

suche prüfen können. Man könnte zum Beispiel sehr schwache Knospen oder Samen aus sehr schwachen Blüten bei äußerst sorgfältiger Behandlung und starker Ernährung erziehen. Es ist bekannt, dass Wassersprosse, welche aus kleinen ruhenden Knospen hervorgehen, sich sehr stark entwickeln können und dabei oft sonst latente Merkmale zur Schau bringen, wie zum Beispiel die bekannten Zwischenformen zwischen Blättern und Dornen bei den Wassersprossen der gewöhnlichen Berberitze beweisen. Und nun wäre es gar nicht unmöglich, dass unter solchen Umständen auch besondere Verhältnisse in Bezug auf die Mutabilität obwalten könnten.

Mit diesen Betrachtungen ist auch die allgemein verbreitete Meinung im Einklange, dass eine sehr starke Vermehrung Veranlassung zur Mutabilität geben könne. Gerade diese Meinung hat de Vries dazu geführt, seine Aufmerksamkeit ganz besonders auf *Oenothera Lamarckiana* auf dem Felde zu Hilversum zu lenken. Und es ist einleuchtend, dass eine sehr starke Vermehrung nur darauf beruhen kann, dass viele schwache Samen, welche sonst im Kampf ums Dasein unterliegen würden, die erforderlichen Bedingungen zum kräftigen Wachstum finden. Unter solchen Umständen wird es also auch viele Fälle geben, in denen der oben angedeutete Gegensatz vorhanden ist.

de Vries teilt uns mit, dass es seine Absicht sei, in dieser Richtung seine Untersuchungen fortzusetzen. Ich schließe mit dem Wunsche, dass es ihm, sei es auf diesem oder auf anderem Wege, gelingen möge, die Ursachen der Mutabilität zu entdecken.

Groningen, am 25. März 1902.

Zur Theorie des Planktons.

Von **Wolfgang Ostwald**, Leipzig.

Unter dem Begriff „Plankton“ versteht man die Summe der schwebenden Wasserorganismen. Dies ist die allgemeinste und entsprechend grösste Definition des Planktons. Man hat nun eine ganze Anzahl ziemlich heterogener Unterbegriffe des Planktons geschaffen, indem man nämlich teils die Grösse, Beschaffenheit, Lage etc. der vom Plankton bewohnten Gewässer, teils die systematische Stellung und die Grösse der Planktonorganismen oder die mehr oder minder aktive Beteiligung an der Schwebung etc. als Charakteristiken dieser Unterbegriffe wählte. Solche Begriffe sind: Seewasser-, Süßwasser-, Zoo-, Phyto-, Potamo-, Mero-, Nero-, Holo-, etc. Plankton. Diese Begriffe aber haben einen gemeinsamen Bestandteil — und diese Tatsache ist dementsprechend auch in der Zusammensetzung aller Namen mit dem Worte „Plankton“ ausgedrückt — die Schwebefähig-

keit der betreffenden Organismen. Die Frage nach der Berechtigung dieser Begriffe ist identisch mit der Frage nach ihrer Zweckmäßigkeit, da jede Abstraktion eine Zweckmäßigkeitsfrage ist. Für uns, für die Ausführungen, die hier gegeben werden sollen, ist es zweckmäßiger, einstweilen mit dem allgemeinen Begriff „Plankton“, also mit der Summe der übereinstimmenden Eigenschaften aller Planktonunterbegriffe zu wirtschaften.

Wir wollen im folgenden zunächst dieses Hauptcharakteristikum des Planktons, seine Schwebefähigkeit etwas näher betrachten. Dass dieselbe das Hauptkennzeichen des Planktons ist, geht einmal aus obiger Begriffsbildung hervor, dann aber ist diese Eigenschaft der Schwebefähigkeit im Wasser der einzige wirklich prinzipielle Unterschied dieser Fauna und Flora von anderen Organismenreichen, d. h. alle anderen Unterschiede sind nur graduelle und quantitative, sofern sie eben nicht auch Notwendigkeiten, Folgen dieser eigentümlichen Lebensweise sind. Was aber den Ursprung und die Zweckmäßigkeit der pelagischen Lebensweise anbetrifft, so ist es hier einstweilen nicht unsere Aufgabe, darüber Vermutungen und Theorien aufzustellen.

Da nun aber die Schwebefähigkeit das prinzipielle Merkmal und die wichtigste Eigenschaft des Planktons ist, so hat sich eine Planktonbiologie, eine Lehre insbesondere von den Lebensgeschehnissen des Planktons, also nicht nur eine quantitative oder qualitative Planktonstatistik, zunächst mit den Schwebegeschehnissen ganz an und für sich zu beschäftigen. Stellen wir die Frage etwas genauer, so müssen wir folgendes zu erfahren suchen:

I. Unter welchen physikalisch-chemischen Bedingungen finden Schwebevorgänge beliebiger Körper statt?

Wir wollen also um der größeren Einfachheit willen einstweilen die physikalisch-chemischen Schwebbedingungen ganz beliebiger Körper untersuchen. Die Beantwortung dieser Frage wird, wie leicht zu ersehen ist, nur in einer näheren, ausführlicheren, physikalisch-chemischen Definition der Schwebvorgänge bestehen. Es wird sich aber auch zeigen, dass das Bekanntsein dieser einfacheren Verhältnisse unumgänglich nötig ist zur Beantwortung folgender, eigentlich biologischer Fragen:

II. Welche speziellen Schwebbedingungen finden sich beim Plankton?

Die zweite Hauptfrage bildet also nur einen Spezialfall, eine Anwendung der durch die Beantwortung der ersten gewonnenen Resultate auf den besonderen Fall, dass die schwebenden Körper Organismen, insbesondere Planktonorganismen sind und darum besondere, ihnen eigentümliche Schwebbedingungen besitzen. Wenn wir einen Namen für die Summe dieser Einzelfragen und Einzellösungen haben wollen, so können wir sie eine allgemeine Physik des Planktons

nennen, da sie sich mit den allgemeinen physischen, d. h. physikalisch-chemischen Eigenschaften des Planktons befassen soll. Streng genommen ist die Grenze einer solchen Planktonphysik und dem, was man gewöhnlich als Morphologie bezeichnet, nicht scharf durchführbar, da sich die Morphologie ja auch mit physikalischen Eigenschaften, besonders zwar mit räumlichen, aber auch mit photischen und chemischen, die letzteren besonders als Hilfsmittel angewendet, beschäftigt. Doch werden wir noch später sehen, dass es einigermaßen zweckmäßig ist, den Namen „Morphologie“ für die Summe der speziellen physischen Planktonverhältnisse und -eigenschaften aufzubewahren und diese Planktonmorphologie als eine spezielle Planktonphysik der allgemeinen unterzuordnen. Durch dies Verfahren behalten wir die einmal eingebürgerten Namen und Begriffe bei.

III. Auf welche Weise reagiert das Plankton auf Veränderungen der Schwebebedingungen, resp. wie lassen sich Thatsachen der Planktologie auf Veränderungen der Schwebebedingungen zurückführen?

Die dritte Frage endlich bildet den Inhalt einer eigentlichen speziellen Planktonbiologie, d. h. einer Biologie, deren Hauptaufgabe in der Erklärung der Lebensvorgänge, wie sie dem Plankton eigentümlich, für dasselbe charakteristisch sind und wie sie dasselbe im Unterschied zu anderen Organismenreihen aufweist, besteht. Es ist klar, dass Veränderungen von solchen Eigenschaften, die nur dem Plankton charakteristisch sind, auf Veränderungen der nur ihm charakteristischen Lebensweise in sehr vielen Fällen werden hinauslaufen müssen. Sonst kommen aber selbstverständlich noch die Einflüsse, welche Nahrung, Korrelation der Organismen, insbesondere des Phyto- und Zooplanktons unter sich etc., also allgemeine Lebensbedingungen auch auf die Planktonorganismen besitzen, zu den speziellen Lebensbedingungen hinzu.

Wie schon angedeutet wurde, wird es zweckmäßiger sein, zunächst einmal die Betrachtung der Schwebevorgänge an beliebige aber konstante Körper anzuknüpfen, darum, weil es sich bei den Schwebevorgängen an und für sich nur um physikalische, resp. physikalisch-chemische Erörterungen handelt, und da ferner dieselben bei Verwendung von beliebigen, also auch einfacheren Körpern anschaulicher gemacht werden können.

Wir beginnen unsere nähere Definition der Schwebevorgänge damit, dass wir die Grenzen des Begriffes „Schweben“ etwas reinlicher ziehen, als es gang und gäbe ist. So z. B. wollen wir das Flottieren von Organismen an dem obersten Rande des Wasserspiegels, also an der Grenze zwischen Wasser und Luft, wie es als räumliche Orientierung, z. B. bei *Scapholeberis mucronata* und vielen Siphonophoren etc. vorkommt, einstweilen bei Seite lassen. Ebenso wollen wir zu-

nächst nicht das Horizontalschwimmen des Nektons, bei dem ja auch Schwebevorgänge eine gewisse Rolle spielen werden, resp. die physikalischen Analoga anorganischer Körper mit in unsere Betrachtung ziehen. Wir wollen vielmehr diejenigen Vorgänge Schwebevorgänge nennen, welche als Sinkvorgänge von außerordentlich geringer Sinkgeschwindigkeit aufgefasst werden können. Trotz der scheinbar großen Willkür dieser Definition deckt sie sich doch vollständig mit dem, was man bis jetzt beim Plankton „Schwebevorgänge“ genannt hat. Sollte es wirklich nachgewiesen werden, dass, wie z. B. Schütt es vermutet, das spezifische Gewicht des sinkenden Organismus zuweilen wirklich weniger beträgt als das des betreffenden Wassers, so ist die Einreihung dieser Erscheinungen unter den Sinkoberbegriff deswegen noch immer zweckmäßig, weil es ja auch negative Sinkvorgänge physikalisch giebt, d. h. weil sich bei negativer Sinkgeschwindigkeit nur die Richtung, nicht aber der Wert der Geschwindigkeit ändert. Bis jetzt sind aber derartige Fälle noch nicht nachgewiesen worden, vielmehr können alle Schwebevorgänge des eigentlichen Planktons (*Scapholeberis mucronata* z. B. wird ja ihrer abweichenden Lebensweise wegen nicht zu den eigentlichen Planktonformen gerechnet) unter diese Definition aufgenommen werden. Der Vorteil aber, den wir durch die Aufstellung gerade dieser Definition der Schwebevorgänge gewonnen haben, besteht darin, dass wir den Schwebevorgang als den Einzelfall eines allgemeineren Geschehens, das der physikalischen Behandlung viel leichter zugänglich ist, erkannt haben. Selbstverständlich muss nun alles, was für die Sinkvorgänge gilt, auch für die Schwebegesehnisse seine Geltung behalten, nämlich darum, weil das Sinken ein Oberbegriff des Schwebens ist; die Bestandteile oder Eigenschaften eines Oberbegriffes aber per definitionem sämtlich in jedem seiner Unterbegriffe vorhanden sein müssen. Wir werden also zunächst als Vorfrage zu betrachten haben, welche Bedingungen für das Zustandekommen eines Sinkvorganges vorhanden sein müssen resp. maßgebend sind.

Die erste, weil nächstliegende Bedingung dafür, dass ein Körper im Wasser sinkt, ist, dass er spezifisch schwerer ist als Wasser, dass er mit anderen Worten, da er ja soviel an Gewicht in Wasser verliert, als das von ihm verdrängte Wasservolum wiegt, ein Uebergewicht besitzt. Dieses Uebergewicht stellt zunächst die Kraft dar, mit welcher der sinkende Körper nach unten getrieben wird, und zwar ist die Sinkgeschwindigkeit bis jetzt proportional dieser Kraft, oder anders ausgedrückt, proportional der Differenz der beiden spezifischen Gewichte. Nun lehrt indessen die Erfahrung, dass nicht alle spezifisch gleichschweren Körper auch gleich schnell sinken. Und zwar hängt dieser Unterschied augenscheinlich einmal von der Ober-

fläche und der Gestalt des sinkenden Körpers ab, dann aber auch von der Natur der betreffenden Flüssigkeiten. So sinkt zum Beispiel dasselbe Stück Glas in toto oder zu feinem Mehl verrieben sehr verschieden schnell und ebenso etwa eine Scheibe und ein kugelig oder birnförmiger Körper, die gleiches Uebergewicht besitzen. Auf der anderen Seite ist die Sinkgeschwindigkeit ein und desselben Körpers sehr verschieden in Aether oder in Pech. Die Sinkgeschwindigkeit, die direkt proportional dem Uebergewicht ist, ist also noch abhängig von folgenden Größen: Erstens von der Oberflächengröße und der Gestalt des Körpers, beides mit einem gemeinsamen Namen bezeichnet, vom Formwiderstand, und zweitens von einer Beschaffenheit der Flüssigkeit, welche die Physik resp. physikalische Chemie als die innere Reibung der Flüssigkeiten bezeichnet hat.

Während nun die Sinkgeschwindigkeit direkt proportional ist dem Uebergewicht, so ist sie umgekehrt proportional einmal dem inneren Reibungswiderstand der Flüssigkeit, und dann aber auch umgekehrt proportional dem Formwiderstand. Wir haben also für jeden Sinkvorgang folgende Formel:

$$\text{Sinkgeschwindigkeit} = \frac{\text{Uebergewicht}^1)}{\text{Innere Reibung} \times \text{Formwiderstand}}$$

Die Rolle, welche das Uebergewicht bei einem Sinkvorgang spielt, ist sehr einfach und klar. Der Genauigkeit wegen sei noch erwähnt, dass das spezifische Gewicht sowohl des Wassers als auch des Körpers in einem gewissen Maße abhängig ist von der Temperatur. Und zwar nimmt das spezifische Gewicht ab im umgekehrten Sinne der steigenden Temperatur. Indessen ist dieser Temperaturkoeffizient zunächst an und für sich sehr klein. So ist die Dichte des luftfreien Wassers

$$\text{bei } 25^{\circ} = 0,997\,098,$$

$$\text{bei } 100^{\circ} = 0,95\,863.$$

Wir sehen, dass die Aenderung nur ein ganz Geringes beträgt. Warum aber dieser Temperaturkoeffizient des spezifischen Gewichtes bei Schwebevorgängen von Organismen vollständig zu vernachlässigen ist, werden wir später noch zu erörtern haben. Hier sei noch bemerkt, dass ja auch das spezifische Gewicht des sinkenden Körpers fast immer in demselben Sinne wie dasjenige der Flüssigkeit mit steigender Temperatur abnimmt. Da aber ja nur die Differenz beider in Frage kommt, so ist der Einfluss der Temperatur auf die Sinkgeschwindigkeit sehr gering.

Dasselbe gilt für den kubischen Ausdehnungskoeffizienten der Temperatur und die durch ihn bedingten Variationen des Vo-

1) Zu dieser außerordentlich einfachen Formel gelangte ich durch Besprechung der physikalischen Verhältnisse mit meinem Vater, Professor Wilh. Ostwald.

lumen, resp. spezifischen Gewichtes von Körper und Flüssigkeit. Selbstverständlich machen die Fälle eine Ausnahme, bei denen der sinkende Körper Gasblasen enthält.

Als dritten Einfluss auf das Uebergewicht haben wir den Gehalt der Flüssigkeit, speziell des Wassers an gelösten Stoffen, und zwar von Gasen und Salzen zu betrachten. Was den Sinn dieser Beeinflussung anbetrifft, so steigt das spezifische Gewicht mit der Konzentration. So hat z. B. eine NaCl-Lösung von 26,4% bei 18° ein spezifisches Gewicht von 1,2014¹⁾, eine konzentrierte, d. h. 75% Rohrzuckerlösung bei 15° ein solches von 1,38401 etc. — Ueber den zahlenmäßigen Einfluss der gelösten Gase auf das spezifische Gewicht liegen mir keine genaueren Angaben vor. Doch wird derselbe noch geringer sein als der der Salze.

Etwas näher zu erläutern sind nun noch die beiden Begriffe: Innere Reibung und Formwiderstand. Beginnen wir mit der schärferen Definition des Formwiderstandes.

Wie schon oben bemerkt, setzt er sich aus Oberflächengröße und Gestalt zusammen. Meistens sind diese beiden Faktoren mit dem Volumen praktisch eng verknüpft, so dass sie sich alle drei fast stets gemeinsam ändern. Was den Einfluss der Oberflächengröße anbetrifft, so ist derselbe bei Betrachtung der Sinkgeschwindigkeit z. B. von feinen, zerriebenen Substanzen oder selbst eines Stückes Bimssteins, aus dem alle Luft vorher entfernt worden ist, dann aber in der Biologie bei Betrachtung der ungeheuren Oberflächenentwicklung z. B. von Kieselalgen, Krebsen (*Calocalanus pavo*) etc., die Planktonorganismen sind, leicht ersichtlich. Indessen ist der Einfluss der Oberflächengröße allein wegen ihres außerordentlich verwickelten Verhältnisses zu den anderen Faktoren, resp. zur Sinkgeschwindigkeit einstweilen so gut wie gar nicht messbar. Höchstens bei sehr einfachen, regelmäßigen Formen würde eine zahlenmäßige Beziehung, aber nur mit dem Aufwande eines außerordentlichen, mathematischen Apparates zu erlangen sein.

Noch komplizierter, was die Genauigkeit des Vergleiches anbetrifft, liegen die Verhältnisse bei dem Einfluss der Form auf die Sinkgeschwindigkeit. Hier ist vor allen Dingen der Winkel zu berücksichtigen, unter dem die einzelnen Flächen des sinkenden Körpers zu der senkrechten Richtung der Bewegung resp. des Reibungswiderstandes stehen. Denn es ist ja, wie der Augenschein lehrt, durchaus nicht gleichgültig, ob z. B. eine Schwebevorrichtung horizontal oder vertikal ausgestreckt wird. Es ergibt sich aber leicht, dass die Ar-

1) Landolt - Börnstein: Physikalisch - chemische Tabellen. Zweite Aufl., p. 39.

2) Aus Landolt-Börnstein op. cit.

beit, welche der Reibungswiderstand der Flüssigkeit an dem sinkenden Körper leistet, am größten ist, wenn der Winkel zur Kraftrichtung ein rechter ist, da ja Arbeit = Kraft \times Kraftweg \times \cos des Neigungswinkels e , $\cos e$ aber für gewöhnlich ein echter Bruch ist und erst in dieser Lage seinen größten Wert = 1 erreicht. Wenn das Uebergewicht, die Oberfläche des sinkenden Körpers und die innere Reibung der Flüssigkeit konstant sind, dann werden wir sagen können, dass diejenigen Körper im allgemeinen die geringste Sinkgeschwindigkeit haben werden, welche den größten Querschnitt oder die größte Vertikalprojektion besitzen.

Es bleibt uns nun drittens übrig, den Einfluss, den wir die innere Reibung der Flüssigkeit genannt haben, näher zu erörtern. Wie schon oben angedeutet wurde, hängt diese Eigenschaft, wenn auch einstweilen noch lange nicht überall gesetzmäßig, von der chemischen Beschaffenheit der betreffenden Flüssigkeit ab. Da wir uns aber nur auf die innere Reibung des Wassers beschränken wollen, so kommen gröbere chemische Einflüsse auf die innere Reibung der Flüssigkeit nicht in Betracht. Das Nächstliegende ist, nachzusehen, ob und in welcher Weise etwa gelöste Stoffe, Salze oder Gase, die innere Reibung beeinflussen. Eine Beeinflussung ist in der That vorhanden, und zwar steigt die innere Reibung ziemlich stark mit zunehmender Konzentration der Lösungen. Was den Einfluss von NaCl anbetrifft, so habe ich nur Angaben über verdünnte Lösungen finden können: So ist die innere Reibung einer Normallösung, also einer 5,6prozentigen Kochsalzlösung, wenn wir die innere Reibung des Wassers bei $25^\circ = 1$ setzen, = 1,0273. Bei höheren Konzentrationen, welche in manchen Seen bis zu 28,8%, also bis zur Löslichkeitsgrenze des NaCl gehen können, wird sich dieser Einfluss indessen sehr deutlich bemerkbar machen. Um ein Beispiel zu geben, sei hier eine Reihe von Zahlen gegeben, welche das außerordentlich deutliche Wachsen der inneren Reibung einer Rohrzuckerlösung¹⁾ mit ihrer Konzentration veranschaulichen sollen. Die Zahlen gelten, wenn sie auf die innere Reibung von Wasser bei $20^\circ = 1$ bezogen werden.

1%	1,0245
10%	1,3312
20%	1,8895
22%	2,0552
25%	2,3497
30%	3,0674

Wir sehen, dass die innere Reibung von Rohrzuckerlösungen bei 22% schon doppelt so groß ist als bei Wasser, und bei 30% ungefähr dreimal so groß. Aehnliche Verhältnisse werden sich auch bei NaCl-Lösungen finden, müssen indessen noch experimentell festgestellt werden,

1) Landolt-Börnstein op. cit. (Burkhard).

namentlich da eine Berechnung derselben nach der Arrhenius'schen Formel nicht möglich ist, da letztere nur für verdünnte Lösungen gilt. Ebenfalls genauer zu untersuchen sind die Lösungsgemische von verschiedenen Salzen, wie sie das Meerwasser bilden etc. — Zahlenmäßige Angaben über den Einfluss der gelösten Gase auf die innere Reibung habe ich überhaupt nicht gefunden.

Der Einfluss des Druckes auf die innere Reibung kommt, da es sich hier ja um Wasser handelt, als ganz minimal praktisch nicht in Betracht.

Der zweite Faktor indessen, der einen außerordentlichen Einfluss auf die innere Reibung besitzt, ist die Temperatur. Was den Sinn dieser Beeinflussung anbetrifft, so ergibt sich, dass die innere Reibung abnimmt mit steigender Temperatur. Setzt man die innere Reibung des reinen Wassers bei 0° gleich 100, so beträgt die Abnahme desselben, zunächst für die ersten 30—40 Grade, pro 1° ca. 2—3%, d. h. bei 25° ist die innere Reibung gerade halb so groß als bei 0°, oder, falls Uebergewicht und Formwiderstand konstant bleiben: die Sinkgeschwindigkeit ist bei 25° noch einmal so groß als bei 0°. Genau beträgt die innere Reibung des Wassers bei 25° (s. Landolt-Börnstein op. cit) statt 50 = 49,9. Für die Temperatur von 40—100° ist die Abnahme der inneren Reibung etwas schwächer, bei 70° z. B. beträgt sie noch 23,5. Wir sehen also, dass gleich dem Gehalte des Wassers an gelösten Stoffen der Temperaturkoeffizient auf die Sinkvorgänge einen ganz beträchtlichen Einfluss besitzt.

Nach dieser näheren Ausführung der einzelnen Faktoren der Sinkgeschwindigkeit haben wir uns nun zu überlegen, welche Gestalt die Formel für den speziellen Fall annehmen muss, dass ihr Wert sehr klein, die Sinkgeschwindigkeit also gleich einem Minimum, resp. der Sinkvorgang zu einem Schwebevorgang wird.

$$\text{Sinkgeschwindigkeit} = \frac{\text{Uebergewicht}}{\text{Innere Reibung} \times \text{Formwiderstand}} = \text{Min.} \\ = \text{Schwebefähigkeit.}$$

Der Bruch wird immer kleiner und nähert sich immer mehr 0 in dem Maße, in dem entweder der Zähler, das Uebergewicht, kleiner oder der Nenner, innerer Reibungswiderstand \times Formwiderstand, größer wird. Selbstverständlich schließt die Aenderung des einen Faktors eine gleichzeitige Aenderung des anderen keineswegs aus; es können sich sehr gut nur einzelne Koeffizienten der drei Hauptfaktoren ändern, oder auch mehrere und alle zusammen. Bei einzelnen Koeffizienten besteht sogar praktisch fast immer ein solcher Zusammenhang, so dass Aenderung des einen Faktors sogleich Aenderung des anderen hervorruft, so z. B. zwischen Volum und Oberflächengröße oder zwischen Oberfläche, Volum und Form des Körpers etc. Das gewünschte Resultat, dass der Wert des Bruches ein Minimum wird, kann also auf

verschiedene Weise erreicht werden. Einen dieser Sonderfälle stellen, wie wir noch später zu betrachten haben werden, in großer Mehrzahl die Planktonorganismen dar.

Wir sind jetzt in der Lage, unsere erste Hauptfrage nach den physikalisch-chemischen Bedingungen, welche beim Zustandekommen eines Schwebevorganges überhaupt nötig und maßgebend sind, zu beantworten: Damit ein Körper schwebt, muss der Quotient aus Uebergewicht und innerem Reibungswiderstand der Flüssigkeit \times Formwiderstand des Körpers ein Minimum betragen.

Diese Regel gilt also für beliebige Körper. Unsere zweite Hauptfrage bestand nun darin, nachzusehen, welche speziellen Schwebbedingungen beim Plankton vorhanden sind. Es ist selbstverständlich, dass alles, was wir bis jetzt von den Schwebbedingungen beliebiger Körper kennen gelernt haben, auch für die Schwebevorgänge der Planktonorganismen gelten muss; nur kann der günstige Umstand eintreten, dass z. B. in einem speziellen Falle, wie hier ein oder einzelne Faktoren ihren Einfluss verlieren und gleich 1 werden. In der That werden wir auch einige derartige Vereinfachungen antreffen. In Summa sollen also die jetzt folgenden Erörterungen einen sehr flüchtigen Abriss der allgemeinen Planktonphysik geben.

Betrachten wir noch einmal unsere Formel der Schwebefähigkeit, so sehen wir, dass nur zwei Faktoren derselben abhängig sind von den sinkenden Körpern selbst, der dritte aber nur von der Beschaffenheit der Flüssigkeit bestimmt wird. Es werden also auch für die speziellen Schwebbedingungen der Planktonorganismen nur die beiden Faktoren Uebergewicht und Formwiderstand in Betracht kommen können. Bevor wir indessen zur Einzelbetrachtung derselben schreiten, haben wir noch den Begriff des Planktons nach einer anderen Seite hin, als es bis jetzt geschehen ist, schärfer zu definieren. Es giebt nämlich eine Verschiedenartigkeit der Begriffe „Plankton“, welche durch die Verschiedenheit des dabei mit verwendeten Zeitfaktors bedingt wird. So können wir beispielsweise unter Plankton die Summe derjenigen schwebenden Wasserorganismen verstehen, welche gleichzeitig und in einem geringen Zeitraume zur Beobachtung kommen. Unter diesen Begriff gehörte also z. B. das Plankton eines Tages, eines Fanges etc. Dann aber können wir die Summe der Arten, Generationen etc., welche in einem längeren Zeitraum, etwa in einem Monat oder einem Jahre, oder auch an verschiedenen Lokalitäten untersucht wurden, mit dem Namen „Plankton“ bezeichnen. Der tiefgreifende Unterschied dieser zwei Begriffe besteht darin, dass wir die Eigenschaften der Einzelindividuen des ersten Planktonbegriffes, einige abseits stehende und besonders zu besprechende Ausnahmen natürlich abgerechnet, als ziemlich konstant ansehen, während dies bei Betrachtung

tungen von Arten, Generationen, Entwicklungen und ähnlichen höheren Abstraktionen nicht möglich ist. Dies gilt ganz besonders beim ersten Begriff für die spezifisch räumlichen Eigenschaften des Organismus, d. h. für Volum, Oberflächengröße und Formwiderstand; eine nähere Betrachtung soll gleich folgen. Jedenfalls wollen wir uns zunächst nur mit den speziellen Schwebbedingungen des ersten Planktonbegriffes, also mit der Summe der gleichzeitig und in einem kleinen Zeitraume schwebenden Planktonorganismen, also der Individuen beschäftigen; wir werden später noch näher auf die Verhältnisse bei Anwendung des zweiten Planktonbegriffes, bei dem der Zeitfaktor sowie noch einige allgemeine biologische Faktoren eine größere Rolle spielen, einzugehen haben.

Beginnen wir nun mit der Diskussion des Formwiderstandes. Per definitionem setzte dieser sich zusammen aus Oberflächengröße und Gestalt. Was zunächst den Einfluss der Oberflächenentwicklung bei Planktonorganismen anbetrifft, so ist es erstaunlich, in wie hohem Maße gerade dieser Faktor bei den Schwebevorgängen des Planktons eine Rolle spielt. Alle die bekannten, mannigfaltigen, oft geradezu monströs entwickelten Schwebefortsätze, Haare, Borsten, Fäden etc. etc. der Planktonorganismen gehören hierher. Ein anderes Mittel zur Oberflächenvergrößerung, mit welchem zu gleicher Zeit auch eine Volumvergrößerung ohne in Frage kommende Gewichtszunahme und eine Herabminderung des spezifischen Gewichtes erreicht wird, besteht in der zuweilen extremen Wasseraufnahme oder in dem Auscheiden von gallertigen Hüllen bei Einzelindividuen und bei Kolonien. Alle diese Oberflächenvergrößerungen, die wie gesagt, sehr oft noch eine Verminderung des spezifischen resp. Uebergewichtes zur Folge haben, dienen dazu, die Sinkgeschwindigkeit herabzusetzen oder die Schwebfähigkeit der Organismen zu erhöhen. Was die physikalischen Einflüsse auf die Oberflächengröße anbelangt, so kommen sie zu einem Teil, wie z. B. der Wärmeausdehnungskoeffizient der Oberfläche, wie der Augenschein lehrt, aber auch aus später zu erörternden Gründen so gut wie gar nicht in Betracht. Die anderen Faktoren, z. B. die chemische Beschaffenheit des Wassers haben direkt keinen Einfluss auf die Oberflächengröße, sondern erst indirekt durch den Stoffwechsel etc. (Fortsetzung folgt.)

Ueber direkte Teilung unter künstlichen Bedingungen. Von W. Schimkewitsch.

Die Entwicklung der Eier von *Loligo* in verschiedenen Lösungen untersuchend, konnte ich bemerken, dass einige Zellen des Embryos, die sich in normalen Bedingungen karyokinetisch vermehren, in künstlichen zur direkten Teilung übergehen (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie,

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Ostwald Wolfgang

Artikel/Article: [Zur Theorie des Planktons. 596-605](#)