Im Blick des Meeresforschers

Autor(en): **Smetacek, Victor**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wechselwirkung : Technik Naturwissenschaft Gesellschaft**

Band (Jahr): **5 (1983)**

Heft 18

PDF erstellt am: **26.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-653075

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Victor Smetacek

Im Blick des Meeresforschers

Die Fragen, die man als Meereskundler von Laien gestellt bekommt, haben sich in den letzten zehn Jahren grundlegend gewandelt. Während man sich früher bemühte, das Gesprächsthema möglichst bald zu wechseln, werden heute Fragen gestellt, die mir das Gefühl geben, ein ärztlicher Ratgeber zu sein: Kann ich, ohne meine Gesundheit zu gefährden, in der Ostsee baden? Darf ich noch Fisch essen? Welche Fische sind verseucht? Ist die See krank? Ist die Ostsee tot? Liegt die Nordsee im Sterben?

Sicherlich möchten auch Sie die Antworten zu diesen Fragen wissen, und sicherlich werden Sie beim Anhören der Antworten denken, daß meine Reaktion typisch für Fachleute im allgemeinen ist. Denn ich erzähle immer, daß ich persönlich nach wie vor, so oft es mein überfüllter Terminkalender erlaubt, im Sommer am Strand zu finden bin, daß ich weiterhin gern Fisch esse, seit mehreren Jahren auch wieder bedenkenlos Thunfisch. Was die anderen Fragen betrifft, sage ich, es sei alles viel zu komplex, als daß meine wissenschaftliche Ehre es mir erlauben würde, mit ja oder nein zu antworten. Der typische Versuch des Fachmanns, sich aus der Verantwortung herauszuwinden, denken Sie, und schon wollen Sie das Thema wechseln.

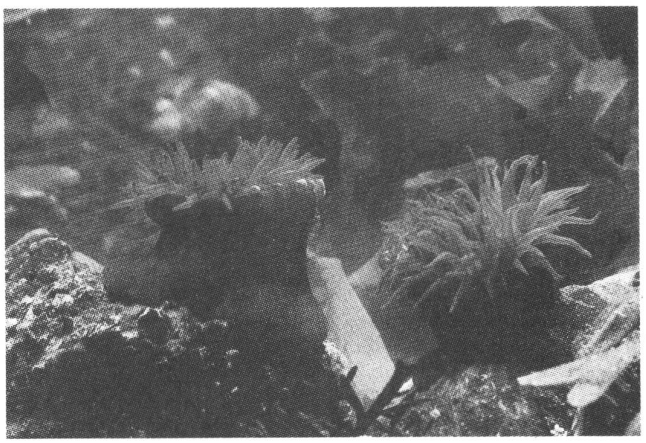
Wunderwelt

Als Meereskundler, der von seinem Fach gerne begeistert reden möchte, empfinde ich es als besonders bedauerlich, daß der Kreis der Leute, die bereit sind, sich in die faszinierenden Ökosysteme der Meere hineinzuversetzen, so klein ist. Denn hier läuft das Leben so grundlegend anders ab als an Land, daß der Kontrast an sich schon faszinierend ist. Es ist, als fliege man in seiner Fantasie zu einem anderen Planeten. Nehmen wir an, eine der Raumsonden hätte zurückgefunkt, es gebe üppiges Leben auf dem Mars, aber man wisse über seine Beschaffenheit wenig. Würden Sie nicht darauf brennen, mehr Informationen zu erhalten? Gäbe es womöglich einen Bildband dazu, würden Sie ihn nicht kaufen oder zumindest ausleihen? Haben Sie sich schon mal um einen Bildband über das Meer bemüht? Nein? Dabei befindet sich gerade auf unserem Planeten ein solch ab-

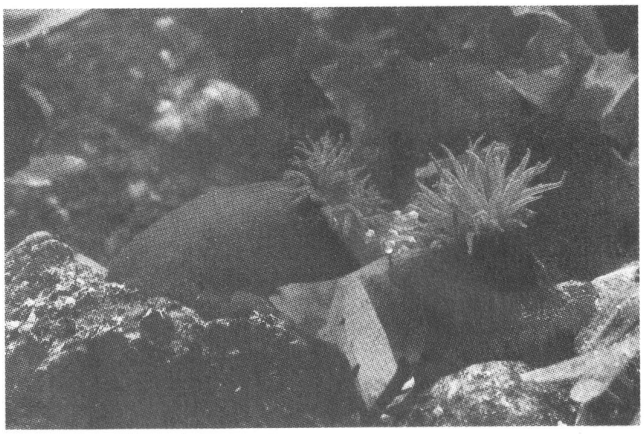
sonderlicher Lebensraum, daß eine Begegnung damit Ihren gesunden Menschenverstand Purzelbäume schlagen lassen würde. Es brauchen nicht mal die bekannten Meeresmonster wie Riesenhaie, Kraken oder Säbelzahnfische mit Suchscheinwerfern zu sein, die Ihre Fantasien beflügeln. Es ist schlicht das alltägliche Leben dort, das unsere Vorstellungen auf den Kopf stellt. Die bunten Wolken, die dort am Himmel vorbeiziehen, sind Pflanzen, es regnet Kot oder es schneit Planktonflocken; die Geier kreisen unten am Boden, und es sind die Leichen, die von oben herabstürzen. Dieser Nährregen bringt Tiere hervor, die es in ihrer Gestalt und Schönheit mit Blumen aufnehmen. Wunderschöne Gärten blühen um und in Fontänen, aus denen Wasser von 280° C hervorsprudelt. Es gibt lebende Felsen, zugleich Pflanze und Tier, die stetig wachsend ganze Berge erzeugen. Und dies ist alles wahr, nicht Ausgeburt einer kranken Fantasie. Haben Sie nicht doch Lust, von diesem schön-schaurigen Meer mehr Märchen zu erfahren?
Unsere Beziehung zum Meer, wenn nicht gerade märchenhaft, ist schon immer eine emotionale gewesen: der feurige Sonnenuntergang, das wogende, brütende, launische und ganze Länder um- und verschlingende Meer, von Dichtern besungen und von den Ehemännern der See gefürchtet, obwohl sie immer wieder zu ihrer Braut zurückkehren. Es ist kein Wunder, daß das Meer, als fast ausschließliche Domäne der Männer bis vor kurzem, so weiblich erscheint in diesen Empfindungen.

Organismus Meer

Wenn Sie darüber nachdenken, was Sie vom Meer wissen, erinnern Sie sich vielleicht an die Karte der Meeresströmungen, vor allem an den lebenspendenden Golfstrom, der uns hier oben im Norden am Leben erhält. In der Schule wurde uns erzählt, daß der Golfstrom dadurch entsteht, daß Passatwinde von Osten her Wasser in den Golf von Mexiko drücken und daß der resultierende Stau einen dicken Strahl geheizten Wassers quer durch den Atlantik durch die Florida-Düse gen Europa preßt. Wie dankbar waren wir dieser Düse!
Doch diese Vorstellungen stimmen alle nicht mehr. Heute wissen wir, daß der Golfstrom der West- und Nordrand einer drehenden Scheibe mit ozeanischem Ausmaß ist. Diese Scheibe liegt wie eine Linse aus warmem Wasser, in der Mitte einige hundert Meter dick, aber tausende von Kilometern breit, auf den kalten Tiefen des Ozeans. Seit man imstande ist, die Oberfläche des Ozeans genau zu studieren, entdeckt man überall Wirbelstrukturen, von denen man bis vor kurzem kaum etwas wußte. Diese Strukturen sieht man besonders deutlich in Infrarot-Aufnahmen von Satelliten, die die Temperaturverteilung auf der Meeresoberfläche zeigen.
Das diffuse Bild der ozeanischen Strömungen, bestehend aus Flüssen, die ihren Weg durch die Ozeane bahnen, ist nun über-



holt. Jetzt erscheint der Ozean insgesamt immer mehr als ein eng zusammenhängendes System, das man beinahe einen Organismus nennen könnte, denn die Bewegung der Teile ist nur aus der Bewegung des Ganzen zu erklären. Die Wechselwirkung zwischen der ozeanischen und der atmosphärischen Zirkulation erscheint auch immer enger, wobei die Frage, wer wen antreibt, nur für einzelne Teile, nicht für das Ganze gestellt werden kann.
Ist nicht dieses Bild des Ozeans als Organismus viel ansprechender? Er besteht aus verschieden großen, dicht gepackten Wassermassen, die Zellen oder Organen ähneln in der Art, wie sie miteinander in Berührung treten und kommunizieren, sich gegenseitig vermischend, austauschend oder einverleibend. Und angetrieben wird dieser Organismus, genau wie das Leben, von der Sonne.
In innigster Verbundenheit mit diesem komplexen Zirkulationsmuster des Meeres wächst das ozeanische Leben, beginnend mit den bunten Wolken aus staubkorngroßen Algenzellen des Phytoplanktons. Diese Algenzellen sind keineswegs primitiv, nur weil sie nicht größer geworden sind; im planktischen Lebensraum des freien Wassers gibt es ebenfalls eine Evolution, durch die über Jahrmillionen völlig neue Gruppen von Algen entstanden sind und andere dafür an Bedeutung verloren haben. Die Vielfalt der Formen mit ihrer eigentümlichen Schönheit hat die Planktonforscher für Jahrzehnte entzückt, aber da man sich nur schwer ein intuitives Bild von der Lebensweise des Planktons machen konnte, blieb die Begegnung betrachtend und weniger begreifend.
Es gibt viele Biologiestudenten, die nur mit Organismen arbeiten möchten, die zumindest mit dem bloßen Auge sichtbar sind. Es waren dann eher Forscher mit einer Neigung zur Chemie, die es mit dem Phytoplankton aufnahmen. Erstaunlich



Seeanemonenkampf

wenige Biologen machten sich Gedanken über die Biologie der Planktonorganismen, obwohl diese von der Größe ihres Lebensraumes her gesehen die wichtigste Lebensgemeinschaft der Erde darstellen. Unter Biologie der Organismen verstehe ich ihre besonderen Anpassungen an eine bestimmte, sich ständig wandelnde Umwelt, und zwar in Bezug auf alle Stadien des Lebenszyklus. Die meisten Forscher (übrigens, ich auch) versuchen, über chemische und radioisotopische Meßmethoden Bestand und Wachstum des Phytoplanktons zu bestimmen. Da die Biologie hierbei fast gar nicht berücksichtigt wird, erscheint das planktische System wie ein chemisches Reaktionsmuster, in dem die Organismen nur komplexe Moleküle bestimmter Eigenschaften darstellen. Als Hauptanreiz für das Funktionieren des Systems wird die Konkurrenz angenommen, und Erfolg heißt dann, maximal zu wachsen – ein nicht ganz unbekannter Grundsatz.

Verständnis fehlt

Da das marine Ökosystem so einfach aufgebaut erschien, fing man an, die gemessenen Prozeßabläufe zu modellieren, mit dem Fernziel, die Systemveränderungen vorauszusagen. Diese Entwicklung war schon sehr fruchtbar, aber einen entscheidenden Durchbruch brachte sie nicht. Vielmehr zeigte sie, daß einige Grundannahmen falsch sind. Gerade das Pflanze-Tier-Verhältnis geht in fast allen Modellen nicht auf. Demnach ist nicht genug Nahrung für die Tiere da, weder für die planktischen Tiere (Zooplankton genannt) noch für die am Boden lebenden Muscheln, Krebse, Würmer (Benthos genannt), geschweige denn für die Fische, die überall im System weiden. Erst beim Messen offenbart sich die unerwartete Komplexität der Systeme. Aber der generelle Mißerfolg der Modelle hat gezeigt, daß wir auch einfach noch nicht das nötige Verständnis für diese Systeme haben.

Selbst verhältnismäßig gut bekannte Seegebiete wie die Ost- und Nordsee hatten einige Überraschungen parat. Zum Beispiel ist in den letzten Jahren der Dorschbestand in beiden Meeren erheblich gestiegen, ohne daß jemand eine eindeutige Erklärung hierfür hätte. Hat die Dorschnahrung zugenommen oder haben die Feinde der Dorsche abgenommen? Haben die Jungfische, die ganz anders leben als die Erwachsenen, bessere Bedingungen gefunden? Sicherlich gibt es Hypothesen, aber wie beweisen?

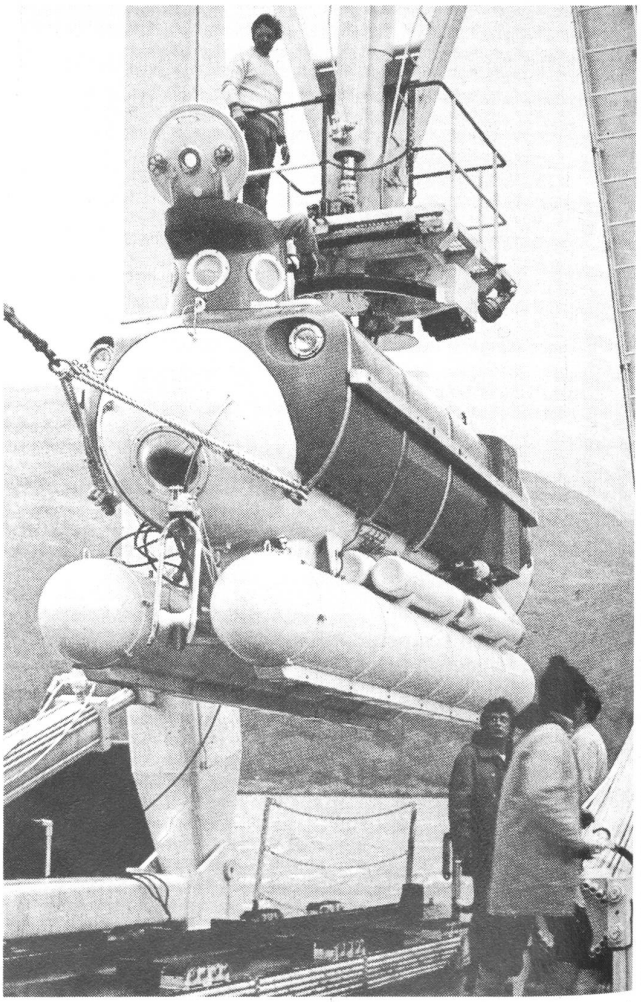
An dieser Stelle muß ich um Ihr Verständnis für unsere Unwissenheit bitten. Wir, damit meine ich uns alle, sind Landorganismen und haben daher kein intuitives Verhältnis zum Meer. Zu einem Landökosystem haben wir mit unseren fünf Sinnen direkten Kontakt; da können wir mit einem geübten Blick feststellen, ob es den Pflanzen gut geht oder nicht, ob sie unter Überweidung, Dürre oder einem Waldbrand leiden. Zugegeben, die katastrophalen Auswirkungen des sauren Regens wurden verhältnismäßig spät aufgezeigt, aber vielleicht nicht zu spät. Im Meer würden wir Vergleichbares häufig erst erkennen, wenn der Wald schon gestorben wäre, das heißt, wenn die Fische tot an der Oberfläche treiben.

Im Laufe eines Jahres ändert sich die Zusammensetzung der Algenpopulation mindestens sechsmal, und wir wissen nicht, warum ausgerechnet in dieser Reihenfolge. Auch die Tiere kommen und gehen. Benachbarte Wasserkörper, die miteinander im Austausch stehen, können gänzlich verschiedene Planktonpopulationen haben. Um die wichtigsten Informationen über Bestandsgröße und Wachstumsrate der Algen, Tiere und Bakterien zu sammeln und zu bearbeiten, brauchen mehrere erfahrene Forscher viele Tage. Das System kann sich schneller ändern, als wir es mit unseren Messungen erfassen können. Kein Wunder, daß die meisten Forschungsfahrten „blind" geschehen. Es werden einfach Proben gesammelt und konserviert, die erst viel später an Land ausgewertet werden. Mikroskopieren an Bord eines schaukelnden Schiffes ist ja auch nicht für das Wohlbefinden förderlich.

Unsere Lage scheint sich aber zu bessern, und zwar mithilfe der Meßtechnik, die uns gewissermaßen mit Unterwassersinnesorganen ausstattet. Früher mußte man den Salzgehalt in einer entnommenen Wasserprobe titrieren, d.h. eine chemische Analyse durchführen. Heute haben wir Sonden, die man nur ins Wasser einzutauchen braucht, um einen kontinuierlichen Strom von Daten über wichtige Meßgrößen an Bord simultan ausgedruckt zu bekommen. Mit diesen Geräten kann man heute ein Gebiet recht schnell messend abfahren, um Aussagen über seine Bewegungsmuster zu machen. Für biologische Fragestellungen stehen optische Geräte, z.B. Trübungs- und Fluoreszenzsonden zur Verfügung, die jetzt eingesetzt werden, um die horizontale und vertikale Verteilung des Planktons zu messen. Mit Echoloten kann man Fische ohne weiteres aufspüren, und sogar das Zooplankton, wenn es dicht genug vorkommt.

Neue Ideen sind nötig

Dieser gewaltige Informationszuwachs ist bisher vor allem den Physikern unter den Meereskundlern zugute gekommen, und sie sind eifrig dabei, das Bild der ozeanischen Zirkulation zu verfeinern und die Energieverteilung besser zu verstehen. Wir



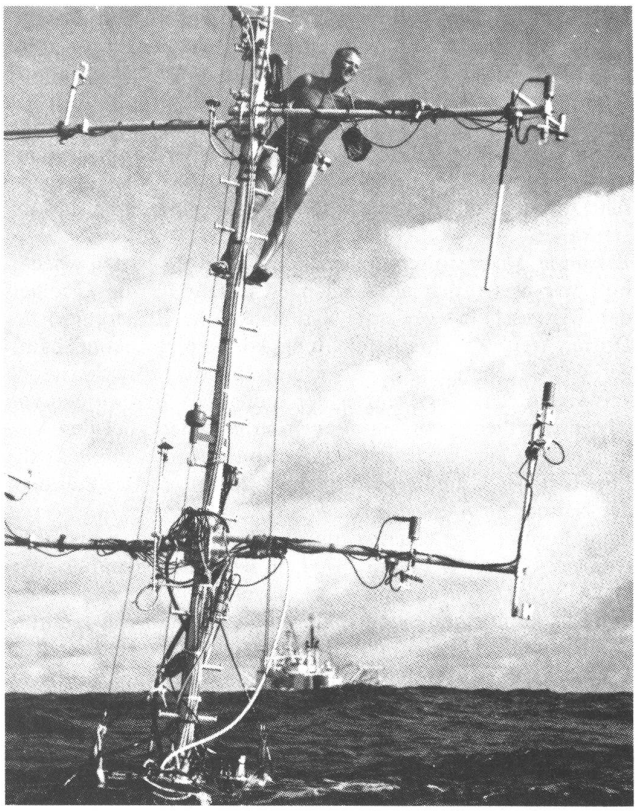
Westdeutsches Forschungs-U-Boot mit einer Druckkammer für drei Aquanauten

Biologen hinken noch weit hinterher, zumal uns durch die schnellen Meßmethoden nur teilweise geholfen wird.

Vor allem brauchen wir aber einen neuen theoretischen Ansatz, um unsere Meßstrategien besser zu planen, damit wir einen tieferen Einblick in das Wechselwirkungsgefüge der marinen Systeme bekommen. Es ist also eine Zeit, wo nach neuen Ideen gerufen wird. Eine international zusammengesetzte Kommission von Experten hat kürzlich festgestellt, daß die holistische oder ganzheitliche Betrachtung der Meeresökosysteme bisher zugunsten der reduktionistischen oder zerlegenden Anschauung vernachlässigt worden ist. Der reduktionistische Ansatz basiert auf der Annahme, daß jede Ganzheit, sei es ein Ökosystem oder eine Zelle, aus Teilen zusammengesetzt ist, deren Wechselwirkung ausschließlich für das Verhalten der Ganzheit, d.h. der jeweils übergeordneten Organisationsebene, verantwortlich ist. Die Betonung liegt auf dem Wort „ausschließlich". Man geht bei diesem Ansatz davon aus, daß das genaue Studium der isolierten Teile ausreicht, um das Ganze zu verstehen. Im holistischen Konzept wird dies aber nur als eine Teilwahrheit betrachtet.

„Holismus" ist in Amerika schon seit einigen Jahren ein Schlagwort geworden, und es wird auch schon viel Unfug damit getrieben. Bei uns ist dieses Wort merkwürdigerweise kaum bekannt. Merkwürdig deswegen, weil sich dahinter eine aufregende Betrachtungsweise verbirgt, die eine kolossale Erweiterung unserer Erkenntnisse verspricht. Dies umso mehr, weil sie auf der lang ersehnten Harmonie, beruhend auf Verständnis, mit der Natur basiert. Ein kühner Vertreter dieser modernen und doch so alten Philosophie ist Fritjof Capra, ein Atomphysiker-Philosoph, der aufzeigt, daß diese neue Denkweise eigentlich aus der Physik kommt. Nicht aus der klassischen Physik mit ihren linearen Kausalketten, Naturgesetzen und bindenden Wahrheiten, sondern aus der neuen Physik mit ihrer für unsere Intuition magischen Welt des Raum-Zeit-Kontinuums, der Unschärferelation und der Schwarzen Löcher. Genauso wie die neue Physik die Errungenschaften der klassischen nicht beiseite legte, sondern sie mit völlig neuen Qualitäten füllte, wird vermutlich die neue Biologie eine ebensolche Verständniserweiterung mit sich bringen.

Selbstorganisation ist ein weiteres, etwas spezifischeres Schlagwort aus der holistischen Familie. Mit Selbstorganisation ist das „mehr" gemeint, das in dem bekannten Sprichwort steckt: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile." In anderen Worten, wenn verschiedene Komponenten eines Systems in Wechselwirkung miteinander treten, können Muster entstehen, die aus dem Verhalten der Einzelkomponenten nicht vorauszusagen wären. Es entstehen also Mechanismen oder Funktionen auf übergeordneter Ebene, erzeugt durch die Selbstorganisation der Komponenten. Dieser Gedanke ist nicht neu, aber neu ist die Erkenntnis, daß solche Systeme keinesfalls einem Gleichgewichtszustand entgegenstreben müssen, sondern sich durchaus weit weg vom Gleichgewicht bewegen können. Daß dies, zumindest in lebenden Systemen, offensichtlich eine Regel ist, wird niemand bestreiten, sehen wir hier doch einen ständigen Aufstieg vom Einfachen zum Komplexen, von der Einfalt zur Vielfalt. Aber es fiel schwer, diesen Sachverhalt mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik, der bekannten Entropieregel, in Einklang zu bringen. Eine theoretische Erklärung für diese alltägliche Beobachtung stellte der in Brüssel arbeitende Chemiker Prigogine auf, der vor einigen Jahren den Nobelpreis dafür erhielt. H. Haken, ein Laserphysiker aus Stuttgart, kam über sein Forschungsgebiet zu ähnlichen Erkenntnissen, obgleich er sich von Prigogine in seinem theoretischen Gerüst unterscheidet. (Vgl. dazu den Artikel von N. Lutz in WECHSELWIRKUNG Nr. 17 und die Rezension zu Capra in diesem Heft.)



Moderne Meßanordnung auf einer Boje

Nimmt man diesen holistischen Ansatz ernst, muß man sich fragen, wie er nun einzusetzen sei. Eins ist offensichtlich, wir müssen uns einen „Blick" für Ökosysteme aneignen, der sowohl die Bewegung der Teile als auch die des Ganzen erfassen kann. Ich stelle mir darunter vor, daß wir uns gegenseitig ein intuitives Bild vom Meer und seinen Bewohnern ausmalen, das dem „Naturgefühl" für Landökosysteme vergleichbar wäre. Wir müssen ein Verständnis für die Raum- und Zeitskalen des Meeres entwickeln, so daß wir seinen Lebensrhythmus erfühlen können.

Dies ist am Schreibtisch leicht formuliert, wie soll man aber in der Praxis vorgehen? Just hier tauchen die größten Probleme auf, nämlich die, die sich aus der Organisation und der Kapazität unserer Forschung ergeben.

Die Untersuchung eines ganzen Systems in seinen verwobenen Zusammenhängen erfordert nicht nur große Forscherkapazität, sondern auch die Entstehung von Wissenschaftlerteams, die – wie ihre Forschungsobjekte – sich während ihrer Tätigkeit selbstorganisieren. Diese Teams müssen selbstverständlich interdisziplinär zusammengesetzt sein. Die Schaffung solcher Teams und eines adäquaten Klimas, in dem sie gedeihen können, d.h. mit einem Mindestmaß an vorgegebener Hierarchie und starrer Planung, ist gerade für das Studium ozeanischer Ökosysteme unbedingt erforderlich. Teamarbeit will aber gelernt sein, und manchen fällt es sehr schwer, innerhalb eines Teams zu arbeiten. Es gibt auch genug Aufgaben, die vom Einzelnen bewältigt werden können. Hier geht es aber um die Hauptströmung in der Ökologie. Meines Erachtens kann eine holistische Sichtweise vom Ozean nur dann entstehen, wenn mehrere Köpfe sich in voller Offenheit begegnen und ihre Fantasien austauschen. Ich brauche hier nicht zu erläutern, warum etwas scheinbar so Selbstverständliches sich so selten ereignet. Vielleicht wird die neue Biologie, zumindest wenn sie aus der Ökologie kommen sollte, erst dann aufblühen, wenn sich genug Forscher in dieser Weise zusammengetan haben. Δ