

# Die Nahrung der Tiefseethiere.

Von

**Dr. Emil v. Marenzeller.**

---

Vortrag, gehalten den 7. December 1892.



Die Nahrung der Tiefseethiere ist, soweit diese wie die Landthiere nicht der großen Regel, sich gegenseitig zu fressen, folgen, das Plankton. Plankton? Was ist das? Plankton ist „alles, was im Wasser treibt, einerlei ob hoch oder tief, ob todt oder lebendig. Das Entscheidende ist, ob die Thiere willenlos im Wasser treiben oder ob sie einen gewissen Grad von Selbständigkeit der Triebkraft gegenüber bewahren. Die Fische gehören daher höchstens in der Form von Eiern oder Brut zum Plankton, aber nicht als erwachsene Thiere. Die Copepoden (kleine Krebschen), obgleich lebhaft schwimmend, werden doch willenlos mit dem Wasser fortgerissen und müssen daher zum Plankton gerechnet werden“. In dieser Weise bestimmt Geheimrath Dr. Victor Hensen, Professor der Physiologie an der Universität Kiel, den von ihm vor fünf Jahren in die Wissenschaft eingeführten und rasch eingebürgerten Begriff, der dem Griechischen entlehnt ist. Plankton ist zum Theile gleichbedeutend mit dem, was man früher unter „Auftrieb“ oder „pelagische Thier- und Pflanzenwelt“, das sind die an oder nahe der Oberfläche des Meeres schwebenden Thiere und Pflanzen, verstand.

Das Plankton hat seit jeher das Interesse der Laien und Forscher gefesselt. So mancher unter meinen Zuhörern wird sich bei einem Besuche der Küsten oder eines günstig gelegenen Aquariums von der Schönheit und Absonderlichkeit einzelner Angehörigen der Planktonwelt ergötzt haben. Die Seefahrer waren oft von Staunen, ja abergläubischer Furcht erfüllte Zeugen ungewöhnlicher oder befremdender Erscheinungen, wie Verfärbung der See, Meerleuchten, welche durch das massenhafte Auftreten gewisser Bestandtheile des Planktons und durch ihre Fähigkeit, Licht zu erzeugen, hervorgerufen wurden. Die Forscher endlich haben sich in den letzten fünfzig Jahren mit Vorliebe dieser eigenthümlichen Lebewelt zugewendet, besonders soweit sie in den Bereich der immer zahlreicher gewordenen zoologischen Arbeitsstellen oder Stationen an der Küste gelangten, theils um die Kenntniss der Arten, des Baues, der Entwicklung der eigentlichen und bleibenden Planktonwesen zu erweitern, theils um die nur vorübergehend an der Bildung des Planktons sich theiligenden Entwicklungszustände von Thieren, die im erwachsenen Zustande am Grunde leben, zu erforschen.

Wer diese eigenthümliche Lebewelt kennen lernen will, der muss sich mit einem feinmaschigen Netze versehen auf die See begeben, je weiter desto besser. Der Fang wird von der Gunst der Zeit oder des Ortes abhängen. Nur wenige Formen zeichnen sich durch ihre Größe aus, die meisten, die der Zahl nach überwiegenden,

sind klein, sehr klein und entgehen dem Auge des Beobachters, der über den Rand des Bootes oder vom Borde eines großen Fahrzeuges aus in die Wellen blickt. Das Netz muss sehr fein sein, um sie zu fangen, und wir bedürfen eines Mikroskops, um sie zu vergrößern. Eine auffallende Eigenschaft der meisten Plankonthiere ist ihre große Durchsichtigkeit. Manche, und zwar die an der Oberfläche schwebenden, besitzen eine sogenannte sympathische Färbung, das heißt, sie stimmen mit der Farbe der Umgebung überein, sie sind bläulich gefärbt. Eine große Anzahl endlich hat die Fähigkeit zu leuchten. Ich habe dieses Thema vor einigen Jahren in einem besonderen Vortrage behandelt.

Zum besseren Verständnisse will ich einige der wichtigsten Gruppen der Fauna und Flora des Planktons vorführen. Zu den ansehnlichsten gehören die Quallen oder Medusen. Die Körpersubstanz aller ist ein durchsichtiges Gallertgewebe. Die Schirmquallen gleichen einem Schirme oder einer Glocke. An der Unterseite befindet sich der Mund, der direct in die Leibeshöhle führt. Am Rande stehen Fangfäden und Sinnesorgane. Die Röhrenquallen oder Schwimmpolypen (Siphonophoren) bilden eine höchst merkwürdige unzerrennbare Vereinigung vielgestaltiger Individuen mit vollkommener Theilung der Arbeit. Sie machen oft den Eindruck von Blumengewinden oder Sträußen, aber die krystallinen Blätter, Blüten und Halme sind in beständiger Bewegung. Die Rippenquallen (Ctenophoren) haben meist einen rundlichen oder ovalen Körper, an

dessen Oberfläche, acht Rippen oder Reihen bildend, zahlreiche bewegliche Schwimmlättchen stehen, die im Sonnenglanze alle Farben des Regenbogens spielen. Die Quallen treten manchmal in ungeheuren Schwärmen auf. Nicht minder große Ansammlungen bilden die Salpen aus dem Kreise der molluskenähnlichen Thiere. Sie kommen einzeln oder zu Ketten oder in Wirteln vereinigt vor. Ihr gallertiger oder knorpeliger Körper ist von cylindrischer oder tonnenförmiger Gestalt. Verwandt mit den Salpen sind die wegen ihrer Leuchtkraft berühmten Feuerwalzen (*Pyrosoma*) und die unscheinbaren, aber wegen der Massenhaftigkeit ihres Vorkommens sehr wichtigen Appendicularien. Charakteristische Bestandtheile des Plankton bilden ferner aus dem Kreise der echten Mollusken die Flügelschnecken (Pteropoden) und Kielfüßer (Heteropoden). Die ersteren bewegen sich mit Hilfe zweier zu Seiten des Körpers stehender Flügel oder flossenähnlicher Fortsätze. Viele haben zarte, leichte Schalen. Einige in den Polargegenden in ungeheuren Mengen vorkommende Arten bilden die hauptsächlichste Nahrung der Walfische. Einen hervorragenden Antheil an der Zusammensetzung des Planktons nehmen die Krebse. Sie gehören verschiedenen Ordnungen an, und ihre Zahl ist manchmal so groß, dass das Meer eine gelbliche oder röthliche Färbung annimmt. Als beliebte Nahrung vieler Seethiere, namentlich der Fische, spielen sie in der Ökonomie des Meeres eine große Rolle, und zwar vor allen die kleinen Copepoden oder Ruder-

füßer. Ein bekannter Vertreter derselben in unseren süßen Gewässern ist der Hüpferling (*Cyclops*). In der Ostsee kommen auf 1 *l* Wasser 72—89 verschiedene Copepoden nebst ihren Larven, oder unter einer Quadratmeile Wasserfläche bei einer mittleren Tiefe von 20 *m* 80—100 Billionen. Frisch würde dies 1·5 Millionen, trocken 150.000 *kg* organische Substanz ergeben. Dem Plankton eigenthümlich sind auch einige Wurmformen: die wie ein Pfeil dahinschießenden glashellen, mit mächtigen Kiefern versehenen Pfeilwürmer (*Sagittidae*), die sonderbaren Asselwürmer (*Tomopteridae*) und die großäugigen Glaswürmer (*Alciopidae*). Aus dem untersten Kreise des Thierreiches, den Urthieren, nehmen an der Bildung des Planktons Theil, reich an Zahl der Individuen und Arten, die durch eine wunderbare Formenmannigfaltigkeit ihres Kieselskeletes ausgezeichneten mikroskopischen Gitterthiere oder Strahllinge (*Radiolaria*), die mit einer nicht minder vielgestaltigen Kalkschale versehenen Wurzelfüßer (*Foraminifera*), die Leuchtbläschen und einige Infusorien. Dem Plankton gehören endlich nicht nur die Larven der willenlos treibenden, sondern auch vieler freischwimmender oder sesshafter Thiere an.

Die Pflanzen des Planktons sind, die flottierenden Tange ausgenommen, sehr klein, mit freiem Auge kaum oder gar nicht wahrnehmbar. Sie werden deshalb leicht übersehen und haben bisher lange nicht die Beachtung gefunden, welche sie verdienen; denn sie sind für den Haushalt des Meeres von derselben großen Bedeutung

wie ihre mächtigen Geschwister auf der vom Wasser nicht bedeckten Erde für diese. Nur dann, wenn sie in großen Mengen und nahe der Oberfläche auftreten, werden sie auffallend, weil sie die blaue Farbe des Wassers und seine Durchsichtigkeit beeinträchtigen. Die Farbe der Pflanzen des Planktons ist gelb, von grüngelb bis braungelb, manchmal auch roth. Dementsprechend verfärbt sich auch das Meer, und wir werden daraus seine Fruchtbarkeit an pflanzlicher Nahrung beurtheilen können. Der Planktonforscher Dr. F. Schütt sagt: Das reine Blau ist die Wüstenfarbe der Hochsee, dem Grün der Wiesen vergleichbar ist die Vegetationsfarbe der arktischen Fluten, doch die Farbe der üppigsten Vegetation, des größten pflanzlichen Reichthums ist das schmutziggrünliche Gelb der seichten Ostsee.

Solche Planktonpflanzen sind die Diatomeen oder Stückelalgen, einzellige Pflanzen mit einem häufig sehr fein gezeichneten Kieselpanzer. Ihre Vermehrung durch Theilung geht ungemein rasch vor sich. Sie lieben hauptsächlich das kühlere Wasser und häufen sich besonders in den Polargegenden in ungeheuren Mengen an. Aber auch in der Ostsee sind sie außerordentlich zahlreich, nur nach den Jahreszeiten schwankend. Professor Hensen fand daselbst im März von *Chaetoceros*-Arten 45·7 Exemplare, von *Rhizosolenia alata* im Mai 85·7 und von *Rhizosolenia semispina* gar 102·4 in einem Cubikcentimeter. Jeder Tropfen der Ostsee enthält Diatomeen. — An die Diatomeen schließen sich, wie man

jetzt weiß, die gleichfalls einzelligen Peridinen, welche man früher den Infusorien anreichte. Sie sind eigentlich eine Gruppe, die zwischen Pflanzen- und Thierreich steht. Bei den *Ceratium*-Arten ist die eine Geißel tragende mikroskopische Zelle mit zwei bis fünf hornartigen Fortsätzen versehen. Auch sie sind, wie die Stüchelalgen, vorzüglich Bewohner des kühlen Wassers und nähern sich ihnen in der Massenhaftigkeit des Auftretens. In der Ostsee wurden bis zu dreizehn Stück in einem Cubikcentimeter gefunden. Wichtig sind ferner die Oscillariaceen, aus Zellenreihen bestehende Fäden, die Bündel bilden, in welchen sie sich parallel lagern oder wie die Fasern eines Taus gedreht sind oder wie Strahlen von einem Mittelpunkte ausgehen. Ihr Aufenthalt sind die wärmeren Meere. *Trichodesmium erythraeum* ist roth gefärbt und treibt an der Oberfläche. Ihm verdankt das Rothe Meer seinen Namen. Die Farbe anderer, erst jüngst im Atlantischen Ocean entdeckter, viel allgemein verbreiteter, aber nicht so auffälliger Formen, weil sie tiefer schweben, ist strohgelb.

Außer diesen und noch anderen unscheinbaren Pflänzchen des Planktons, die ihre geringe Größe durch ihre Massen wettmachen, kommen im Ocean Ansammlungen eines Tanges, des Sargassum oder Beerentanges, vor, die so weit verbreitet sind, dass die betreffenden Stellen auf den Karten als Sargassosee bezeichnet werden. Columbus gilt als Entdecker dieser Meeresstriche. Der Beerentang stammt von den Küsten der westindi-

schen Inseln, wird in die hohe See fortgetrieben und geht dort allmählich zugrunde.

Die Feststellung der verschiedenen Gattungen und Arten von Thieren und Pflanzen, welche im Meere treiben, förderte die qualitative Bestimmung des Planktons, das heißt, man ist im Stande, aus vielen einzelnen Beobachtungen ein allerdings noch lange nicht vollständiges Bild zusammenzufügen, woraus das Plankton besteht. Dagegen war man in Bezug auf die quantitative Bestimmung des Planktons, also auf die Menge des Planktons oder die dasselbe zusammensetzenden wichtigsten Bestandtheile, nur auf die ganz oberflächlichen Schätzungen der Beobachter angewiesen, die sich entweder auf den Eindruck der gesammten Masse oder auf einzelne, eben berücksichtigte Formen bezogen. Erst in neuester Zeit ist man dieser Frage nahe getreten. Auf den ersten Blick erscheint es eine ungeheuerliche und unmögliche Aufgabe, die Menge der im Meere treibenden Organismen in einer nur annähernd brauchbaren Weise zu bestimmen. Ihre Zahl ist Legion und die Größe vieler winzig. Das Arbeitsfeld dehnt sich über nahezu drei Viertel der gesammten Oberfläche unseres Erdballes aus, und man müsste es schichtenweise absuchen. Ebbe und Flut, Wind und Sonne, Strömungen, das ewige Werden, Wachsen, Vergehen der Geschöpfe, werden jede für einen noch so kleinen Punkt gewonnene Berechnung zu einer illusorischen machen. Doch alle diese theoretischen Erwägungen haben sich als irrig erwiesen. Dem Scharfsinne,

der Ausdauer und Thatkraft des Professors der Physiologie an der Universität Kiel, Victor Hensen, ist es nach langjähriger Arbeit gelungen, den Weg zu finden, wie dieser Frage beizukommen sei. Gleich im Anfange zeigte sich, dass dank besonderer günstiger Umstände im Meere eine befriedigende Lösung möglich sei. Immer weiter wurde der Ausblick, der sich dem geistigen Auge des unermüdlichen Forschers eröffnete, und als letztes angestrebtes Ziel winkt die Bestimmung der Mengen des Planktons nicht allein, sondern die des Ertrages der Meere im Vergleiche zu dem des Landes. Völlig neu war das aufgeworfene Problem, neu waren auch die von Hensen eingeführten Methoden. Sie sind außerordentlich lehrreich durch die Sicherheit, mit der sie möglichen Fehlerquellen begegnen, und erwecken das größte Vertrauen für die bisher erzielten überraschenden Resultate. Es ist das ganze Verfahren in der That, wie Dr. Schütt, ein Mitarbeiter Hensens, sagt: „Ein Muster dafür, wie eine Aufgabe, die ein der physiologischen Experimentierkunst nicht Kundiger für eine Danaidenarbeit zu halten geneigt ist, mit Hilfe exacter Fragestellung, sinnreicher Apparate und gewissenhafter Handhabung leicht und glatt gelöst wird.“ Und weil das so ist, will ich es gerade in diesem Kreise nicht unterlassen, die wesentlichen Grundzüge desselben anzudeuten. Zudem steht die genaue Erforschung des Planktons mit meinem Thema im innigsten Zusammenhange.

Das Fundament, auf welchem die quantitative Be-

stimmung des Planktons beruht, ist die von Hensen ermittelte Thatsache, dass es zunächst der Oberfläche in seinen wichtigsten Bestandtheilen — es sind dies die kleinen Formen — ziemlich gleichmäßig vertheilt ist, denn nur dadurch, dass die an irgend einem Punkte gewonnenen Werte einen Rückschluss auf weite Strecken gestatten, wird die Arbeit überhaupt ausführbar.

Es bewirken dies die im Meere viel weniger als am Lande verwickelten, gleichmäßigeren Lebensbedingungen. Salzgehalt, Licht, Luft, Bewegung unterliegen auf große Strecken keinem großen Wechsel. Störungen, wie Wellen und Strömungen, tragen nur dazu bei, die Mischung noch vollkommener zu machen. Hensen setzte bei stark bewegter See versilberte Glaskugeln aus, welche so schwer gemacht wurden, dass sie eben noch schwammen, und beobachtete, wie sie durch den Wellengang zerstreut wurden. Er berechnete, dass die äußersten Kugeln nach 24 Stunden etwa um eine deutsche Meile auseinandergewichen wären.

Das Verfahren, welches Hensen bei dem Fange des Planktons und seiner Verwertung in quantitativer Hinsicht einschlägt, ist folgendes:

Das Netz wird in eine bestimmte Tiefe versenkt, dann senkrecht in die Höhe gezogen. In dem Netze wird sich, vorausgesetzt, dass die Maschen so fein sind, dass nicht ein Theil des Fanges wieder entschlüpft, und dass wirklich alles Wasser hindurchgeht, das gesamte Plankton befinden, welches in der durchfischten

Wassersäule, deren Höhe aus der Länge des Taues, an welchem das Netz hängt, und deren Querschnitt durch den Querschnitt des Netzes gegeben ist. Diese Stichprobe wiederholt man in größerer oder geringerer Entfernung, je nachdem man Ursache hat, eine größere oder geringere Gleichmäßigkeit in der Vertheilung der Organismen anzunehmen, und ergänzt durch Rechnung für die ganze zwischen den zwei Fangorten liegende Strecke die in der sogleich zu beschreibenden Weise erhaltenen Werte.

Das Zeug eines solchen Netzes muss gleichweite und sehr feine Maschen haben, dass auch sehr kleine Organismen gefangen werden. Hensen verwendet die Seidengaze feinsten Gattung, welche zum Sieben des Mehles dient. Auf jedes Quadratcentimeter Fläche kommen 5926 Löcher. Jedes Loch hat eine Seitenlänge von  $0.05\text{ mm}$ . Man muss ferner genau wissen, um den einen Fang mit dem anderen vergleichen zu können, wieviel Wasser in einer bestimmten Zeit und bei einem bestimmten Drucke durch das Netz filtriert wird. Es muss das Wasser wirklich, während das Netz gezogen wird, bei der Mündung hinein und durch die Maschen hinaus, es darf nicht über den Rand des Einganges abfließen. Hensen hat in exacter Weise diese Umstände erwogen, berechnet und darauf die Construction seines Planktonnetzes gegründet. Es besteht aus einem Eisenringe von  $0.9\text{ mm}$  Durchmesser, an dem der nach hinten sich verjüngende Netzsack von circa  $1.5\text{ m}$  Länge befestigt ist. Die Öffnung wird durch einen kegelförmigen

Aufsatz, dessen Wände aus Barchent bestehen, auf 0.36 m Durchmesser verengt. In das hintere Ende des Netsackes ist ein eigenthümlich construirter Sammel-eimer mit durchlässigen Wandungen eingebunden. In diesem Eimer sammelt sich der Fang. Was an der Innenwand des Netsackes haften blieb, wird durch Wasserstrahlen, mit denen dieser von außen beworfen wird, gleichfalls hineingespült. Das Material wird sodann in eigenen Filteroren soviel wie möglich vom Wasser befreit, und bis man die quantitative Bestimmung vornimmt in einer entsprechenden Conservierungsflüssigkeit aufbewahrt. Man bestimmt zunächst das Gesamtvolumen des Fanges in einem Messcylinder. Eine solche in Zahlen ausdrückbare Messung ist im Vergleiche mit den früheren oberflächlichen Schätzungen von außerordentlichem Werte. So wird Jeder, der die Sargassosee passiert, über die große Menge der treibenden Tangbüschel erstaunte Kunde geben. Diese aufdringlichen Beerentange schrumpfen aber zu völliger Bedeutungslosigkeit zusammen, wenn man ihr Volumen mit dem der kleinen, unsichtbaren Lebewelt vergleicht, die jenen Theil des Atlantischen Oceans bevölkert. Hensen stellte fest, dass eine Sargassumpflanze auf 175 Quadratmeilen kommt, während das Volumen des übrigen noch dazu ärmlichen Planktons auf gleicher Strecke etwa das Fünfzigfache des Beerentanges beträgt. — Dennoch ist die Volumbestimmung allein nicht genügend, weil das Plankton sehr verschiedene Bestandtheile enthält, Pflanzen und

Thiere, und die einen wie die anderen in vielen verschiedenen Arten auftreten; welche, wie es ja auch für die Pflanzen und Thiere des Landes gilt, eine sehr verschiedene Rolle spielen, von sehr verschiedener Bedeutung im Haushalte der Natur sind. Bei gleichen Mengen zweier Fänge ist es doch etwas ganz anderes, ob der eine vorzugsweise aus Pflanzen, der andere vorzugsweise aus Thieren besteht, ob diese groß oder klein, selten oder zahlreich sind. Nur die Pflanze vermag mit Hilfe der Sonne aus der unbelebten Materie Stoffe zu erzeugen, welche das Thier zum Leben braucht, wie Eiweiß, Kohlehydrate. Die Pflanze baut auf, das Thier vernichtet. Die Pflanzen sind „Nahrungsproduzenten“, die Thiere „Nahrungsconsumenten“. Die Wechselbeziehungen zwischen Thier und Pflanze im Meere, die Urnahrung der Thiere, der Ertrag des Meeres an organischer Substanz sind nur durch eine genaue und getrennte quantitative Bestimmung aller einzelnen Elemente zu ergründen. Da aber die meisten Organismen, und gerade die Pflanzen, auf welche es in erster Linie ankommt, sehr klein sind, so kann von einem Herausuchen und Raummessen der Arten nicht die Rede sein; es müssen die einzelnen Individuen unter dem Mikroskope gezählt werden. Natürlich ist dies nicht wörtlich zu nehmen. Wer würde es unternehmen, beispielsweise einen Fang aus zwei Cubikmeter Ostseewasser, der an 6 Millionen Pflanzen und Thiere (5 Millionen Ceratien, 630.000 Stückelalgen, 80.000 Copepoden, 70.000 andere Thiere) enthält, durchzuzählen? Man thut dies

mit den großen Formen, von den übrigen zählt Hensen nur einen bestimmten Bruchtheil. Der conservierte Fang wird mit so viel Wasser versetzt, dass das Ganze gut untereinander gemengt werden kann, und wieder gemessen. Diesem Volumen entnimmt man mittels der Hensen'schen Stempelpipette, einer Art Spritze, deren Stempel so ausgehöhlt ist, dass er ein bestimmtes Quantum aufnehmen kann, eine bekannte kleine Menge, und bringt diese unter das Zählmikroskop, das Hensen für diese Untersuchungen eigens eingerichtet. Das zu zählende Gemenge wird auf einer mit feinen parallelen Linien versehenen Glasplatte ausgebreitet, die unter der Objectivlinse des Mikroskopes liegt und in zwei aufeinander senkrechten Richtungen bewegt werden kann. Bei jedem im Sehfelde erscheinenden Individuum wirft man in das mit dem entsprechenden Namen versehene Fach eines Setzerkastens eine Marke. Indem man die in den einzelnen Kästchen befindlichen Marken abzählt und den Bruchtheil auf das gesammte Volumen umrechnet, erfährt man die Zahl der Individuen jeder Art in dem Fange. Das Zählen sehr kleiner Formen auf einer Platte kann erfahrungsmäßig abgekürzt werden.

Nachdem Hensen seine Untersuchungen durch eine Reihe von Jahren vorwiegend in der Ostsee und im Bereiche der Küste angestellt, kam es im Juli des Jahres 1890 unter seiner Führung zu einer großen Hochseeexpedition im Atlantischen Ocean, auf dem Schiffe „National“, welche beiläufig vier Monate dauerte

und unter dem Namen der deutschen Planktonexpedition bekannt ist. Die Ergebnisse stimmen mit den früher gewonnenen Erfahrungen: das Plankton war auch im Ocean zur Zeit der Fahrt auf sehr bedeutende Strecken ungemein gleichmäßig vertheilt.

Von allgemeinem Interesse dürften einige Schlussfolgerungen sein, die Hensen aus seinen quantitativen Planktonstudien gezogen. Hensen stellte fest, dass in der Ostsee unter einem Quadratmeter Oberfläche bei einer Tiefe des Wassers von 20 *m* jährlich 6570 *cm*<sup>3</sup> an pflanzlichen Nahrungstoffen, die fast ganz aus Stückelalgen bestanden, erzeugt werden. Dies würde 14·8—17·7 *gr* trockene organische Substanz ergeben. Da nach den Untersuchungen von Hensen in der Ostsee die Stückelalgen von Thieren verschmätzt werden, so wird nichts im Magen der Thiere der Berechnung entzogen, und man kann unmittelbar aus dem Fange das reine und wirkliche Erträgnis an jenen Pflanzenstoffen bestimmen. Für die Ceratien dagegen, welche den Copepoden zur Nahrung dienen, war dieses Verfahren nicht anzuwenden. Ist aber die Zahl der Copepoden bekannt, welche in einem bestimmten Wasserquantum leben, und die Menge der Ceratien, welche ein solches Krebschen jährlich verzehrt, so kann man daraus auf die in Form dieser Pflanzen erzeugte Urnahrung schließen. Hensen fand auf dem Wege des Versuches, dass ein Copepode jährlich an 4370 Ceratien vertilge. Eine Million Copepoden, soviel kann man mindestens unter einem Quadratmeter Oberfläche bei 20 *m*

Tiefe annehmen, würden somit 4370 Millionen brauchen. Diese geben 133·35 *gr* trockene organische Substanz. Summiert man zu diesem aus dem Fraße der Copepoden berechneten Werte den früher gewonnenen mit rund 16·65 *gr*, so erhält man für die Ostsee für das Jahr und ein Quadratmeter Oberfläche 150 *gr* organische Substanz oder  $8\frac{1}{4}$  Millionen Kilogramm für die Quadratmeile. Der Ertrag bebauten Landes ist für das Quadratmeter 179 *gr*. Demnach würde das Meer um beiläufig 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> weniger erzeugen. Das Ergebnis gestaltet sich jedoch sofort günstiger, wenn man unbebauten Boden vergleicht, oder falls es sich herausstellen sollte, dass man bei der Berechnung der Stückelalgen oder Ceratien noch andere Umstände als die oben angenommenen zu berücksichtigen hätte.

Für die Frage der Ernährung der Tiefseethiere ist es von der größten Wichtigkeit, zu wissen, wie tief die Planktonmassen gehen, ob sie das Meer in seiner ganzen Mächtigkeit bis zum Grunde erfüllen oder ob sie nur eine beschränkte Verbreitung in senkrechter Richtung haben. Um dies festzustellen, genügt es natürlich nicht, ein offenes Netz herabzulassen und dann aufzuziehen, weil man ja dabei vollständig im Dunkeln bleibt, aus welchen Schichten der Inhalt stammt. Mit einem derartigen Netze könnte man nur so arbeiten, dass man es an einer und derselben Stelle zu wiederholtenmalen in verschiedene Tiefen versenkt und das gefangene Material hinsichtlich seiner Menge und Zusammensetzung vergleicht. Der Unterschied zwischen

zwei unmittelbar aufeinander folgenden Fängen gibt den Gehalt an Plankton der unteren. Wenn beispielsweise das Volumen eines Fanges aus einer Tiefe von 200 *m* fünf und aus einer Tiefe von 400 *m* acht Cubikcentimeter war, so wird sich für die Schichte zwischen 200 und 400 *m* ein Volumen von drei Cubikcentimeter ergeben. Allein dieses Verfahren ist umständlich und unverlässlich, namentlich wenn man auf die Vertheilung der verschiedenen Pflanzen und Thiere in den durchfischten Schichten eingeht. Denn es kann ganz gut geschehen, dass man bei nur zwei Zonen aus der unteren Thiere heraufbringt, die in der oberen nicht erbeutet wurden, trotzdem sie dort leben, weil sie sich zufällig in dem Augenblicke nicht an der Stelle befanden, die von dem Netze umspannt wurde, und umgekehrt. Diese Unsicherheit wird immer größer, je mehr solcher Stufenfänge an demselben Orte gemacht werden. Ebensovienig wie die Fänge mit dem offenen Netze sind die mit der Leine oder dem Drahte des Lothes oder dem Tauge des Schleppnetzes heraufgebrachten Thiere beweisend, weil es keineswegs ausgemacht ist, dass sie wirklich aus der Tiefe stammen, die man aus der Länge des abgehaspelten Drahtes oder Tauges berechnet, weil sie ebensogut erst in höheren Schichten oder gar schon während des Abwärtsgehens haften bleiben konnten.

Thatsächlich wurden in jüngster Zeit dieselben Röhrenquallen (Siphonophoren) mit den gleich zu erwähnenden Schließnetzen in Tiefen von 400 *m* er-

beutet, welche als Hauptzeugen für die Anwesenheit von Planktonwesen in Tiefen bis zu 1500 *m* und darüber galten. Volle Sicherheit bietet nur ein Netz, welches geschlossen in die Tiefe geht, an beliebiger Stelle sich öffnet und nachdem es einige Zeit gefischt, sich automatisch schließt oder willkürlich verschlossen werden kann. Von derartigen Schließnetzen sind seit 1880 verschiedene Systeme in Anwendung. Ich habe zwei in meinem Vortrage vom 3. December 1890: „Auf der Suche nach Tiefseethieren“ beschrieben. Die erste Bedingung solcher Netze ist, dass der Mechanismus regelmäßig functioniert, und dass der Verschluss ein vollkommener ist, weil sonst eben solche Fehlerquellen entstehen wie bei dem offenen Netze. Jeder mit einem mangelhaften Schließnetze gemachte Fang ist nicht einwandfrei, und deshalb können nur die mit neueren, verbesserten Apparaten gewonnenen Resultate Anspruch auf eine ernste Berücksichtigung erheben. — Nach den Ergebnissen der deutschen Planktonexpedition befindet sich die Hauptmenge des Planktonmaterials in den obersten Wasserschichten, zwischen 0 und 200 *m* Tiefe. Während das Schließnetz in dieser Tiefe beispielsweise noch 3·3 *cm*<sup>3</sup> Plankton fischte, förderte es schon in der nächsten Schichte von 200—400 *m* weniger als ein halbes Cubikcentimeter zutage. Die an verschiedenen Stellen der Sargassosee und im Südäquatorialstrome mit dem größeren offenen Planktonnetze Hensens gemachten Stufenfänge ergaben ebenso in messbaren Mengen die Abnahme des Plank-

tions mit der Tiefe. „Die Masse des Fanges,“ so berichtet Hensen, „besteht in der Tiefe aus leeren Gehäusen und Schalen. Hin und wieder finden sich noch Inhaltsreste, noch seltener ein einigermaßen erhaltenes Thier der Oberfläche. In diesem Falle kann man aber nicht wissen, ob es lebte oder abgestorben oder absterbend in die kalte Tiefe gelangte und sich dort noch conserviert hat. Mitten in diesen Massen kommt aber auch noch Lebendiges vor.“ Es sind dies gewisse Copepoden und Gitterthiere (Phaeodarien). Trotz dieser Ergebnisse hält der um die Tiefseeforschung hochverdiente und erfahrene amerikanische Zoologe Professor A. Agassiz an seiner bereits früher ausgesprochenen Ansicht fest, dass in offener See, fern von den Küsten, das Oberflächenplankton seine untere Grenze mit der Tiefe von 400—500 *m* erreiche. Er hatte im verflossenen Jahre auf dem für die Untersuchungen der großen Tiefen eigens eingerichteten Schiffe „Albatross“ an der Westküste von Centralamerika mit einem von dem ausgezeichneten Commandanten des Schiffes, Tanner, construirten ganz verlässlichen Schließnetze gearbeitet und in Tiefen von 600 *m* ab, wobei der Meeresboden mehr als 2000 *m* unter der Oberfläche lag, niemals etwas gefunden. Agassiz leugnet eine Planktonfauna der Zwischenschichten. Das Leben an der Oberfläche wird von dem Leben am Grunde des Meeres durch eine Schichte unbelebten Wassers getrennt. Nach oben reicht diese Wasserwüste 400—500 *m* unter die Oberfläche, nach unten etwa 120 *m* über dem Grunde; denn

so hoch dürften sich die freischwimmenden Bodenthiere erheben. Nur in einem verhältnismäßig geschlossenen Meeresbecken, in geringer Entfernung vom Lande, dürfte eine Mischung der Thiere der Oberfläche mit den letzteren stattfinden. Dies, sowie die abwärts sinkenden Leichen der oberen Planktonwelt, welche man als lebende Geschöpfe der tieferen Schichten registrierte, mögen Täuschungen hervorgerufen haben. — Während also die deutsche Planktonexpedition nur die Hauptmasse des Planktons auf die obere 200 *m*-Schichte beschränkt, lässt Agassiz das Oberflächenplankton überhaupt nicht die Grenze von 400 – 500 *m* überschreiten.

Diese Differenzen bedürfen noch einer weiteren Klärung, im übrigen begegnen sich die Ergebnisse der beiden vorerwähnten, in verschiedenen Meeren arbeitenden Expeditionen.

Es war ein Glück, dass die deutsche Planktonexpedition und die Expedition des „Albatross“ so rasch auf die verdienstvollen Untersuchungen folgten, welche Dr. C. Chun, Professor der Zoologie an der Universität Breslau, über die Verbreitung des Planktons in den Tiefen des Mittelmeeres anstellte; denn es drohte die Gefahr, durch vorzeitige Verallgemeinerung seines Befundes, ohne Berücksichtigung der besonderen localen Verhältnisse, ebenso unrichtige Vorstellungen zu erwecken, wie dies vor mehr als zwanzig Jahren der englische Forscher Eduard Forbes that, als er auf Grund seiner Arbeiten in dem in der Tiefe thierarmen Mit-

telmeere den Satz aufstellte: das thierische Leben erlösche überall in Tiefen über 600 *m*.

Nun bewegten sich die Funde von Chun in einem anderen Extreme. Chun untersuchte 1886 mit einem allerdings noch mangelhaften Schließnetze von Neapel aus das Meer in der Nähe der Inseln Ponza, Vando-tena, Ischia, Capri und der Sireneninseln bis zur Tiefe von 1400 *m* und stieß in allen Schichten auf einen geradezu erstaunlichen Reichthum an Plankonthieren. Wir sehen somit, dass das, was für den offenen Ocean gilt, nicht für das geschlossene Becken des Mittelmeeres, oder noch vorsichtiger ausgedrückt, nicht für den Golf von Neapel und Umgebung gilt. Ich werde auf diese Vertheilung des Planktons im Mittelmeere noch zu sprechen kommen.

Man darf, bevor noch die Arten und Mengen der in den einzelnen Fängen der Planktonexpedition vorhandenen Pflanzen und Thiere genau bestimmt sind, den Schluss ziehen, dass die großen Planktonmassen der obersten 200 *m*-Schichte der Anwesenheit von pflanzlichen Organismen zuzuschreiben sind, und zwar direct und indirect; direct, insoferne diese in den nächsten Schichten fehlen oder doch sehr zurücktreten, und indirect, insoferne sie zur Vermehrung des Thierantheiles beitragen, denn die reich mit pflanzlicher Nahrung versehenen oberflächlichen Schichten werden der Tummelplatz der im Larvenleben oder zeitlebens pflanzenfressenden Thiere bilden, und diesen werden wieder die Fleischfresser Gesellschaft leisten.

Die pflanzlichen Elemente des Planktons sind an die Anwesenheit von Licht gebunden. In dem Maße, als dieses abnimmt, werden auch sie immer seltener werden und endlich gänzlich schwinden. Für die höheren seßhaften Meeresalgen nimmt man 200 *m* als äußerste Grenze der verticalen Verbreitung an; einmal fand man allerdings eine braune Alge (*Desmarestia aculeata*) in einer Tiefe von 300 *m*. Wie tief die niederen Pflänzchen des Planktons gehen, wissen wir dermalen noch nicht, allein wir können aus der Analogie ihres Lebensprocesses mit den höheren Formen schließen, dass auch für sie die unterste Grenze nicht mehr als 200 *m* sei. Es wird somit wahrscheinlich die Anhäufung der Planktonmassen in der obersten 200 *m*-Schichte mit der Grenze der Wirksamkeit des Lichtes bei dem Prozesse der Assimilation des Kohlenstoffes durch die Pflanzen zusammenfallen. Da die Zerlegung der Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff, welcher wieder ausgeschieden wird, nur in Pflanzenfarbstoff, Chromatophyll führenden Zellen bei Gegenwart von Licht stattfindet, so sind vor allem die Umstände zu berücksichtigen, unter welchen sich dieser Farbstoff, den wir bei unseren Landpflanzen unter dem Namen des Chlorophylls oder Blattgrüns kennen, im Wasser bildet. Die Entwicklung des Chlorophylls ist an eine bestimmte Qualität des Lichtes gebunden. Es ist bekannt, dass das anscheinend weiße Tageslicht aus verschiedenfarbigem Lichte zusammengesetzt ist, aus Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett. Gibt man in eine doppelwandige

Glaskugel eine Blattpflanze und füllt man den Zwischenraum mit einer Lösung von Blattgrün an, so ist der Hohlraum der Kugel vollkommen licht, die Pflanze jedoch wird bald bleichsüchtig und stirbt ab. Ersetzt man jedoch jene Lösung durch eine Lösung von Jod, so wird das Innere der Kugel ganz dunkel; trotzdem bleibt die Pflanze grün und gedeiht vortrefflich. Im ersten Falle wurden die rothen Strahlen zurückgehalten, im zweiten giengen nur diese hindurch. Es ist damit bewiesen, dass die rothen Strahlen für die Entwicklung des Blattgrüns nothwendig sind.

Diese Auswahl des Chlorophylls lässt sich noch in anderer Weise zeigen. Man bringt beispielsweise Gerste, die in einer langen schmalen Lade angebaut wurde, in einen vollkommen dunklen Raum und lässt dann durch eine Öffnung, vor welcher ein Prisma angebracht ist, elektrisches Licht auf den Pflanzenstreifen einfallen. Das Prisma zerlegt das Licht in seine einzelnen Bestandtheile. Nach einer Woche wird man finden, dass sich das Blattgrün nur im Bereiche der rothen Strahlen gut entwickelte und dann noch im verminderten Grade auch dort, wo das Blau an das Indigo grenzt. Nun hat aber das Wasser gerade die Eigenschaft, die rothen Strahlen, also die dem Chlorophyll zuträglichsten, zuerst zu absorbieren, das heißt, es setzt deren weiterem Vordringen rasch ein Ziel. Es ist somit das Chromatophyll vielleicht schon nach 30 m nur mehr auf die an der Grenze des Blau befindlichen Strahlen angewiesen, die abgeschwächt in größere

Tiefen dringen. Das Chromatophyll hängt aber viel weniger von der Intensität als von der Qualität des Lichtes ab. Selbst der von den zahlreichen leuchtenden Thieren im Meere erzeugte Schein würde nach der Ansicht des französischen Physiologen Paul Regnard genügen, und er sucht dies durch folgendes hübsche Experiment zu beweisen. Eine Pflanze wurde in ein bis auf eine Seite ringsum geschlossenes Kästchen gegeben. Vor der Öffnung befand sich ein Rahmen, in welchem Glasröhren, die mit einer selbstleuchtenden Substanz (Schwefelcalcium) gefüllt waren, angebracht wurden. Es war dafür gesorgt, dass kein Tageslicht in den dunkeln Raum eindringe. Da aber solche leuchtende Substanzen im kurzen ihre Leuchtkraft verlieren, wenn sie nicht von Zeit zu Zeit dem Lichte ausgesetzt werden, so war die Einrichtung getroffen, dass sich der Rahmen regelmäßig vor dem Kästchen hin- und herbewegte. Und das Ergebnis war, dass selbst diese schwachen bläulichen Strahlen zur Weiterentwicklung des Chlorophylls genügte. In der Natur scheint sich die Sache offenbar anders als im Laboratorium zu verhalten. So wenig ich für meine Person der Hypothese Geschmack abgewinnen kann, dass die hochentwickelten Sehorgane gewisser Tiefseethiere, Fische und Krebse, nur von den unbeständigen Lichtquellen leuchtender Thiere abhängen sollen, ebensowenig möchte ich der gleichen Ursache Einfluss auf das Leben der Pflanzen einräumen, wenn ich auch zugeben muss, dass das thierische Licht, den spektroskopischen Unter-

suchungen durch den englischen Zoologen Moseley zufolge, die der Pflanze zuträgliche Qualität des Lichtes, nämlich Roth, neben Gelb und Grün enthält. Der Umstand, dass Chromatophyll bei dem Lichte leuchtender Thiere gebildet werden könnte, chromatophyllhaltige Pflanzen jedoch, trotzdem der Grund der See vielfach abgesucht wurde, nur im seichten Wasser angetroffen wurden, ist geeignet, die hohe Meinung von der Leistungsfähigkeit dieses thierischen Lichtes bei dem Assimilationsprocesse der Pflanzen zu zerstören. Man braucht sich nur in Erinnerung zu bringen, dass das Licht der Leuchtthiere nicht wie eine angezündete Lampe fortbrennt, sondern nur auf Reize der verschiedensten Art aufflammt. Die überraschenden Lichteffecte der zu Tode gequälten Thiere, die das Schleppnetz aus großen Tiefen an den Tag fördert, der glühendem flüssigen Metalle gleichende Inhalt der Planktonnetze, wo Thier an Thier sich drängt, endlich das unvergleichliche Schauspiel leuchtender großer Meeresflächen sind auf mechanische Reize zurückzuführen, die unter gewöhnlichen Verhältnissen in den tieferen Meeresschichten niemals so andauernd und kräftig sich einstellen werden.

Die deutsche Planktonexpedition wird uns nicht die Antwort schuldig bleiben, wie tief das pflanzliche Plankton geht, wenn auch die Erforschung der horizontalen Verbreitung des Planktons in erster Linie auf dem Programme stand. Hiebei wird die Verlässlichkeit des Hensen'schen Schließnetzes und die Wahl eines

sehr feinmaschigen Netzstoffes zur Geltung kommen, da die Formen sehr klein sind. Die Ergebnisse einer Planktonfischerei mit größerem Netzzeuge sind in dieser Richtung nicht zu verwerten.

Schon die Aufstellung eines Satzes so allgemeinen Umfanges wie die Anhäufung des Planktons in der oberen 200 *m*-Schichte auf Grund einer genauen, in Zahlen ausgedrückten Bestimmung der einzelnen Fänge bedeutet einen großen Fortschritt und zeigt die Überlegenheit der neuen Methoden gegenüber früheren Bestrebungen. Es werden damit die übertriebenen Vorstellungen über das Wandern der Plankthiere in verticaler Richtung, über das Auf- und Absteigen oder das Oscillieren der Planktonfauna auf das richtige Maß zurückgedrängt. Es ist richtig, dass die Oberflächenfauna von den Tages- und Jahreszeiten beeinflusst wird, dass viele Thiere bei Tage in die Tiefe sinken, um des Nachts wieder zu erscheinen, aber sie gehen eben nicht weit. Einzelne große mögen dies thun, die Mehrzahl überschreitet die Grenze von 200 *m* nach abwärts nicht, die Plankthiere machen den Tiefseethieren keine freiwilligen Besuche.

Das lebende Planktonmaterial der oberflächlichen Schichten gelangt also nicht oder nur in einem verschwindend kleinen Bruchtheil in den Bereich der Tiefseethiere. Es entsteht nun die Frage: Gibt es vielleicht nahe dem Grunde Plankthiere der Tiefe — dass keine Pflanzen vorhanden sein können, habe ich eben gezeigt — welche den kriechenden oder festsitzenden

Grundbewohnern zur Nahrung dienen? Dies ist erwiesen, obwohl die bisherigen Erfahrungen noch sehr der Ergänzung und Vertiefung bedürfen. Wurzelfüßer, Qualen, Polypen, Ringelwürmer, Krebse, Flügelschnecken kommen dort neben den Larven der eigentlichen Grundthiere vor.

Diese Plankonthiere mögen, wie sie sich allen Temperatur- und Druckdifferenzen zum Trotze in horizontaler Richtung weit verbreiten, unter Umständen in einem geschlossenen Meeresbecken, in der Nähe der Küste bei mäßiger Tiefe in die höheren Schichten aufsteigen und sich mit dem Plankton der Oberfläche mischen, welches manchmal gleichfalls tiefer geht. Derart lassen sich, nach der Ansicht von A. Agassiz, die dem Verhalten im Ocean auffallend widersprechenden Funde Chuns im Golfe von Neapel erklären. Die eigenthümliche, gleichmäßige Temperaturvertheilung im Mittelmeere mag auch das Ihrige beitragen. Die Unterschiede zwischen der Temperatur der oberen Schichten und der größten Tiefe sind nur gering. An der von der zweiten österreichischen Tiefseeexpedition 1891 entdeckten tiefsten Stelle, der Polatiefe (4400 *m*), ist die Temperatur noch  $13.5^{\circ}$  C., nur um  $1^{\circ}$  niedriger als 400 *m* unter der Oberfläche. Im Ocean dagegen beträgt die Temperatur in 1000 *m* Tiefe  $4^{\circ}$  C. und in 4000 *m* zwischen  $0^{\circ}$  und  $2^{\circ}$  C. Das Gebiet, wo Chun untersuchte, gestattet uns vielleicht nicht einmal einen Rückschluss auf die Planktonvertheilung in anderen Theilen des Mittelmeeres. Wir wenigstens fanden während der

ersten österreichischen Tiefseeexpedition im östlichen Mittelmeere im Jahre 1890 in der Nähe der afrikanischen Küste schon in Tiefen von 200—800 *m* nur wenig Plankton mit dem von Hensen verbesserten, vollkommen schließenden Netze.

Allein diese Planktonthiere der Tiefe lösen nicht unsere Sorgen, sie vermehren sie nur. Auch sie werden, wie die festsitzenden oder kriechenden Thiere des Grundes von Hunger gestachelt, die Zahl der lebenden decimieren. Der Kleinere, Schwächere unterliegt dem Größeren und Stärkeren. In der zartesten Jugend beginnt dieser Kampf, um bis in das höchste Alter fortgesetzt zu werden. Wenn einmal die niedersten Organismen, von welchen die Brut sich ernährt, aufgezehrt sind, dann wird diese entkräftet dahinsinken und damit die Hoffnung auf die Zukunft. Noch ein kurzer Kampf zwischen den Überlebenden, und die ungeheuren Gebiete am Grunde des Meeres werden auf immer verödet sein. So würde der Haushalt der Tiefseethiere dem von Capitalisten gleichen, die nach und nach ihr Vermögen aufzehren, denn es fehlt dort die Pflanze, die mit ihrer stillen großartigen Thätigkeit anderwärts die Greuel der Vernichtung auszugleichen versteht. Eine Zeitlang schien es, dass man sie entbehren könnte, um das Leben in den großen Tiefen zu erklären. Vor vierundzwanzig Jahren, als die Gemüther noch von der Erwartung erregt waren, man würde aus der Tiefe der Oceane Bilder längst vergangener Zeit auftauchen sehen, glaubte man, der Traum der alten Naturphilo-

sophen von einem Urschleime im Meere, aus dem Thiere und Pflanzen entstanden, sei verwirklicht. Der Meeresgrund in Tiefen über 1500 m sollte mit ungeheuren Massen einer gelatinösen, eiweißhaltigen Substanz, die der Grundsubstanz der organischen Welt, dem Protoplasma, gleiche, bedeckt sein. Dieser Urorganismus erhielt sogar einen eigenen Namen. Es war der *Bathybius haeckelii* von Huxley. Leider folgte bald die Enttäuschung. Der *Bathybius* war nur ein Kunstproduct. In frisch heraufgeholtem Tiefseeschlamme entzog er sich hartnäckig den Nachforschungen, er erschien dagegen sofort, wenn man Alkohol zusetzte. Der Urschleim war nur ein Niederschlag von Gips in Verbindung mit organischen Substanzen.

Wie die Besatzung einer eingeschlossenen Festung vor dem Verhungern nur gerettet werden kann, wenn es gelingt, neuen Proviant hineinzuworfen, so ist der Bestand der Tiefseefauna nur durch Zufuhr von Nahrung gesichert. Und diese Zufuhr erfolgt in der Form des Planktons. Lebend und in der Fülle der Kraft gelangt es freilich nicht in die Tiefe. Es sind die Leichen der Planktonthiere und Pflanzen, welche wie ein beständiger Regen zu Boden fallen, doch wird ihre Zersetzung, dank dem Salzgehalte, der zunehmenden Kühle des Meerwassers und der Einschränkung der Thätigkeit der Fäulnispilze mit der Tiefe, nur langsam vor sich gehen. Neben dieser nie versiegenden Nahrungsquelle kommen den Tiefseethieren, wenn sie nicht allzufern von den Küsten gelegene Tiefen bewohnen,

noch die in Zerfall begriffenen Pflanzen und Thieren zugeute, welche von den Flüssen in das Meer gespült werden oder von der Flora und Fauna der Küste herrühren und in immer feinerer Vertheilung der Tiefe zustreben oder von Strömungen dorthin getragen werden.

Geheimrath Professor Dr. K. Möbius, Director des zoologischen Museums in Berlin, hat vor Jahren in Aquarien interessante Versuche über die Fortbewegung organischer, besonders vegetabilischer Stoffe aus höheren Regionen in tiefere gemacht und gefunden, dass mechanische, thermische und lebendige Kräfte zusammenwirken, um dieselbe zu bewerkstelligen. Er zieht hieraus folgenden anschaulichen Schluss: „Dieselben Kräfte arbeiten auch im Meere. Hier ist nicht bloß die Ausdehnung des Wasserbeckens unendlich größer, sondern auch die Summe der Kräfte ungeheuer gesteigert. Fußhoch, klafterhoch werden todte Pflanzen, Schalenrümmern und Sand übereinander geschüttet. Der Flut- und Ebbewechsel und Winde erhalten die höheren Wasserschichten in steter Bewegung und versetzen die tieferen in auf- und niedergehende Schwankungen, indem sie die auf dem Grunde ruhende Wassersäule bald vergrößern, bald verkleinern. Die Temperaturdifferenzen, welche sich an den Wechsel von Tag und Nacht, an die Veränderungen der Witterung und an den Gang der Jahreszeiten knüpfen, verursachen Ausdehnungen und Verschiebungen der Bodenbestandtheile. In die größeren Tiefen, wohin diese Kräfte nur selten und schwach oder gar nicht mehr wirken, dringen aber

noch die Strömungen niedersinkenden Wassers, welches durch Abkühlung und Vermehrung des Salzgehaltes schwerer als die unter ihm liegenden Schichten geworden ist, hinunter.“

Es bilden also die oberen, von der Sonne durchleuchteten Wasserschichten von Küste zu Küste die Stätten, wo die Nahrung für die Tiefseethiere erzeugt wird. Und je reicher der Segen ist, der von oben kommt, um so dichter werden diese die Abgründe des Meeres bevölkern, aber ihr eigenes Heim ist unproductiv.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Marenzeller Emil Edler von

Artikel/Article: [Die Nahrung der Tiefseethiere. 73-105.](#)