

Die Entdeckung der Welt des Planktons

Brigitte Lohff

Erst in der Mitte des 19. Jahrhunderts wurde von Johannes Müller erkannt, daß es eine besondere Lebensform im Meer gibt, die durch den Mangel an Eigenbewegung gekennzeichnet ist. Forscher wie Thomas S. Huxley, Johann Christian Ehrenberg und vor allem Ernst Haeckel trugen dazu bei, die Vielfalt der zum Plankton gehörenden tierischen und pflanzlichen Arten zu erfassen. Mit Victor Hensen setzte eine neue biologisch-quantitative Periode der Erforschung dieser untersten Stufe der Nahrungskette ein. Sein Konzept wurde so fruchtbar, daß zum Ausgangspunkt der modernen Planktonforschung wurde.

The Discovery of the World of Plankton. Only in the middle of the 19th century was it recognized by Johannes Müller that a specific form of life is present in the sea, which is characterized by the lack of own motion. Scientists like Thomas S. Huxley, Johann Christian Ehrenberg and, particularly, Ernst Haeckel contributed to recognition of the variety of the faunistic and floristic species belonging to plankton. Victor Hensen initiated a new period of biological-quantitative study of the undermost level of the food chain. His concept was so successful that it became the starting point of modern plankton research.

Jedem, der in der Meeresforschung sich mit dem Plankton beschäftigt und sich für die Geschichte dieses Faches interessiert, wird zu allererst der Name Victor Hensen (1835-1924) einfallen.¹ Victor Hensens Name steht in dreierlei Hinsicht für die Geschichte dieses Faches:

1. Der Begriff »Plankton«² wurde von ihm 1887 eingeführt.
2. Eine verbindliche Definition dessen, was Plankton sei, wurde von ihm im gleichen Jahr eingeführt. Es ist nämlich alles, »was im Wasser treibt, einerlei, ob hoch oder tief, ob todt oder lebendig. Das Entscheidende ist, ob die Thiere willenlos im Wasser treiben, ob sie einen gewissen Grad der Selbständigkeit dieser Triebkraft gegenüber bewahren« (Hensen, 1887, S. 1).

3. Die wissenschaftliche Erforschung des Planktons mit allen durch die Naturwissenschaften bereitgestellten Methoden wurde von ihm nicht nur gefordert, sondern auch von Anfang an konsequent eingesetzt.

Den Biologen war es bereits wenige Jahrzehnte vor Hensen aufgefallen, daß es bestimmte Lebensformen im Meer gibt, die andere Verhaltensweisen zeigen, als alle anderen im Meer lebenden Organismen. Wie es zu dieser Ein"sicht" kam, soll hier gezeigt werden. Zugleich kann diese Geschichte der Entdeckung der Welt des Planktons als ein Beispiel dafür genommen werden, daß die Wahrnehmungen von neuen Zusammenhängen in der Natur auch einer gewissen Zeit bedürfen, bis die Wissenschaftler in der Lage sind, überhaupt etwas 'zu sehen', was sie der Erforschung für würdig oder interessant genug erachten.

An dieser Geschichte der Entdeckung der Welt des Planktons ist vor allem der Physiologe, Anatom und Meeresforscher Johannes Müller (1801-1858) beteiligt gewesen. Man kann sogar behaupten, daß er die Tür zu diesem Forschungsgebiet geöffnet hat. Sein Weg dorthin vollzog sich über mehrere Stufen und dauerte - rückblickend betrachtet - ca. 25 bis 30 Jahre.³

Notwendige und unabdingbare Voraussetzung war, um überhaupt diese mikroskopischen Lebensformen wahrzunehmen, daß seit Beginn des 19. Jahrhunderts die Biologen und Mediziner⁴ verstärkt wieder das Mikroskop benutzten. Aber auch Müller mußte erst sehen lernen, daß es mikroskopisch kleine Lebewesen gibt, die eine andere Verhaltensweise aufweisen und letztlich auch eine andere Funktion im Haushalt des Meeres einnehmen als die anderen Meeresorganismen. Nun weiß jeder Medizin- oder Biologiestudent, wie schwierig es ist, erst einmal seine Sehgewohnheiten so zu verändern, daß er in der Lage ist, unter dem Mikroskop das zu sehen, was dort wahrzunehmen ist. Hier ist Übung und Erfahrung eine der wichtigsten Voraussetzungen, um dann etwas Ungewöhnliches oder gar etwas Neues zu entdecken.

Johannes Müllers Weg zur Entdeckung der schwebenden Lebensformen mußte den langwierigen Weg durchlaufen, erst Tausende von mikroskopischen Präparaten⁵ zu untersuchen, um schließlich am 21. September 1853 seiner Frau Nanny aus Messina mitzuteilen:

»Dabei haben sich einige in den früheren Jahren begonnene andere Materialien hier weiter entwickelt und wachsen allmählich zu besondern Reihen heran. Rätselhafte Unbekannte des Meeres treten bestimmter auf und werden sicherer bekannt, ohne daß sich ihr Ziel für jetzt noch bestimmen läßt« (nach Haberling, 1924, 393).

Betrachten wir einige Stationen auf diesem Weg etwas genauer, so können wir den ersten Schritt von Müllers Entdeckung der Welt des Planktons mit dem Jahr 1831 ansetzen. In Jahr 1832 wurde Müller zum ordentlichen Professor für

Anatomie und Physiologie erannt und erhielt damit das erste Mal in seinem Leben ein reguläres Gehalt.⁶ Im Sommer 1831 fuhr er nach Holland und sah dort das erste Mal das Meer bei Schevenigen. Begeistert berichtet er seiner Frau: »Fast lief ich von unendlicher Sehnsucht nach dem großen Schauspiel des heiligen Meers, das kein Sterblicher nicht gesehen haben sollte, ehe er die Erde verläßt« (zit. nach Haberling, 1924, S.115).

Seit diesem Zeitpunkt beschäftigte sich Müller mit den im Meer lebenden Organismen. Dabei wurde sein meeresbiologisches Interesse anfänglich davon geleitet, daß er immer wieder in der Tiersystematik und gerade der der Fische größere Ungenauigkeiten entdeckte. Seine Absicht war es, konsequent hier Klarheit zu schaffen. So nutzte er bei seinen Reisen stets die Gelegenheit, in den naturhistorischen Sammlungen die unterschiedlichen Präparate der Gruppe der Ganoiden⁷, Plagiostomen⁸ und der Myxinoiden⁹ zu durchmustern, und er begann eine sorgfältige Untersuchung der Systematik dieser Gattung. Dabei war ihm aufgefallen, daß die Klasse der Cyclostomen¹⁰, die bis dahin noch zu den Fischen gezählt wurde, eine in sich geschlossene Klasse bildete und noch sehr ungenau erfaßt worden war. Im Verlauf seiner Studien entdeckte er dabei eine Art, die noch wesentlich primitiver organisiert war als die Cyclostomen: den Amphioxus - oder wie Müller es auch bezeichnet: Branchiostoma Yarell.¹¹ Neben diesen mehr systematisch-morphologisch-anatomischen Studien war Müller stets auch daran interessiert, den Entwicklungsgang der jeweiligen Arten zu erforschen.¹²

Ein weiterer entscheidender Schritt auf dem Weg zur Entdeckung des Planktons wurde von ihm vollzogen, als er 1840 in einer naturhistorischen Sammlung ein neues Objekt entdeckte: die Seelilie *Pentacrinus caput Medusae* (Medusenhaupt). Seit diesem Zeitpunkt begann Müller sich intensiv mit der Erforschung des Stammes der Echinodermen (Stachelhäuter) zu beschäftigen. Diese Stamm war in jeder Hinsicht biologisch noch kaum erforscht. Neben seinen systematischen und anatomischen Studien untersuchte er auch den komplizierten Entwicklungsgang der jeweiligen Arten. Dabei gelang es ihm, die Pluteus Larve als Larvenform der Ophiuriden (Schlangensterne) und Echinoiden (Seeigel) zu identifizieren und die Bipinnaria brachiolaria als die Larvenform der Asteroïden (Seesterne). Die Beschäftigung mit diesem Stamm fesselte ihn über 15 Jahre.

Um die vielfältigen Formen zu analysieren und deren Entwicklung genauer zu studieren, war es notwendig, häufig Reisen an das Meer zu unternehmen, um Wasserproben aus dem Meer zu gewinnen. Wie mühsam und zeitaufwendig diese Untersuchungen waren, entnehmen wir wiederum einem Brief an seine Frau, worin er sie um Verständnis für seine verspätete Rückkehr bittet:

»Mit eisernem Fleiß durchmustere ich den lieben langen Tag das eingesammelte Wasser, um das zu finden, womit ich meine Beobachtungen fortsetzen kann... Wenn ich noch 8 Tage vergebens

suche, so wird mich das nicht abhalten, mit entsetzlicher Geduld noch 8 Tage jeden Tropfen Wasser die Revue unter dem Mikroskop passieren zu lassen« (zit. nach Haberling, 1924, S. 294).

Mit diesen Studien gewann Müller immer breitere und tiefere Einblicke in die Welt der mikroskopischen Lebensformen, so daß er in der Lage war, Abweichungen von dem Erwarteten überhaupt wahrzunehmen. Allein die Methode, aus dem Wasser diese kleinsten Organismen herauszufiltern, bedurfte einer besonderen Technik. Müller benutzte dafür das »Müller Netz« oder die »Müller-Gaze«. ¹³ Müller nannte diese Methode »pelagisches Fischen« und den dadurch erhaltenen Netzinhalt »pelagischen Auftrieb«. ¹⁴

Welche Bedeutung Müllers Konsequenz haben sollte, das ihm bis dahin Unbekannte nicht beiseite zu schieben oder zu »übersehen«, sondern die Bereitschaft zu haben, diese unidentifizierbaren Beimengungen genauer ins Auge zu fassen, wird an einer Bemerkung von V. Hensen deutlich. Hensen beschreibt rückblickend Müllers Beschäftigung mit dieser Beimengung bei seiner Suche nach den einzelnen Larven und Entwicklungsformen der Echinodermata als eine Beschäftigung mit dem »philosophischen Dreck« (Hensen, 1906, S. 365). ¹⁵

Nachdem Müller seit 1853 deutlich geworden war, daß sich in diesem pelagischen Auftrieb spezifische Lebensformen mit eigentümlichen Verhaltensweisen befinden, begann er eine systematische Suche, um diese Meeresorganismen genauer charakterisieren und erfassen zu können. Er identifizierte bei seiner Durchmusterung der Wasserproben Infusorien und verschiedene Radiolarien-Gruppen, Thalassicolla, Polycystinen und Acanthometren ¹⁶, die er bei seinen häufigen Reisen an das Mittelmeer identifizierte und genauer zu untersuchen begann.

Einen ersten öffentlichen Bericht über diese neuen Ergebnisse gab er auf der Sitzung der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 19. April 1855. Sein Vortrag hatte den Titel: »Sphaerözoum und Thalassicolla«. Er beginnt seinen Vortrag mit folgenden Worten:

»Vom Meer getragen und herumgetrieben erscheinen gallertartige organische Körper an der Oberfläche desselben, welche Zellen besitzen und Kieselskelette enthalten und so passiv sind, daß der Besitz der Eigenbewegung fehlt oder zumindestens zweifelhaft ist...ungeachtet ihrer großen Verbreitung sind sie doch nur von wenigen Beobachtern gesehen und untersucht und durchaus dunkel und rätselhaft« (Müller, 1855a, S. 229).

Anhand dieses Zitates läßt sich ganz deutlich erkennen, daß Müller die Besonderheit dieser Lebensformen von Anfang an gesehen hat. Seine Bemerkung, daß nur wenige Forscher diese Tiere gesehen haben, verweist darauf, daß wenige deutsche Biologen erst begonnen hatten, sich mit diesen niederen Organismen zu befassen. Franz Julius Ferdinand Meyen (1804 -1840), Professor für

Botanik an der Berliner Universität, und ein anderer Berliner Kollege von Müller, Christian Gottfried Ehrenberg (1795-1876), der dort als a.o. Professor für Theorie, Geschichte und Methodik der Medizin tätig war, hatten wichtige Arbeiten über Infusorien¹⁷ veröffentlicht. Der englische Naturforscher und Freund von Charles Darwin, Thomas Henry Huxley (1825-1895), hatte sich ebenfalls mit Thalassicollen und Sphaerozoen beschäftigt, und Müller stimmte mit Huxleys Beschreibung der Thalassicolla überein.

In den nächsten Jahren bis zu seinem Tod am 28. April 1858 berichtete er mehrmals (Müller, 1855a,b, 1856a,b, 1858, 1859a,b) auf den Versammlungen der Königlich-Akademie zu Berlin über seine neuesten Untersuchungen, und es erschien ein großer Übersichtsartikel zur Geschichte der Kenntnisse über die »Strahlentierchen« (Müller, 1858).

Ernst Haeckel (1834-1919), Schüler von Müller, setzte nach seinem Tod diese Forschungen fort, allerdings nicht in der Richtung, die Müller auch bei seinen ersten Berichten angedeutet hatte, nämlich neben der Morphologie und Systematik auch der Frage nachzugehen, welche Funktion und Bedeutung diesen Organismen im Meer zuzuschreiben ist. Haeckel selbst wurde mit der Arbeitsmethode des pelagischen Fischens durch Müller im Oktober 1854 bei seinem ersten Aufenthalt auf Helgoland vertraut gemacht (Haeckel, 1921; Hemleben 1964). Von der Welt der Radiolarien, die er bei seinem Forschungsaufenthalt in Messina kennenlernte, war Haeckel so fasziniert, daß er sie zum Gegenstand seiner weiteren Forschungen machte.¹⁸ Allerdings war er nicht bereit, die andere Art und Weise, in welcher der Kieler Forscher Victor Hensen die Untersuchung dieses pelagischen Auftriebes auffaßte, zu akzeptieren. Es kam hierüber zu einem heftigen Streit zwischen Haeckel und Hensen (Porep, 1972).

Um diese Auseinandersetzung zu verstehen, müssen wir uns den Weg ansehen und die Arbeitsmethode, die Hensen für die Erforschung der Welt des Planktons vorgeschlagen hat. Victor Hensen hatte anfänglich fast den gleichen Weg wie Johannes Müller beschritten, bevor er sich intensiv mit der Meeresforschung zu beschäftigen begann. Hensen studierte Medizin, arbeitete erfolgreich an physiologischen und anatomischen Problemen (Porep, 1970; Kölmel & Lohff, 1985) und begann mit immer größerem Interesse, sich der Meeresforschung zuzuwenden. Zeit seines Lebens war er - wie Müller - Professor der Physiologie. Seine Forschungen in der Meeresbiologie betrieb er »nebenbei«. Auch er war durch seine Studien zur Sinnesphysiologie und -anatomie geschult, kleinste Einzelheiten unter dem Mikroskop zu erkennen.

Der entscheidende Unterschied in dem weiteren Weg besteht darin, daß Hensen sich sehr früh mit Kollegen der anderen naturwissenschaftlichen Disziplinen zusammenfand, um spezielle meeresbiologische Fragen zu beantworten.

Sein Ansatz, sich mit dem Plankton zu beschäftigen, ist von einer vollständig anderen Sicht her bestimmt gewesen als bei Müller. Hensen waren diese pelagische Lebensformen bereits als eigenständige biologische Gruppe bekannt. In Schleswig (Schleswig-Holstein) geboren, war er von seiner Kindheit an mit dem

Meer verbunden. Er kannte die Probleme der Fischer, deren Existenz vom Meer abhängig war. So begann er sich darüber Gedanken zu machen, ob es möglich sei, der Gefahr des Überfischens vorzubeugen, damit der für die Fischer lebensnotwendige Bestand der Fischgründe erhalten bleibt. Er hoffte, einen wissenschaftlich begründeten Vorschlag für akzeptable, die Bestände erhaltende Fanggrößen vorlegen zu können. Die kleine Forschergruppe, zusammengesetzt aus dem Physiologen Victor Hensen, dem Zoologen Karl Möbius (1825-1908), dem Physiker Gustav Karsten (1820-1900) und dem "Hobby"-Naturwissenschaftler Heinrich Adolf Meyer (1822-1889) (Kölmel, 1986), begann sich mit den Laichgründen zu beschäftigen, um aus der Häufigkeit von Fischeier im Verhältnis zu den adulten Fischen Grenzwerte zu erhalten. Diese Studien¹⁹ führten Hensen alsbald zu der Erkenntnis, daß nicht nur diese Beziehung zu berücksichtigen sei, sondern daß es auch notwendig wäre, die Nahrungsmöglichkeiten der Fische dabei mit einzubeziehen. So verdichtete sich die primär ökonomische Fragestellung, die von Hensen mit biologischen Fragen verknüpft wurde, immer mehr auf das Problem der Nahrungsgrundlagen im gesamten Meereshaushalt. Ein komplexes Netz von physikalisch, chemischen und biologischen ausgerichteten Problemen entwickelte sich.

Die Kieler Forschungsgruppe konzentrierte sich zunehmend auf diesen »pelagischen Auftrieb«, dessen Bedeutung für den biologischen Haushalt des Meeres (Biomasse und Produktion) immer mehr in den Vordergrund trat. Doch was wußte man über diesen »Auftrieb«, der in den aus dem Meer entnommenen Wasserprobe jedesmal zu finden ist?

Seit Müllers Arbeiten zu dieser neuen Welt biologischer Formen waren die Kenntnisse über die Artenvielfalt des pflanzlichen und tierischen Planktons weiter angewachsen. Ernst Haeckel hat durch seine Untersuchungen zur Kenntnis der Vielfalt dieser Lebensformen beigetragen. Aber über die inneren biologischen Zusammenhänge war noch nicht weiter nachgedacht worden. An diesem Punkt setzten V. Hensens theoretische Überlegungen an. Durch die Zusammenarbeit mit dem Kieler Zoologen Karl Möbius (1825-1908)²⁰ war Hensen geschult worden, ökologische Fragestellungen, d.h., Fragen nach der Wechselwirkung unterschiedlicher Lebensbereiche und -formen, überhaupt in den Blick zu nehmen (Kölmel, 1981). Nach anfänglichen Probefahrten in die Ost- und Nordsee (1885-1888) wurde die große Planktonexpedition von 1889 geplant, um die vielfältigen Fragen, die sich seit der Beschäftigung mit dem Plankton gestellt hatten, systematisch zu beantworten. Eine der Hauptfragen war, wie das Plankton im Meer verteilt sei und ob es einen Zusammenhang zwischen der Artenvielfalt, der Fischdichte, der Sonneneinstrahlung, den Klimazonen und dem Vorkommen des Planktons gebe.

Der Erfolg dieser ersten - nur einer einzigen Fragestellung gewidmeten - Forschungsexpedition ist bekannt. Mit den reichhaltigen Funden und den berühmt gewordenen Auswertungen der Forschungsergebnisse (Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung) war das Thema »Plankton« in allen seinen

Aspekten und Zusammenhängen zu einem eigenständigen Gebiet herangereift. Gleichzeitig wurde auch die Methode, derartige Fragen zu behandeln, durch Hensen und seine Forschungsgruppe festgelegt. Hensen entwickelte Befischungspläne, um systematisch bestimmte Regionen in Länge, Breite und Tiefe nach der Menge des darin enthaltenden Planktons zu untersuchen. Dabei sollte quantitativ die Menge des Planktons in Abhängigkeit von der Tiefe und der geographischen Breite und Länge bestimmt werden. Ebenfalls wurden Wassertemperatur, Salzgehalt Klimafaktoren und Strömungsverhältnisse berücksichtigt. Diese so gewonnenen Werte wurden zueinander in Beziehung gesetzt und mit der Artenvielfalt korreliert. Damit entwickelte Hensen ein biologisch-statistisches Konzept für die Planktonforschung.

Diese Art und Weise, biologische Probleme zu behandeln, stieß auf den heftigen Widerstand des damals hochgeschätzten Forschers Ernst Haeckel. Im Kernpunkt ging es um die Anwendung quantitativer und mathematischer Methoden bei dieser Planktonexpedition. Haeckel, der sich ebenfalls als Planktonforscher verstand, wollte aus der Fülle seiner Kenntnisse, die er in dreißigjähriger Arbeit gewonnen hatte, nicht akzeptieren, daß in kalten Regionen die Planktonhäufigkeit (pro Wasservolumen) größer als in warmen Regionen war. Dieses Ergebnis widersprach den Erwartungen und war nur mittels einer mühseligen, quantitativen Bestimmung zu gewinnen gewesen. Dieser Streit, der zwischen Hensen und Haeckel mit großer Heftigkeit entbrannte (Haeckel, 1890; Hensen 1891), entstand aus der unterschiedlichen Einstellung beider Forscher zur mathematischen Behandlung biologischer Probleme (Porep, 1972). Hensen gehörte mit seiner Auffassung zu der neuen Generation von Physiologen und Biologen, die die naturwissenschaftliche und mathematische Behandlung medizinischer oder biologischer Fragen als eine wichtige und notwendige Methode betrachteten. Haeckel war davon überzeugt, daß die auf die Systematik und Morphologie ausgerichtete Untersuchungsmethode der richtige und angemessene Weg sei, diese biologische Fragestellung zu behandeln. Für die Planktonforschung hat sich die Hensensche Vorgehensweise als die erfolgreichere durchgesetzt. Seit nunmehr 100 Jahren wird die Erforschung dieser Lebenswelt in gleicher Weise betrieben, wenn auch die Methoden verfeinert und der Forschungsaufwand immer größer geworden ist. Es ist dennoch erstaunlich, wie vorausschauend und über einen so langen Zeitraum Hensens Forschungskonzept fruchtbar geblieben ist.

Literatur

- Du Bois-Reymond, E., 1887: Gedächtnisrede auf Johannes Müller. In: Ders., Reden, Vol. 2, Leipzig, S. 143-334.
- Haberling, W., 1924: Johannes Müller. Das Leben des rheinischen Naturforschers. (Große Männer. Studien zur Biologie des Genies, 9) Leipzig.
- Haeckel, E., 1921: Entwicklungsgeschichte einer Jugend. Briefe an die Eltern 1852 -1856. Leipzig.
- Haeckel, E., 1890: Plankton-Studien. Jena.
- Hemleben, J., 1964: Ernst Haeckel in Selbstzeugnissen und Bilddokumenten. (Rowoldts Monographien, 99) Reinbeck/ Hamburg.
- Hensen, V., 1887: Über die Bestimmung des Planktons oder des im Meer treibenden Materials an Pflanzen und Thieren. 5. Bericht der Kommission zu wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel für die Jahre 1882 -1887. Berlin, S. 1 -107.
- Hensen, V., 1891: Die Plankton-Expedition und Haeckels Darwinismus. Über einige Aufgaben und Ziele der beschreibenden Naturwissenschaften. Kiel, Leipzig.
- Hensen, V., 1906: Die Biologie des Meeres. Rede am Stiftungsfest des naturwissenschaftlichen Vereins in Kiel. Arch. für Hydrobiol. und Planktonkunde 1, 360 -370.
- Koller, G., 1958: Johannes Müller (1801-1858). Das Leben des großen Biologen. (Große Naturforscher, 23) Stuttgart.
- Kölmel, R., 1981: Zwischen Universalismus und Empirie. Die Begründung der modernen Ökologie- und Biozönose-Konzeption durch Karl Möbius. Mitteilungen aus dem Zoolog. Museum Kiel 1,7, 17-34.
- Kölmel, R., 1986: Victor Hensen als Meeresforscher. Ein Mediziner begründet in Kiel die moderne biologische Meeresforschung. Biologie in unserer Zeit 16, 65 -70.
- Kölmel, R. & Lohff, B., 1985: Victor Hensens Wirken an der Christian-Albrechts-Universität. Zum 150jährigen Geburtstag des Kieler Naturforschers, Physiologen und Meeresforschers. Christiana Albertina, NF 21, 45-56.
- Müller, J., 1830: De glandularum secernentium structura penitiori. Düsseldorf.
- Müller, J., 1842: Mikroskopische Untersuchungen über den Bau und die Lebenserscheinungen des Branchiostoma lubricum Costa, Amphioxus Lanceolatum Yarell. Physikal. Abh., 1842, 396-411.
- Müller, J., 1855a: Über Shpaerozoum und Thalassicolla (gelesen am 19. April 1855 auf der Gesamtsitzung der mathematisch-physikalischen Klasse). Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Preuß. Akademie der Wiss. zu Berlin, [Bericht...] 229-253.
- Müller, J., 1855b: Über die im Hafen von Messina beobachteten Polycystinen (gelesen am 5. November 1855) Bericht..., 671-676.
- Müller, J., 1856a: Einige Beobachtungen über Infusorien (gelesen am 10. Juli 1856). Bericht..., 389-393.
- Müller, J., 1856b: Über Thalassicolla, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. Bericht..., 474-503.
- Müller, J., 1858: Geschichtliche und kritische Bemerkungen über Zoophyten und Strahlenthiere. Müllers Archiv, 1858; 90-105.
- Müller, J., 1859a: Über Thalassicolla, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. Physikalische Abh., 1-62.
- Müller, J., 1859b: Über einige neue bei St.Tropez am Mittelmeer beobachtete Polycystinen und Acanthometren (gelesen am 11. Februar 1858) Bericht..., 154-155.
- Porep, R., 1970: Der Physiologe und Planktonforscher Victor Hensen (1835-1924). Sein Leben und Werk. Kieler Beiträge zur Geschichte der Medizin und Pharmazie, H. 9) Neumünster.
- Porep, R., 1972: Methodenstreit in der Planktologie: Haeckel kontra Hensen. Auseinandersetzungen um die Anwendung quantitativer Methoden in der Meeresbiologie um 1890. Med. Hist. J., 7, 72-83.

Anmerkungen

1. Folgende Arbeiten geben Einblick in das Leben und Werk von Victor Hensen: Porep (1970); Kölmel & Lohff (1985).
2. Plankton ist abgeleitet vom griechischen Begriff *πλαγκτος* (planktos) = umherirrend, umhergetrieben
3. Rückblickend betrachtet heißt in diesem Zusammenhang, daß erst der Historiker erkennen kann, wie mit einer inneren Logik dieser Weg beschritten wurde, ohne daß man behaupten könnte, daß Müller dieses Ziel bewußt angestrebt hätte.
4. Die Trennung in Biologen und Mediziner ist bis Mitte des 19. Jahrhunderts im Bereich der theoretischen Arbeit schwer möglich, weil viele Mediziner (speziell Anatomen und Physiologen) auch wichtige Forschungen und Entdeckungen zur Biologie geliefert haben.
5. Müller war bereits von Anfang seiner wissenschaftlichen Laufbahn an mit Problemen befaßt, die intensive mikroskopische Untersuchungen verlangten. Besonders seine Untersuchungen über die Funktion und Struktur der Drüsen (Müller, 1830) sind ein Meisterwerk an mikroskopischen Studien.
6. Zu Müllers Lebensweg, vgl. Haberling (1924), Koller (1958), Du Bois-Reymond (1887).
7. Ganoiden ist der damals gebräuchliche Name für die Ganoidschuppen tragenden Knochen- und Knorpelfische.
8. Als Plagistomen wurden die "normalen" Fische mit waagerechten Mäulern bezeichnet.
9. Über die systematische Stellung der Myxinoiden, der Schleimmaale und Inger, wurde zu Müllers Zeit heftig diskutiert.
10. Zu den Cyclostomen zählen die Inger und die Neunaugen.
11. 1839 sah Müller im Naturhistorischen Museum in London ein Präparat des Amphioxus (Lanzettfischchen) und wollte nicht glauben, daß dieses zu der Gattung der Myxinoiden gehört. Er begann eine genaue anatomische und morphologische Untersuchung dieses Tieres und erkannte bald die wichtige systematische Stellung des *Branchiostoma lanceolatum* als Vertreter der Schädellosen (Acrania) im System der Chordatiere (Chordata), zu denen auch die mit einem Schädel ausgestatteten Wirbeltiere (Craniota) gehören. Nach einer anfänglichen kurzen Notiz berichtete er im Dezember 1841 ausführlich vor der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Berlin (Müller, 1842). Beschrieben worden war dieses Tier bereits im 18. Jahrhundert von Simon Pallas und Yarell.
12. Entwicklungsgeschichte und embryologische Studien waren zu Müllers Zeit noch Teil der Physiologie.

13. Das Müller-Netz hat seinen Namen nach der feinen Gaze, welche die Müller für das Aussieben von Mehl benutzten.
14. Jakob Grimm, der bekannte Philologe, riet Müller, den Begriff "pelagisch" zu wählen, da damit etwas, was mit der offenen See verbunden sei, angedeutet wird.
15. Hensen schreibt in dieser Rede zum Stiftungsfest des Naturwissenschaftlichen Vereins in Kiel: "Der ausgezeichnete Forscher Müller bezeichnete diese Fänge scherzweise 'philosophischen Dreck', weil eben nur Naturphilosophen darin Interessantes schienen finden zu können." Er hebt gleichzeitig aber hervor, daß er (Hensen) es gewesen sei, der die "große allgemeine Bedeutung für das Leben im Meer" erkannt habe (Hensen, 1806, S. 365).
16. Thalassicollen gehören zu den Radiolarien (Strahlentierchen), so wie auch die von Müller beschriebenen Polycystinen und Acanthometren. Sphaerozoen sind eine Radiolarienart.
17. Die Untersuchung der Infusorien (Aufgußtierchen) beschäftigte die Biologen in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts vor allem deswegen, weil mit dem Nachweis der Existenz von Infusorien in den "Heuaufgüssen" die Urzeugungstheorie widerlegt werden konnte. Es handelt sich dabei meistens um Flagellaten und Wimperntierchen.
18. Vgl. dazu Haeckels Briefe an seine Eltern (Haeckel, 1921). Die Mitarbeit an der Auswertung des Materials der Challenger-Expedition (1872-1876) führte dazu, daß Haeckel 3510 neue Radiolarien-Arten fand und diese Ergebnisse in drei Berichtsbänden der Challenger-Expedition zusammenfaßte (Hemleben, 1964). Die Arbeitsmethode, die er von Müller gelernt hatte, hatte sich als äußerst erfolgreich erwiesen.
19. Zur Erforschung dieser Fragen war 1870 von der Preußischen Regierung eine Kommission zur Erforschung der Deutschen Meere ins Leben gerufen worden, deren Initiatoren Hensen und der Physiker Karsten gewesen waren (Porep, 1970; Kölmel, 1986).
20. Möbius hatte 1877 im Zusammenhang mit seinen Untersuchungen über die Austern und Austernwirtschaft den Begriff "Biozönose" geprägt, der dann von Friedrich Dahl, der ebenfalls an der Auswertung der Planktonexpedition beteiligt gewesen war, auf die terrestrischen Lebensgemeinschaften übertragen und mit dem Begriff "Biotop" (1908) umschrieben wurde.