+
„ <i>pelagica</i>	+	+		
<i>Kirchneriella lunaris</i>			+	+
„ <i>obesa</i>				+
<i>Botryococcus Braunii</i>		+	+	+
<i>Ulothrix subtilissima</i>		+		
<i>Desmidiaceae:</i> <i>Cosmarium geometricum v. suecicum</i>				+
<i>Bacillariaceae:</i> <i>Skeletonema costatum</i>	+	+		
„ <i>subsalsum</i>		+		
<i>Chaetoceros affinis</i>	+	+		
„ <i>Muelleri</i>			+	+
„ <i>gracilis</i>		+		
„ <i>danicus</i>	+			
„ <i>decipiens</i>	+	+		
„ <i>Wighami</i>	+			
<i>Campylodiscus clypeus</i>		+	+	+

	Arkona- Becken	Hiddenseer u. Greifsw. B.	Großer Jasm. Bodden	Kleiner Jasm. Bodden
<i>Bacillariaceae: Campylodiscus echeis</i>		+	+	+
<i>Coscinodiscus Granii</i>	+	+		
„ <i>radiatus</i>	+	+		
<i>Thalassiosira baltica</i>	+	+		
„ <i>nana</i>	+			
<i>Fragilaria brevistriata</i>		+	+	
„ <i>construens</i>		+	+	
<i>Melosira nummuloides</i>	+	+	+	+
„ <i>moniliformis</i>		+		
„ <i>Juergensi</i>		+		
<i>Pleurosigma angulatum</i>	+	+	+	
„ <i>fasciola</i>	+	+		
<i>Achnanthes brevipes</i>	+	+		
<i>Bacillaria paradoxa</i>		+		
<i>Cerataulus turgidus</i>	+	+		
<i>Tabellaria fenestrata</i>	+	+		
<i>Amphiprora alata</i>	+	+		
„ <i>paludosa</i>	+	+	+	+
<i>Eunotia spec.</i>		+		
<i>Surirella ovata</i>		+		
„ <i>striatula</i>	+	+		
<i>Asterionella spec.</i>		+		
<i>Nitzschia closterium</i>	+	+		
„ <i>punctata</i>		+		
<i>Synedra acus</i>		+	+	+
„ <i>ulna</i>		+		
„ <i>pulchella</i>		+		
<i>Navicula cuspidata</i>		+		
„ <i>didyma</i>		+		
„ <i>rhyngocephala</i>		+		
<i>Epithemia zebra</i>	+	+		
„ <i>sorex</i>		+		
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	+	+		
<i>Diatoma vulgare</i>		+		
„ <i>elongatum</i>		+		
B. Zooplankton.				
<i>Halteria spec.</i>		+	+	+
<i>Tintinnopsis campanula</i>	+	+		
„ <i>beroidea</i>	+	+	+	
„ <i>tubulosa</i>	+	+		
„ <i>parva</i>		+		
<i>Leprotintinnus bottnicus</i>	+	+	+	
<i>Helicostomella subulata</i>		+	+	
<i>Codonella lacustris</i>				+
<i>Stenosomella Steinii</i>	+	+		
<i>Aurelia aurita</i>	+	+	+	
<i>Pleurobrachia pileus</i>	+			
<i>Nematodes</i>	+	+	+	+
<i>Anuraea aculeata</i>	+	+	+	+

	Arkona- Becken	Hiddenseeru. Greifsw. B.	Großer Jasm. Bodden	Kleiner Jasm.Bodden
<i>Anuraea cochlearis</i>	+	+	+	+
„ <i>tecta</i>	+	+	+	+
„ <i>cruciformis</i>			+	
<i>Brachionus pala</i>			+	+
„ <i>bakeri</i>		+	+	
„ <i>angularis</i>		+	+	+
„ <i>urceolaris</i>			+	+
<i>Asplanchna priodonta</i>				+
<i>Synchaeta vorax</i>		+	+	
„ <i>litoralis</i>		+		
„ <i>pectinata</i>				+
<i>Notholca striata</i> v. <i>acuminata</i>	+	+	+	
<i>Triarthra longiseta</i>		+	+	+
<i>Trichotria pocillum</i>			+	
<i>Lecane ichtyura</i>			+	
<i>Euchlanis</i> spec.		+	+	+
<i>Chaetonotus</i> spec.			+	
Gastropoden-Larven	+	+	+	
Lammellibranchier-Larven	+	+	+	
<i>Balanus</i> -Nauplien	+	+		
<i>Oikopleura dioica</i>	+	+		
<i>Acartia biflora</i>	+	+	+	
„ <i>longiremis</i>	+			
<i>Eurytemora hirundoides</i>				+
<i>Cyclops</i> spec.			+	+
<i>Diaptomus</i> spec.				+
Catanoïden-Nauplien	+	+	+	+
<i>Oithona similis</i>	+	+		
<i>Chydorus sphaericus</i>				+
<i>Alonella nana</i>				+
<i>Podon polyphemoides</i>	+	+	+	
<i>Evadne Nordmannii</i>	+	+		
<i>Leptodora Kindtii</i>				+
<i>Bosmina longirostris</i>	+	+		
„ „ v. <i>cornuta</i>				+
„ <i>corregoni</i> v. <i>cisterciensis</i>	+	+		
Ostracoden				+
Hydracarinen				+

III. Zusammenstellung der im Gebiete bisher festgestellten Großalgenformen.

Diese Zusammenstellung wurde aus einer bisher unveröffentlichten Arbeit von F. W. MÜLLER (Die Großalgenflora an den Küsten von Hiddensee in ihrer Beziehung zu Boden, Wassertiefe und Salzgehalt) übernommen. Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Binnengewässer Rügens und des Darß aus Zeitmangel an weit weniger Stellen auf ihre Bodenflora untersucht worden sind als die Gewässer um Hiddensee. Bei weiteren Untersuchungen werden dort sicher noch eine größere Anzahl von Formen nachgewiesen werden können.

	Ostsee (Hidden- seer Westküste)	Hiddenseer Bodden	Binnenboden Rügens u.d.Darß
<i>Monostroma balticum</i>		+	+
<i>Ulva Lactuca</i>		+	+
<i>Enteromorpha tubulosa</i>	+		
„ <i>lingulata</i>		+	
„ <i>compressa</i>	+	+	+
„ <i>intestinalis</i>	+	+	+
„ „ <i>f. bullosa</i>		+	+
„ „ <i>cylindracea</i>		+	
<i>Cladophora rupestris</i>	+		+
„ <i>hirta</i>		+	
„ <i>gracilis</i>	+	+	
„ <i>glaucescens</i>	+	+	
„ <i>ceratina</i>	+	+	
„ <i>fracta f. marina</i>	+	+	+
„ <i>expansa</i>	+	+	
„ <i>sericea</i>	+		
„ <i>Magdalenae</i>	+	+	
<i>Chaetomorpha gracilis</i>		+	
„ <i>baltica</i>		+	
„ <i>chlorotica</i>		+	
„ <i>Linum</i>		+	+
<i>Urospora penicilliformis</i>	+		
<i>Totypella nidifica</i>			+
<i>Chara crinata</i>		+	+
„ <i>ceratophylla</i>			+
„ <i>baltica</i>		+	+
„ „ <i>f. macroteles</i>			+
„ „ <i>f. brachyphylla</i>		+	+
„ „ <i>f. simplex</i>		+	
„ <i>aspera</i>		+	+
„ „ <i>f. brevispina</i>	+	+	
„ <i>connivens</i>			+
„ <i>fragilis</i>			+
<i>Pylaiella litoralis</i>	+	+	+
<i>Ectocarpus tomentosus</i>	+	+	
„ <i>dasycarpus</i>	+	+	
„ <i>confervoides</i>	+	+	
„ <i>siliculosus</i>	+		
„ „ <i>f. varians</i>		+	
„ „ <i>f. gedanensis</i>	+		
„ <i>terminalis</i>	+		
<i>Sphacelaria cirrhosa subsp. pennata</i>	+		
„ „ „ <i>irregularis</i>		+	
„ „ „ <i>aegagrophila</i>			+
<i>Scytosiphon lomentarius</i>	+		
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	+		
„ <i>Ghordaria</i>	+		+
„ <i>Mesogloia</i>	+		
<i>Chorda Filum</i>	+	+	

	Ostsee (Hidden- seer Westküste)	Hiddenseer Bodden	Binnenbodden Rügens u.d. Darß
<i>Chorda tomentosa</i>	+	+	+
<i>Fucus vesiculosus</i>	+	+	+
„ „ <i>f. balticus ecostata</i>		+	
„ „ <i>f. acutus</i>	+	+	
„ „ <i>f. balticus nana</i>		+	
„ „ <i>serratus</i>	+	+	
<i>Halidrys siliquosa</i>	+		
<i>Phyllophora Brodiaei</i>	+		
<i>Polysiphonia urceolata</i>	+		+
„ <i>sanguinea</i>	+	+	+
„ <i>violacea</i>	+	+	+
„ „ <i>f. tenuissima</i>	+	+	+
„ <i>nigrescens</i>	+	+	+
<i>Rhodomela subfusca</i>	+	+	
<i>Ceramium tenuissimum</i>	+	+	+
„ <i>arachnoideum</i>	+	+	+
„ <i>gracillimum</i>	+		
„ <i>vertebrale</i>	+	-	
„ <i>diaphanum</i>	+	+	+
„ <i>divaricatum</i>	+		
„ <i>rubrum</i>	+	+	
<i>Furcellaria fastigiata</i>	+	+	

IV. Resultate der täglichen Salzbeobachtungen.

Dauer der Beobachtungen: 29. September—30. November 1932.

Beobachtungsstationen:

- I. Freier Ostseestrand bei Hiddensee (Badesteg Kloster),
- II. Hiddenseer Bodden (Bollwerk Kloster, Flugzeugsteg),
- III. Wittower Fähre (Rügen) Mitte der Fahrstraße,
- IV. Breege (Rügen) Hafen, 30 m vom Ufer (von einem Schiff).

Es wurde ferner registriert: Wind und Pegel bei III. Ferner wurden die Aufzeichnungen der meteorologischen Beobachtungsstelle der Biologischen Station Hiddensee eingetragen.

1932	S ‰				Wind III	Pegel III	Wind. 7 Uhr	Hiddenseer 14 Uhr	Station 21 Uhr
	I	II	III	IV					
29. Sept.	8,283	8,031							
30. „	9,858	8,031	7,560	6,697	ESE	Einlauf			
1. Okt.	8,409	8,157	7,652	6,697	S	Auslauf	SW3	SW3	SW4
2. „	8,409	8,157	?	6,645	W	Einlauf	W3	SW3	SW4
3. „	9,102	8,220	8,409	6,645	W	„	W2	NW1	NW1
4. „	9,102	8,283	8,472	6,645	WSW	Auslauf	W2	W2	NW4
5. „	9,281	8,283	8,598	6,645	NW	„	N5	NW1	C
6. „	8,913	8,283	8,031	6,456	S	„	C	W1	W1
7. „	9,281	8,220	8,031	6,456	SSE	„	SE1	SE1	E2
8. „	11,340	8,283	8,094	6,456	SSE	„	SE2	SE2	E3
9. „	12,315	8,409	8,031	6,456	ESE1	„	SE1	SE2	E2
10. „	9,417	8,220	8,031	7,560	SW	Einlauf	SW1	SW1	S
11. „	9,165	8,346	7,752	7,560	SE	Auslauf	E1	SE1	S1

1932	S ^o / ₀₀				Wind III	Pegel III	Wind. Hiddenseer		Station 21 Uhr
	I	II	III	IV			7 Uhr	14 Uhr	
12. "	7,968	8,283	7,401	6,771	S	"	SW2	C	SW1
13. "	8,220	8,472	7,338	6,771	SSE	Auslauf	S1	S3	SW3
14. "	8,346	8,408		?			W4	SSW3	S7
15. "	7,560	8,157		6,586			SW3	SW2	SW1
16. "	9,702	8,094		6,519			W1	SW2	SW3
17. "	9,102	8,157		6,586			SW3	W1	NW5
18. "	9,984	7,955		6,519			SW3	SW4	N6
19. "	9,858	8,031		7,086			NE6	NW4	W5
20. "	9,669	8,094		7,086			W4	SW3	SW5
21. "	9,480	7,905		7,212			SW2	SW1	C
22. "	9,702	8,157		6,897			SE1	SW1	W2
23. "	9,165	8,094	7,752	6,519	SW	Einlauf	SW2	SW1	SW1
24. "	9,228	7,968	7,842	6,586	NW	"	SW5	W8	N5
25. "	9,281	7,968	8,283		SW	Auslauf	W2	W2	NW1
26. "	9,349	8,472	7,560	6,645	SW	Einlauf	SW2	S2	SW5
27. "	9,921	8,283	8,220	6,779	W	Auslauf	NE2	W1	C
28. "	9,543	8,283	8,157	6,779	SW2	"	C	C	E1
29. "	9,543	8,283	7,560	6,779	E1	Einlauf	NE2	NE5	NE4
30. "	9,702	8,031	7,560	6,834	SE	Auslauf	SW1	SE3	SE5
31. "	9,165	8,094	7,752	6,456	NE	Einlauf	C	NE5	NE6
1. Nov.	9,780	7,405	7,086	6,779	S	Auslauf	N2	NE1	NW6
2. "	9,669	7,842	7,212	6,645	SE	Auslauf	SE2	SW2	S4
3. "	8,724	8,408	6,960	6,519	W	Einlauf	W4	W1	SW5
4. "			7,338	6,519	SW	Auslauf	SW4	W1	SW1
5. "			7,405	6,697	NW	Einlauf	W4	W2	NE6
6. "			7,842	6,586	NE	Auslauf	N2	NE1	C
7. "			7,401	6,645	ESE	"	E2	E1	E1
8. "			7,275	6,586	ESE	Einlauf	E3	E2	E1
9. "	8,472	8,220	?	6,645	SSE	Auslauf	SE2	SE1	SE2
10. "	8,536	8,157	7,086		SSE	"	S1	S1	C
11. "	8,724	8,408	6,960		NE	Einlauf	NE3	NE3	E5
12. "	8,408	8,283	7,716		NE	"	E3	E2	NE3
13. "	8,472	8,472	6,897		NE	Auslauf	NE4	E2	E2
14. "	8,346	8,408	6,960	6,456	SSE	"	E2	SE1	SE1
15. "	8,346	8,283	7,275	6,645	NW	Einlauf	S1	C	N1
16. "	7,652	8,536	7,338	6,645	NW	Einlauf	N1	N2	N2
17. "		8,472	7,716	6,586	NW	Anlauf	N1	N2	NW3
18. "	7,752	8,408	7,752	6,586	SE	"	C	E2	E1
19. "	7,968	8,220	6,834	6,586	SE	"	SE3	SE2	S2
20. "	7,405	8,220	6,697	6,586	S	"	S1	C	SW2
21. "	7,752	8,094	7,212	6,330	SW	Einlauf	SW1	S1	S1
22. "	6,834	8,283	6,697	6,330	S	Auslauf	SW1	SW1	S3
23. "	7,464	8,157	6,645	6,330	SW	"	SW4	SW4	SW3
24. "	7,023	8,157	7,842	6,330	SW	Einlauf	W5	W6	W8
25. "	7,842	8,094	7,842	6,330	W	"	W8	W6	W7
26. "	8,094	7,752	7,464	6,390	SSW	"	W3	SE2	SW2
27. "	7,405	8,157	7,560	6,390	SSW	Auslauf	SW3	SW3	SW7
28. "	7,464	7,968	7,464		WNW	Einlauf	W8	W8	SW8
29. "	7,652	7,752	7,560		SSW	Auslauf	SW4	SW6	SW6
30. "	7,405	7,405	7,338		SW	"	SW5	SW4	SW2

Schriftenverzeichnis.

(Sammelreferate, bei denen weitere Literatur nachgesehen werden kann, sind mit einem * bezeichnet.)

1. ABSHAGEN, G.: Das Phytoplankton des Greifswalder Boddens. Diss. Greifswald 1908.
2. BÖHNECKE, G., HENTSCHEL, E. und WATTENBERG, H.: Über die hydrographischen, chemischen und biologischen Verhältnisse an der Meeresoberfläche zwischen Island und Grönland. Ann. d. Hydrogr. u. mar. Meteorologie, 58, H. 7.
3. BRAARUD TR. und FÖYN, B.: Beiträge zur Kenntnis des Stoffwechsels im Meere. Avh. av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo. I. Matem.-Naturvid. Klasse 1930, No. 14, 1931.
4. BUCH, K.: Untersuchungen über gelöste Phosphate und Stickstoffverbindungen in den nordbaltischen Meeresgebieten. Havsforskingsinstitutes skrift, Helsinki 1932.
- *5. GAMS, H.: Die Geschichte der Ostsee. Int. Rev. d. ges. Hydrogr. u. Hydrobiol. 22, 1929.
6. GESSNER, F.: Die Planktonproduktion der Brackwässer in ihrer Beziehung zur Produktion der offenen See. Verh. int. Ver. Limnol. VI, 1933.
7. GESSNER, F.: Nitrat-Phosphat und Planktongehalt im Arkona-Becken. J. du Cons. internat. p. l'exploration de la mer., 1933.
8. GESSNER, F.: Die Produktionsbiologie der Ostsee. „Die Naturwissenschaften“, 1933.
- *9. GESSNER, F.: Phosphat und Nitrat als Produktionsfaktoren der Gewässer. Verh. Int. Ver. Limn. VII, 1935.
10. GESSNER, F.: Schwankungen im Chemismus kleiner Gewässer in ihrer Beziehung zur Pflanzenassimilation. Archiv f. Hydrobiol., 1932.
11. HENTSCHEL, E. und WATTENBERG, H.: Plankton und Phosphat in der Oberflächenschicht des südatlantischen Ozeans. Ann. d. Hydrogr. u. mar. Meteorol. 58, 1930.
12. HEROLD, W.: Pleurobrachia pileus Modeer als Ursache von Meerleuchten in der Swinemünder Bucht. Abh. u. Ber. d. Pom. Nat. Ges. VI, 1925/26.
13. HOFFMANN, C.: Die Atmung der Meeresalgen und ihre Beziehung zum Salzgehalt. Jahrb. f. wiss. Bot. 71, 1929.
14. KALKE, K.: Phosphatgehalts-Untersuchungen in der Nord- und Ostsee im Jahre 1931. Ann. Hydrogr. u. mar. Meteorol., H. 1, 1932.
15. LANGE, S.: Beiträge zu einer Algenflora der Umgebung von Greifswald. Diss. Greifswald, 1921.
16. LEPS, W.: Salzgehalt und Strömungsverhältnisse in den Binnengewässern westlich Rügens. Diss. Greifswald, 1933.
17. MÜLLER, FR. W.: Salzgehalt und Strömungsverhältnisse des Greifswalder Boddens. Diss. Greifswald, 1933.
- *18. OTTO, TH.: Der Darß und Zingst. 13. Jahresber. d. Geogr. Ges. Greifswald, 1913.
- *19. REDEKE, H. C.: Abriss der regionalen Limnologie der Niederlande. Publ. Hydrobiol. Club, Amsterdam I, 1932.
20. REDEKE, H. C.: Über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der Flora und Fauna des Brackwassers. Verh. Int. Ver. Limnol. VI, 1933, I.
- *21. REMANE, A.: Die Brackwasserfauna. (Mit besonderer Berücksichtigung der Ostsee.) Verh. Deutsch. Zool. Ges., 36. Jahresversammlung, 1934.
22. SCHÄFER, H. W.: Unsere Kenntnis der Copepoden-Fauna des Brackwassers nebst Notizen über die Brackwasserfauna von Hiddensee. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr. 29, 1933.
23. SCHIEMENZ, P.: Über den Einfluß der Absperrung des Kleinen Jasmunder Boddens auf die Zusammensetzung seiner Tier- und Pflanzenwelt. Fischerei-Zeitung, I, 1898.
24. SCHIEMENZ, P.: Untersuchungen über die Fischereiverhältnisse des Kleinen Jasmunder Boddens. Mitteil. d. Deutsch. Seefischereivereins XIV, 1898.
- *25. SCHLIEPER, C.: Die Brackwassertiere und ihre Lebensbedingungen vom physiologischen Standpunkt aus betrachtet. Verh. Int. Ver. Limnol. VI, 1933.
- *26. SCHÜTZE, H.: Die Haken und Nehrungen der Außenküste von Rügen. 49/50. Jahrb. d. Pomm. Geograph. Ges., Beiheft I, Greifswald 1932.
27. SEIFERT, R.: Beiträge zur Kenntnis der Bodenfauna der Gewässer um Hiddensee. Mitteil. d. Naturw. Ver. f. Neuvorpommern und Rügen, 60. Jahrg., 1933.
28. STAMMER, H. J.: Die Fauna der Ryckmündung. Zeitschrift f. Morph. u. Ökol. 11, 1928.
29. VÄLIKANGAS, IL.: Planktologische Untersuchungen im Hafengebiet von Helsingfors. Acta Zoologica Fennica I, Helsingfors 1926.
- *30. VÄLIKANGAS, IL.: Über die Biologie der Ostsee als Brackwassergebiet. Verh. Int. Ver. Limnol. VI, 1933.

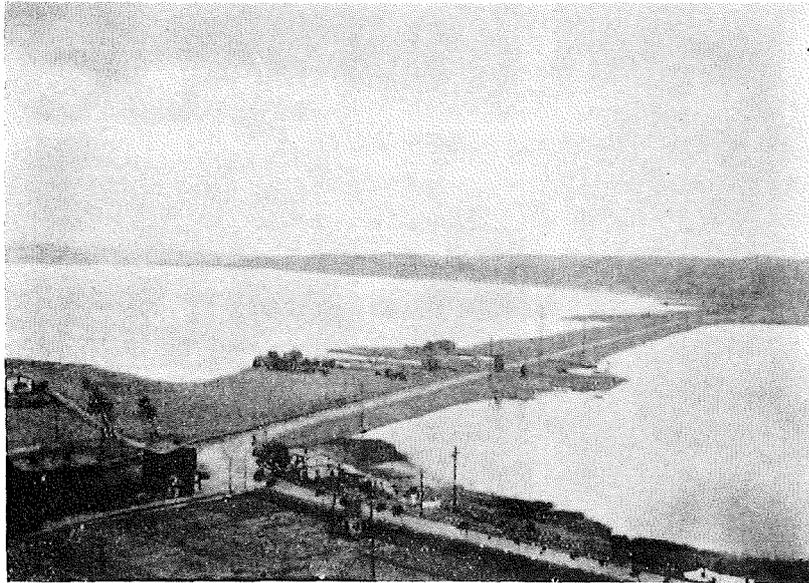
Tafel I.



Sandriff als Zeichen einer Anlandungsküste am Darß.



Blick vom Hiddenseer Leuchtturm gegen den Alt-Bessin, einem großen Hakensystem Hiddensees.



Landenge bei Lietzow auf Rügen. (Aufgenommen vom Turm des Schlößchens Lichtenstein. Links Kleiner, rechts großer Jasmunder Bodden.)



Blick vom Turm Lichtenstein (Lietzow) auf den Großen Jasmunder Bodden.