

Plankton ist ein guter Indikator für Klimaveränderungen

Bernd Schröder 19.06.2005

Marines Plankton und Klimawandel – Teil I

Fragen hinsichtlich der Geschwindigkeit und möglicher Auswirkungen klimatischer Veränderungen sind mittlerweile zentraler Gegenstand vieler ökologischer und biogeochemischer Studien; das quantitative Abschätzen der zu erwartenden Folgen steht auf der Prioritätenliste der Geld gebenden Institutionen ganz oben. Marines Plankton ist ein Hauptschwerpunkt der Forschung. Das ihm entgegengebrachte Interesse jedoch war im Wandel der Zeiten kein stetiges.

Die Weltmeere bedecken 70,8% der Erdoberfläche und spielen unter anderem im globalen Kohlenstoff-Kreislauf eine Hauptrolle. Die ozeanischen Lebensräume haben außerdem einen großen sozioökonomischen Wert. In einer absurd anmutenden Schätzung in *Nature*, Band 387 (1997), wurden Ökosysteme auf ihre Funktion als bloße Dienstleister reduziert; der Wert der Meere wurde global mit rund 21 Billionen US-Dollar jährlich beziffert (1). Klimatische Auswirkungen auf die Lebewelt der Ozeane haben also zusätzlich auch noch ökonomische Konsequenzen im Gefolge und erfreuen sich eines regen Interesses als interdisziplinärer Untersuchungsgegenstand.



Victor Hensen (1835 bis 1924) gilt als Begründer der biologischen Ozeanographie; er prägte 1887 den Begriff "Plankton". Quelle: Archiv Institut für Meereskunde, Kiel

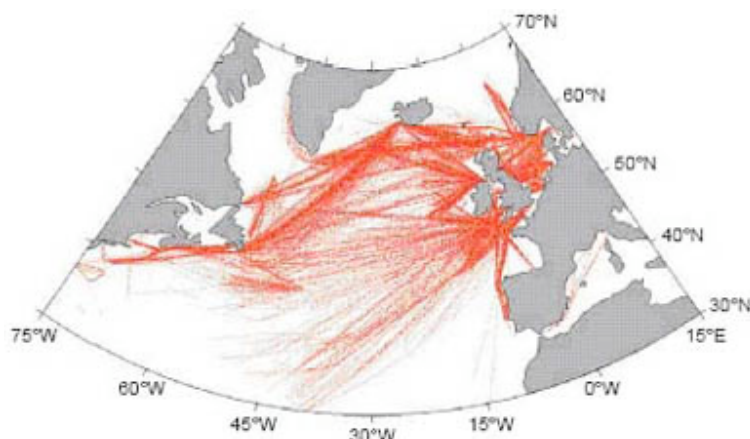
In *Trends in Ecology and Evolution* (2) (Band 20, 2005, Seiten 337-344) beispielsweise widmen britische und australische Ökologen, Meeresbiologen und Mathematiker der globalen Bedeutung von marinem Plankton einen Übersichtsartikel.

Gemäßigte Klimazonen sind durch eine große jährliche Schwankungsbreite der ökologischen Parameter charakterisiert. Aufgrund der Komplexität können nur über mehrere Dekaden laufende Langzeitbeobachtungen längerfristige periodische Änderungen als auch tatsächliche Trends dem "Hintergrundrauschen" der zeitlichen und räumlichen natürlichen Ökosystem-Schwankungen entreißen und sichtbar werden lassen – vor allem, wenn anthropogen verursachte von natürlichen Veränderungen unterschieden werden sollen. Die Daten solcher Serien sind die Grundlage für das Modellieren von Ökosystem-Eigenschaften. Die unmittelbare Verknüpfung des Planktons mit dem klimatischen Geschehen ist nicht erst seit kurzem bekannt, jedoch werden die Zusammenhänge klarer, je länger die Aufzeichnungen andauern - einige von ihnen mittlerweile mit einer Laufzeit von über 50 Jahren - und je besser die Datenanalyse-Techniken werden.



Alister Hardy mit einem der ersten Continuous Plankton Recorder (3). Beim ersten Zu-Wasser-Lassen brach er sich einen Finger; seitdem sind keine weiteren Unfälle überliefert.

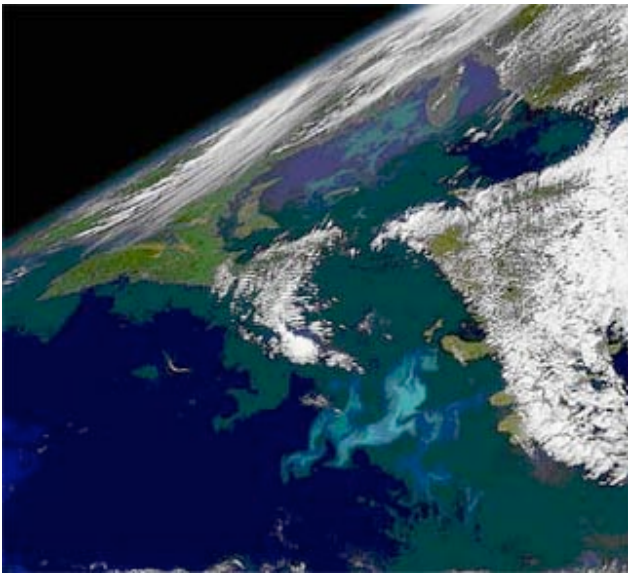
Plankton bietet sich aus verschiedenen Gründen als besonders gut geeigneter Indikator für Klimaänderungen an. Die typischerweise kurze Lebensdauer führt zu einer engen Verzahnung der Umwelteinflüsse und der Planktodynamik. Das im Wasser treibende und schwebende Plankton kann starke Veränderungen in seiner Verteilung zeigen, da es frei beweglich ist und auf Änderungen von Temperaturen und Strömungsverhältnissen mittels Ausdehnung oder Verringerung des Aufenthaltsbereichs reagiert. Jüngere Erkenntnisse zeigen, dass Plankton ein empfindlicherer Indikator auf solche Änderungen sein kann als die Umweltfaktoren selbst, da die nichtlinearen Reaktionen biologischer Gemeinschaften auch unscheinbare Schwankungen der Umweltbedingungen verstärken und dergestalt sichtbar machen.



Räumliche Verteilung der Continuous Plankton Recorder- Untersuchung in den vergangenen 65 Jahren, der weltweit größten Plankton-Erfassung. 5 Millionen Seemeilen wurden "gescannt", 196.112 Proben gesammelt und in jeder einzelnen die Häufigkeit von ca. 450 Phyto- und Zooplanktonarten registriert. Quelle: Sir Alister Hardy Foundation/ Elsevier

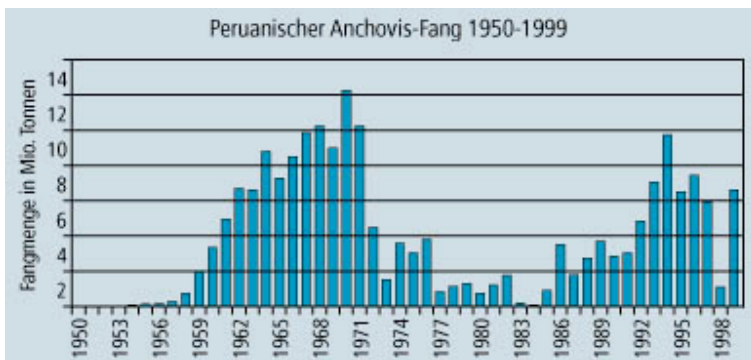
Verknüpfungen zwischen Plankton und Klima

Es gibt viele Indizien für systematische Änderungen der Planktonhäufigkeit- und Zusammensetzung während der letzten Dekaden. So ist der Antarktische Krill in seiner Häufigkeit in den letzten 25 Jahren um mehr als eine Größenordnung zurückgegangen. Diese Abnahme wurde in Verbindung (4) gebracht mit einem Rückgang in der Verfügbarkeit seiner Nahrung in Form sommerlicher Phytoplankton-Blüten und winterlicher Eisalgen.



Emiliana Huxleyi- Blüten vor Neufundland, 21. Juli 1999 (Quelle: SeaWiFS Project (5), NASA/Goddard Space Flight Center and ORBIMAGE). Diese Phytoplankton-Specie kann hohe Dichten erreichen (20000 Zellen pro Milliliter). Emiliana Huxleyi, nach dem britischen Biologen Thomas Henry Huxley ("Darwins Bulldogge") benannt, gehört zur Familie der Coccolithophoridae, den (neben Korallen und Foraminiferen) mengenmäßig bedeutendsten Calciumcarbonat produzierenden Organismen der Erde. Die von Emiliana Huxleyi ausgebildeten Kalkplatten (Coccolithen) reflektieren das Licht sehr stark, so dass die Blüten ("white waters") gut per Schiff, Flugzeug oder Satellit zu beobachten sind.

Der Humboldtstrom, Heimatplatz bedeutender kommerzieller Fischereien, wird stark von ENSO-Ereignissen (El Niño/Southern Oscillation) geprägt. Perioden mit warmem Wasser und geringer Planktonproduktion als Folge des begrenzten Nährstoffauftriebs führen zu weniger Nahrung für Fisch, mit ernstesten Auswirkungen, z.B. auf die peruanische Anchovis-Fischerei. Der zu den Heringsfischen zählende Schwarmfisch ernährt sich in einer äußerst effizienten Ein-Schritt-Nahrungskette vom Phytoplankton der produktiven Auftriebszone des Humboldtstroms. Er wird seit den 1950er Jahren stark befischt und hauptsächlich zu Tierfutter, Dünger und Öl verarbeitet.



Grafik nach Angaben des Instituto del Mar del Perú (6)

Als 1970 der Gesamtfang 12 Millionen Tonnen überschritt, stieg Peru zur Welt größten Fischereination auf (mittlerweile von China abgelöst (7)). 1972-73 fiel die Fangmenge während eines ENSO-Ereignisses auf unter 3 Millionen Tonnen. Erst ab Mitte der 1980er Jahre begann sich die Anchovis-Population in den Küstengewässern zu erholen. Angesichts einer sich abzeichnenden Überfischung durch industrielle Fischerei-Flottillen, die der traditionellen Fischerei keine Chance lassen, versuchte die peruanische Regierung regulierend einzugreifen. Ein nächster El Niño-bedingter Einbruch erfolgte 1998.

Mesozooplankton-Untersuchungen (Tiere in der Größenordnung 0,2-20 mm) in den Auftriebsgebieten des Benguela- und des Kalifornischen Stroms zeigten deutliche Änderungen in der Häufigkeit in Abhängigkeit von klimatischen Einflüssen. Ein ähnlicher Befund ergab sich für Quallen-Populationen in der Nordsee. Deren Häufigkeit konnte mit dem North Atlantic Oscillation (NAO)-Index (8), einem Wetter-Maßstab in Nordeuropa, korreliert werden. Auch wenn sich andere Einflüsse wie Eutrophierung oder Fischerei nicht völlig als zusätzliche Faktoren ausschließen ließen, sind klimatisch bedingte Auslöser als Ursache langfristiger Änderungen der Quallen-Häufigkeit erkennbar.

Die Suche nach einer mechanistischen Verbindung zwischen Klima und Plankton dauert an, jedoch scheint der

Wettereinfluss auf die Durchmischung der Ozeane von wesentlicher Bedeutung zu sein. Diese Intensität beeinflusst die Lichtverhältnisse, Oberflächentemperaturen und das Ausmaß der Verwertung von Nährstoffen aus tieferen Schichten – und damit das Phytoplankton-Wachstum und dessen Verfügbarkeit für höhere trophische Stufen in der Nahrungskette.

Änderungen in der Organismenverteilung und im Zeitpunkt des Auftretens von Ereignissen

Die Veränderung der Lebensräume von auf dem Land lebenden Organismen als Reaktion auf klimatische Veränderungen ist bekannt (Das große Rascheln (9)), doch auch in der Welt des Planktons kann man erstaunliche Beispiele dafür finden. Viele Mitglieder der Dinoflagellaten-Gattung *Ceratium* sind bedeutende Primärproduzenten in den Gewässern der tropischen und gemäßigten Zonen. Vor 1970 wurde z.B. *Ceratium trichoceros* nur südlich von Großbritannien angetroffen; mittlerweile ist diese Art auch vor der Westküste Schottlands und in der nördlichen Nordsee zu finden. In den letzten 40 Jahren sind Warmwasser-Gesellschaften von Ruderfußkrebsen (Copepoden) 1000 km weiter nördlich in den Nordostatlantik vorgedrungen – bei gleichzeitigem Rückzug der bisher dort lebenden Kaltwasser-Gesellschaften.

Der vielerorts gefundene, nach vorn verschobene biologische Frühlingsanfang hat sein Pendant auch in der marinen Lebewelt. Die saisonalen Zyklen einiger Ruderfußkrebse und von gelatinösem Zooplankton in der Deutschen Bucht beginnen in warmen Jahren bis zu elf Wochen früher. Die beispielhaften Extreme sind statistisch gesehen keine Ausreißer aufgrund normaler Schwankungen von Temperaturen und Zeitpunkten, vielmehr sind sie Teil auffälliger Trends.

Diese biogeografischen Verschiebungen gelten jedoch nicht für alle Planktonbestandteile gleichermaßen. Phytoplankton-Blüten in der Nordsee haben sich im Allgemeinen als Reaktion auf Erwärmungen weiter ausgedehnt als das Zooplankton, das sich davon ernährt. Zeitweilige Mitglieder der Plankton-Gesellschaft (Meroplankton; z.B. einige Quallen) sind durch steigende Meerestemperaturen wahrscheinlich mehr betroffen als die ständigen Bestandteile (Holozooplankton).

In der Gesamtheit betrachtet, können diese Störungen der Gleichzeitigkeit des Auftretens von Ereignissen zwischen verschiedenen trophischen Stufen ernsthafte Auswirkungen auf den Energiefluss hin zu höheren trophischen Stufen haben.

Regimeveränderungen

Diese Auswirkungen von Klimaänderungen können durch die Tendenz aquatischer Systeme zu großen und abrupten Reorganisationen in Plankton- und Fischgesellschaften verstärkt werden. Für solche schnellen Wechsel gibt es Beispiele aus dem Nordpazifik (Mitte der 1970er Jahre) und aus der Nordsee (Mitte der 1980er Jahre: mit der Verschiebung der ozeanischen biogeografischen Grenze entlang des europäischen Kontinentalschelfs nach Norden erfolgte ein Wechsel der Vorherrschaft von Kaltwasser- zu Warmwasserspecies).

Die Umstrukturierung von Planktongesellschaften kann einschneidende sozioökonomische Folgen haben – durch Effekte auf die kommerzielle Fischerei etwa. Während des Larvenstadiums ernähren sich Fische vom Zooplankton; einige Arten (z.B. die Makrele) sind (zumindest teilweise) ein Leben lang planktivor. Auch hier sind Fragen des synchronen Zeitpunkts von größter Planktonhäufigkeit und dem Auftauchen der Fischlarven im Plankton von entscheidender Bedeutung für das Überleben der Larven. Die gegenwärtige Krise in den Kabeljau-Beständen (sowie bei anderen Gadoiden wie Seehecht und Köhler) in der Nordsee wird zumindest von einigen Wissenschaftlern neben der Überfischung teilweise auf eine Änderung der Zusammensetzung der Planktongesellschaften zurückgeführt (10).

Im 2. Teil: Plankton und Kohlendioxid, Langzeit-Monitoring-Programme

Links

- (1) http://www.uvm.edu/giee/publications/Nature_Paper.pdf
- (2) http://www.elsevier.com/wps/find/journaldescription.cws_home/30339/description#description
- (3) http://192.171.163.165/cpr_survey.htm
- (4) http://www.awi-bremerhaven.de/AWI/Presse/PM/pm02-1.hj/020124eisalgen_science-d.html)
- (5) <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/SeaWiFS/>
- (6) <http://www.imarpe.gob.pe/estadistica/estadis2.html>
- (7) http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=//DOCREP/007/y5600e/y5600e04.htm@P328_10295

(8)

[http://www.atmosphere.mpg.de/enid/f7802d3b9031f5240693b0c311f02590,55a304092d09/1__Oceans_and_climate/_North_Atlantic_Oscillation_1 vs.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/f7802d3b9031f5240693b0c311f02590,55a304092d09/1__Oceans_and_climate/_North_Atlantic_Oscillation_1_vs.html)

(9) <http://www.telepolis.de/r4/artikel/18/18891/1.html>

(10) <http://www.wissenschaft-online.de/abo/ticker/695250>

Telepolis Artikel-URL: <http://www.telepolis.de/r4/artikel/20/20302/1.html>

Copyright © Heise Zeitschriften Verlag