

**Meereswissenschaftliche Berichte**  
MARINE SCIENCE REPORTS

No. 25

Neue Forschungslandschaften  
und  
Perspektiven der Meeresforschung

Reden und Vorträge zum  
Festakt und Symposium

am 3. März 1997

Herausgeber: Bodo v. Bodungen, Barbara Hentzsch

**Institut für Ostseeforschung**  
**Warnemünde**  
**1997**

## Vorwort

Das Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) wurde 1997 fünf Jahre alt. Der heute erreichte Stand der Forschung im IOW basiert auf einer gelungenen Vermischung der wissenschaftlichen Erfahrungen der Vorgängereinrichtung, dem Institut für Meereskunde Warnemünde (IfMW), mit den Kenntnissen überwiegend jüngerer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler von der Universität Rostock und aus den westlichen Bundesländern. Das Personal des IfMW brachte eine hervorragende Expertise in theoretischen Studien, in der engen Verflechtung mariner Grundlagenforschung mit Überwachungsaufgaben in der Ostsee, in der Beurteilung der wechselnden ökologischen Zustände dieses Seegebietes und in der Entwicklung und Applikation von Meeresmeßtechnik ein, während die "Neuen" neben ihrer Erfahrung im Einsatz modernster meereskundlicher Methoden vor allem zur schnellen Erweiterung der Forschungsfelder beigetragen haben. Unter personeller Erweiterung, insbesondere der chemischen und biologischen Arbeitsgruppen, entstanden die 4 Sektionen Physikalische Ozeanographie, Meereschemie, Biologische Meereskunde und Marine Geologie, deren Größe und Ausstattung eine große Tiefe der fachspezifischen Expertise bei gleichzeitiger Fokussierung aller Fachsektionen auf die marine Ökosystemanalyse gewährleistet.

Die Empfehlungen des Wissenschaftsrates und die Arbeit des Gründungskomitees zur Einrichtung eines Institutes mit der Aufgabe, interdisziplinäre marine Grundlagenforschung mit besonderer Hinwendung zur Ostsee zu betreiben, haben die Profilbildung des IOW in der nationalen und internationalen Forschungslandschaft sowie in der Lehre an den Universitäten Rostock und Greifswald richtungsweisend bestimmt.

Das zentrale Untersuchungsgebiet ist die Ostsee, deren hochvariable Umweltbedingungen und Größe die exemplarische Untersuchung der Funktionsweise eines marinen Ökosystems in idealer Weise ermöglichen. Das Forschungsprogramm, das sich das IOW in inhaltlicher Verbindung zu nationalen und internationalen Programmen gestellt hat, ist dementsprechend auf ein Hauptziel zugeschnitten: das Ökosystem Ostsee als Ganzes zu erfassen, die räumlich/zeitlichen Veränderungen und Schwankungen zu verstehen und mit Hilfe von gekoppelten Modellen nachzubilden. Dabei werden grundlegende Erkenntnisse zur Funktionsweise der marinen Ökosysteme in Küsten- und Randmeeren sowie zu marinen Prozeßabläufen generell gewonnen.

Eng eingebettet in die Forschungsaktivitäten des IOW sind die Arbeiten zur Überwachung der Meeresumwelt der Ostsee, das sogenannte HELCOM-Monitoring. Diese Verknüpfung hat sich in den letzten fünf Jahren als äußerst glücklich erwiesen. Die Monitoring-Daten stellen eine wichtige Grundlage für Langzeitanalysen dar. Sie weisen häufig auf nicht zufriedenstellend gelöste und/oder im Gegensatz zur Lehrbuchmeinung stehende Phänomene hin, während die Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung der besseren Interpretation der Monitoring-Ergebnisse, insbesondere bei der Erstellung der Zustandseinschätzungen, dienen. Diese Verbindung wird unterstützt durch moderne Meßtechnik zur Entwicklung neuer Strategien für effizientere Umweltüberwachung und zur Erzeugung von hochauflösenden Datenströmen für die notwendigen Modellvalidationen. Diese Kombination und die Fokussierung auf die Systemanalyse ermöglichten es dem IOW frühzeitig, auf die nationale und internationale Ostseeforschung planend und koordinierend einzuwirken.

In Zukunft soll die intensive Befassung mit der Ostsee im Institut die Kompetenz in der Küsten- und Randmeerforschung allgemein vertiefen und zu generellen Forschungsansätzen und Problemlösungen führen. Dabei wird das Institut die begonnene Kooperation mit Wirtschafts-, Sozial- und Rechtswissenschaften weiterentwickeln, um an den wissenschaftlichen Grundlagen für ein nachhaltiges Küstenzonen-Management mitzuarbeiten.

Das IOW sieht seine Entwicklung in den nächsten Jahren auch im weiteren Aufbau zum deutschen Leitinstitut für die Erforschung und die wissenschaftliche Überwachung der Ostsee. Die zunehmende politische Integration der Ostseeanlieger unter dem Dach der EU und die prognostizierte stürmische wirtschaftliche Entwicklung erfordern ein gemeinsames Management, das wissenschaftlich begleitet werden muß. Hierzu will das IOW einen wesentlichen Beitrag leisten und als deutscher Partner für die nationalen Meeresforschungsinstitute der übrigen Anrainerstaaten fungieren. Insbesondere wird das IOW die Beziehungen zu Polen, den Baltischen Staaten und Rußland weiter vertiefen und sowohl in der Forschung als auch in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses seine Vermittlerrolle zwischen Ost- und Westeuropa intensivieren. In diesem Zusammenhang sieht das IOW auch eine Aufgabe darin, im Rahmen von Lehr- und Forschungsprogrammen in Entwicklungs- und Schwellenländern fördernd mitzuwirken.

Am 3. März 1997, zum 5. Geburtstag des Institutes für Ostseeforschung Warnemünde, kamen die Hauptakteure der Neugründung noch einmal zusammen. Hochrangige Vertreter der Zuwendungsgeber, des Wissenschaftsrates, der Universitäten, des Gründungskomitees und befreundeter Institute hielten gemeinsam mit dem scheidenden und dem neuen Direktor des IOW Rückschau auf die Aufbaujahre und die politischen Bedingungen unter denen sie standen. In einem anschließenden Festkolloquium zeichneten Meeresforscher aller Fachdisziplinen ihr Bild von neuen Strömungen in der Meeresforschung und zukünftigen Forschungsschwerpunkten. An dieser Stelle möchte sich das IOW sehr herzlich bei allen Rednern und Gästen für die Mitgestaltung dieses Tages bedanken. Der vorliegende Band faßt die Vorträge für eine breitere Öffentlichkeit noch einmal zusammen.

B. v. Bodungen, B. Hentzsch

## Inhaltsverzeichnis

1	Forschung in Mecklenburg-Vorpommern <i>Regine Marquardt</i> .....	7
2	Fünf Jahre außeruniversitäre Forschung in den Neuen Bundesländern <i>Bernd Neumann</i> .....	11
3	Zur Rolle des Wissenschaftsrates bei der Evaluierung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen in den Neuen Ländern <i>Dagmar Schipanski</i> .....	14
4	Zum Verhältnis zwischen den Universitäten und Forschungsinstituten in Ostdeutschland <i>Gerhardt Maeß</i> .....	18
5	Von der AdW zur „Blauen Liste“ - Metamorphose am Beispiel des Institutes für Pflanzenbiochemie, Halle <i>Benno Parthier</i> .....	21
6	Das Institut für Ostseeforschung und sein Forschungsprogramm im nationalen und internationalen Verbund <i>Bodo v. Bodungen</i> .....	24
7	Wanderung durch die deutsche Forschungslandschaft <i>Gotthilf Hempel</i> .....	28
8	Die zentrale Rolle des Ozeans im Klimasystem <i>Ernst Augstein</i> .....	34
9	Das Sediment als Umweltindikator: Beispiele aus der Ostsee <i>Jan Harff</i> .....	37
10	Feldbeobachtung, Laborexperiment, Modell - Perspektiven der Benthosbiologie <i>Gerhard Graf</i> .....	45
11	Integrations- und Spezialisierungstrends in der Meereskunde: Neues vs. regeneriertes Wissen? <i>Victor Smetacek</i> .....	49

## Forschung in Mecklenburg-Vorpommern

*Regine Marquardt, Kultusministerin des Landes Mecklenburg-Vorpommern*

Meine Damen, meine Herren,

ich begrüße Sie herzlich und freue mich, daß Sie alle sich die Zeit genommen haben, den Gründungsdirektor des Instituts für Ostseeforschung Warnemünde, Herrn Prof. Dr. Hempel, in seinem Institut zu verabschieden.

Sehr geehrter Herr Prof. Hempel, erlauben Sie mir bitte in dieser Stunde einen kurzen Rückblick auf Ihr Wirken in unserem Land zu nehmen, der uns Einblick gibt in Ihre Kompetenz, Schaffenskraft und Ihre Verdienste.

Ich denke, zu Beginn der Umwandlung des Instituts für Meereskunde in das Institut für Ostseeforschung Warnemünde am 01.01.1992 darf cum grano salis von Ihrem Institut gesprochen werden; waren Sie doch derjenige, der die Neugründung umsichtig vorbereitet und mit Tatkraft durchgeführt hat, um das „IOW“ als sein Gründungsdirektor und dann nach zwei Jahren, am 11.04.1994, als sein erster ordentlicher Direktor zu übernehmen. Zuvor hatten Sie schon in Ihrer Funktion als Vorsitzender der Berufungskommission für die kompetente Besetzung der Sektionsleiterstellen Sorge getragen. Voller Hochachtung stelle ich fest, daß Sie als Emeritus das zweitgrößte außerhochschulische Forschungsinstitut in Mecklenburg-Vorpommern gegründet und aufgebaut haben - und zwar so, daß es heute bereits unser „Flaggschiff“ unter den Instituten ist.

Während dieser Zeit des Ausbaus des IOW engagierten Sie sich gleichzeitig als Vorsitzender zunächst des Wissenschaftlichen Beirats des Landes und dann der Nachfolgeeinrichtung, der Landeskommission für Wissenschaft und Forschung. Unter Ihrer Regie gab dieses Gremium für das Land wegweisende Empfehlungen zur Hochschulentwicklung. Ich freue mich besonders, daß Sie dem Gremium weiterhin vorstehen wollen und somit weitere wirkungsvolle Impulse zur Strukturierung der Wissenschaftslandschaft von ihm erhofft werden können.

Für Ihr unermüdliches und konstruktives Schaffen für dieses Land spreche ich Ihnen, verehrter Herr Prof. Hempel, meinen herzlichsten Dank aus.

Und wenn ich an die Verleihung des Großen Verdienstkreuzes des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland im Jahre 1993 denke, so erfolgte sie, zugegeben, nicht nur, aber doch auch aufgrund dieser Funktion als Gründungsdirektor und Direktor dieses Instituts.

Indem ich diese, Ihre hohe Auszeichnung erwähne, verehrter Herr Professor Hempel, bin ich bereits bei der „Forschung in Mecklenburg-Vorpommern“, zu der ich, die folgenden Vorträge einleitend, einige Worte sagen möchte.

Forschung ist zwar von vielem abhängig, als da sind die Forscher, die Institute und die finanziellen Träger der Forschung, aber alles dies wird erst dann zu einer vertretbaren Forschung im Sinne hoher Effizienz, wenn eine Perspektive, ein Leitgedanke, dahintersteht, der allen an der Forschung im weitesten Sinne Beteiligten deutlich vor Augen führt, daß und warum es sich lohnt, ja lebensnotwendig ist, Forschung intensiv zu betreiben. Das heißt aber auch, gegebenenfalls trotz fehlender Lobby, finanzielle Mittel nicht in unerheblichem Maße dafür bereitzustellen. Sie, lieber Herr Hempel, haben auf dem Sektor Umweltforschung beispielhaft durch die Ausrichtung des IOW auf ein ökologisches Thema gezeigt; wie durch interdisziplinäres Forschen im internationalen Rahmen komplexe Zusammenhänge aufgedeckt und damit teilweise bereits

existierende Probleme zum Wohle möglichst vieler Nationen, in diesem Falle der Ostseeanrainerstaaten, gelöst werden können.

Die Entwicklung von Perspektiven für die angewandte Forschung sollte uns aber nicht davon abhalten, solche auch für die Grundlagenforschung zu entwickeln. Denn nur wenn wir begreifen, daß allen akuten finanziellen Engpässen zum Trotz unser Wohlstand und der unserer Kinder in erschreckend hohem Maße von der Fähigkeit zur Innovation abhängt und damit von einer lebendigen Grundlagenforschung, werden wir unseren jetzigen Wohlstand wahren können.

Diese Erkenntnis verlangt uns viel ab. Bedenken Sie bitte, meine Damen und Herren, daß es Regionen in diesem Land gibt, in denen tendenziell ein Arbeitsplatz (auf dem regulären Arbeitsmarkt) für zwei Menschen zur Verfügung steht. Auch wenn wir uns im Mitteleuropa des ausgehenden 20. Jahrhunderts auf einem historisch betrachtet wohl einzigartigen Wohlstandsniveau befinden, das Bewußtsein der Menschen ist durch Einschränkungen und Verluste in vielerlei Bereichen bestimmt. Deswegen bedarf es desto mehr der im demokratischen Staate ohnehin selbstverständlichen Rechtfertigung, für welche Zwecke öffentliche Mittel in nennenswertem Umfang bereitgestellt werden.

Eine wichtige Aufgabe meines Amtes besteht darin, diese öffentliche Rechtfertigung zugunsten von Wissenschaft und Forschung immer wieder neu vorzunehmen. Aber, damit ich erhebliche Anteile des Haushaltes für die Lehre und Forschung einwerben kann, bin ich auch auf die Mitarbeit der Gruppe der Forscher angewiesen. Denn der Begründungszwang, ich habe es soeben angedeutet, ist in jüngerer Zeit gewachsen. Der durchschnittliche Gelehrte, sagen wir der Jahrhundertwende, hatte es weder nötig, sich zu einem beträchtlichen Teil seiner Arbeitszeit mit dem Einwerben von sogenannten Drittmitteln zu belasten, um attraktiv forschen zu können, noch forderte die Gesellschaft über den engen Kreis der konkurrierenden Wissenschaftler hinaus in einem Maße Rechenschaft von seinem Tun, wie es heute immer selbstverständlicher wird.

Wir mögen das begrüßen oder auch nicht; sicher ist dieses auch eine Folge der fortschreitenden Demokratisierung unserer Gesellschaft. Nachdem wir uns einmal freiwillig auf diesen Pfad begeben haben, müssen wir uns auch mit allen daraus sich ableitenden Konsequenzen arrangieren. Insbesondere für Forscher erwachsen daraus folgende drei Forderungen:

### **1. Forderung:**

Stellen Sie sich dem Legitimationsdruck und tragen Sie selbst zu mehr Transparenz für Außenstehende bei. Sorgen Sie selbst dafür, daß die Nichtwissenschaftler verstehen und begreifen, worüber Sie forschen, wie Ihr Beitrag in das bestehende Lehrgebäude einzuordnen ist und was er gegebenenfalls für Konsequenzen für die Umwelt hat. Sorgen Sie für Transparenz und überlassen Sie das nicht den Medien allein.

Erste Schritte in diesem Zusammenhang haben die Hochschulen und außerhochschulischen Institute des Landes bereits getan, indem sie Tage der offenen Tür eingerichtet haben. Ich ermuntere Sie, diese Aktivitäten zu intensivieren und freue mich, daß die Ernst-Moritz-Arndt-Universität zum Beispiel eine Ausstellung über sich selbst aufgebaut hat und daß diese, nachdem sie in Bonn gezeigt worden war, nun auch im Lande zu sehen sein wird.

## 2. Forderung:

Wenn Ihre Forschung ein Thema betrifft, das auf den ersten Blick bereits absehbar zu nachhaltigen, vielleicht irreversiblen Veränderungen der Umwelt führt, legen Sie diese Auswirkungen selbst objektiv und verständlich dar, wenn Sie wollen, daß Sie auch in der Bevölkerung richtig verstanden werden. Nur durch schonungslos Darstellen der Forschungsergebnisse und ihrer Konsequenzen, auf das die Bevölkerung einen Anspruch hat, kann die dringend erforderliche öffentliche Akzeptanz erreicht werden. Das muß allerdings auch das Risiko einschließen, daß im einen oder anderen Fall ein größerer Teil der Bevölkerung ein Forschungsergebnis als nicht sozialverträglich, nicht umweltverträglich, einstuft und damit dessen weitere Ausgestaltung ablehnt.

Erlauben Sie mir in diesem Zusammenhang den Hinweis auf den Castortransport, der in diesem Augenblick durch die Bundesrepublik fährt, auf das Problem der Lagerung von strahlendem Material. Sieht man einmal von der äußerst kleinen Gruppe der wirklich Gewaltbereiten ab, so bleibt das Faktum der Verunsicherung und der Sorge weiter Teile der Bevölkerung über die Frage der Energiegewinnung durch Kernspaltung bzw. des Verbleibs der hierdurch entstehenden Abfälle. Dennoch meine ich, daß der freiheitliche demokratische Staat nicht in einem unauflösliehen Spannungsverhältnis zur Wissenschafts- und Forschungsfreiheit steht. Im Gegenteil, die Wissenschaftsfreiheit ist für unser Gemeinwesen konstitutiv, und letztlich kann nur der demokratische Staat diese dauerhaft garantieren. Allerdings setzt dies die kontinuierliche Auflösung des genannten Spannungsverhältnisses durch den rationalen, aufklärerischen Dialog voraus, auf dessen positive Kraft ich nach wie vor vertraue. Es muß sich insbesondere die Einsicht ihren Weg bahnen, daß einmal in die Welt gesetzte Mißstände nicht dadurch beseitigt werden, daß man das Rad der Geschichte zurück zu drehen versucht, sondern durch das Lernen aus Problemen und durch das Suchen nach - möglichst - besseren Lösungen.

In diesem Kontext, nämlich den interdisziplinären und den öffentlichen Diskurs zu befördern, sind auch die von mir im vergangenen Jahr eingeführten Schweriner Wissenschaftstage zu verstehen, die jährlich stattfinden sollen. Der Anfang wurde 1996 mit der Problematik „Gentechnologie“ gemacht (ein Thema, das dieser Tage gerade wieder durch sämtliche Medien geht - Stichwort: Dolly), und 1997 soll das Thema „Energieversorgung“ auf breiter Linie diskutiert werden. Schon die erste Veranstaltung, deren Dokumentation jetzt vorliegt, war ein Erfolg, so daß ich denke, daß diese Einrichtung mit dazu beiträgt, das Bewußtsein der Bevölkerung zu erweitern und zu schärfen.

## 3. Forderung:

Anders als frühere Forschergenerationen sollten Sie sich heute verpflichtet fühlen, Ihre akzeptierten Forschungsergebnisse so aufzubereiten, daß sie innovativ in Wirtschaftsprozesse einfließen können. Mecklenburg-Vorpommern hat für diesen Wissenstransfer mit seinen hochschulnahen Forschungszentren, die für den Technologietransfer sorgen, Instrumente geschaffen, die diesen Prozeß initiieren, voranbringen und unterstützen sollen.

Meine Damen und Herren, mittlerweile sind an fünf der sechs Landeshochschulen, außer der Hochschule für Musik und Theater, jeweils mehrere dieser Forschungszentren eingerichtet worden. In der Natur der Sache liegt es, daß auch schon die Einrichtung der Zentren eine oft nicht unbeträchtliche Anschubfinanzierung erfordert.

Ich werde heute nicht über die Schwierigkeiten des Landeshaushaltes sprechen, nur soviel: Das Land Mecklenburg-Vorpommern wendet 1997 für den Komplex Forschung und Lehre nahezu

1 Mrd. DM auf, nicht wenig in Anbetracht eines Haushaltes von ca. 14 Mrd. DM, der sich in den nächsten 10 Jahren auf ca. 10 Mrd. einpendeln wird.

Dennoch ist festzuhalten, daß Mecklenburg-Vorpommern trotz aller jüngeren Erfolge, und die sind nicht gering einzustufen, wenn ich an das Max-Planck-Institut für demographische Forschung und das Teilinstitut des Max-Planck-Institutes für Plasmaphysik denke, - festzuhalten bleibt, daß wir, Politiker und Wissenschaftler gemeinsam, alle nicht nachlassen dürfen, der Lehre und Forschung ein größeres Gewicht als bisher einzuräumen. Konkret heißt das: Unser Land kann den Abstand im Chor der gemeinsamen Forschungsförderung nur dadurch zu seinen Gunsten verringern, daß noch mehr für Forschung und Lehre investiert werden muß. Diese zusätzliche Investition kann beispielsweise realisiert werden durch Gründung weiterer Institute, die bi- oder multilateral finanziert werden, oder durch Einrichtung von weiteren Sonderforschungsbereichen und Graduiertenkollegs; beide Einrichtungen müssen jedoch wiederum durch die Initiativen unserer Hochschulen ausgelöst werden.

Ich komme zum Schluß meiner Einführung und möchte dem Nachfolger von Herrn Professor Hempel im Amte, Herrn Professor von Bodungen, eine ähnlich glückliche Hand bei der Leitung und Ausgestaltung des Instituts für Ostseeforschung in Warnemünde wünschen; aber wie ich Herrn Professor von Bodungen kenne, sollte das kein Problem sein.

Und Ihnen, verehrter Herr Professor Hempel meinen Dank, der auch ein ganz persönlicher ist, ich freue mich sehr, daß mir mein Amt geschenkt hat, Sie kennengelernt zu haben.

Ich danke Ihnen.

## **Fünf Jahre außeruniversitäre Forschung in den neuen Bundesländern**

*Bernd Neumann, Parlamentarischer Staatssekretär, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie*

Meine Damen und Herren,

für unser heutiges Zusammentreffen haben wir einen zweifachen Anlaß.

Wir verabschieden heute den Gründungsvater des Institutes für Ostseeforschung, Herrn Professor Hempel. Und ein Abschied ist immer mit ein bißchen Wehmut verbunden. Aber lieber Herr Professor Hempel, wir beide haben hierbei ja mittlerweile Routine. Denn schon einmal war es meine Aufgabe, Sie aus einer verantwortungsvollen Position zu „verabschieden“. Es war im Frühjahr 1992 bei Ihrem Ausscheiden als Direktor des Alfred-Wegener-Institutes für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven.

Der zweite Grund unseres Zusammentreffens ist der 5. Geburtstag des Institutes für Ostseeforschung. Dies ist für uns natürlich ein Grund zur Freude und zum Feiern. Es ist aber auch eine gute Gelegenheit kurz Bilanz sowohl über die Aufbauarbeit hier am Institut als auch in der ostdeutschen Forschungs- und Innovationslandschaft insgesamt zu ziehen.

Der Aufbau und die Modernisierung der Forschungslandschaft in den neuen Ländern waren seit der Vereinigung eines der wichtigsten Anliegen der Politik unseres Hauses. Bund und neue Länder, Wissenschaftsorganisationen und Wissenschaftsrat haben erhebliches Engagement und beträchtliche Mittel für diesen tiefgreifenden Umstrukturierungsprozeß aufgebracht. Allein das BMBF hat von 1990 bis 1996 über 15 Mrd. DM in den Neuaufbau der öffentlich getragenen und der industriellen Forschungslandschaft in den neuen Ländern investiert. Auch in den Folgejahren soll diese Förderung auf einem hohen Niveau von rund 3 Mrd. DM im Jahr fortgesetzt werden.

In den neuen Ländern wurde eine leistungsfähige Forschungsinfrastruktur geschaffen, die qualitativ und quantitativ einen Vergleich mit institutionell geförderten Forschungseinrichtungen in den alten Ländern nicht zu scheuen braucht.

Nunmehr gilt es, das Erreichte zu stabilisieren und den Mitteleinsatz auf Bereiche zu konzentrieren, die noch Nachholbedarf aufweisen. Hierbei geht es darum, noch vorhandene Defizite - vor allem bei der Bausubstanz - zu beseitigen und Unausgewogenheiten in der regionalen Verteilung der Forschungseinrichtungen - soweit möglich - schrittweise auszugleichen. Wesentlich ist auch der weitere Aufbau von Max-Planck-Instituten, der bis zum Jahr 2000 abgeschlossen sein soll. Derzeit gibt es 13 Institute, vorgesehen sind 18 bis 20 Institute, denn auch die Max-Planck-Gesellschaft strebt an, am Ende der Aufbauphase in den neuen Ländern entsprechend deren Bevölkerungsanteil vertreten zu sein.

Probleme bereitete uns bisher die Eingliederung der Wissenschaftler, die von 1992 bis 1996 im Rahmen des Wissenschaftler-Integrationsprogramms gefördert wurden. Ich verrate kein Geheimnis, wenn ich sage, daß dies nur zum Teil gelungen ist. Über 1000 WIPianer konnten bis Ende 1996 nicht reintegriert werden. Obwohl allen Beteiligten von Anfang an klar war, daß das WIP eine zeitlich befristete Maßnahme ist, haben wir gemeinsam mit den neuen Ländern weitergehende Lösungen gefunden. Im Rahmen des Hochschulerneuerungsprogramms III und einer weiteren Sondermaßnahme stellen das BMBF und die Länder bis zum Jahr 2000 weitere 200 Mio. DM bereit, die auch den bisherigen WIPianern zugute kommen.

Nach wie vor unbefriedigend ist die Situation in der ostdeutschen Industrieforschung. Seit 1994 ist zwar eine Stabilisierung des FuE-Personals mit ca. 21.000 Beschäftigten eingetreten, diese

kann uns jedoch nicht befriedigen. Der Anteil des FuE-Personals ostdeutscher Unternehmen am FuE-Personal der deutschen Wirtschaft liegt bei nur 7 %. Ebenso kann uns nicht befriedigen, daß der Anteil der neuen Länder am gesamtdeutschen Export FuE-intensiver Waren nach wie vor nur knapp 2 % beträgt. Hier muß etwas passieren. Dies gelingt aber nur, wenn die Wirtschaft selbst - und hier spreche ich vor allem vom Mittelstand - erkennt, daß der Schlüssel für Wachstum, Arbeitsplätze und Wohlstand in Forschung und Technologie liegt. Wir brauchen in den neuen Ländern einen starken Mittelstand.

Ohne diese Unternehmen jedenfalls ist ein echter Umschwung in der Industrieforschung der neuen Länder nicht zu bewältigen. Die Politik kann hier mit Geld nur flankierend tätig werden. Es geht dabei nicht mehr - wie in der Vergangenheit - darum, Geld zu verteilen, um das Überleben zu sichern, sondern nunmehr müssen zukunftsträchtige Industriestrukturen geschaffen werden.

Natürlich helfen wir dabei so gut es geht, um vor allem den forschungsorientierten Mittelstand auf die Beine zu bringen. Wir haben unser Förderinstrumentarium angepaßt und auf strukturell erfolgversprechende Felder konzentriert:

Mit dem neuen Programm FUTOUR setzt das BMBF auch künftig die bewährten Förderung technologieorientierter Unternehmensgründungen fort. Seit der Vereinigung konnten in den neuen Ländern bereits über 330 Gründungen unterstützt und mehr als 4000 hochwertige Arbeitsplätze geschaffen werden. Wir erwarten in naher Zukunft die Gründung von nochmals 250 Unternehmen mit weiteren 2500 bis 3000 Arbeitsplätzen.

Für das Land Mecklenburg-Vorpommern sind derartige Gründungen eine Chance, um in einer strukturschwachen Region wirtschaftliche und beschäftigungspolitische Perspektiven zu eröffnen. Mit bisher 44 Unternehmensgründungen und einem Anteil von 13 % an den Gründungen in den neuen Ländern insgesamt liegt Mecklenburg-Vorpommern gut im Rennen und weit über dem Bevölkerungsanteil des Landes von 2,3 %.

An der Fördermaßnahme „Forschungsk Kooperation“ haben ostdeutsche Unternehmen bisher einen Anteil von über einem Drittel und sind im Vergleich zu ihrem Bevölkerungsanteil weit überproportional vertreten. Auch hier braucht Mecklenburg-Vorpommern einen Vergleich mit andern Bundesländern nicht zu scheuen. Es werden gegenwärtig 40 Unternehmen mit etwa 9 Mio. DM gefördert.

Das alles sind vielversprechende Ansätze. Es liegt in den Händen der Wirtschaft, in den neuen Ländern noch mehr daraus zu machen.

Meine Damen und Herren,

auch am Institut für Ostseeforschung in Warnemünde läßt sich der Prozeß der Erneuerung ablesen. Durch die politischen Umwälzungen und durch den Beitritt weiterer skandinavischer Länder zur Europäischen Union ist die Ostsee sehr schnell ins Zentrum des gesamteuropäischen Interesses gerückt. Die vom Wissenschaftsrat gegebene Empfehlung, eine eigens auf die Ostseeforschung ausgerichtete Institution zu gründen, war naheliegend.

Das heutige Institut verfügt über ausgezeichnete Forschungsmöglichkeiten und eine mit den alten Ländern vergleichbare, in Teilen sogar bessere, apparative Ausstattung. Das BMBF hat dafür rund 32 Mio. DM seit der Gründung in das Institut investiert, dazu kommen noch ca. 15 Mio. DM für die Projektförderung sowie knapp 2 Mio. DM im Rahmen des Hochschulerneuerungsprogramms.

Das Institut für Ostseeforschung ist untrennbar mit dem Namen Gotthilf Hempel verbunden. Lieber Herr Professor Hempel, Sie haben mit der Gründung und Leitung dieses Institutes die im

Wissenschaftsrat ausgesprochenen Empfehlungen erfolgreich in die Tat umgesetzt. Im Namen von Bundesminister Rüttgers, aber auch ganz persönlich, möchte ich Ihnen hierfür herzlich danken. Ich bin sehr froh, daß der heutige Abschied kein Abschied für immer ist. Sie bleiben der deutschen Forschungslandschaft unter anderem als Direktor des Zentrums für marine Tropenökologie in Bremen und als Mitglied in wissenschaftlichen Gremien auf nationaler und internationaler Ebene erhalten. Das heißt, meine heutige auf Sie bezogene inzwischen zweite Verabschiedungsrede muß nicht die letzte gewesen sein. Sie, lieber Herr Hempel, haben die Meeres- und Polarforschung in Deutschland wesentlich mitgestaltet und es ist wichtig, daß Sie auch künftig Ihr Knowhow, Ihre Erfahrungen und Kontakte weiterhin in diesen Gestaltungsprozeß einfließen lassen.

Mein Schlußwort gilt darüber hinaus auch Ihnen, Herr Professor von Bodungen, Ihnen als dem neuen Direktor, wünsche ich, daß Sie dieses Institut und die deutsche Ostseeforschung weiterhin erfolgreich „auf Kurs“ halten.

## **Zur Rolle des Wissenschaftsrates bei der Evaluierung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen in den Neuen Ländern und der Institute der Blauen Liste**

*Dagmar Schipanski, Vorsitzende des Wissenschaftsrates*

Meine Damen und Herren, lieber Herr Hempel, liebe Frau Hempel,

der Wissenschaftsrat hat Wissenschaftlern und Forschungseinrichtungen stets Flexibilität empfohlen, ein Punkt, den Sie, lieber Herr Hempel, in Ihrem Berufsleben in den letzten Jahren auf außergewöhnliche Weise beherzigt haben: Von der Polarökologie zog es Sie zur Tropenökologie und von den tropischen Meeren hierher zur Ostsee. Das Institut für Ostseeforschung in Warnemünde ist ein Kind, das Sie selbst mit aus der Taufe gehoben haben, als Sie die Arbeitsgruppe „Geo- und Kosmoswissenschaften“ leiteten, die im Februar 1991 das damalige „Institut für Meereskunde der Akademie der Wissenschaften der DDR“ besuchte und die Fortführung der Meeresforschung in Warnemünde durch ein neues Institut für Ostseeforschung empfahl.

Im Einigungsvertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik war festgelegt worden, daß der Wissenschaftsrat die öffentlich getragenen Einrichtungen der Wissenschaft und Forschung auf dem Gebiet der ehemaligen DDR begutachten sollte mit dem Ziel, diese Einrichtungen in die gemeinsame Forschungsstruktur der Bundesrepublik Deutschland einzupassen. Die Begutachtung sollte bis zum 31. Dezember 1991 abgeschlossen sein. Im Juli 1990 wurde der Wissenschaftsrat von der Regierung der DDR sowie von den Regierungen von Bund und Ländern der Bundesrepublik dann offiziell gebeten, gutachterlich zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen in der ehemaligen DDR Stellung zu nehmen.

Der Wissenschaftsrat stand somit vor der gewaltigen Aufgabe, in einer Frist von knapp anderthalb Jahren über 130 außeruniversitäre Institute zu begutachten. Die zentralistische Struktur der Wissenschaftsförderung sollte in eine föderale Struktur umgewandelt werden. Dabei mußte berücksichtigt werden, daß viele Institute nicht über eine klar umrissene Aufgabenstellung verfügten, personell stark überbesetzt waren und in ihrer Konzeption den in den alten Bundesländern üblichen Kategorien für außeruniversitäre Forschungsinstitute nicht entsprachen. Daher hatten die Sachverständigen in den jeweiligen Arbeitsgruppen nicht nur Urteile über die Qualität der Forschung, sondern auch Vorschläge für die Neustrukturierung und Neukonzeption von Instituten abzugeben.

Zur Bewältigung der Aufgabe setzte der Wissenschaftsrat einen Evaluationsausschuß, neun disziplinär orientierte Arbeitsgruppen und eine Querschnittsarbeitsgruppe zur Umweltforschung ein. Die Vorgehensweise der Arbeitsgruppen entsprach dem Verfahren, das der Wissenschaftsrat bereits seit langem bei Begutachtungen von Forschungseinrichtungen in den alten Ländern angewandt hatte und bis heute, den jeweiligen Aufgaben angepaßt, anwendet. Zu den neun Arbeitsgruppen gehörte auch die Arbeitsgruppe „Geo- und Kosmoswissenschaften“, für deren Leitung das neue Mitglied des Wissenschaftsrates Hempel sehr rasch gewonnen werden konnte. Die Arbeitsgruppe begutachtete insgesamt acht Institute und Forschungsstellen, den Forschungsbereich Gewässerschutz der Wasserwirtschaftsdirektion Magdeburg und die Forschungseinrichtungen des ehemaligen Meteorologischen Dienstes. Als Ergebnis sind aus den früheren Instituten oder Teilen der Institute neben dem „Institut für Ostseeforschung Warnemünde“ unter anderem das Helmholtz-Institut „Geoforschungszentrum Potsdam“, die Blaue-Liste-Institute für Atmosphärenphysik in Kühlungsborn, für Gewässerökologie und Binnenfischerei in Berlin, für Troposphärenforschung und für Länderkunde in Leipzig, für ökologische Raumentwicklung in

Dresden und das Astrophysikalische Institut Potsdam sowie zwei Außenstellen von Max-Planck-Instituten hervorgegangen.

Die Ergebnisse der Arbeitsgruppe „Geo- und Kosmoswissenschaften“ wurden von Herrn Hempel in außerordentlich überzeugender Weise in den Evaluationsausschuß eingebracht, dessen Mitglied er gleichfalls war. Dem Evaluationsausschuß gehörten jeweils zwei Wissenschaftler aus den einzelnen Arbeitsgruppen, Vertreter der Wissenschaftsorganisationen sowie Vertreter der zuständigen Bundes- und Länderministerien an. Er hatte die Aufgabe, die Ergebnisse der verschiedenen Institutsbegutachtungen zu koordinieren und so den Wissenschaftsrat zu entlasten. Auf diese Weise konnten einander ausschließende Empfehlungen verschiedener Arbeitsgruppen vermieden, unterschiedliche Sichtweisen aneinander angeglichen und arbeitsgruppenübergreifende Empfehlungen aufeinander abgestimmt werden.

Von Herrn Hempels maßgeblicher Mitarbeit hat auch die Querschnittsarbeitsgruppe Umweltforschung profitiert, die vor allem der inhaltlichen Abstimmung zwischen den einzelnen natur- und biowissenschaftlichen Arbeitsgruppen diente. Ihre Aufgabe war es, einen Bericht über die Umweltforschung in den neuen Ländern abzugeben und ein Konzept für die Neuordnung der Umweltforschung aus übergreifender Perspektive zu entwickeln. Ein besonders hervorzuhebendes Ergebnis der Querschnittsarbeitsgruppe ist die Empfehlung in ihrem ersten Zwischenbericht aus dem Jahre 1991, eine systematische Bestandsaufnahme der Umweltforschungskapazitäten in Westdeutschland durchzuführen und darauf aufbauend eine umfassende Stellungnahme zu Inhalt, Organisation, Finanzierung und zu den Perspektiven der Umweltforschung in Deutschland als Ganzem abzugeben. Das war das erste Mal, daß eine Querschnittsaufgabe für das vereinte Deutschland bearbeitet werden sollte. Bund und Länder griffen diese Empfehlung auf und baten den Wissenschaftsrat im Jahre 1991 um eine Bestandsaufnahme der Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltforschung und um eine Stellungnahme zur künftigen Förderung und Organisation der Umweltforschung in den Hochschulen und außeruniversitären Instituten. Leiter der Arbeitsgruppe „Umweltforschung“, die vom Wissenschaftsrat dieser Bitte entsprechend eingesetzt wurde, wurde - wie zu erwarten war - Gotthilf Hempel. Unter seiner erfahrenen Leitung „tingelten“, wie er sich auszudrücken pflegte, ganze Heerscharen von Wissenschaftlern durch das Land, von der Zugspitze bis nach Rügen und von der Oder bis zum Rhein. Ich hatte selbst das Vergnügen, an diesen Begehungen teilzunehmen und konnte mich von der Komplexität, Vielfalt und Schwierigkeit dieser Aufgabe überzeugen. Von der Dreifelderwirtschaft über moderne Düngemittel und Ameisenwanderungen bis zur Gossenseite reichte das Spektrum an einem einzigen Tag „Institutsbesichtigung“. Doch Sie, lieber Herr Hempel, haben mit souveränem Feldherrnblick das Chaos sortiert und mit bewundernswerter Sicherheit Spreu vom Weizen getrennt. Es war wörtlich eine Mammutaufgabe, die man nur mit dem Ihnen eigenen Humor und Beharrlichkeit ertragen und zu einem guten Ende führen kann. Dafür gebührt Ihnen unser Dank!

Dabei stand die Arbeitsgruppe ständig in öffentlichem Interesse.

Hatte es doch in der Vergangenheit Stellungnahmen des Wissenschaftsrates zu fast allen Einrichtungen der Blauen Liste und zu bestimmten Segmenten der Wissenschaftslandschaft wie der Meeresforschung oder der Zusammenarbeit von Großforschungseinrichtungen und Hochschulen gegeben, niemals aber eine derart systematische vergleichende Begutachtung von Einrichtungen verschiedener Organisationsformen im ganzen Bundesgebiet. Für die neuen Länder, deren wissenschaftliche Einrichtungen gerade empfindliche Einschnitte als Folge der Begutachtungen durch den Wissenschaftsrat hatten hinnehmen müssen, war die Tätigkeit der Arbeitsgruppe „Umweltforschung“ von gleichem Interesse wie für die alten Länder eine neue Erfahrung!

Als die Arbeiten zu dieser ersten Querschnittserhebung des Wissenschaftsrates im Mai 1994 mit einem von allen Beteiligten anerkannten Ergebnis beendet waren, zeichnete sich bald eine neues „Mega-Arbeitsgebiet“ für ein so bewährtes und in wissenschaftspolitischen Angelegenheiten

erfahrenes Mitglied des Wissenschaftsrates wie Herrn Hempel ab: die Begutachtung aller Einrichtungen der sogenannten „Blauen Liste“, das heißt Einrichtungen mit gemeinsamer Bund-Länder-Förderung nach Artikel 91 b der Rahmenvereinbarung Forschungsförderung im Grundgesetz.

Diese neue Aufgabe hatte folgende Vorgeschichte: Aufgrund der Empfehlungen des Wissenschaftsrates waren in den neuen Ländern 34 Einrichtungen der Blauen Liste gegründet worden, die überwiegend naturwissenschaftlich, biomedizinisch oder agrarwissenschaftlich ausgerichtet sind. Zum Zeitpunkt ihres Eintritts umfaßte die Blaue Liste 48 westdeutsche Einrichtungen unterschiedlicher Fachrichtungen; eine gemeinsame Trägerorganisation gab es bis Ende 1990 nicht.

Durch die Aufnahme der Institute in den neuen Ländern, die den Umfang der Blauen Liste um rund 70 Prozent vergrößerte, geriet dieses Instrument der Forschungsförderung in die Diskussion. Zum einen fielen die unstrukturierte Heterogenität und die Qualitätsunterschiede bei den Instituten der Blauen Liste auf; zum anderen waren die finanziellen Möglichkeiten des Instruments der Gemeinschaftsförderung durch den starken Zuwachs an ihre Grenzen geraten, so daß trotz mehrerer Empfehlungen des Wissenschaftsrates keine weiteren Einrichtungen mehr aufgenommen werden konnten.

Der Ausschuß „Forschungsförderung“ der Bund-Länder-Kommission bat daher den Wissenschaftsrat im Juli 1991 zunächst darum, zur künftigen Struktur und inhaltlichen Ausgestaltung der Blauen Liste Stellung zu nehmen. Herr Hempel wurde Mitglied der entsprechenden Arbeitsgruppe des Wissenschaftsrates, deren „Empfehlungen zur Neuordnung der Blauen Liste“ im November 1993 verabschiedet wurden. Die wichtigsten Empfehlungen lauteten, daß die Institute der Blauen Liste in regelmäßigen Abständen von vier bis fünf Jahren extern begutachtet werden sollten und daß eine wissenschaftliche Selbstverwaltung zur Unterstützung der Zusammenarbeit der Institute und für die Abstimmung ihrer Vorhaben untereinander aufgebaut werden müsse.

Im April 1994 trat die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung erneut an den Wissenschaftsrat heran, diesmal mit der Bitte, alle Einrichtungen der Blauen Liste auf der Grundlage der Empfehlungen zur Neuordnung der Blauen Liste zu bewerten; als Zeitrahmen wurden fünf Jahre ab dem Stichtag 1. Januar 1995 festgelegt. Nach Ablauf dieser Frist soll die Aufgabe der regelmäßigen Bewertung auf die neu gegründete „Wissenschaftsgemeinschaft Blaue Liste“ in Form eines eigensteuerten Verfahrens übergehen.

Parallel zum Evaluationsausschuß im Verfahren der Begutachtungen von wissenschaftlichen Einrichtungen in den neuen Ländern richtete der Wissenschaftsrat einen „Ausschuß Blaue Liste“ ein und ernannte Herrn Hempel zu dessen erstem Vorsitzenden. Durch seine überragenden Kenntnisse der deutschen Wissenschaftslandschaft, seine Erfahrungen mit der Querschnittsarbeitsgruppe Umweltforschung und seine Beteiligung an den Empfehlungen zur Neuordnung der Blauen Liste war er für diese Aufgabe besonders geeignet; als Leiter eines neugegründeten Blaue-Liste-Institutes konnte er zudem spezifische Kenntnisse der Vorzüge von solchen Einrichtungen, aber auch der immanenten Probleme einbringen.

Lieber Herr Hempel, Sie haben das derzeit laufende Begutachtungsverfahren und somit die künftige Erscheinungsform der Blauen Liste in ganz entscheidender Weise geprägt. Das subtile System der Einbeziehung von Bund und Ländern in alle wichtigen Entscheidungsprozesse des Verfahrens sowie der jeweiligen Interessensträger in die Begutachtung einer Einrichtung und die anschließende Diskussion im Ausschuß Blaue Liste geht auf Ihre Ideen zurück. Das Verfahren ist auf größtmögliche Transparenz und Partizipation hin angelegt; es gleicht in mancher Hinsicht den „checks and balances“ des amerikanischen Regierungssystem: Zunächst wird ein Institut von einer Bewertungsgruppe begutachtet. Diese Bewertungsgruppe beurteilt die Qualität der For-

schungs- bzw. Servicearbeiten des Instituts und legt dies in einem Bewertungsbericht nieder. Auf der Grundlage dieses Berichtes diskutiert der Ausschuß Blaue Liste dann, ob eine Einrichtung den Kriterien der Blauen Liste entspricht oder nicht; auch der Ausschuß ist ebenso wie die Bewertungsgruppe multilateral besetzt mit Mitgliedern aus der Wissenschaft und der Wissenschaftsverwaltung. Als Gäste sind auch die WBL und die BLK beteiligt. Der Ausschuß Blauen Liste formuliert den Entwurf einer Stellungnahme zu dem jeweiligen Institut und legt diesen dem Wissenschaftsrat zur Diskussion vor. Nach der Verabschiedung durch den Wissenschaftsrat wird über die Umsetzung der Stellungnahme im Ausschuß Forschungsförderung der Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung verhandelt. Somit durchläuft die Begutachtung eines Instituts vier Stufen, in denen stets die Vertreter der verschiedenen Interessen ihr Votum einbringen können.

Während Ihrer Amtszeit als Vorsitzender des Ausschusses Blaue Liste wurden die ersten Stellungnahmen zu dreizehn Einrichtungen der Blauen Liste verabschiedet; hinzu kam eine Stellungnahme zu einem Antrag auf Neuaufnahme in die Gemeinschaftsfinanzierung. In neun Stellungnahmen wurde die Weiterförderung des jeweiligen Instituts im Rahmen der Blauen Liste empfohlen, in drei Stellungnahmen eine Beendigung der Förderung; in einem Sonderfall wurde die Umwandlung eines Forschungsinstituts in eine Serviceeinrichtung empfohlen. Dem Antrag auf Aufnahme in die Blaue Liste konnte nicht entsprochen werden. Mit diesen ersten Stellungnahmen hat das Verfahren seine Feuertaufe erfahren. Im Fall der Stellungnahmen, die eine negative Empfehlung bezüglich der Förderung oder Weiterförderung eines Instituts im Rahmen der Blauen Liste aussprachen, waren in hohem Maße Ihre Verteidigung des Verfahrens und Ihr Verhandlungsgeschick gefordert; in fast allen Fällen ist es Ihnen gelungen, die andere Seite zu überzeugen.

Als Sie Anfang 1996 als Mitglied des Wissenschaftsrates nach Ablauf der üblichen sechs Jahre ausschieden, gaben Sie am Ende desselben Jahres auch den Vorsitz des Ausschusses Blaue Liste an Herrn Wegener ab. Sie hinterließen Ihrem Nachfolger eine eingespielte Vorgehensweise und geübte Ausschußmitglieder, die ihre Aufgaben souverän bewältigten. Die Einrichtungen der Blauen Liste werden bald als gemeinsames Merkmal haben, daß sie die strenge, aber faire Begutachtung durch den Wissenschaftsrat durchgemacht haben; dies wird eine deutliche Aufwertung ihres Ansehens in der Wissenschaftslandschaft mit sich bringen und die Blaue Liste zu einer starken „vierten Säule“ der deutschen außeruniversitären Forschung machen. Hieran maßgeblich mitgewirkt zu haben, ist eines Ihrer ganz großen Verdienste.

Heute nehmen Sie abermals Abschied, diesmal als Leiter eines Instituts der Blauen Liste, das demnächst ebenfalls nach den von Ihnen eingeführten strengen Maßstäben bewertet wird. Lieber Herr Hempel, der Wissenschaftsrat dankt Ihnen für Ihre Energie und Hingabe, die Sie für die Neustrukturierung dieses Instituts eingebracht haben. Im Namen des Wissenschaftsrates wünsche ich Ihnen weiterhin alles Gute, noch viele interessante Aufgaben, in denen Sie mit Feldherrenblick und Herrscherstimme Neues gestalten können, aber auch Muße und Freude im Kreise Ihrer Familie, meine besten Wünsche begleiten Sie!

Sehr geehrter Herr von Bodungen, Ihnen wünsche ich ebenfalls alles Gute, bei der Leitung des Instituts eine glückliche Hand, viele gute Entscheidungen zum Wohle des Instituts. Ich bin davon überzeugt, daß es Ihnen gelingen wird, das Institut auf dem eingeschlagenen Weg erfolgreich voranzubringen.

## Zum Verhältnis zwischen den Universitäten und Forschungsinstituten in Ostdeutschland

*Gerhardt Maeß, Rektor der Universität Rostock*

Frau Ministerin, Frau Vorsitzende, Herr Präsident, Herr Senator,  
meine sehr verehrten Damen und Herren,  
ganz besonders aber lieber Herr Kollege Hempel, liebe Frau Hempel,  
lieber Herr v. Bodungen,

für die freundliche Einladung zur Geburtstagsfeier, die gleichzeitig auch eine Abschiedsfeier für den Gründungsdirektor und die Amtseinführung für seinen Nachfolger ist, bedanke ich mich sehr herzlich.

Mir als Vertreter derjenigen Universität, der Ihr Institut assoziiert ist, haben Sie die Rolle zugebracht, etwas zum Verhältnis von Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Ostdeutschland zu sagen, und Sie haben hinzugefügt, es soll auch eine Prise Vergangenheit dabei sein.

Als die DDR am 3. Oktober 1990 der Bundesrepublik Deutschland beitrug, wuchs diese in ihrer flächenmäßigen Ausdehnung um 45 % und in der Bevölkerungszahl um 25 %. Es ist interessant, einige Kennziffern aus dem Bereich der Wissenschaften danebenzustellen. Während also die Bevölkerungszahl um 25 % wuchs, nahm die Zahl der Studierenden nur um 9 % zu - Ausdruck dafür, daß in der DDR ein wesentlich geringerer Prozentsatz jeden Altersjahrgangs studierte. Diese Tendenz wirkt trotz jährlich zunehmender Studentenzahlen bis heute nach. Mecklenburg-Vorpommern hat im Moment 11 Studenten pro 1000 Einwohner. Der Bundesdurchschnitt liegt bei 23. Wenn sich dieser Durchschnitt in Mecklenburg-Vorpommern einstellt, müssen wir mit 40 000 Studierenden rechnen. Deshalb halte ich es für etwas problematisch, daß die Studienplatzzielzahlen des Landes von 30 000 auf inzwischen 21 500 abgesenkt worden sind. Für die An-Institute allerdings mag das nicht so bedeutungsvoll sein, ihr Interesse ist weniger auf die Quantität als auf die Qualität einiger weniger Studierender gerichtet

Wichtiger für Sie ist die Zahl der Wissenschaftler, und ich komme noch einmal auf 1990 zurück: Während nämlich die Bevölkerung um 25 % wuchs, nahm die Zahl der Wissenschaftler um 44 % zu (die Zahl der Universitätsmitarbeiter um 42 %), die Zahl der Habilitationen sogar um 46 %. Im Jahre 1990 wurden in der Bundesrepublik (alt) 1.100 und in der DDR 510 Habilitationsverfahren erfolgreich abgeschlossen.

Vor diesem Hintergrund ging das unglückliche Wort des im übrigen von mir sehr geschätzten damaligen Präsidenten der Max-Planck-Gesellschaft an der Realität etwas vorbei, wenn er von der Forschungslandschaft im Osten als von einer Wüste sprach. Es gab auch Oasen - wie z. B. das Institut für Meereskunde in Warnemünde -, und rein quantitativ - wie die Zahlen zeigen - sogar mehr als in der alten Bundesrepublik. Auch die oft wiederholte Behauptung, in der DDR sei die Forschung aus den Universitäten zu den Akademie-Einrichtungen ausgewandert, ist in dieser Pauschalität nicht richtig. Es mag für einige Disziplinen etwas stärker zutreffen. Für viele ist es schlicht falsch. Man braucht nur die Anzahl der Publikationen pro Kopf der Wissenschaftler zu vergleichen. Eine Bewertung der Qualität - und darüber hat ja die Vorsitzende des Wissenschaftsrates eben gesprochen - ist natürlich ausgesprochen schwierig. Insgesamt wird wohl richtig sein, daß ein großer Teil der Forschung im Osten sehr anwendungsorientiert ausgerichtet war - und ein nicht unbedeutender Teil in zunehmendem Maße seit Ende der 70er, Anfang der 80er Jahre schlicht für das Nachvollziehen wesentlicher technischer und technologi-

scher Entwicklungen vergeudet wurde - wenn nämlich der oberste Devisenbeschaffer die benötigten Geräte wegen der Embargobestimmungen trotz aller Tricks nicht zur Verfügung stellen konnte oder wollte.

So ganz unbekannt kommt uns nicht vor, was mein Vorgänger im Amt am 22. Januar 1976 - vor 21 Jahren also - anlässlich einer Konferenz „Zur Gestaltung von Beziehungen der Hochschulen zu außeruniversitärer Forschung“ (und es ging dabei u. a. auch um das Institut, in dem wir uns gerade befinden) formulierte. Er zitierte ein Programm einer Partei, die wir noch gut in Erinnerung haben, wonach dieselbe es für erforderlich hält, die Forschung in allen Instituten, Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen stets zugleich aus den Bedürfnissen der Gesellschaft, aus den Reproduktionsbedingungen der sozialistischen Volkswirtschaft und dem Entwicklungsstand der jeweiligen Wissenschaftsdisziplin abzuleiten und weiter sprach er von einem „entscheidenden Wachstumsfaktor für den gesellschaftlichen Fortschritt, wenn er die Entwicklung der Volkswirtschaft im Auge habe.“ Abgesehen von der Wortwahl, die uns jetzt schon etwas antiquiert anmutet, - der Begriff „Standort Deutschland“ war noch nicht erfunden - würde das heute auch in viele Verlautbarungen passen.

Deshalb ist es sehr bedenklich, in welchem starkem Maße die Zahl der Wissenschaftler in den neuen Bundesländern in den letzten Jahren abgenommen hat. Herr Staatssekretär, Sie haben vom Rückgang der Industrieforschung gesprochen. Meine Statistik ist sogar noch schlimmer: Sie behauptet, daß von ehemals 86.000 Wissenschaftlern in der Industrieforschung der neuen Bundesländer nur noch 10.000 übrig geblieben seien. (Sie sprachen von 24.000). Das würde bedeuten, daß in den neuen Bundesländern auf 1.000 Einwohner nur noch 1,2 Wissenschaftler kommen (der europäische Durchschnitt - nicht der deutsche - liegt ziemlich genau viermal so hoch bei 4,7 %). So könnte es sein, daß der vor sechs Jahren unzutreffende Vergleich des Max-Planck-Präsidenten heute etwas näher an die Realität herankommt, zumindest für die Industrieforschung.

Glücklicherweise gilt das nicht für die staatlich finanzierte außeruniversitäre Forschung. Dank der Unterstützung von Bund und Land konnten in Mecklenburg-Vorpommern nahezu alle ehemaligen Akademie-Einrichtungen in der einen oder anderen Rechtsform erhalten werden. Es sind sogar einige neue Institute der Fraunhofer- und der Max-Planck-Gesellschaft und auch Landeseinrichtungen hinzugekommen. Hier ist also erfreulicherweise ein deutlicher Zuwachs. Und die Universitätsmitarbeiter sehen mit Freude - und manchmal auch mit ein wenig Neid - wie die Ausstattung der An-Institute mit Gebäuden und Einrichtungen vorankommt.

Wie stellen wir uns nun die Zusammenarbeit vor? Da ist zunächst die studentische Ausbildung. Wir wünschen uns, daß sich die Professorinnen und Professoren und ebenso hochqualifizierte Mitarbeiter auch in Zukunft an der Gestaltung von Vorlesungen und Seminaren beteiligen, wie das z. Z. bereits praktiziert wird. Ich sehe hier im Saal eine ganze Reihe von Kolleginnen und Kollegen, die bei uns an der Universität aktiv in der Ausbildung tätig sind. (Das gilt ebenso übrigens auch für Greifswald. Dieses Institut ist ja, obwohl es sich An-Institut der Universität Rostock nennt, in gewissem Maße - namentlich im Bereich der Geowissenschaften - auch der Universität Greifswald assoziiert). Diese Lehrtätigkeit an den Universitäten bietet leistungsfähigen Studenten die Chance, sehr früh, spätestens in der Diplomphase (leider sind die Praktika und Jahresarbeiten, mit denen die Zusammenarbeit mit den An-Instituten früher begann, nicht mehr in gleichem Umfang in den Studienplänen vertreten) in die Forschungen der An-Institute integriert zu werden und von deren guter Ausstattung zu profitieren, (ein Vorteil - und ich sage es auch hier noch einmal - der angesichts der niedrigen Studentenzahlen im Bereich der Naturwissenschaften nicht von jedem unserer Universitätsprofessoren mit Freude gesehen wird). Aber, hier herrscht eine gesunde Konkurrenz.

Für die erfolgreiche Einwerbung von Drittmitteln ist eine hinreichend gute Grundausstattung von großer Bedeutung. Sie muß in Zukunft - wie der Präsident der Deutschen Forschungsgemein-

schaft kürzlich erneut hervorhob - in noch sehr viel stärkerem Maße als bisher als Voraussetzung für den Erfolg von Projekten angesehen werden. In diesem Zusammenhang halte ich es für außerordentlich wichtig, daß wir eine Reihe von Forschungsinstituten in der Nähe haben, auf deren Ausstattung wir verweisen und vielleicht zurückgreifen können, wenn unsere eigene in manchen Bereichen noch etwas zurücksteht. Bei den Geräten mag dieses weniger gravierend sein, aber bei den Gebäuden sind wir noch immer beträchtlich im Rückstand.

Für beide Seiten wichtig ist die Nachwuchsförderung. Etwa 20 Jahre lang hatte die Akademie der Wissenschaften der DDR ein eigenes Promotionsrecht. Seit 1990 liegt dieses Recht wieder allein bei den Universitäten bzw. Wissenschaftlichen Hochschulen. Anknüpfend an das Forschungsstudium der DDR - ich hatte selbst Forschungsstudenten, die ich gemeinsam mit Kollegen Ihres Vorgängerinstituts betreut habe - ist deshalb eine verstärkte Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Promotions- und Habilitationsförderung im Rahmen der Möglichkeiten des Landesgraduiertengesetzes und insbesondere im Rahmen der DFG-finanzierten Graduiertenkollegs dringend erforderlich. Denn die Promotions- und Habilitationszahlen, von denen ich vorhin gesprochen habe, sind seit 1990 ganz drastisch zurückgegangen und fangen erst langsam an, wieder anzusteigen.

Von großer Bedeutung ist auch die Berufungspolitik. Die Professuren der An-Institute - bisher dagegen nicht die der Landeseinrichtungen bzw. der Max-Planck-Institute - werden als Leerstellen in den Haushaltsplänen der Universitäten geführt. Gemeinsam durchgeführte Berufungsverfahren bieten die Chance von Besetzungen, die einerseits dem Aufgabenprofil der An-Institute entsprechen und andererseits das Ausbildungsangebot und das Forschungspotential der Universitäten sinnvoll erweitern.

Nicht zuletzt ergeben sich durch die Einbindung der Professorinnen und Professoren der An-Institute in die Fakultäten der Universitäten und umgekehrt durch die Mitarbeit von Universitätsvertretern in Beiräten oder Kuratorien der An-Institute gute Möglichkeiten für die Koordinierung von Ausbildung und Forschung sowie eine abgestimmte Weiterentwicklung der Forschungslandschaft in Mecklenburg-Vorpommern.

Die Zusammenarbeit von Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen ist also für beide Seiten Ansporn, Chance und Herausforderung.

Sehr verehrter Herr Kollege, lieber Herr Hempel, Sie haben sich in den letzten sechs Jahren in verschiedenen Gremien des Bundes - davon war in früheren Beiträgen schon die Rede - und des Landes engagiert. Wir sind uns, wenn ich mich richtig erinnere, zuerst im Wissenschaftsrat über den Weg gelaufen, dann in Beiräten des Landes, im Kuratorium dieses Institutes und in vielen anderen Zusammenhängen. Sie haben sich mit großem Nachdruck engagiert für die Neuordnung der Forschung in Mecklenburg-Vorpommern, nicht zuletzt für die Profilierung des Instituts für Ostseeforschung. Dafür gebührt Ihnen der Dank des Landes, aber auch ganz besonders der Dank der Universitäten.

Sehr geehrter Herr v. Bodungen, seit Sie an dieses Institut berufen wurden, haben Sie sich neben der Arbeit an diesem Institut ständig um einen guten Kontakt zur Universität bemüht. Ich bin überzeugt, daß sowohl die Leitung des Instituts als auch die künftige Zusammenarbeit zwischen Ihrem Hause und der Universität bei Ihnen in besten Händen liegen.

## Von der AdW zur „Blauen Liste“ - Metamorphose am Beispiel des Instituts für Pflanzenbiochemie in Halle

*Benno Parthier, Präsident der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina*

Frau Minister Marquardt, Herr Staatssekretär Neumann, lieber Herr Hempel und liebe Frau Hempel, meine verehrten Damen und Herren,

das Häutungsvermögen während der Ontogenese bei verschiedenen Tierfamilien ist allgemein bekannt und gut untersucht. Der Vorgang führt oft zu dramatischen äußeren Veränderungen, aber innerlich gleicht das frisch gehäutete Individuum völlig jenem in der alten Haut. Es geht ja auch keine Erbmasse verloren, nur das Muster der Ausprägung kann sich ändern.

Anders als im tierischen Bereich ist eine Metamorphose bei humankollektiven Strukturen wie Forschungseinrichtungen allgemein *nicht* geläufig, und es bedurfte erst einer politisch-ökonomischen Wende in einem Teil Deutschlands, um diese Problematik experimentell anzugehen und schließlich nachzuweisen, daß das tierische (~ biologische) Modell der Metamorphose auf das menschliche (~ gesellschaftliche) Modell nicht übertragbar ist. Allerdings setzt letzteres, als wissenschaftspolitisches Großexperiment konzipiert, voraus, daß eine Experimentiermasse vorhanden ist und die Präsenz kompetenter, williger Experimentatoren außer Frage steht. Außerdem ist als Katalysator viel Geld vonnöten.

Im historischen Herbst 1989 und in der darauffolgenden Zeit waren ziemlich unerwartet solche Experimentalbedingungen gegeben. N institutionelle Inhalte von außeruniversitären DDR-Akademien waren in n+x institutionelle bundesrepublikanische Forschungstöpfe zu überführen und durchzukochen. - Als wissenschaftsstrategische Beratungsträger verkleidete Köche wurden herbeigerufen, von denen man annahm, daß sie wußten, - verständlicherweise nur theoretisch, denn spezifische Erfahrungen lagen nicht vor-, wie man aus der angefallenen Knetmasse wiederverwendbare Formen herstellt, sie mit Inhalten ausgießt und wie überflüssiges Material zu verwerten ist.

Aus dem großen roten Kessel der DDR-Akademien der Wissenschaften picke ich jetzt einen kleinen grünen Topf heraus, das Institut für Biochemie der Pflanzen in Halle, in dem zu wirken der Redner 24 Jahre lang ein wechselhaftes Vergnügen hatte: stets darauf bedacht, sich weder Finger noch Mund noch andere Körperteile zu verbrennen in dem höllischen Feuer, das die Werk tätigen mit den ovalen Ansteckern auf oder unter den Rockaufschlägen sowie ihre stasistischen Helfershelfer oft genug im Kessel unter den einzelnen Töpfen entfachten. - Die roten Teufel verschwanden bald während der Renovierungsetappen, einige mutierten im Fegefeuer der deutschen Einheit zu goldnasigen Engeln, aber was wurde mit dem grünen Topf und dessen Inhalt, nachdem der AdW-Kessel am 31.12.1991 per Dekret aufgelöst worden war?

In dieser Zeit erschienen gruppenweise die Weisen aus dem Abendlande in den deutschen Morgenlanden, übrigens nach ordentlicher Vorankündigung. Sie betasteten behutsam auch den halleschen grünen Topf von allen Seiten, fanden ihn nach wissenschaftsrätlichem Diskurs stabil, feuerfest und kochtüchtig, und besonders was das grüne Gemüse der Forschungsaufgaben anging, weitgehend in Ordnung. Nur zu voll sei er noch, zu aufgebläht der Inhalt. Und mit der grünen Farbe konnten sie wenig anfangen. Blau müsse er angestrichen werden, entschieden die Weisen. Das sei zwar nicht die Farbe der Hoffnung, aber nur von dieser Farbe habe man im Überfluß. - Eigentlich stünde dem Grünling ja das dotterfarbene Outfit der MPG besser zu Gesicht, doch deren Ausstatter hätten eine wählerische Kleiderordnung und schon einen ganzen

Schrank voller gelber Klamotten, natürlich alle maßgeschneidert und von bester Qualität. Basta! sprach also die heilige Allianz.

Somit transformierte sich das grüne Institut für Biochemie der Pflanzen in das blaue Institut für Pflanzenbiochemie. Ort der Metamorphose: Halle an der Saale, Weinberg Nr. 3. Und da Halles Hochdeutsch dem Leipziger Sächseln territorial näher liegt als dem kühlen Magdeburger Platt, war der formaljuristische Namenswechsel von IBP zum IPB für die Mitarbeiter und die lokale Öffentlichkeit gar kein Problem. Nach wie vor hört man auf gut hallisch: „unser IBB“.

Meine Damen und Herren: Nun schlüpfte ich aus der metaphorischen Vergangenheit in die nüchterne Gegenwart. Dabei trage ich die Flagge der Kontinuität als 1990 demokratisch gewählter Direktor und 1992 landesherrlich berufener Gründungs- und folgend Geschäftsführender Direktor.

Natürlich war der Buchstabentausch des Namens bei der Neugründung zum 01.01.1992 die am wenigsten wichtige Entscheidung des Gründungskomitees. Auch der juristische Status des neuen Instituts als Stiftung des öffentlichen Rechts des Landes Sachsen-Anhalt war schnell akzeptiert und noch erfreulicher die hälftige institutionelle Finanzierung durch den Bund und das Land. Diese Mittelverteilung mit einem gewissen Hang zur Großzügigkeit von seiten des BMBF in Ausrüstungsdingen gestattete uns, die teilweise verrotteten Laboratorien blitzsauber zu sanieren und mit modernsten Groß-, Mittel- und Kleingeräten auszustatten. Ein großes Dankeschön an die Zuwendungsgeber auch an dieser Stelle!

Stiftungsrat und Wissenschaftlicher Beirat wurden bald zu zwei zuverlässigen Instrumenten, auf die sich die Institutsleitung stützen kann und zu denen nicht nur sporadische Wechselwirkungen bestehen.

Als kompliziert erwies sich die Zangengeburt des Stellenplans bzw. der Stellenstruktur: Über einem dicken wissenschaftlich-technischen Bauch wackelte ein schmaler Kopf auf einem dünnen Hals. Zweimal wurde der mißgestaltete Kegel im C-Stellenbereich korrigiert; beim dritten Mal blieben von 4 C-Stellen nur 2 B-Stellen übrig, eingepflanzt in eine Forschungsstruktur aus 4 wissenschaftlich gleichwertigen, zumindest vergleichbaren Abteilungen. Im Kontext mit den von Anbeginn gewollten gemeinsamen Berufungen der Abteilungsleiter an die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg war wichtig, das richtige Berufungsmodell (Abordnung oder Beurlaubung) zu finden, das auch die Universität mittragen konnte. Das Kultusministerium des Landes stellte 4 C4-Leerstellen der Universität zur Verfügung, je eine in den Fachbereichen Chemie, Biochemie, Biologie und Pharmazie. Die darauf berufenen Professoren wurden zur Leitung der Fachabteilungen an das außeruniversitäre Institut bei Fortführung einer bestimmten Anzahl von Lehrverpflichtungen beurlaubt.

Mit ein paar Zusatzspritzen lief das Modell gut und schön und reibungslos bis zum jetzigen Zeitpunkt, da die Neuberufung von 2 (=50%) der Abteilungsleiter zum Jahresende anstehen und die Ebbe in deutschen Finanzhaushalten die ungleichen Brüder Bund und Land über das Finanzierungsmodell entzweit, das nicht mehr nach dem bisherigen Muster laufen dürfe.

Als pflanzenbiochemisches Institut rechnen wir zu den lebenswichtigen (pardon: lebenswissenschaftlichen) Instituten der neuen Länder, die über 5 Jahre in den Genuß eines sog. degressiven Verstärkerfonds kamen, weil diese Gruppe aus 10 fast ausschließlich Blaue Liste-Instituten den Geburtsfehler mit dem verschrobene Stellenkegel aufweisen. Der quantitativ beträchtliche Verstärkerfonds gestattete eine personelle Ausbalancierung in wissenschaftlichen und technischen Bereichen, die für die Erfüllung der Forschungsaufgaben außerordentlich hilfreich war.

Nun haben die Kolleginnen und Kollegen - immerhin waren es fast halb so viele wie die Haushaltstellen des Instituts - mit dem Ende des Jahres 96 uns endgültig verlassen müssen, oft unter Tränen, weil sie und auch wir das Wort Befristung zu Beginn zu wenig ernst genommen hatten. Der Wissenschaftsrat hat sich - ähnlich wie beim Wissenschaftler-Integrationsprogramm - redlich um weitere Übergangslösungen bemüht; er hat gutgemeinte Empfehlungen verabschiedet, deren Umsetzung er nur mit gesenktem Haupt akzeptieren kann. Hier sind unsere Erwartungen am schlaffen Geldbeutel der Forschungsfinanzierung gescheitert. Es gibt Enttäuschungen, die nur durch vermehrte Drittmiteleinwerbung remotivierbar sind. Aber auch der sog. Drittmittelmarkt ist invariabler (oder genauer: gezielter) geworden. Viele Bewerber konzentrieren sich auf die harte, aber faire DFG-Prozedur und fürchten sich vor dem weniger durchschaubaren, dafür dichtgewebten bürokratischen Rastern bei der Vergabe von EU-Mitteln.

Bereitschaft und guter Wille der Leistungsträger im Institut sind großartig. Sie wissen, daß der Ruf des Hauses national und international zu verteidigen ist - nicht nur im Anbetracht der bald ins Haus stehenden Bewertung durch den gestrengen Blaue Liste-Ausschuß des Wissenschaftsrates, sondern auch gegenüber einer stärker gewordenen Konkurrenz in den einzelnen Forschungsgebieten der Abteilungen.

Es wäre noch viel Positives zu berichten, Aufbau Phytotechnikum, neue Bibliothek etc., doch gebietet die mir gegebene Zeit, den Kreis zu schließen und für 5 Jahre IPB *summa summarum* festzustellen: die Metamorphose ist gelungen, dank aller darum Bemühten. Aus der Ferne glänzt ein feines, kleines, schönes, modernes Forschungsinstitut. Aus der Nähe betrachtet, bemerkt man schon einige Unebenheiten, ein paar Schönheitspflästerchen über Altersfältchen, diese oder jene Kante, aber keine oder noch keine Risse!

Da ich in absehbarer Zeit aussteigen werde wie heute Herr Hempel, wünsche ich diesem selbst, seinem unter ihm gestandenen und gewachsenen Institut für Ostseeforschung Warnemünde, auch unter dem neuen Direktorat von Herr von Bodungen, schließlich aber auch meinem halleschen grün-blauen „Gewächs-Hause“, das ich Ihnen, so hoffe ich, einigermaßen liebevoll nahegebracht habe: *ad multos annos!*

## Das Institut für Ostseeforschung und sein Forschungsprogramm im nationalen und internationalen Verbund

*Bodo v. Bodungen, Direktor des Instituts für Ostseeforschung Warnemünde*

Sehr verehrte Frau Ministerin, Herr Staatssekretär, Magnifizenzen, Spektabilitäten, meine Damen und Herren,

Im Namen der Belegschaft des Instituts für Ostseeforschung danke ich Ihnen ganz herzlich, daß Sie der Einladung der Frau Ministerin zum heutigen Tage so zahlreich gefolgt sind.

Die Kolleginnen und Kollegen im Hause werten dieses als ein Zeichen Ihres lebhaften Interesses an unserem Institut und als Anerkennung und Dank für die Aufbauleistung von Prof. Hempel.

Lieber Herr Hempel, ich denke, Sie wissen, daß die Institutsbesatzung in den vergangenen Jahren bemerkt hat, daß Sie Gründung und Aufbau des IOW nicht nur mit wissenschaftlichem Verstand und politischem Feingespür, sondern auch mit Herzblut vorangetrieben haben. Es ist Ihnen daher nicht nur gelungen, ein auf soliden wissenschaftlichen Grundlagen stehendes Institut für die immer wichtiger werdende Küsten- und Randmeerforschung an Ihren Nachfolger zu übergeben, Sie haben außerdem zusammen mit Ihrer Frau ein großes Stück menschlicher Vereinigung an unserem Institut bewirkt:

Liebe Frau Hempel, lieber Herr Hempel:

Das Herze möcht nun Hymnen singen  
Doch wartet, wartet, nur gemach  
Heut abend werden Schellen klingen  
Wenn mit des Orkanes Macht  
Die Dankes-Orgie wird entfacht.

Das Forschungsprogramm des IOW und seine Beziehungen zur nationalen und internationalen Forschung hatten ihre Geburtsstunde am 6.1.1992:

„Überall in der Welt wird von integrierter Meeresforschung gesprochen, in Warnemünde kann sie beispielhaft betrieben werden: Die Ostsee als System verstehen lernen - sowohl auf den Zeitskalen ihrer jungen nacheiszeitlichen Geschichte als auch auf den kürzeren Zeitskalen der klimatisch und menschlich bedingten Veränderungen“ (Zitat Hempel auf der Personalversammlung an nämlichem Datum).

Im Jahre 1992 war das nationale und internationale Umfeld für die Entwicklung eines Forschungsprogrammes ausgesprochen günstig:

- große internationale meereskundliche Programme im Rahmen des Welt-Klima-Forschungsprogrammes und des Internationalen-Geosphären-Biosphären-Programmes standen vor ihrer Synthesephase (WOCE, JGOFS),
- neue Programme mit direktem Bezug zur Ostseeforschung waren in der Ausarbeitung (GLOBEC, LOICZS und GOOS),
- die Bundesregierung beriet über ein Ostseeforschungskonzept,
- und die EU formulierte innerhalb des 4. Rahmenprogrammes ein Arbeitspaket, in dem die Ostsee als eine target-region, als eine Zielregion ausgewiesen wurde.

In regem Austausch mit Gremien und vielen Kollegen außerhalb des IOW entstanden so die fünf Eckpfeiler eines Programmes, in denen vielfältige Untersuchungen

- zum lebenswichtigen Wasserhaushalt der Ostsee
  - zu den Wechselwirkungen zwischen Küstenbereich und offener Ostsee
  - zur Rolle von Grenzflächen und Umweltgradienten in marinen Ökosystemen
  - zur marinen Umweltgeschichte und
  - zur Entwicklung effizienter Meßstrategien und Interpretationshilfen für Umweltüberwachungs-Programme
- zusammengefaßt werden.

Das Forschungsprogramm stellt eine sektionsübergreifende Instituts-Matrix dar und beinhaltet eine längerfristige Perspektive für die Wissenschaft im IOW. Innerhalb dieser formulieren die Wissenschaftler des Instituts in etwa dreijährigen Umsetzungsphasen ihre Gruppen- und Einzelbeiträge zu nationalen und internationalen Forschungsthemen und -projekten.

Die erste Implementierungsphase geht in diesem Jahr zuende. Beispielhaft für diese Phase steht das Oder-Bucht-Programm, das im Rahmen des nationalen Forschungsverbundes „Mecklenburg-Vorpommersche Küstenlandschaft“ durchgeführt wurde. Hier wurden die ersten neuen wissenschaftlichen Kontakte zu den Universitäten Rostock und Greifswald geknüpft. Gleichzeitig aber wurden diese Arbeiten mit einem EU-Projekt und polnischen Projekten in Planung, Durchführung und Auswertung eng verknüpft.

Die zweite Implementierungsphase hat bereits begonnen. Hier ist stellvertretend das BASYS-Projekt zu nennen, das vom IOW koordiniert wird und wesentliche Elemente des IOW-Forschungsprogramms enthält. 13 europäische Nationen, inklusive fünf mittel- und osteuropäische Länder, beteiligen sich an diesem von der EU-finanzierten Ostseeprojekt.

Die EU-Projekte erlauben in der Regel nicht die vollständige Finanzierung der Beiträge der einzelnen Wissenschaftler und Institute. Dieses aber hat große Vorteile: Das BASYS-Projekt ist die Leitlinie für die zweite Implementierungsphase. Es werden nationale Projekte und Einzelbeiträge flankierend zu diesem Programm geplant.

Die internationalen Programme haben außerdem die positiven Effekte der erhöhten nationalen Kooperation und Transparenz sowie eines schnell zunehmenden Leistungsdruckes durch positiven Wettbewerb. Einen ähnlichen Effekt haben wir auf der europäischen Ebene beobachtet. Es ist daher mit einiger Besorgnis zu betrachten, daß im fünften Rahmenprogramm der europäischen Union die Meereskunde keine eigene Identität mehr bekommen soll. Die zu enge Anlehnung der Forschung an kurzfristige wirtschaftliche Ziele birgt die große Gefahr des Rückfalls in die Regionalität der Forschung und in Chauvinismus. Dieses könnte besonders für unsere osteuropäischen Kollegen fatale Folgen haben.

Das verbindliche Forschungsprogramm und dessen schrittweise Umsetzung hat bisher funktioniert. Die nächste wichtige Herausforderung für den Forschungsansatz des Institutes ist die diesjährige Begehung durch den Wissenschaftsrat. Wir nehmen diesen Test sehr ernst, sind aber gleichzeitig voll gespannter Erwartung, uns vor diesem Gremium repräsentieren zu können.

Unser Ansatz muß aber auch in globalen Fragestellungen Bestand haben. Die globalen und regionalen Veränderungen in der Natur stellen heute die größte Herausforderung an Forschergruppen dar, die sich mit der Funktionsweise des Systems Erde befassen.

In den letzten Jahren haben sich dabei in der Meeresforschung zwei übergeordnete Aspekte, die sehr eng miteinander verknüpft sind, herauskristallisiert:

1. Schnelle Veränderungen in den marinen Ökosystemen wurden fast leidenschaftlich gerne ausschließlich den menschlichen Aktivitäten zugeordnet. Die länger werdenden Datenreihen offenbaren jedoch zunehmend natürliche Gründe auch für drastische Veränderungen, wobei die Erkenntnisse noch weitgehend empirisch sind. Hier liegt die Herausforderung in der besseren Differenzierung der Ursachen für die beobachteten Phänomene.
2. Dazu müssen die natürlichen Systeme in ihrer vollen Komplexität erforscht werden, in der Erkenntnis, daß diese Komplexität nicht vollständig erfaßbar ist. Hieraus stellt sich die zweite Herausforderung, die in dem ständigen Wechselspiel zwischen Teilerkenntnissen zur Komplexität und vereinfachten Aussagen zum Ganzen liegt. Dieses gilt sowohl im wissenschaftlichen als auch im sozio-ökonomischen Sinne.

Die Forschungsansätze des IOW liefern hierzu wichtige Beiträge, auch wenn die Eine oder der Andere sich fragen mag, wie aus unserem Tümpel Ostsee weltbewegende Erkenntnisse gewonnen werden mögen.

Ich nenne Ihnen zwei Beispiele:

- A) Die natürlich bedingte Artenarmut in der Ostsee, die einem Biologen zwar manchmal das Herz schwer werden läßt, ist ein Juwel für die Ökosystem-Modellierung. Beziehungen zwischen Umwelt und den Organismen der verschiedensten Ebenen im Nahrungsgefüge lassen sich erheblich leichter erfassen und modellieren. Hierdurch können die notwendigerweise vereinfachten Aussagen aus sehr komplexen Systemen sozusagen „geeicht“ werden.
- B) Die begleitende Forschung zum ältesten internationalen Umwelt-Überwachungsprogramm, dem Ostseemonitoring, wird mehr und mehr auf die Entwicklung von Methoden zielen, die die Effizienz eines solchen Programmes steigern können und verbesserte Interpretationen ermöglichen. Dieses kann sich zu einem Exportschlager aus der Ostsee entwickeln.

Um die Ergebnisse der Ostseeforschung zur gegenseitigen Befruchtung verstärkt in die internationale Forschungsgemeinschaft einzuführen, reicht es nicht aus, entlang unseres Forschungsprogrammes Ostsee-ferne Einsätze zu fahren. Wir werden diese bisher sehr erfolgreichen Programme zwar weiterführen, es bedarf aber verstärkter Bemühungen, Forscher aus der ganzen Welt für Arbeiten in der Ostsee zu gewinnen, um eine zu isolierte Ostseesicht zu vermeiden. Ein besonderes Anliegen ist dabei, die Kollegen aus den osteuropäischen Anlieger-Staaten mit in diesen Prozeß einzubeziehen. Dabei leisten Mitglieder des IOW schon jetzt vorbildliche Arbeit, deren Erfolg jedoch durch sehr knappe Fördermitteln insbesondere für die kleineren Staaten eingeschränkt ist.

Eine weitere Herausforderung der Forschungsansätze des IOW ganz anderer Art stellt die zunehmende Forderung nach direkteren und schnelleren wirtschaftlichen Gewinnen als Folge von Forschungsarbeiten dar. Auf diesem Gebiete gibt es einen erheblichen Klärungsbedarf über das Zusammenwirken der Wissenschaft, der Vermittlung direkt anwendbarer Forschungsergebnisse und der Nutzer. Produktbeschreibung fällt dem auf Erkenntnisgewinn bedachten Wissenschaftler schwer. Wenn die Planung eines wissenschaftlichen Vorhabens dann noch mit einer Marktanalyse verbunden werden sollte, sieht der Wissenschaftler zu Recht jedes Innovationspotential aus der Forschung schwinden.

In den Forschungsansätzen des IOW sehen wir keine Notwendigkeit einer Grenzziehung zwischen den Bereichen der Grundlagen- und angewandten Forschung. Küstenzonenmanagement und nachhaltige Nutzung der Ressourcen des Meeres sind per se zwar keine genuinen Themen der Meeresforschung, es wird jedoch eine gewisse Bringschuld in der Formulierung von Produkten für die Anwender gesehen. Die ersten Diskussionen zeigten, daß es hier eine Fülle solcher Produkte geben kann: Küstenbauingenieure und ihre Auftraggeber können schon heute

mit Modellen zum Sandtransport bedient werden, die enorme Kosteneinsparungen bringen. Der Informationsfluß scheint in diesem Zusammenhang das größte Problem zu sein.

In dieser Richtung muß die Meeresforschung in Zukunft erheblich mehr mit ihren klaren Erkenntnissen, von denen es nicht wenige gibt, und mit ihren ebenso klaren Unkenntnissen, von denen es viele gibt, zu Felde ziehen. Dieses ist eine Voraussetzung für die Produktformulierung. Wir werden in Zukunft unsere Forschungsergebnisse nach derartigen Produkten durchforsten und potentiellen Anwendern übermitteln. Hierfür ist das Innovationskolleg und der Wissenschaftsverbund Umwelt der Universität Rostock eine ideales Forum.

Für die Umsetzung einer soliden Grundlagenforschung, aus der auch anwendungsorientierte Produkte abgeleitet werden können, benötigen die Forschungsinstitute Zugang zu den frischen Ideen jüngerer Menschen. Dieses ist am IOW durch die Verbindung zu den Universitäten im Lande gegeben. Wir brauchen aber auch eine gewisse Flexibilität um die jungen Forscher einsetzen zu können, da sonst ein Institut Gefahr läuft intellektuell zu verkarsten. Diese Flexibilität darf nicht zum Schnittgut der Rasenmäher auch notwendiger Sparmaßnahmen werden.

Meine Damen und Herren, der Direktorwechsel am IOW wird zu keinem drastischen Bruch in den eben beschriebenen Linien. Es werden sich Veränderungen in den Schwerpunkten und Arbeitsgruppen ergeben, wie sie für ein dynamisches Forschungsinstitut lebenswichtig sind. In diesem Zusammenhange freuen wir uns auf die neuen Professoren in der Chemie und der Physik und die neuen Impulse, die sie ins Institut bringen werden.

Bleiben Sie also im gegenseitigen Interesse unserem Institut gewogen wie bisher. Es lohnt sich, auch wenn der neue Direktor hier und da gewöhnungsbedürftig erscheinen sollte.

## Wanderungen durch die deutsche Forschungslandschaft

*Gotthilf Hempel, emerit. Direktor des Instituts für Ostseeforschung Warnemünde*

Frau Ministerin, Herr Staatssekretär,  
 Frau Vorsitzende des Wissenschaftsrates, Herr Präsident der Leopoldina, Magnifizenzen,  
 Herr Direktor,  
 sehr geehrte Freundinnen und Freunde der deutschen Forschung und Meeresforschung, liebe  
 Kollegen von nah und fern,

Ihnen allen möchte ich danken, den Vortragenden und den Zuhörern.  
 Manche von Ihnen sind heute früh aufgestanden, und die von Rhein und Weser Kommenden  
 haben dankbar vermerkt, daß unser Vaterland an Breite zugenommen hat - und Sie sind hier  
 noch nicht am östlichen Ende angekommen - denken Sie an Greifswald.  
 Die heutige Veranstaltung ist Willkommen und Abschied und dazu noch ein Kindergeburtstag.

Das Geburtstagskind IOW hatte sich von den Vortragenden gewünscht, daß sie es nicht bei  
 Grußworten bewenden lassen, sondern zu einem forschungspolitischen Thema sprechen. Auch  
 ich will mich nicht auf das Danken beschränken, sondern Ihnen meine Wanderwege zeigen.

Die deutsche Forschungslandschaft - „das ist ein weites Feld“, ich habe es seit dem Beginn  
 meines Studiums vor 50 Jahren durchwandert. Ich bin kein Theodor Fontane und wir haben  
 wenig Zeit, so wird mein Wanderbericht knapp - aber nicht frei von kritischer Nachdenklichkeit  
 sein. Natürlich spreche ich hier nicht mehr von amtswegen und nichts von dem was ich sage, hat  
 Anspruch auf Allgemeingültigkeit.

Die deutsche Forschungslandschaft kann man geographisch, nach Disziplinen und Themen oder  
 nach den verschiedenen Typen der Forschungseinrichtungen gliedern.

Aus Norddeutschland stammend und aus Süddeutschland kommend bin ich entlang der deutschen  
 Nordsee- und Ostseeküste gewandert. Ich war in Wilhelmshaven, Hamburg, Helgoland, Kiel,  
 Bremerhaven, Bremen und schließlich Warnemünde. An jedem dieser Plätze habe ich einige  
 Jahre - mitunter überlappend - gearbeitet.

Fischereibiologie und Meeresökologie sind meine wissenschaftlichen Felder und in den vergan-  
 genen 15 Jahren war ich außerdem mit Fragen der nationalen und internationalen For-  
 schungspolitik befaßt.

Ich habe alle deutschen staatlichen Institutsformen kennengelernt - mit Ausnahme der Fraunhofer  
 Gesellschaft - und habe allen Typen von Förderorganisationen wie DFG, Bundesministerien und  
 Stiftungen beratend gedient. Am Ende gab es dann eine große Querschnittsstudie, die mich vier  
 Jahre in Atem hielt: Die Begutachtung der ostdeutschen AdW-Institute und die Stellungnahme  
 zur Umweltforschung in Deutschland. Mit Wanderungen durch unser Vaterland von Juliusruh  
 auf Rügen bis zum Zugspitzplatt, gemeinsam mit treuen Wandergesellen und zugereisten  
 Sachverständigen.

Aber lassen Sie mich mit dem Wanderbericht beginnen, bevor ich zu den Lehren komme. Meine  
 ersten Kontakte mit der Forschung hatte ich in Mainz und Heidelberg. Geldmangel zwang, das  
 Studium durch Hilfsarbeiten zu finanzieren. Ich züchtete Drosophila-Fliegen, fütterte Stabheu-  
 schrecken und schnupperte dabei Forschung. Dann folgten Diplom- und Doktorarbeit über den  
 Energiebedarf von laufenden und springenden Käfern und Heuschrecken. Die apparativen Mög-  
 lichkeiten waren minimal. In ihren Anforderungen standen die damaligen Examensarbeiten den  
 heutigen nach. Das Wissen darüber, was wissenschaftliche Arbeit ist, verdanke ich vor allem  
 zwei bedeutenden Zoologen. Beide waren gute Lehrer, aber keineswegs brillante Redner und

beide forschten auch als Ordinarius noch eifrig und regelmäßig. Aber auch die Assistenten und Privatdozenten waren wichtige Vorbilder. Damals entstand der Wunschtraum meiner Frau, ich sollte mein Leben lang als Privatdozent in Frieden lehren und forschen und den Umgang mit begabten und begeisterten Studenten pflegen.

Die deutschen Universitäten waren in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts Pflanzschulen, in denen Schößlinge schnell wuchsen und zeitig ausgepflanzt wurden. Die Universitäten waren arm an Investitionsmitteln, aber reich an studentischen Hilfskräften. Heute opfert man für die ach so dringend gewünschte neue Version eines Analysengerätes mit integrierter Datenauswertung 100 Monate studentische Hilfskraft oder ein ganzes Promotionsstipendium.

Mit 23 Jahren war ich promoviert. Ich habe diesen Vorsprung gegenüber den Kriegsteilnehmern immer als ein Geschenk empfunden. Wir heirateten und gründeten eine Familie - auf einer sehr schmalen und unsicheren ökonomischen Basis. Die in Heidelberg hoffnungsvoll begonnene Universitätskarriere endete abrupt. Meinem Asthma wurde Nordseeluft verordnet: mit einem DFG-Stipendium des Stifterverbandes kam ich ans Max-Planck-Institut für Meeresbiologie in Wilhelmshaven, wo ich die Rassenmerkmale des Herings auf ihre Modifizierbarkeit zu prüfen hatte. Im Institut wurde nicht nur Meeresbiologie getrieben: Man entschlüsselte die Orientierung der Brieftauben, baute kunstvoll fliegende Vögel aus „Draht, Balsa-Holz und Spucke“ und wohlklingende Bratschen und entdeckte das Reafferenz-Prinzip des Zentralnervensystems. Seitdem verbinden sich für mich Max-Planck-Institute mit einem Maximum an Freiheit für Forschung und Lebensführung, an große geistige Produktivität und eine solide materielle Basis. Wir Jungen fühlten uns ernstgenommen.

Mein Chef in Wilhelmshaven wurde zum Direktor der Biologischen Anstalt Helgoland berufen, die ihren Sitz in Hamburg hatte. Seine Abteilung im MPI wurde aufgelöst und er nahm mich mit. Hamburg war reizvoller als Wilhelmshaven, aber die Biologische Anstalt Helgoland bestand meist aus Wissenschaftlern, die auf Helgoland und später in Außenstellen auf Sylt und am Bremerhavener Seefischmarkt ergraut waren. Die BAH war damals eine Forschungsanstalt des Bundesernährungsministeriums. Wegen ihrer Grundlagenforschung und dem Dienst für Gastforscher und Studentenurse kam sie später an das Bundesforschungsministerium, aber auch diese Beziehung soll jetzt aufgelöst werden.

In unserer Forschungslandschaft sind die Bundesanstalten wie weit ausladende knorrige Apfelbäume, nützlich und fest und immer mal wieder neu ausschlagend mit jungen Trieben. Ministerialbeamte begleiten „ihr“ Institut über viele Jahre.

Von der Biologischen Anstalt, der ich dann auch auf der Insel Helgoland diente, kam ich nach 9 Jahren der Kurzzeitverträge 1961 fest zur Universität Hamburg und habilitierte mich bald. Dabei habe ich die Ordinarienfakultät noch in ihrer ganzen Macht kennengelernt. Ich erfuhr aber später, daß die Herrschaft des Mittelbaues in einem Fachbereichsrat auch nicht besser ist. Ich war wohl ungeduldig und rechthaberisch - jedenfalls war ich für Universitätsgremien weder vor noch nach 1968 geeignet. Hinzu kam, daß Fischereibiologie in den Augen eines echten Zoologen oder gar eines Physikers kein „anständiges“ Fach ist. Bemühungen um fächerübergreifende Forschungs- und Lehraktivitäten waren suspekt. Erfolgreicher war ich in nationalen und internationalen Gremien. Sie sind seit 30 Jahren ein wichtiges Wirkungsfeld für mich.

Auf Helgoland und später in Hamburg, Kiel und Bremerhaven habe ich den Neubau von Instituten miterlebt und staatliche Bauverwaltungen kennen und manchmal auch fürchten gelernt. Ihnen verdanken wir es, daß die deutschen Institutsgebäude sehr langsam, aber für die Ewigkeit gebaut werden - wenn nicht gerade schlechter Beton verwendet wird oder sie von Asbestgegnern zerstört werden. Sie sind mitunter haltbarer als der wissenschaftliche Geist, der darin lebt.

1963 - 1966 habe ich drei Auslandsjahre absolviert. Zuerst erhielt ich die Einladung zu einer Vertretungsprofessur am berühmtesten limnologischen Institut der USA in Madison, Wisconsin. Mit stolzgeschwellter Brust und bescheidenen Kenntnissen der Süßwasserbiologie habe ich ein Semester dort gelehrt, habe eine großartige Gastfreundschaft genossen. Ich habe aber auch gelernt, daß man ein Mitglied der Universitätsfußballmannschaft nicht durchfallen lassen darf. Der zweite sehr lehrreiche Seitenweg führte mich zur UNESCO in Paris und zur FAO in Rom in das Dickicht der UN-Organisationen und brachte mich in Kontakt mit den Problemen von Ausbildung und Forschung in der Dritten Welt.

Seit den fünfziger Jahren habe ich weit über 1000 Tage auf See zugebracht. Mein Verhältnis zur Seefahrt war von Stolz, Neugier, Langeweile, Arbeitswut, Seekrankheit und ästhetischer Begeisterung geprägt. Seefahrt war lange Zeit für mich unentbehrlich. Auf See habe ich multidisziplinäre Zusammenarbeit und Meereskunde gelernt, die ich ja nie studiert hatte.

Ende 1966 wurde ich als Universitätsprofessor an das Institut für Meereskunde in Kiel berufen, ein Blaue Liste Institut mit enger Anbindung an die Universität Kiel, wohl gepflegt vom BMFT und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der ich als Mitbegründer und Sprecher eines Sonderforschungsbereiches und zweier Schwerpunktprogramme diene. Aber zuvor mußte ich 1968 den Umgang mit der Mao-Bibel lernen und mit jungen Langhaarrevoluzzern, die heute den Bonner Ministern Aktenköfferchen nachtragen oder sich wohlbeschlüpft um Lehrstühle bewerben. Trau keinem unter 30 - er wird anders als er denkt.

Die siebziger Jahre waren eine goldene Zeit für die deutsche Meeresforschung. Wir machten wunderbare Expeditionen. So arbeiteten die Kieler mit METEOR und die Warnemünder mit A.v. HUMBOLDT vor Mauretanien in einem internationalen Gemeinschaftsprogramm. Der SFB 95 gab Doktoranden und jungen Wissenschaftlern Gelegenheit, Zusammenarbeit zu lernen, Anträge zu schreiben und sich der Kritik durch wohlwollend-strenge Gutachter zu stellen. Es fehlte uns nicht an guten Doktoranden und an Geld für sie.

Wenn es dem Esel zu wohl wird, geht er aufs Eis tanzen. So geschah es mir nach einem Dutzend ertragreicher Jahre in Kiel: Ich begab mich in die Antarktischforschung, verlor den Standortstreit um die Ansiedlung des Polarinstituts in Kiel und gründete es in Bremerhaven. Meine wichtigste Aufgabe war der Personalaufbau. Nicht jeder Bewerber um eine Stelle am AWI ging letztlich nach Bremerhaven - ich erhielt einen Vorgeschmack auf die Berufsprobleme in Rostock und Warnemünde: Die Zeiten sind vorbei, wo die glückliche Braut oder liebende Gattin sagte: „Wo Du hingehst, da will auch ich hingehen“. Es gab mehr oder weniger begründete Vorbehalte. Nur wenn es gelingt, einzelne, sehr gute und menschlich erfreuliche Wissenschaftler zu gewinnen und wenn die staatlichen Zuwendungsgeber für neue Geräte tief in die Tasche greifen, dann entwickelt der Aufbau eine Eigendynamik.

Jedes neue Institut wächst teilweise auf Kosten bereits bestehender Einrichtungen, denn die finanziellen und personellen Ressourcen in Deutschland sind endlich. So ist die Aufbauphase eines Instituts nicht nur eine spannende, sondern auch eine spannungsreiche Aufgabe.

Das AWI war auf dem Papier eine Großforschungseinrichtung, weil wir so teure Geräte wie die 200 Mio DM schwere POLARSTERN hatten. In seiner wissenschaftlichen Ausprägung war es aber eher ein Blaue Liste Institut mit engen Beziehungen zu mehreren Universitäten, vor allem Bremen. Wir genossen aber die größere finanzielle Freizügigkeit der Großforschungseinrichtungen. Eine wissenschaftliche Gängelung durch das Ministerium erfolgte nicht.

In Bremerhaven konnte ich mich bei der Übernahme des dortigen Instituts für Meereskunde in das AWI in die Anpassung eines etablierten Instituts an neue Gegebenheiten üben. Parallel zum AWI richtete ich in Kiel das kleine Universitätsinstitut für Polarökologie ein und blieb so Kieler Professor.

Den Wiedereinstieg Deutschlands in die Polarforschung mitzugestalten, war eine faszinierende Aufgabe, aber nach 10 Jahren war es genug. Ich wollte noch mal klein anfangen mit meinem Hobby, der Kooperation mit der Dritten Welt. Dies ist ein Feld, in dem sich die deutsche Meeresforschung im Vergleich zu den Skandinavien und Holländern schwer tut. Im Land Bremen fand ich offene Ohren und Hände für meinen Plan, ein kleines, selbständiges, aber mit der Universität verbundenes Institut zu gründen, das Forschung und Lehre, Deutsche und Ausländer innig verzahnt im Interesse einer Nord-Süd-Partnerschaft. Institute wie das Zentrum für Marine Tropenökologie, die nur einen kleinen Anteil auf Dauer besetzter Stellen, aber Finanzierungsgarantien über etliche Jahre haben, können der deutschen Wissenschaft sehr nützen, auch im Kontakt mit dem Ausland, im Rahmen internationaler Projekte und bei der Entwicklung neuer Technologien und Methoden.

Ich freue mich auf die nächsten Monate, wenn ich die Projekte des ZMT im Roten Meer, in Namibia und Brasilien besuchen werde. In Namibia werde ich hiesige Kollegen wiedersehen - obschon mein Traum von einer Rostock-Bremen-Institutehe nicht in Erfüllung gegangen ist.

In den achtziger Jahren wollte ich wissen, wo wird in der Bundesrepublik nationale Forschungspolitik mit strategischem Weitblick gemacht. Die Bund-Länderkommission für Forschungsförderung konnte es nicht sein - da waren zu viele divergierende Interessen. Die DFG wollte es nicht sein, denn sie soll primär nach dem bottom-up Prinzip auf die Wünsche der Forscher reagieren. Die Forschungsminister wechselten in den frühen achtziger Jahren so schnell, daß sie schwerlich ein Konzept entwickeln, geschweige denn vorantreiben konnten. Dann glaubte ich an die „Allianz“, das Treffen der Präsidenten und Generalsekretäre der großen Wissenschaftsorganisationen. Als Vorsitzender der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen geriet ich in diesen Kreis. Vielleicht war es gerade eine schlechte Zeit oder ich war zu sehr Außenseiter, aber es ging mir so wie auf der Zugspitze: ich spürte zwar die Höhenluft, aber die Fernsicht blieb in den Wolken. So strebte ich einen Sitz im Wissenschaftsrat an. Das war für mich die Wende! Im Januar 1990 wurde ich ernannt und zwei Jahre später konnte ich dem Bundespräsidenten, als er in unserer Sitzung zuhörte, das Konzept der Neugestaltung der ostdeutschen Umweltforschung vorstellen. Dazwischen lag die Evaluation der DDR-Akademie-Institute und anderer Einrichtungen. Darüber haben wir heute viel gehört. Wir standen unter hohem Zeit- und Erfolgsdruck. Ich war für die Geo- und Kosmoswissenschaften zuständig und habe damals wenig geschlafen. Heute staune ich über das, was wir mit einer Kombination von gutem Willen, Naivität, gesundem Menschenverstand und Gespür für wissenschaftliche Qualität zuwege gebracht haben.

Für das Institut für Ostseeforschung in Warnemünde fühlte ich mich nach der Evaluation besonders verantwortlich. Am 01.01.1992 übernahm ich das Amt des Gründungsdirektors. Zwei der vier Sektionsleiter kamen aus dem Vorgänger-Institut und einer aus Potsdam. Der einzige Westdeutsche war Herr von Bodungen. Er hielt uns die Stange, während der designierte Direktor nach langen Verzögerungen, die nicht nur seine Schuld waren, schließlich absagte.

Ich habe dann an drei Fronten sondiert, ob ich das Direktoramt auf Zeit übernehmen sollte. Meine Frau seufzte: „Du kannst die nicht sitzen lassen“. Das Land Bremen, das gerade das ZMT nach meinen Plänen einrichtete, gab mir die Freiheit, meine Zeit entsprechend einzuteilen (durchaus auf Kosten Bremens) und die Mitarbeiter im Institut für Ostseeforschung hatten offenbar Vertrauen zu mir gefaßt.

Was wir in den vergangenen fünf Jahren getan haben, steht im Aufbaubericht, der Ihnen demnächst zugeht und eben haben Land und Bund uns und damit sich selbst gelobt. Die Ausgangssituation für das IOW war relativ günstig. Das Institut für Meereskunde war jahrzehntelang geschickt geführt worden. In den Wendezeiten hatte es schnell enge Beziehungen zum Westen geknüpft. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie übertrug den Warnemündern das Ostsee-Monitoring mitsamt den dafür erforderlichen Stellen und Sachmitteln und der für Meeresforschung verantwortliche Projektträger des Bundesforschungsministers fand in der Heinkel-Villa des Instituts eine komfortable Bleibe, nachdem er sie für gutes Geld renoviert hatte. Ihm

verdanken wir viel hinsichtlich des apparativen Aufbaues und der Überwindung personeller Engpässe.

Ich habe das Institut seit 1990 nie anders gesehen als eine Baustelle und hoffe, daß sich das auch in den nächsten Jahren nicht ändert, denn das Institut braucht neue Räume für den wissenschaftlichen Nachwuchs und für die moderne Analysetechnik

Für ein Blaue Liste Institut ist die Beziehung zur administrativen Arbeitsebene in den Ministerien von großer Bedeutung, hier kann der Verwaltungsleiter und der Direktor Glück haben oder Pech. Das IOW hatte Glück!

Wenn Sie mich nach Journalistenart fragen würden „Was war für Sie das schönste Erlebnis in diesen Jahren?“. Am schönsten war das Theaterstück auf unserer letzten Weihnachtsfeier, wo der scheidende und der neue Direktor durch den Kakao gezogen wurden. Das war für mich das Signal, wir sind in diesem Institut auf einem guten Weg.

Auf meiner Wanderschaft habe ich allerhand gelernt:

- 1) Die deutschen Universitäten haben große Schwierigkeiten, den Reichtum ihrer Möglichkeiten für das multidisziplinäre Behandeln von komplexen Problemen und für das interdisziplinäre Gespräch fruchtbar zu machen. Hier liegt die Chance der Blauen Liste Institute und anderer Einrichtungen an der Universität, solange die in den Instituten ansässigen Professoren Zugang zur Lehre, zu Studenten behalten.
- 2) Forschungsinstitute eignen sich kaum für regionale Strukturpolitik. Bei Ansiedlungen in Randgebieten ist der finanzielle Aufwand sehr groß und der wissenschaftliche Erfolg ungewiß. Gute Institute sollten an attraktiven Plätzen mit Zugang zu Kultur und zu Studenten stehen (wie Warnemünde!) und ein Direktorwechsel muß von Zeit zu Zeit neue Ideen, Leute und Lust einbringen.
- 3) Fakultäten tun sich oft schwer damit, einen profitablen Modus vivendi mit den benachbarten außeruniversitären Einrichtungen zu finden. Der Wissenschaftsrat sollte letzteres bedenken, wenn er ein Blaue Liste Institut an seinen Beziehungen zu den Universitäten mißt. Eine gute Ehe fußt auf gegenseitiger Achtung und Hilfe und davon profitiert vor allem der Nachwuchs.
- 4) Die deutsche Forschung wird vor die Hunde gehen, wenn wir nicht mit allen Mitteln den Austausch mit dem Ausland pflegen. Der Hochschul- und Wissenschaftsstandort Deutschland lebt nicht primär von Weltraum-Experimenten sondern von unzähligen persönlichen Kontakten, Erfahrungen und fruchtbaren Auseinandersetzungen. Die deutsche Forschung nimmt aber auch Schaden, wenn Stellenkürzungen zu einer weiteren Reduktion der Zeitstellen als Innovationspotential führen.
- 5) Der Wissenschaftsrat gab der Blauen Liste den Vorzug bei der Neugestaltung der ostdeutschen Forschung, das war ein Glück. Dieser Institutstyp läßt den größten Spielraum für verschiedenartige Entwicklungen - vielleicht abgesehen von den Max Planck Instituten. Aber nicht jedes Institut kann als Nobelpreis-Präganstalt gegründet werden.
- 6) Jeder einzelne der verschiedenen Institutstypen hat in Deutschland seine eigene Daseinsberechtigung - auch wenn sich die Aufgaben überlappen. Man mag sich übereinander erheben (das hilft über Minderwertigkeitskomplexe hinweg), aber wir sollten uns hüten, uns gegenseitig in der Öffentlichkeit schlecht zu machen. Wichtig ist, daß sich jedes Institut seiner

eigentlichen Aufgabe bewußt ist, sich eine gewisse personelle Flexibilität erhält und den kritischen wissenschaftlichen Dialog im nationalen und internationalen Rahmen pflegt.

- 7) Es gibt bei uns keine einheitliche nationale Forschungspolitik und das ist gut so. Die deutsche Forschungslandschaft lebt von ihrer Vielgestaltigkeit der Landschaftsformen und Regionen. Jede Regierung sollte es sich gründlich überlegen, bevor sie versucht, hier ordnend einzugreifen. Meist wird dabei nur Staub aufgewirbelt. Das föderale Grundmuster und die verschiedenen Trägern zugeordneten Institutsgruppen geben dem Gesamtsystem der deutschen Forschung eine hohe Widerstandskraft und Regenerationsfähigkeit. Eine Finanzdürre, einige Fehlberufungen hier und ein ministerieller Paradigmenwechsel dort stören oder gar zerstören zwar einzelne Landschaftselemente, aber schnell siedeln sich auf den freien Flächen neue Pflanzengemeinschaften an.

Am Ende meiner Wanderung stehe ich auf der Warnemünder Düne, habe einige Erfahrungen in den Wind geredet und möchte mich nun zu Ihnen setzen. Gelegentlich versuche ich meinen Verstand gegen die Konvention zu gebrauchen. Die Konvention fordert, daß wir jetzt die nächste halbe Stunde mit einem Glas Sekt herumstehen und uns Artigkeiten sagen. Mein Verstand und mein Magen raunen mir zu, „laß uns erst eine Suppe essen, dann überstehen wir den Rest spielend.“ Und so soll es geschehen.

## Die zentrale Rolle des Ozeans im globalen Klimasystem

*Ernst Augstein, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung  
Bremerhaven*

### 1. Einleitung

Änderungen des globalen Klimas wurden bis in jüngster Zeit nahezu ausschließlich den Variationen der solaren Einstrahlung, der stofflichen Zusammensetzung der Luft sowie thermischen und dynamischen Prozessen in der Atmosphäre zugeschrieben. Die Ozeane und Kontinente bildeten in diesem System nur einfach darstellbare Randbedingungen. Demgemäß wurde das Klima auch noch bei der Weltklimakonferenz der WMO (WMO, 1979) im Jahre 1979 als das über einen Zeitabschnitt gemittelte Wettergeschehen definiert, dessen Länge so gewählt werden muß, daß sich statistische Ensemblewerte (Mittelwert, Streuung, Extrema, etc.) sinnvoll bilden lassen.

In dieser Definition kommen weder die Ozeane mit dem neben der Atmosphäre zweiten fast die gesamte Erde überdeckenden Fluid noch andere bedeutsame Komponenten des Klimasystems wie z. B. die Biosphäre und die Kryosphäre vor. Unbeachtet blieben auch die auf den Messungen des Internationalen Geophysikalischen Jahres beruhenden Erkenntnisse u. a. von Bjerknes (1966) und Namias (1969), daß sich die küstennahen Erwärmungen des Oberflächenwassers vor Südamerika bei El Niño-Ereignissen offenkundig über den gesamten äquatorialen Pazifik ausbreiten und schließlich nachhaltig auf den thermischen und dynamischen Zustand der Atmosphäre auswirken. Ebenso fanden die zu dieser Zeit schon aufschlußreichen Modelluntersuchungen zur Kopplung zwischen Ozean und Atmosphäre (u.a. Gates, 1977) nicht die ihnen gemäße Beachtung.

Mittlerweile hatte Hasselmann (1977) in einfacher Weise gezeigt, daß bei einer Kopplung zwischen den stochastischen, einen weiteren Spektralbereich überdeckenden, „schnellen“ Schwankungen der Atmosphäre und dem „träge“ reagierenden Ozean im letzteren langperiodische Schwingungen angeregt werden, die wiederum auf die Atmosphäre zurückwirken und dadurch Klimaschwankungen verursachen können. Durch diesen Mechanismus gewinnt der schon länger bekannte und in vielfältiger Weise untersuchte Austausch von Impuls, Energie und Stoffen zwischen der Atmosphäre und der marinen - aber auch terrestrischen - Unterlage für die Gestaltung des Erdklimas eine erhebliche Bedeutung. Den Ozeanen fällt in diesem Zusammenspiel eine herausgehobene Rolle zu, weil das Wasser die an der Meeresoberfläche ausgetauschten Stoffe und physikalischen Größen effizient vertikal und horizontal verlagern kann. Daraus resultiert sowohl eine hohe Speicherfähigkeit als auch eine weitreichende Transportmöglichkeit der Ozeane für die mit der Atmosphäre ausgetauschten Stoffe (Gase, Partikel, Wasser), Energie und Impuls.

### 2. Ozean-Atmosphärenwechselwirkungen

Im Rahmen von Klimabetrachtungen sind vor allem die Vorgänge von Interesse, die bis in den tiefen Ozean hineinreichen, da durch sie Systemschwankungen mit langen Perioden (d. h. Klimavariationen) angeregt werden können. Stommel (1958) hat schon vor 40 Jahren darauf hingewiesen, daß der Nord- und der Südatlantik über die dort stattfindende Erneuerung des Nordatlantischen Tiefenwassers bzw. des Antarktischen Bodenwassers in herausragender Weise die thermohaline Tiefenzirkulation des Weltmeeres steuern. Zur Aufklärung der an der Wassermassenbildung beteiligten Prozesse hat die polare Meeresforschung in den letzten Dekaden wertvolle Beiträge geleistet, und man darf darauf vertrauen, daß auch die noch nicht verstande-

nen Zusammenhänge durch das gerade begonnene internationale Projekt Arctic Climate System Study (ACSYS) des Weltklimaforschungsprogramms in den nächsten Jahren hinreichend quantitativ und qualitativ beschrieben werden können.

Vergleichbar dem zur Charakterisierung der atmosphärischen Zirkulation im äquatorialen Pazifik eingeführten, auf großräumigen Druckunterschieden basierenden Southern Ocean Oscillation Index (SOI) verwendet man zur Beschreibung der atmosphärischen Strömung über dem Nordatlantik seit einiger Zeit den North Atlantic Oscillation Index (NAO). Dieser spiegelt die Luftdruckdifferenz zwischen Island und den Azoren wieder und stellt demzufolge ein Maß für die Intensität der Westwinde über dem Nordatlantik dar. Erste Versuche, Beziehungen zwischen dem NAO und dem thermischen oder kinematischen Zustand des Atlantischen Ozeans aufzudecken, ermutigen zumindest dazu, die Ozean-Atmosphärenwechselwirkungen und deren Folgen im Klimasystem für Perioden im Bereich von Dekaden näher zu erschließen (Kerr, 1997). Deshalb ist eines der drei Unterprogramme des CLIVAR (Climate Variability and Prediction) im Weltklimaforschungsprogramm vorrangig dieser Aufgabe gewidmet. Ob und in welchem Maße sich Variationen der freien Ozeane auch auf Rand- und Nebenmeere fortsetzen, ist heute noch nicht zufriedenstellend einzuschätzen. So lassen sich z. B. die während der letzten 100 Jahre registrierten Einbrüche salzreichen Nordseewassers in die Ostsee nicht allein durch Schwankungen der NAO erklären. Lass und Matthäus (1996) weisen vielmehr nach, daß weitere Bedingungen erfüllt sein müssen, um diesen Prozeß in Gang zu setzen. Sicherlich werden die detaillierten Studien während des laufenden Baltic Sea Experiment (BALTEX) die Hintergründe dieses Vorgangs vollends ausleuchten.

### **3. Klimavorhersage aufgrund ozeanischer Einwirkung**

Der Erkenntniszuwachs während der letzten 20 Jahre bei der Erforschung des Erdklimas, insbesondere durch das World Ocean Circulation Experiment (WOCE) im Rahmen des Weltklimaforschungsprogramms (WCRP) erlaubt mittlerweile erste aussichtsreiche Versuche zur Klimavorhersage mit gekoppelten Ozean-Atmosphärenmodellen. Besonders vielversprechend sind numerische Prognosen zur atmosphärischen Zirkulation der niederen Breiten, die auf dem El Niño-Southern Oscillation (ENSO)-Mechanismus beruhen, der durch das TOGA (Tropical Ocean-Global Atmosphere)-Unternehmen während der letzten 10 Jahre in vielen Einzelheiten aufgeklärt wurde. Wie schon von Bjerknes und Namias vorausgesehen, erzeugen die nachhaltigen thermischen und dynamischen Wechselwirkungen zwischen der Atmosphäre und dem Ozean über den gesamten äquatorialen Pazifik markante Signale in der Atmosphäre, die sich auch bis in mittlere und sogar höhere Breiten der Erde fortpflanzen (u. a. Barnett et. al. 1994 und Bengtsson et. al. 1993)

Ermutigt durch diese Ergebnisse, werden am Europäischen Zentrum für Mittelfristvorhersagen zur Zeit Studien mit dem Ziel vorgenommen, den Einfluß des globalen Ozeans, insbesondere aber den des Nordatlantiks, auf die jahreszeitliche Ausprägung der Wetterverhältnisse in Europa herauszufinden und vorherzusagen (A. Hollingsworth, pers. Mitteilung). Obgleich die Ergebnisse dieser Experimente noch hinter den ENSO-Prognosen zurückliegen, stärken sie die Erwartung, daß schon in den nächsten Jahren mit fortschreitenden Modellverbesserungen anwendungsreife drei- bis sechsmonatige Prognosen der Witterungsbedingungen europäischer Regionen möglich sind.

#### 4. Ausblick

Die Resultate der umfangreichen internationalen Forschungsarbeiten während der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts belegen zweifelsfrei, daß die Ozeane eine zentrale Funktion im irdischen Klimasystem ausüben. Ihre träge Reaktion auf rasche atmosphärische Anregungen stabilisiert zum einen das Klima der Erde und bildet zum anderen die Möglichkeit zur Vorhersage, zumindest relativ kurzzeitiger (Jahreszeiten, einige Jahre, evtl. Dekaden) Klimaschwankungen. Um diese, vor allem ökonomisch bedeutsame Kapazität auszubauen, müssen zum einen die gekoppelten Atmosphären-Ozeanmodelle sowohl in ihrem physikalischen Gehalt als auch in ihrer räumlichen Auflösung verfeinert werden. Zum anderen muß parallel dazu ein globales ozeanisches Meßnetz - vergleichbar dem meteorologischen über den Kontinenten - aufgebaut und routiniert betrieben werden. Zur Erfüllung der letztgenannten Forderung müssen neue autonome Meßsysteme unter Nutzung von Satelliten als Geräteträger und als Kommunikationshilfen entwickelt und Datenzentren zur Aufnahme, Überprüfung und Analyse der Meßwerte in nahezu Echtzeit eingerichtet werden.

Die beachtlichen Fortschritte bei der Erforschung der ozeanischen Komponente des Klimasystems in den vergangenen drei Dekaden haben zu einem Kenntnisstand geführt, der einerseits umgehend nützliche kurzperiodische Klimavorhersagen möglich macht und andererseits aufgrund hinreichender Einsichten in die natürlichen Klimavariationen in einigen Jahren auch eine wissenschaftlich begründbare Abschätzung anthropogener Einwirkungen auf das Erdklima zulassen wird.

#### 5. Literaturhinweise

1. BARNETT, T.P., L. BENGTSSON, K. ARPE, M. FLÜGEL, N. GRAHAM, M. LATIF, J. RITCHIE, E. ROECKNER, U. SCHLESE, U. SCHULZWEIDA and H. TYREE (1994): Forecasting global ENSO-related climate anomalies. *Tellus* 46A, 381 - 397
2. BENGTSSON, L., U. SCHLESE, E. ROECKNER, M. LATIF, T.P. BARNETT and N. GRAHAM (1993): A two-tiered approach to long-range climate forecasting. *Science* 261, 1026 - 1029
3. BJERKNES, J. (1966): A possible response of the atmospheric Hadleycirculation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus* 18, 820 - 829
4. GATES, W.L. (1977); Modelling the ocean-atmospheric system and the role of the ocean in climate. *Rep.Mar.Sci.Affairs* 11, WMO No 472, 1 - 29
5. HASSELMANN, K. (1977): The dynamic coupling between the atmosphere and the ocean. *Rep.Mar.Sci.Affairs* 11, 31 - 44
6. LASS, H. U. and W. MATTHÄUS (1996): On temporal wind variations forcing salt water inflows into the Baltic Sea. *Tellus* 48A, 663 - 671
7. STOMMEL, H. (1958): The abyssal circulation. *Deep Sea Res.* 5., 80 - 82
8. WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (1979): Proceedings of the World Climate Conferences, WMO 537, 789 pp

## Das Sediment als Umweltindikator: Beispiele aus der Ostsee

Jan Harff, Institut für Ostseeforschung Warnemünde und  
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

### 1. Einleitung

Maßnahmen zum Schutz und zur Erhaltung, aber auch zum Management mariner Ökosysteme erfordern deren umfassende Erforschung. Dabei lassen sich zwei Aufgaben unterscheiden:

- Untersuchung der Funktionsweise des Systems (Prozeßanalyse),  
d. h. Messung und Beobachtung der Variablen und Beschreibung von Ursache-Wirkungsrelationen mit Modellen,
- Untersuchung der Entwicklung des Systems (Trendanalyse),  
d. h. „Langzeit“-Beobachtungen und  
Rekonstruktion der Entwicklung nach Dokumenten (Sedimente).

Damit ergeben sich folgende Fragen an den Sedimentologen:

#### 1. Welche Merkmale der Sedimente (Fazies) spiegeln welche Ursachenkomplexe (Milieu) wider?

Es handelt sich hier um das klassische Problem der Geologie der Gegenüberstellung von Milieu und Fazies als Ursachen- und Wirkungskomplexe bei der Gesteins- (hier Sediment-) bildung (Chrobok et al. 1979). Die Dekodierung der Fazies, d. h. ihre genetische Interpretation setzt das Verständnis des Bildungsprozesses voraus, wozu Prozeßanalysen im obigen Sinne dienen.

Der Begriff „Milieu“ steht hier für „Umwelt“ im weitesten Sinne und umfaßt sowohl den Komplex der natürlichen als auch der anthropogen geprägten, die Sedimentbildung beeinflussenden Variablen.

#### 2. Wie spiegelt die räumliche (laterale und vertikale) Variabilität der Fazies die zeitliche Variabilität des Milieus wider (s. die Gesetze nach Steno und Walther)?

Für unsere Aufgabe hier spielt die Unterscheidung von Trend als eine gerichtete Entwicklung des Systems und Ereignis als impulsartig auftretende Episode im lithogenetischen Prozeß eine besondere Rolle.

Grundlegende Aufgaben und Probleme der Geologie, wie sie Serge von Bubnoff noch in seiner Greifswalder Zeit in so tiefgründiger Weise in seinen erkenntnistheoretischen Essays beschrieben hat (v. Bubnoff 1952, 1954), lassen sich in der Ostsee in exemplarischer und vollkommen neuer Weise studieren. Raum- und Zeitskalen, sowie die besonderen Gradienten in der Ostsee erlauben ihre Nutzung als einzigartiges Laboratorium, das für die Sedimentologie die von v. Bubnoff (1952) beschriebenen Grenzen geologischer Erkenntnis als relativ erscheinen läßt.

Die Erläuterung der Problematik erfolgt hier an drei Beispielen, wobei auch Empfehlungen für praktisches Handeln im Bereich des Umweltmanagements sichtbar gemacht werden sollen.

## 2. Drei Beispiele

### Sedimente des Gotlandbeckens als Indikatoren für natürliche Trends und Ereignisse in der Entwicklung der Ostsee

Beckensedimente sind als Indikatoren für die Entwicklung der Ostsee im Postglazial wegen hoher Sedimentationsraten und während der anoxischen Phasen fehlender Bioturbation besonders geeignet.

Die Lokalisierung vollständiger Sedimentfolgen als „Geschichtsbuch“ der Ostsee erfolgt mit hochauflösenden seismoakustischen Verfahren. Im östlichen Gotlandbecken wurden solche Untersuchungen im Rahmen eines IOW-Projekts GOBEX (Gotland Basin Experiment) als Pilotarbeit für das EU-Forschungsprojekt BASYS (Baltic Sea System Study) durchgeführt (s. Hagen, 1996, v. Bodungen, 1996).

In den seismoakustischen Profilen lassen sich die über dem Geschiebemergel lagernden postglazialen Sedimentfolgen am Verlauf verschiedener Reflektoren deutlich gliedern (Endler et al., 1997).

In Abbildung 1 sind Gesamt-Stickstoff ( $N_{ges}$ ), Gesamt-Kohlenstoff (TOC) sowie  $\delta^{13}C$ - und  $\delta^{15}N$ -Daten und Interpretationen von Diatomeen-Gesellschaften bezüglich der Paleosalinität für einen Sedimentkern aus dem östlichen Gotlandbecken exemplarisch dargestellt (nach Struck et al., in prep.). Die mit der Abbildung erfaßten Variablen beschreiben den generellen Trend der Entwicklung der hydrographischen Verhältnisse der letzten ca. 1100 Jahre, die wiederum das Ergebnis von Klimavariation, Meeresspiegeländerungen und vertikalen Erdkrustenbewegungen sind, welche die Verbindung zum offenen Weltmeer steuern.

Brackisch-marine Phasen sind durch verstärkte Salinitätsschichtung und damit Sauerstoffdefizite im Tiefenwasser ausgezeichnet. Das führt zur verstärkten Erhaltung organischer Substanz, z. T. auch zur erhöhten Produktivität. Dieser Trend der hydrographischen Variation vom limnischen zum marin beeinflussten Milieu wird durch die meisten Variablen, insbesondere  $N_{ges}$  und TOC widergespiegelt. Am deutlichsten ist der Übergang von vorherrschend limnischen Folgen im Liegenden zu den überwiegend marin beeinflussten Folgen, der Litorina- bzw. Limnea-Phase. Auch die Isotopensignatur des Kohlenstoffs ( $\delta^{13}C$ ) stützt diesen Trend.

Die Möglichkeiten der isotopischen Signatur des Stickstoffs als Paleomilieuindikator in der Ostsee werden gegenwärtig am IOW in einem DFG-Forschungsprojekt untersucht (v. Bodungen und Harff, 1995). Die Annahme, daß leichte Werte (0 - 3 ‰) des  $\delta^{15}N$ -Signals auf anoxische Bedingungen, eine erhöhte Primärproduktion und ein Überangebot an Nitrat, schwere Werte (6 - 9 ‰) hingegen auf oxisches Milieu hindeuten, scheinen sich im Kurvenverlauf in Abbildung 1 zu bestätigen. Hier sind jedoch weitere Untersuchungen erforderlich. Offensichtlich erfordert die Komplexität des Prozesses der Sedimentbildung und die Überlagerung verschiedener Einflußfaktoren einerseits die „Eichung“ von einzelnen faziellen Variablen als Milieuindikatoren durch Labor- und Feldexperimente. Andererseits ist aber auch die multivariate Analyse vertikal hochauflösender Meßdaten fazieller Variabler erforderlich.

Im jüngsten, der Beobachtung zugänglichen Stadium der Ostseeentwicklung, kann eine „Eichung“ der faziellen Variablen als Milieuindikatoren durch den Vergleich datierter Sedimentfolgen mit klimatischen und hydrographischen Daten erfolgen. Für die Ostsee liegen hydrographische Beobachtungsdaten seit dem vorigen Jahrhundert vor. An einem datierten Sedimentkern des Gotlandbeckens verglichen Neumann et al. (1997) die Variation des Mangan-Eisen-Verhältnisses mit den beobachteten Salzwassereinbrüchen. Da diese mit einer Sauerstoffversorgung des sonst anoxischen Tiefenwassers einhergehen, führen sie zu unterschiedlicher Fixierung von Mangan und Eisen im Sediment. So können Maxima des Mn/Fe-Wertes Salzwassereinbrüche zur Bildungszeit des Sediments anzeigen.

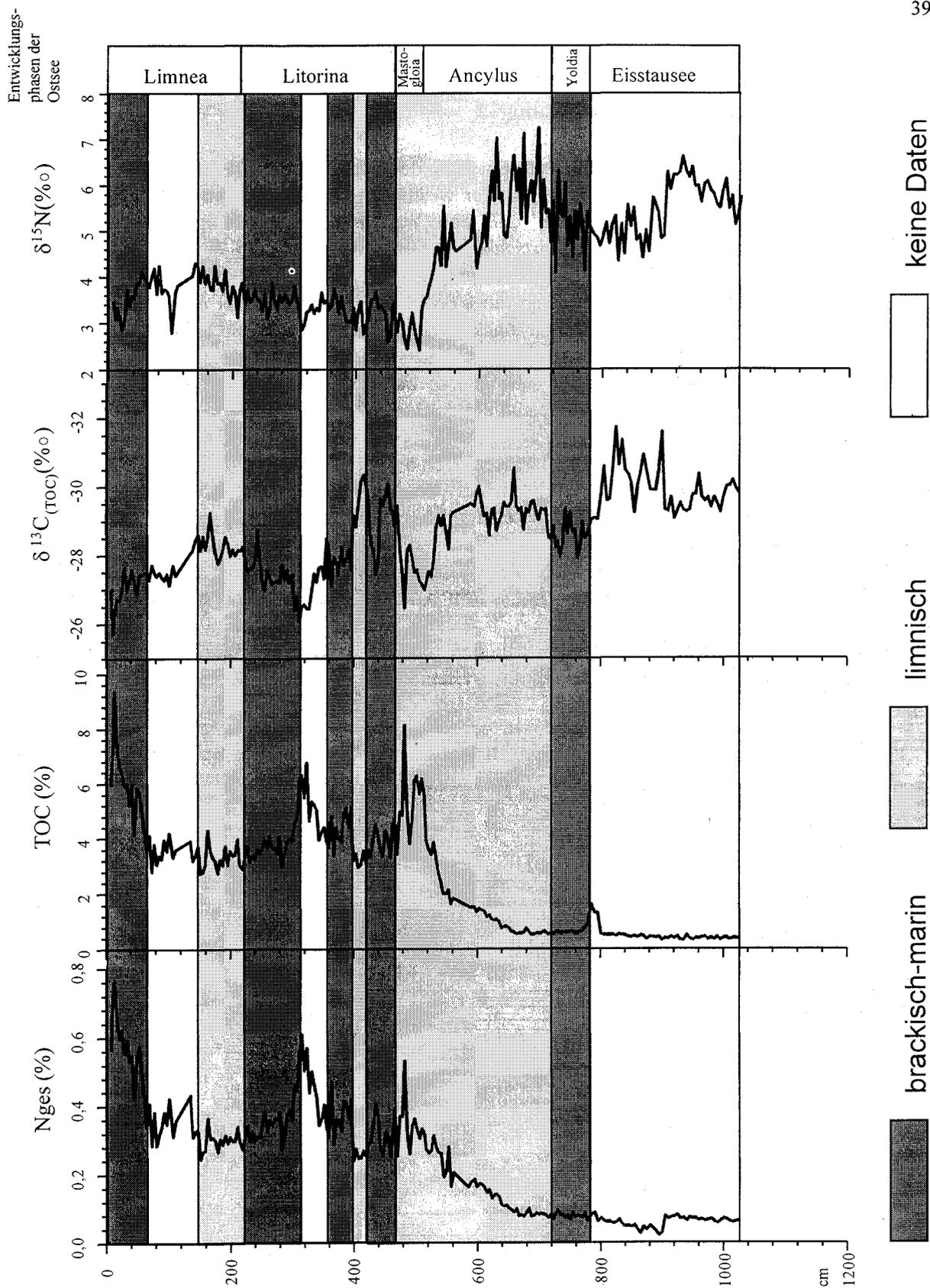


Abb. 1 Stickstoff- und Kohlenstoffdaten von Sedimenten des Kerns 20048 aus dem östlichen Gotlandbecken nach Struck et. al. (in prep.)

## Sedimente der Pommerschen Bucht und des Arkonabeckens als Indikatoren für Trends anthropogener Umweltbelastung

Die anthropogene Hauptursache für die Eutrophierung der Ostsee ist der Eintrag von Nährsalzen aus der Landwirtschaft über die Vorfluter. In der westlichen Ostsee ist es vor allem die Oder, über welche der Eintrag von Stickstoff- und Phosphorverbindungen erfolgt. Dabei ist der Verbrauch an Düngemitteln in der Landwirtschaft vor allem in Polen in der Zeit 1950 - 1989 um das 6- bis 8fache angestiegen (Nehring et. al., in prep.).

Die Untersuchung von Sedimentkernen längs eines Profils vom Oderhaff über die Pommernbucht bis zum Arkonabecken erfolgt im Rahmen eines BMBF-Projektes (Voss und Struck, 1997). In den Sedimentfolgen soll die Isotopensignatur des Stickstoffs Aufschluß über den Einsatz von Stickstoffdüngern im Einzugsbereich der Oder geben. Dabei gehen die Autoren davon aus, daß die Anreicherung von  $\delta^{15}\text{N}$  in den Sedimenten ein direktes Maß des im Einflußbereich der Oder aufgebrauchten Düngers ist. Abbildung 2 zeigt die  $\delta^{15}\text{N}$ -Kurven für die untersuchten datierten Sedimentkerne. Die oberen 7 - 8 cm der Kerne sind wegen der Bioturbation durchmischert. Generell zeigen die Kernprofile aus dem Oderhaff, der Pommerschen Bucht und dem Arkonabecken bis zur Jahrhundertwende Werte zwischen 0 und 3 ‰  $\delta^{15}\text{N}$ , die einem unbelasteten Milieu entsprechen (Abb. 2). Dann erfolgt ein Anstieg, der auf den Trend der zunehmenden Verwendung von Stickstoffdüngern zurückzuführen ist. Die stärkste Anreicherung wird im Oderhaff beobachtet, nimmt jedoch in Transportrichtung zum Arkonabecken hin ab (anthropogen bedingter lateraler Gradient).

Zielstellung der noch nicht abgeschlossenen Arbeiten ist u. a. die Bilanzierung der Einträge von Stickstoff aus mineralischer Düngung in das Ökosystem.

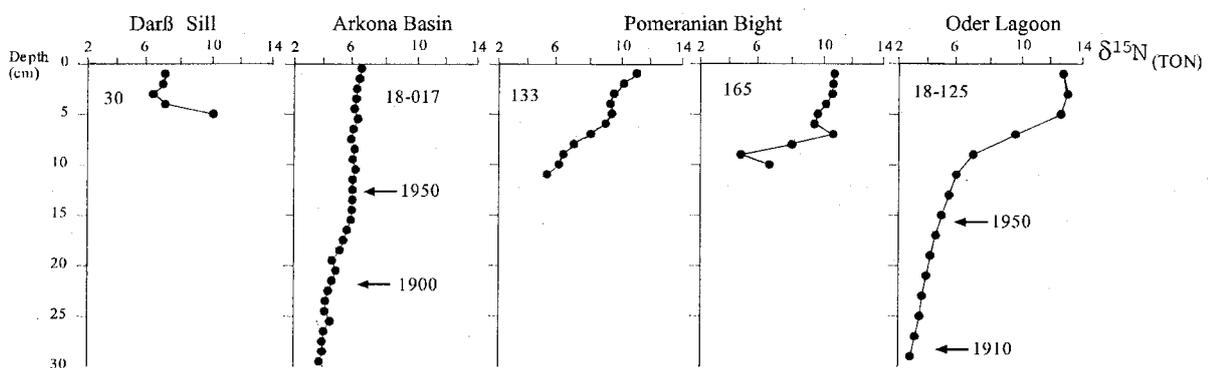


Abb. 2 Stickstoffisotopendaten ( $\delta^{15}\text{N}$ ) von 5 Sedimentkernen im Bereich der Odermündung und vorgelagerten Becken nach Voss und Struck (1997)

## Sedimente der Mecklenburger und Lübecker Bucht als Indikatoren für anthropogene umweltbelastende Ereignisse

Anthropogene Schwermetalleinträge in die Ostsee erfolgen diffus über die Atmosphäre und punktuell über Flußmündungen. Hinzu kommt für die Lübecker und Mecklenburger Bucht die Verklappung von industriellen Filterschlammern von der Bundesrepublik Deutschland aus in den sechziger und siebziger Jahren dieses Jahrhunderts. Zur Erfassung der Auswirkungen dieser Verklappungen auf das Ökosystem erfolgte die Untersuchung der regionalen Verteilung der Schwermetalle in den Oberflächensedimenten mittels Kartierungsprogrammen sowohl von bundesdeutscher Seite (Irion, 1984) als auch von damaliger DDR-Seite aus (Harff et al., 1995). Beide Ergebnisse konnten nach der deutschen Vereinigung kompiliert und als übergreifende Kartenwerke dargestellt werden (Leipe et. al., 1997).

In Abbildung 3 ist eine Karte der Verteilung der Bleigehalte im Untersuchungsgebiet wiedergegeben. Deutlich markiert der Extremwert von  $> 5000 \mu\text{g/g}$  Pb im Zentrum der Lübecker Bucht die Verklappungsstelle. Um diesen Hot Spot herum hat sich durch advektiven Transport das belastete sedimentäre Material verteilt und bildet die in der Karte ausgewiesene Anomalie. Für die Projektierung von Schutzmaßnahmen stellt sich nun die Frage nach dem weiteren Transport des belasteten Sediments durch bodennahe Strömungsprozesse (prediction). Dabei müssen wir von einer hohen Mobilität der Schadstoffe ausgehen, da die Sedimente der Mecklenburger Bucht bei Starkwindereignissen bis zu 10 cm Teufe und mehr durchmischt werden, wie M. Kersten (s. Kersten und Graf, 1996) durch Untersuchung von Radionukliden in Sedimenten nachweisen konnte.

Zur prädiktiven Aussage über den weiteren Transport der kontaminierten Sedimente sind Strömungsfelder am Meeresboden zu untersuchen. Da entsprechende Messungen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung nicht vorliegen, müssen Modellierungsergebnisse an die Stelle der Messung treten. Solche Modellierungen werden gegenwärtig am IOW durchgeführt.

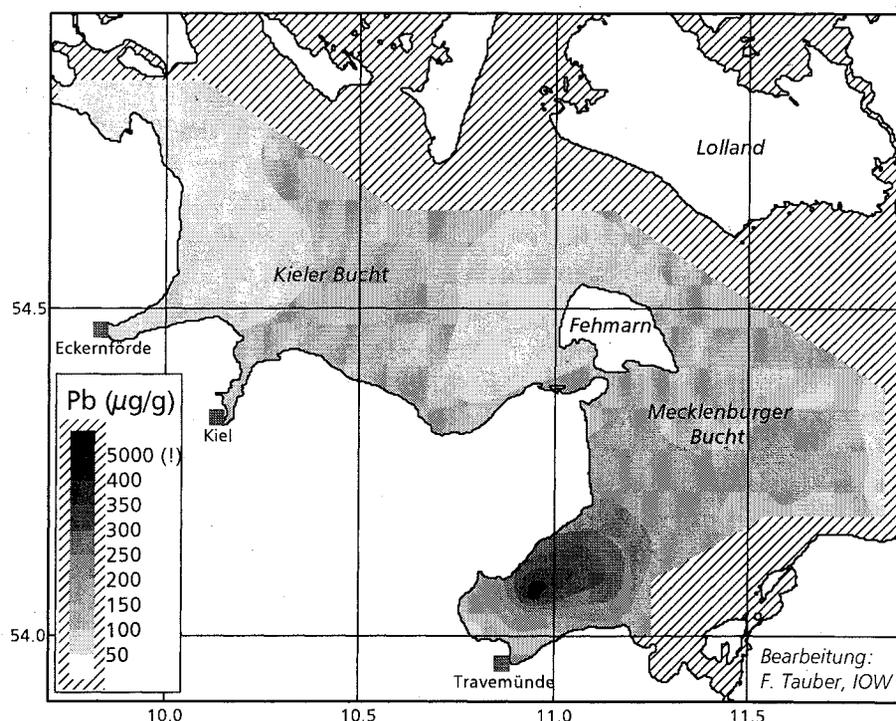


Abb. 3 Blei-Verteilung in Oberflächensedimenten in der Kieler, Mecklenburger und Lübecker Bucht nach Leipe et. al. (1997)

Die Ergebnisse zeigen bei Westwindlagen im Bereich der Klappstelle in Bodennähe ein vorwiegend buchteinwärts gerichtetes Strömungsmuster. Bei überwiegend Ostwindlagen zeigt sich dagegen ein diffuses teilweise zirkulares Strömungsmuster. Die Tatsache, daß in den Modellergebnissen keine eindeutig buchtauswärts gerichteten Strömungsmuster identifiziert werden, mag die Ursache dafür sein, daß die Anomalie kontaminierten Sediments zur Zeit der Probenahme in den achtziger Jahren noch im wesentlichen auf die Lübecker Bucht beschränkt war.

Für quantitative Aussagen zur zukünftigen weiteren Ausbreitung der Anomalie ist das Strömungsmodell mit einem Sedimenttransport-Modell zu koppeln. Dabei sind Langzeitmodellläufe mit realen Windbedingungen durchzuführen, wobei Modellergebnisse durch stichprobenartige Feldmessungen verifiziert werden müssen.

Zusätzlich zu den Modellierungsarbeiten wird gegenwärtig eine Neukartierung des Gebietes im Rahmen des Monitoring-Programms des IOW durchgeführt, um aus einem Vergleich mit der Aufnahme aus den achtziger Jahren Abschätzungen der Sedimenttransporte und Modelloptimierungen vornehmen zu können.

### 3. Schlußfolgerungen

Für die weiteren Forschungsarbeiten in der Ostsee lassen sich aus sedimentologischer Sicht zwei generelle Zielstellungen formulieren:

1. zeitlich hochauflösende Rekonstruktionen der natürlichen und anthropogenen Umwelt des jüngeren Holozän im Ostseeraum  
 Dazu ist es zu einem erforderlich, die vertikale Faziesvariation in den Sedimentfolgen der Becken möglichst hochauflösend und komplex durch Meßdaten zu belegen. Deshalb ist es notwendig, methodische Entwicklungen indirekter geophysikalischer Meßverfahren, wie der Seismoakustik, voranzutreiben. Für die direkte Messung an Sedimentkernen steht heute eine hochentwickelte Labortechnik zur Erfassung physikalischer und substanzialer Eigenschaften des Sediments zur Verfügung.  
 Für die zeitliche Einordnung ist die Datierung der Kerne mit Methoden der absoluten Altersbestimmung unerlässlich. Die milieugenetische Deutung des faziellen Signals verlangt einerseits interdisziplinäre Untersuchungen der Indikatorfunktion von Faziesvariablen („Eichung“). Zur vollen Ausschöpfung des milieugenetischen Informationsgehaltes von Komplexen fazieller Variabler empfiehlt sich zudem die Anwendung multivariater Verfahren zur Datenexploration entsprechender Meßergebnisse.
2. Untersuchung der Ursache-Wirkungsbeziehungen zwischen Variation natürlicher und anthropogener Umweltvariablen und der lateralen Faziesverteilung in regionalen Teilsystemen der Ostsee und in küstennahen Räumen  
 Dazu bieten sich in der Ostsee aktuogeologische Untersuchungen an. Zur Zeit können Prozesse der letzten Jahre, wie Salzwassereinbrüche oder Veränderungen der Landnutzung speziell in Osteuropa als natürliche Ereignisse und anthropogene Trends gewertet und der Einfluß auf die Sedimentbildung studiert werden. Die hochauflösende Messung von Partikeltransporten und die ereignisorientierte Probenahme in Abhängigkeit von meteorologischen und hydrographischen Bedingungen sind heute in situ mit automatischen Stationen möglich, und werden bereits mit Erfolg durchgeführt, bzw. sind für neue Forschungsvorhaben vorgesehen. Spezielle Kartierungen sollen der Erfassung der lateralen Faziesvariation dienen. Dabei kann teilweise auf vorliegende Daten zurückgegriffen werden, teilweise sind Neuaufnahmen im Rahmen des Sedimentmonitorings notwendig. Die Beziehung lateraler Faziesvariation in Oberflächensedimenten zu anthropogenen Ursachen, z. B. Landnutzung oder Schadstoffeinträge in das marine Ökosystem, können mittels Datenintegration in Geoinformationssystemen identifiziert und modellhaft darge-

sellt werden. Solche Systeme bilden eine Grundlage für die Managementprojektierung von Ökosystemen (z. B. Coastal Zone Management).

Eine generelle Zielstellung, die mittels der Ergebnisse der Bearbeitungsschritte 1. und 2. erreicht werden soll, ist die numerische Modellierung der Sedimentbildung (Transport, Sedimentation, Umverteilung, Diagenese). Dabei sollte man sich auf das gegenwärtig Machbare, d. h. zunächst auf quasi abgeschlossene Teilsysteme der Ostsee und auf die ökonomisch bedeutsamen Küstenbereiche beziehen, bevor man sich einer Modellierung des Gesamtsystems zuwendet.

Für die Entwicklung von Management-Strategien ist die Darstellung von Szenarien möglicher Auswirkungen der Veränderung anthropogener Einflußfaktoren auf die sedimentologische Komponente des marinen Ökosystems von genereller Bedeutung.

Die Erarbeitung numerischer Modelle der komplexen sedimentologischen Prozesse verlangt von den Geologen die interdisziplinäre Kooperation mit physikalischen Ozeanographen, Chemikern, Biologen und Informatikern.

## Literatur

B. V. BODUNGEN, J. HARFF (1995): Stabile Isotope des Stickstoffs im marinen Ökosystem. - in: G. WEFER (Ed.): Der Südatlantik im Spätquartär: Rekonstruktion von Stoffhaushalt und Stromsystemen. - Finanzierungsantrag 1996-97-98, Sonderforschungsbereich 261, Universität Bremen, 301-332.

B. V. BODUNGEN (Ed.) (1996): BASYS-Baltic Sea System Study. - Eur. Comm., Dir. Gen. 12, Sci., Res. and Developm., RTD Act.: Environm., Sub-Area A.3.2.: Baltic Sea.

S. V. BUBNOFF (1952): Ziel und Grenzen geologischer Erkenntnis. - Studium Generale, Bd 5, Nr. 7, 394-400. - (1954) Grundprobleme der Geologie. 3. Aufl. - Berlin: Akad.-Verl., 234 S.

S.M. CHROBOK, J. HARFF, H. KNAPE (1979): Das Faziesproblem im Lichte neuer Interpretationsmethodik der Geologie. - Z. geol. Wiss. Berlin, Bd. 7, Nr. 2, 215-224.

G. IRION (1984): Schwermetallbelastung in Oberflächensedimenten der westlichen Ostsee. - Naturwiss., 71, 536-538.

R. ENDLER, K.-C. EMEIS, T. FÖRSTER, U. STRUCK, A. SCHÖNER, A. KOHLY (1997): GOBEX: Anatomie des Gotlandbeckens. - Poster, Abstract in: HARFF (Ed.): Unterlagen zur Begutachtung der Sektion Marine Geologie durch den Wissenschaftlichen Beirat des IOW am 17. und 18.4.1997. - Unveröff. Bericht, IOW, S. 46.

W. FENNEL, A. MUTZKE, M. SCHMIDT, T. SEIFERT (1996): Abschlußbericht zum Vorhaben „Zur Rolle der mesoskalen Dynamik bei Wassermassenumbildung in der Ostsee.“ - FKZ 03F0103A des BMBF, unveröff. Bericht, IOW, 83 S.

E. HAGEN (Ed.) (1996): GOBEX-Summary Report. - Meereswiss. Berichte, Nr. 19, 160 S.

J. HARFF, W. LEMKE, F. TAUBER, E.M. EMELJANOV (1995): Geologische Kartierung der Ostsee. - Geowissenschaften, Bd. 13, Nr. 11, 442-447.

M. KERSTEN, G. GRAF (1996): Abschlußbericht zum Vorhaben „Massenfluß von organischem Kohlenstoff, Nährsalzen und Spurenelementen zwischen Sediment und Wasser der Mecklenbur-

ger Bucht“ (MOST), FKZ 03F0065A-C des BMBF, - unveröff. Bericht, IOW, GEOMAR, TUHH, 98 S.

T. LEIPE, F. TAUBER, L. BRÜGMANN, G. IRION, U. HENNINGS (1997): Schwermetallverteilung in Oberflächensedimenten der deutschen Ostsee (Arkonabecken, Mecklenburger/Lübecker Bucht und Kieler Bucht). - Deutsche Hydrographische Zeitschrift (subm.).

G. NAUSCH, D. NEHRING, G. AERTEBJERG: Anthropogenic nutrient load and protection of the Baltic Sea. - (in prep.).

T. NEUMANN, C. CHRISTIANSEN, S. CLASEN, K.-C. EMEIS, H. KUNZENDORF (1997): Geochemical records of salt-water inflows into the deep basins of the Baltic Sea. - Cont. Shelf Res., 17/1, 95-115.

U. STRUCK, A. KOHLY, C. CHRISTIANSEN, A. ALTENBACH, A. SCHÖNER, K.-C. EMEIS (in prep.): On the postglacial history of the Baltic Sea - records of climate variations and paleo-oceanography from core sediments of the Gotland Basin.

M. VOB, U. STRUCK (1997): Stable nitrogen and carbon isotopes as indicator of eutrophication of the Oder River (Baltic Sea). - Marine Chemistry (subm.).

## Feldbeobachtung, Laborexperiment, Modell: Perspektiven der Benthosbiologie

*Gerhard Graf, Universität Rostock*

Benthische Ökosysteme weisen eine sehr viel höhere Artenzahl als pelagische Systeme auf und sind deshalb für bestimmte Fragen der Ökosystemforschung nur schwer zugänglich. Schätzungen der Tiefseeforschung gehen von mehreren Millionen noch zu entdeckenden Arten aus. Diese Komplexität hat mit dazu geführt, daß Prozessstudien im Freiland oft nicht auf Artebene durchgeführt werden konnten, und daß experimentelle Ansätze, wie z. B. die Hälterung einzelner oder mehrerer konkurrierender Arten im Chemostat, eine gängige Methode der Planktonforschung, nur in Einzelfällen sinnvoll realisierbar waren. Die Felduntersuchungen sind andererseits in den letzten Jahren durch die Entwicklung der Mikrosensortechnik und der freifallenden Lander, aber auch durch die Weiterentwicklung der Foto- und Videotechnik deutlich verbessert worden.

Die verschiedenen Gebiete der Benthosforschung haben in den letzten Jahren sehr unterschiedliche Fortschritte erzielt. In der Ökophysiologie sind z.B. durch das DYSMON Projekt wesentliche neue Erkenntnisse über den sulfidisch bestimmten Lebensraum erzielt und die physiologischen Grundlagen besser verstanden worden (OESCHGER 1996). Die Beschreibung der benthischen Lebensgemeinschaften dagegen ist zwar in vielen neuen Regionen erfolgt, es wurden jedoch nur wenige neue Ideen entwickelt, so daß hier lediglich Wissenslücken mit den bisherigen Techniken aufgefüllt wurden. In diesem Beitrag soll untersucht werden, wie die Benthosbiologie sich weiter entwickeln kann, insbesondere, wie man von den Felduntersuchungen und Laborexperimenten zu Modellen kommen kann.

Bei den Untersuchungen zur benthisch-pelagischen Kopplung Anfang der 80-er Jahre war in Feldexperimenten anschaulich gezeigt worden, wie direkt die Entwicklung der benthischen Gemeinschaft mit den Prozessen im Pelagial verknüpft ist (GRAF et al. 1982). Auf jede Änderung im Sedimentationsmuster hin änderten sich benthische Stoffumsätze und Biomassen. Der Nachteil solcher Feldexperimente besteht in der großen Streuung der Daten, die durch große kleinräumige Variabilitäten verursacht werden. Für die Gültigkeit solcher Zeitreihen lassen sich deshalb nur gewisse Wahrscheinlichkeiten erzielen, mit dem Risiko, daß einige sehr kurze Ereignisse nur mit einem Meßwert erfaßt werden und vielleicht nicht real sind. In einigen Fällen konnten aus den Feldbeobachtungen Hypothesen abgeleitet werden, die dann in Laborexperimenten in Mikrokosmen getestet werden konnten. In solchen Versuchsansätzen, die dann eine ausreichende Parallelprobenzahl und kontrollierbare Versuchsbedingungen ermöglichen, konnte dann demonstriert werden, daß die Reaktion der Benthosorganismen wirklich so schnell sein kann wie im Freiland beobachtet, und, daß die sedimentierten Planktonzellen extrem schnell ins Sediment inkorporiert werden können (GRAF 1987). Solche Experimente sind zwar kein nachträglicher Beweis für die Richtigkeit der Felddaten, erhöhen aber deren Plausibilität.

Die oben beschriebenen Feldexperimente wurden auch zur Bilanzierung des Kohlenstoffs herangezogen, da sich gezeigt hatte, daß große Teile der jährlich eingetragenen Nahrungsressourcen in extrem kurzer Zeit remineralisiert werden und unklar blieb, aufgrund welcher Ressourcen die Sekundärproduktion der benthischen Organismen stattfindet. Allein eine konservative Schätzung der Makrofauna-Sekundärproduktion benötigt die gesamte vertikale Sedimentation aus dem Pelagial. Im Widerspruch dazu ist bekannt, daß die Biomasse der kleinen Organismen genauso groß ist wie die der großen und entsprechend der Größenklassen-Aktivitätsbeziehung einen viel größeren Anteil des Stoffwechsels betreiben müßte. Dieser Widerspruch, der sich für viele Flachwassersysteme zeigen läßt, ist bis heute ungeklärt und veranschaulicht, daß elementare Prozesse selbst in gut untersuchten Gebieten, wie der Kieler

Bucht, noch nicht verstanden sind. Für die Modellierung benthischer Prozesse besteht damit das Risiko, mit den bekannten Prozessen lediglich ein Kurvenfitting zu betreiben.

Experimentell arbeitende Benthosbiologen gehen zunehmend dazu über, im Freiland beobachtete Prozesse oder unerwartete Einzelbefunde im Labor nachzustellen. Ein gutes Beispiel sind Strömungskanalexperimente. Aufgrund von ungewöhnlichen Profilen von Chlorophyll und Nährsalzgradienten in permeablen Sedimenten haben HUETTEL et al. (1996) Experimente durchgeführt, bei denen sie den Effekt von Rippeln und Hügeln auf Partikel- und Flüssigkeitstransport im Sediment untersuchten. Unter dem Einfluß der Strömung drangen dabei 1 und 10  $\mu\text{m}$  Partikel weit ins Sediment vor, und hinter dem Hügel entstand ein Auftrieb, der Porenwasser aus mehreren Zentimetern Sedimenttiefe an die Oberfläche transportierte. Auch die Sauerstoffeindringtiefe wird durch solche biogenen Strukturen massiv beeinflusst (ZIEBIS et al. 1996). Obwohl diese Experimente sehr künstlich waren und z.B. mit Süßwasser und ohne Tiere durchgeführt wurden, ergeben sie einen Einblick, wie stark die Gradienten kleinskalig veränderbar sind und lassen erahnen, wieviel verschiedene Nischen durch eine kleine biogene Struktur im Sediment geschaffen werden. Durch eine systematische Untersuchung mit verschiedenen Hügelgrößen konnten die Effekte dann parametrisiert werden bis hin zu einer Modellierung des Flüssigkeitstransportes.

Ein anderes Experiment quantifizierte den Einfluß von Polychaetenröhren auf die passive Deposition von lateral driftenden Partikeln (FRIEDRICH 1996). In einem rezirkulierenden Kanal (SPRINGER, 1996) wurden hier unterschiedliche Bedeckungsgrade bei verschiedenen Strömungsgeschwindigkeiten ausgetestet. Schon bei wenigen Prozent Bedeckungsgrad, entsprechend einer natürlichen Besiedlungsdichte, wird die Turbulenz zwischen den Röhren nach wenigen Zentimetern stark beruhigt, so daß Sedimentation eintritt und sich eine neue logarithmische Grenzschicht oberhalb des Röhrenfeldes ausbildet. Auch in diesem Experiment, in dem die Polychaetenröhren durch PVC-Stäbe ersetzt wurden, hat sich die Vereinfachung der natürlichen Verhältnisse bewährt. In einem entsprechenden Versuch mit Freilandproben (LUCKENBACH 1986) konnten die Effekte nicht von denen der Infauna unterschieden werden. Eine noch radikalere Vereinfachung der natürlichen Bedingungen wurde bei der Bestimmung der Refiltrationseffekte bei Muschelfeldern vorgenommen, bei denen die Siphonen der Muscheln durch Röhren und die Wasserbewegung durch kleine Pumpen erzeugt wurden (O'RIORDAN et al. 1995). In beiden hier beschriebenen Experimenten gelang die quantitative Beschreibung und die Parametrisierung.

Einige für die Benthosbiologie wesentliche Teilprozesse sind inzwischen modellierbar und könnten direkt in größere Modelle integriert werden. Hier sind vor allem die Modelle zur Frühdiagenese zu nennen, bei denen vielleicht nur noch die Integration der Bioturbation verbessert werden müßte. Ein weiteres Beispiel sind die Modelle zum Stickstoffkreislauf im Sediment (BLACKBURN in press). Diese Modelle wurden von messenden Wissenschaftlern selbst entwickelt, dienen der besseren Datenauswertung und können so direkt eine Rückwirkung auf neue Arbeitshypothesen haben, da sie an vorhandenen Daten validiert werden können. Weitere Beispiele sind Modelle zur Bioturbation und zum bodennahen Partikelkreislauf (siehe GRAF und RITZRAU 1997).

Eins der fortgeschrittensten Ökosystem-Modelle, in dem benthische Prozesse berücksichtigt werden, ist das European Regional Seas Ecosystem Model (ERSEM) (EBENHÖH et al. 1995). Dieses Modell enthält 3 benthische Teilmodelle, die sich mit Nährsalzprofilen und mit Transportprozessen im Sediment und durch die Sediment-Wasser Grenzfläche beschäftigen, sowie ein trophisches Modell mit Nahrungskettenbeziehungen. Das Modell geht von der Energieflußgleichung aus, die den Massen und Energieerhalt vorgibt, und enthält klassische Formulierungen, wie z.B. die Lotka-Volterra Beziehung. Es unterscheidet funktionelle Gruppen, wie z. B. verschiedene Ernährungstypen und Größenklassen. Das benthische Submodell wird von einem

pelagischen Modell angetrieben, das den Partikelfluß zum Meeresboden vorgibt und seinerseits mit einem Zirkulationsmodell der Nordsee verknüpft ist. In diesem Modellansatz sind wesentliche Vorarbeiten für eine Anbindung der benthischen Prozesse in Modelle geleistet worden, auch wenn man über viele Detailannahmen noch diskutieren muß. Das Hauptproblem dieser Modellart ist, daß man kaum ausreichende Datensätze zu Validierung finden wird, insbesondere nicht für alle 18 in diesem Beispiel vorgesehenen regionalen Boxen.

Aus diesen Gründen erscheint es für die Richtung der im Freiland und Labor arbeitenden Benthosbiologen zunächst sinnvoller zu sein, die Arbeit an Teilprozessmodellierungen parallel zu ihren experimentellen Arbeiten fortzusetzen. Ein gutes Beispiel wird durch die Arbeit von Wainright und Hopkinson (in press) gegeben, die sich mit der Auswirkung von Resuspension auf benthische und pelagische Prozesse im Flachwasser beschäftigen. In ihrem Modell existiert eine anoxische und oxische Sedimentschicht, sowie eine Trübezone im bodennahen Wasser. Modelliert wird der Kohlenstoff- und Teile des Stickstoffkreislaufes. Das Modell ist in der Lage, jeden Anstieg der Respiration in den Trübezonen nach einem Resuspensionsereignis zu beschreiben und die Effekte auf die Primärproduktion vorherzusagen. Es kann auch berechnet werden, wie sich das System ändern würde, wenn eine Sturmflut intensiver und länger ausfällt. Da hier nur wenige Parameter eingehen, kann das Modell leicht validiert und kontinuierlich verbessert werden.

### **Schlußfolgerungen**

Für die Benthosbiologie ist die „Sammler- und Jägerphase“ noch nicht abgeschlossen. Es gibt noch viele Entdeckungen zu machen, sowohl bei den Organismen selbst, als auch bei den Prozessen. Aus diesem Grunde wird auch weiterhin eine intensive Freilandforschung nötig sein, für die eine methodische Weiterentwicklung und die Durchführung von insitu Experimenten wünschenswert ist. Wenn prozessorientierte Freilandexperimente durchgeführt werden, sollte man verstärkt in „vereinfachten“ natürlichen Systemen arbeiten. Ein bestens geeignetes Gebiet ist hier die Ostsee, die vom Skagerrak bis zum Golf von Finnland natürliche Gradienten der verschiedensten Parameter bereitstellt, die experimentell in Mikro- oder Mesokosmen nur sehr aufwendig herstellbar wären.

Teilprozesse sollten in reinen Laborexperimenten nachvollzogen werden, um eine Parametrisierung zu erreichen. Hierzu ist es oft erforderlich, die Experimente radikal zu vereinfachen, um die grundlegenden physikalischen Hintergründe herauszustellen. Da ersichtlich wurde, daß Stoffflüsse oft von einigen wenigen Schlüsselarten bestimmt werden, erscheint es auch hier notwendig, mehr experimentell und autökologisch mit diesen Arten zu arbeiten.

Bei der Modellierung sollten zunächst validierbare Teilprozesse untersucht werden. Diese Modelle können von den messenden Wissenschaftlern selbst bearbeitet werden. Der Abstand zu den reinen Modellbauern hat sich allerdings signifikant verringert und läßt für die Zukunft eine verstärkte Zusammenarbeit erwarten.

## Literaturverzeichnis

- BLACKBURN, T. H., 1996: Release of nitrogen compounds following resuspension of sediment: model predictions. J. Mar. Sys. In press.
- EBENHÖH, W., KOHLMEIER, C., RADFORD, P. J., 1995: The benthic biological submodel in the European Regional Seas Ecosystem Model. Neth. J. Sea Res. 33, 423-452.
- FRIEDRICH, M., 1996: Auswirkungen von Polychaetenröhren auf die Wasser-Sediment-Grenzschicht. Diplomarbeit, Universität Kiel, 83 S.
- GRAF, G., BENGTSOON, W., DIESNER, U., THEEDE, H., 1982: Benthic response to sedimentation of a spring phytoplankton bloom: process and budget. Mar. Biol. 67, 201-208.
- GRAF, G., 1987: Benthic energy flow during a simulated autumn bloom sedimentation. Mar. Ecol. Prog. Ser. 39, 23-29.
- GRAF, G., RITZRAU, W., 1997: Biologische Aspekte sedimentologischer Prozesse. Geowissenschaften, 15, 16-19.
- HUETTEL, M., ZIEBIS, W., FORSTER, S., 1996: Flow-induced uptake of particulate matter in permeable sediments. Limnol. Oceanogr. 41, 309-322.
- LUCKENBACH, M.W., 1986: Sediment stability around animal tubes: The roles of hydrodynamic processes and biotic activity. Limnol. Oceanogr. 31, 779-787.
- O'RIORDAN, C.A., MONISMITH, S. G., KOSEFF, J. R., 1996: The bed hydrodynamics on model bivalve filtration rates. Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol., 47, 247-254.
- OESCHGER, R., 1995: Leben in sulfidischen Sedimenten: ökophysiologische Anpassungen mariner Makrofauna an einen toxischen Umweltfaktor. Habilitationsschrift, Universität Bremen, 87 S.
- SPRINGER, B. M., 1996: Modifikation des bodennahen Strömungsregimes und die Deposition von suspendiertem Material durch Makrofauna. Dissertation, Universität Kiel, 112 S.
- WAINRIGHT, S. C., HOPKINSON, Jr., Ch. S., 1996: Effects of marine sediment resuspension on organic matter processing in coastal environments: A simulation model. J. Mar. Sys., in press.
- ZIEBIS, W., FORSTER, S., HUETTEL, M., JØRGENSEN, B. B., 1996: Complex burrows of the mud shrimp *Callinassa truncata* and their geochemical impact in the sea bed. Nature, 382, 619-622.

## **Integrations- und Spezialisierungstrends in der Biologischen Meereskunde: Neues versus regeneriertes Wissen?**

*Victor Smetacek, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven*

Die quantitative Erfassung biologischer Prozesse im Meer hat sich in den letzten Jahrzehnten durch den Einsatz von neuen Methoden und Instrumenten rapide entwickelt. Die durch Organismen getriebenen Stoffflüsse werden nun auf Skalen gemessen und modelliert, die sich von der Molekulardiffusion bis hin zum globalen ozeanischen Zirkulationsmuster erstrecken. Allerdings sind diese enormen Fortschritte in der Quantifizierung von biogeochemischen Prozessen nur teilweise von entsprechenden Fortschritten im Verständnis der Mechanismen, die die Struktur pelagischer Systeme gestalten, begleitet worden. Vor allem ist die von terrestrischen Systemen vertraute Beziehung zwischen Form und Funktion bei pelagischen Organismen noch weitgehend ungeklärt. So sind beispielsweise die Verbreitungsgebiete dominanter Planktonorganismen zwar gut bekannt, aber über deren spezifische Anpassungsmechanismen gibt es nur vage Vorstellungen. Wir wissen auch nicht, warum gerade diese Arten massenhaft auftreten, während andere selten bleiben. Diese Art von Fragen, die die pelagische Evolution betreffen, sind bislang wenig beachtet worden. Zum Teil sind Mängel im Methodenarsenal verantwortlich, aber ein wesentlicher Grund liegt in unseren einfachen Vorstellungen von der Struktur pelagischer Systeme.

In diesem Beitrag vertrete ich die These, daß der vorherrschende konzeptionelle Rahmen in der pelagischen Ökologie nach wie vor auf vereinfachten, impliziten Annahmen basiert, die ich zunächst erläutern werde. Anhand einiger in den letzten Jahren gewonnener Erkenntnisse zeige ich auf, in welche Richtung die neuen Konzepte entwickelt werden müssen. Aus dieser Betrachtung lassen sich Perspektiven für die künftige Forschung ableiten.

### **Konzeptioneller Rahmen der pelagischen Ökologie**

Ein wesentlicher Grund für unser begrenztes Wissen über die Biologie des marinen Planktons ist im traditionellen Denken in der Planktonökologie zu suchen. So hat das Konzept der einfachen Nahrungskette, das seiner Zeit der Agrikultur entlehnt wurde, das Denken in diesem Fach für ein Jahrhundert beherrscht. Bis in die achtziger Jahre wurde angenommen, daß die Größe der Nutzfischbestände aus der Primärproduktion und der Zahl der trophischen Stufen zwischen Phytoplankton und Fischen abgeleitet werden kann. In diesem Schema wird die Primärproduktion von physiko-chemischen Umweltfaktoren bestimmt und die Sekundärproduktion der Herbivoren (vor allem Copepoden) von der verfügbaren Nahrung. Dasselbe gilt für die weiteren trophischen Stufen bis zu den Endgliedern. Diese Vorstellung gründet auf den impliziten Annahmen, daß trophische Beziehungen geradlinig (linear) verlaufen und von den Ressourcen bestimmt sind (bottom-up). Wenig Platz in diesem einfachen Schema haben biologische Komplikationen wie z. B. physiologische Besonderheiten, intraspezifische Kommunikationssysteme, Fraßschutzmechanismen, Krankheiten, komplexe Lebenszyklen und so weiter. Diese sind daher kaum gezielt untersucht worden. Stattdessen stand lange Jahre die Beziehung zwischen Ressourcenaufnahme zur Wachstumsrate, ob bei Phyto- oder Zooplankton, im Mittelpunkt des Interesses.

Eigentlich hätte das Konzept der einfachen Nahrungskette durch die Entdeckung der komplexen Wechselbeziehungen im Bereich der Bakterien und Protisten in den siebziger und achtziger Jahren gesprengt werden müssen (Azam et al. 1983). Stattdessen fand die Gemeinschaft als mikrobielle Schleife (microbial loop) - quasi als Anhängsel der traditionellen Nahrungskette - Eingang in die Literatur. Es fand eine unergiebiges Debatte darüber statt, ob der Teil der

Primärproduktion, der von der Nährsalzregeneration durch Bakterien und verschiedene Protozoen aufrechterhalten wurde (regenerierte Produktion) den Copepoden und somit den Fischen zugeführt wird oder nicht (link or sink debate). Die Arbeit von Azam et al. (1983) ist mittlerweile die meist zitierte in der gesamten Ökologie. Offensichtlich war der Bedarf an einer Erweiterung des Forschungsgebiets entsprechend groß. Die zahlreichen Untersuchungen haben inzwischen eine Fülle von Ergebnissen im Bereich der Einzeller gezeitigt: Wir wissen jetzt u. a., daß Viren imstande sind, Phyto- und Bakterioplanktonpopulationen zu dezimieren, daß mit Ausnahme der Diatomeen, Phytoplankter phagotroph sind, daß Protozoen sehr unterschiedliche Ernährungsformen aufweisen, daß Bakterienbestände von den Bakterivoren in Grenzen gehalten werden. Allerdings wurde die Beschäftigung mit der mikrobiellen Schleife von einer Vernachlässigung des Gesamtsystems begleitet: Zwar verschwanden die trophischen Stufen im Gewirr der mikrobiellen Wechselwirkungen, aber vom Nahrungsketten-Denken wurde nicht konsequenter Weise Abstand genommen. So wird noch vielfach angenommen, daß die neue Produktion, basierend auf Nitrat und Diatomeen, die traditionelle Nahrungskette speist.

Der Trend zur Spezialisierung ist aber auch in anderen Zweigen der Biologischen Meereskunde vorhanden. So besteht seit dem letzten Jahrhundert ein Graben zwischen den taxonomisch und den quantitativ arbeitenden Forschern, vor allem im Bereich der Einzeller. Erst die Untersuchungen über schädliche Algenblüten - ein neues Forschungsfeld, das mit der sich ausbreitenden Aquakultur wächst - überbrückt nun den Graben zwischen Taxonomen und Ökologen. Allerdings werden die diesbezüglichen Untersuchungen als Fallstudien geführt, und noch findet relativ wenig Austausch mit dem Hauptstrom der Biologischen Meereskunde statt. Diese Studien zur Produktionsbiologie und zu den Stoffkreisläufen werden, wie Eingangs erwähnt, auf der Grundlage summarischer Parameter wie Chlorophyll und Kohlenstoff geführt. Die Artenzusammensetzung des Planktons ist bisher wenig berücksichtigt worden. Diese Stoffflüsse werden aber durch Organismen bewegt, deren Eigenschaften im Laufe der Jahrtausende durch die natürliche Selektion geformt worden sind. Dies ist in den Ablagerungen der Sedimente dokumentiert. Sie werden von Sedimentologen bearbeitet, deren Beiträge zur Paläozirkulation auf der Grundlage von Artenanalysen im Sediment basieren. Im Folgenden soll am Beispiel des Siliziumkreislaufs aufgezeigt werden, wie Kenntnisse über die Biologie dominanter Organismen das Verständnis biogeochemischer Prozesse und globaler Stoffkreisläufe voranbringen können. Hierdurch wird auch die Anbindung an die Ergebnisse der Sedimentologen geschaffen.

### **Biogeochemische Kreisläufe**

Der größte Teil des gelösten Siliziums im Meer ist von den Kontinenten über die Flüsse geliefert worden. Vor allem Diatomeen aber auch Radiolarien, die Silizium für ihre Skelette benötigen, bestimmen den Haushalt und die Verteilung dieses Elements im Meer. Die Hauptmasse der Siliziumskelette wird wieder aufgelöst und in den Kreislauf zurückgeführt, nur ein kleiner Teil wird endgültig im Sediment begraben. Obwohl Diatomeen das „frisch“ gelieferte Silizium schon in den Flußfahnen aufnehmen, wird in den Küsten- und Schelfregionen verhältnismäßig wenig Silizium abgelagert, weil die Schalen dieser Diatomeen sich auflösen. Die Hauptakkumulationsgebiete im Sediment - das eisfreie Südpolarmeer, der subarktische und der äquatoriale Pazifik - befinden sich im offenen Ozean fernab der Flußmündungen. Hinzu kommt, daß diese Gebiete ganzjährig hohe Nährsalzkonzentrationen im Oberflächenwasser aufweisen und als HNLC-Regionen (high nutrient, low chlorophyll) bezeichnet werden. Es ist wahrscheinlich, daß die Primärproduktion in diesen Gebieten durch Eisenmangel limitiert wird. Auf diesen Aspekt und den möglichen Zusammenhang zur Siliziumablagerung werde ich später eingehen.

Gegenwärtig wird die gleiche Menge Silizium im Sediment deponiert, wie die Flüsse ins Meer eintragen. Dreiviertel dieses Siliziums wird unter dem Antarktischen Zirkumpolarstrom durch Diatomeen abgelagert, obwohl etwa nur 20% der globalen Schalenproduktion hier stattfindet

(Treguer et al. 1995). Die Hälfte der Schalen im Sediment werden von einer Art - *Fragilariopsis kerguelensis* - gestellt. Im subarktischen Pazifik stammen die Diatomeenschalen im Sediment fast ausschließlich von *Denticulopsis seminae*, deren Morphologie eine verblüffende Ähnlichkeit mit *F. kerguelensis* aufweist. Diese Arten haben außergewöhnlich dicke Schalen, aber die Vorteile, die sich aus dieser Eigenschaft ergeben, sind noch unbekannt. Es kann festgestellt werden, daß die Biologie dieser und einiger anderer Arten, deren Schalen auch akkumulieren, den Siliziumhaushalt im Ozean bestimmen. Das gelöste Silizium ist im heutigen Ozean stark untersättigt und es ist wahrscheinlich, daß die Konzentrationen und Verteilungsmuster in den Eiszeiten anders waren. Ein besseres Verständnis der Beziehung zwischen Form und Funktion bei Phytoplankton ist somit Voraussetzung für das Verständnis des Siliziumkreislaufs im Ozean.

### **Beweidung durch das Metazooplankton**

Etwa 60% der Biomasse des marinen Metazooplanktons (im Unterschied zum einzelligen Protozooplankton) wird von Copepoden gestellt. Der Rest setzt sich zu etwa gleichen Teilen aus Euphausiaceen (Leuchtgarnelen), Chaetognathen (Pfeilwürmer, die sich hauptsächlich von Copepoden ernähren), schalentragenden Flügelschnecken und gallertigen Organismen aus unterschiedlichen Tierstämmen (Quallen, Rippenquallen, Salpen, Schnecken) zusammen. Die Tatsache, daß der größte Teil des marinen Zooplanktons durch wenige Gruppen repräsentiert wird, die außerdem noch eine geringe Formendiversität aufweisen, zeugt von evolutiven Zwängen im Pelagial, über die allerdings bisher nur wenig nachgedacht worden ist. Der Vergleich mit der Arten- und Formenvielfalt des marinen Benthos zeigt, daß in diesem Lebensraum wesentlich mehr Gestaltungsfreiraum vorhanden war.

Freilebende Copepoden des Epipelagials haben eine charakteristische Körperform, die trotz unterschiedlicher Größe (über 2 Größenordnungen) und Ernährungsweise beibehalten wird. Der Unterschied zwischen passiven Suspensionsfressern und Räubern, die gleichgroße Beutetiere greifen, ist fast nur aus den Mundwerkzeugen ersichtlich. Etwa Zweidrittel der Körpermasse besteht aus Muskeln. Copepoden können lange Strecken durch langsames Schwimmen zurücklegen, aber dieses Schwimmen bedarf einer geringeren Ausstattung an Fortbewegungsmuskeln als tatsächlich vorhanden. Vor angreifenden Räubern fliehen Copepoden mit blitzschnellen Sprüngen, allerdings für nur kurze Strecken. Die Tatsache, daß Copepoden bei der Flucht bald ermüden, zeigt, daß der größte Teil ihrer Muskulatur aus Fluchtmuskeln bestehen muß. Verity und Smetacek (1996) vermuten, daß das Erfolgreiche am Copepodenkörper das schnelle Entkommen vor angreifenden Räubern ist. Daraus läßt sich ableiten, daß bei der Evolution der Copepoden der Räuberdruck (top-down) eine wichtigere Rolle spielt als der Nahrungserwerb (bottom-up). Neuere Untersuchungen belegen, daß der Copepodenfraßdruck auf Phytoplankton relativ gering ist. Somit sind diese Tiere in der Regel nicht nahrungslimitiert.

Ähnliche Überlegungen wie bei den Copepoden können auch bei den Euphausiaceen und pelagischen Fischen angestellt werden. Bei Fischen wie Heringen und Sardinen besteht der Körper zu über 80% aus weißen, gering durchbluteten Muskeln, die der schnellen aber kurzen Flucht vor angreifenden Räubern dienen. In allen Fällen ist die beträchtliche Investition in Fluchtmuskeln auffällig. Die gallertigen Zooplankter sind als ein Nebenprodukt dieser evolutiven Olympiade zu betrachten. Schnelle Schwimmer können sich eben nicht von Gallerte ernähren, da sie ihre Körperform entsprechend verändern müßten, was zu einer Beeinträchtigung ihrer Geschwindigkeit führen würde. So werden gallertige Tiere hauptsächlich von Räubern mit Schutzvorrichtungen wie Schildkröten oder von anderen gallertigen Planktern gefressen. Wohl aus diesem Grund gibt es keine Übergangsformen zwischen muskulösen und gallertigen Zooplanktern.

Das Phänomen der täglichen Vertikalwanderung des Metazooplanktons ist ein weiteres Beispiel für die gestaltende Rolle der Räuber. Bis in die achtziger Jahre wurde eine Reihe von sehr unterschiedlichen Gründen für dieses Verhalten angenommen. Erst Untersuchungen mit limnischem Plankton haben zeigen können, daß ausschließlich die Anwesenheit von visuell jagenden Räubern dieses Verhalten bei Daphniden auslöst. Offensichtlich können Daphniden die Anwesenheit von Fischen „riechen“. Obwohl diese Befunde bei marinen Zooplanktern bestätigt werden müssen, gibt es inzwischen zahlreiche Hinweise, daß ähnliche Verhältnisse auch im Meer herrschen. Die Körperform und das Verhalten der pelagischen Fauna wird wohl eben so stark vom Räuberdruck (top-down) gestaltet wie von der Verfügbarkeit von Nahrung.

### **Verfügbarkeit von Eisen**

Ein entscheidender Fortschritt im konzeptionellen Denken wurde durch die Erkenntnis erbracht, daß sich pelagische Systeme in Phasen neuer und regenerierender Produktion unterteilen lassen. Diese Einteilung ist dem Pelagial eigen, da die Produktion in terrestrischen Systemen von der Zufuhr von Wasser abhängt, das bekanntermaßen von den Organismen untereinander nicht rezirkuliert werden kann. Auch beim Phytobenthos ist diese Einteilung wegen der Advektion von Nährsalzen nicht sinnvoll. Neue und regenerierte Produktion im Pelagial werden über die Aufnahme von Nitrat bzw. Ammoniak definiert. Allerdings ist in den oben besprochenen HNLC-Gebieten Nitrat reichlich vorhanden, dennoch bleibt die neue Produktion gering. Die im äquatorialen Pazifik durchgeführten Eisendüngungs-Experimente (Coale et al. 1996) haben jetzt eindeutig gezeigt, daß zumindest in diesem HNLC-Gebiet die Primärproduktion durch die Verfügbarkeit von Eisen bestimmt wird. Das Eisen ist im Meerwasser schwer löslich, weshalb das nährsalzreiche Tiefenwasser sehr arm an Eisen ist. Eisen wird dem offenen Ozean durch die Atmosphäre in Form von kontinentalem Staub zugeführt. Inwiefern pelagische Systeme imstande sind, das Eisen wie die anderen biogenen Elemente zu regenerieren, wird noch untersucht. Die Beantwortung der Frage, ob regenerierende Systeme Eisen wesentlich schneller „verlieren“ als die übrigen biogenen Elemente, wird Folgen für die konzeptionelle Einteilung pelagischer Systeme haben. Vielleicht wirkt sich die natürliche Selektion in eisenreichen Gebieten - wie in der Ostsee - anders als in den eisenarmen Gebieten aus.

### **Zukunftsperspektiven**

Anhand der wenigen oben aufgeführten Beispiele ist zu erkennen, daß das Pelagial ein wesentlich komplexerer Lebensraum ist, als bisher vermutet wurde. Vor allem die Rolle des Fraßdrucks als gestaltender Faktor bei der Selektion des Planktons ist bisher unterschätzt worden. So ist zu vermuten, daß die dicken Schalen der Diatomeen, die sich im Sediment anreichern, als Fraßschutz dienen. Die Gründe, weshalb der Fraßdruck in den HNLC-Gebieten stärker ist als in den eisenreichen, produktiven Gebieten, sind wohl in der Hydrographie dieser Regionen zu suchen. Es handelt sich um ozeanische Auftriebsgebiete, die nährsalzreiches aber eisenarmes Wasser zur Oberfläche bringen. Dieses Wasser verbleibt etliche Monate in der Deckschicht. Aufgrund des Eisenmangels wächst die Biomasse der Phytoplankter langsam heran, weshalb die Proto- und Metazooplankter mit dem Aufbau der Biomasse Schritt halten können. Die Phytoplankter, die über die besten Schutzvorrichtungen verfügen, reichern sich entsprechend an. Aus diesen Systemen fallen nur noch unverdaubare Panzer heraus, weshalb hier der Meeresboden mit Silikatschalen übersät ist.

Interdisziplinäre Untersuchungen mit physikalischen und chemischen Meereskundlern sind nach wie vor Voraussetzung zur Klärung dieser und ähnlicher Fragen. Das bisher erfolgreich gelaufene internationale JGOFS-Projekt hat die Grundlage für die weitere Entwicklung von

integrierten Studien geschaffen. Die Biologie der dominanten Organismen sowie deren Freßfeinde müssen allerdings in künftigen Untersuchungen stärker als bisher berücksichtigt werden. Eine der Kernfragen, die im Rahmen des neu angelaufenen, internationalen GLOBEC-Projekts (Global Ocean Ecosystem Dynamics) untersucht werden soll, ist die Biologie des Zooplanktons in Abhängigkeit von der Hydrographie. Optische und akustische Instrumente, die die direkte Beobachtung und Messung von Zooplankton in situ ermöglichen, sind inzwischen anwendungsfähig. Die Kombination dieser Geräte mit denen, die relevante Umweltfaktoren registrieren, lassen eine Fülle von neuen Erkenntnissen erwarten. Auch molekulargenetische Techniken, wie z. B. maßgeschneiderte Gensonden, die je nach Bedarf gruppen-, art- oder klonspezifisch reagieren, werden die Erfassung von Populationen und Beständen des Phyto- und Zooplanktons wesentlich erleichtern.

Diese und andere methodische Fortschritte reichen nicht aus, wenn sie nicht von der gleichzeitigen Entwicklung und Konsolidierung theoretischer Konzepte begleitet werden, die auf den Besonderheiten des Pelagials aufbauen. Diese Konzepte müssen auf den Grundeinheiten der Ökosysteme - den Arten - basieren. In den letzten Jahren haben sich die Limnologen intensiv mit der Biologie der Arten befaßt. Meereskundler sollten stärker als bisher von den vielen neuen Kenntnissen der Limnologen lernen. Die Ostsee als Übergang zwischen limnischen und marinen Systemen ist ein geeigneter Lebensraum, um die aus dem limnischen Bereich gewonnenen Konzepte und Kenntnisse zu überprüfen und anzuwenden.

### Literaturverzeichnis

AZAM, F.; FENCHEL, T.; FIELD, J.G.; GRAY, J.S.; MEYER-REIL, L.A.; THINGSTAD, F. (1983): The ecological role of water-column microbes in the sea. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 10: 257-263

COALE, K.H. ET AL. (1996): A massive phytoplankton bloom induced by an ecosystem-scale iron fertilization experiment in the equatorial Pacific Ocean. *Nature* 383: 495-501

TREGUER, P.; NELSON, D.M.; VAN BENNEKOM, A.J.; DEMASTER, D.J.; LEYNAERT, A.; QUEGUINER, B. (1995): The silica balance in the world ocean: a reestimate. *Science* 268: 375-379

VERITY, P.; SMETACEK, V. (1996): Organism life cycles, predation and the structure of marine pelagic ecosystems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 130: 277-293

# Meereswissenschaftliche Berichte

## MARINE SCIENCE REPORTS

---

- 1 (1990) Postel, Lutz:  
Die Reaktion des Mesozooplanktons, speziell der Biomasse, auf küstennahen Auftrieb vor Westafrika (The mesozooplankton response to coastal upwelling off West Africa with particular regard to biomass)
- 2 (1990) Nehring, Dietwart:  
Die hydrographisch-chemischen Bedingungen in der westlichen und zentralen Ostsee von 1979 bis 1988 – ein Vergleich (Hydrographic and chemical conditions in the western and central Baltic - Sea from 1979 to 1988 – a comparison)  
Nehring, Dietwart; Matthäus, Wolfgang:  
Aktuelle Trends hydrographischer und chemischer Parameter in der Ostsee, 1958 – 1989 (Topical trends of hydrographic and chemical parameters in the Baltic Sea, 1958 – 1989)
- 3 (1990) Zahn, Wolfgang:  
Zur numerischen Vorticityanalyse mesoskalier Strom- und Massenfelder im Ozean (On numerical vorticity analysis of mesoscale current and mass fields in the ocean)
- 4 (1992) Lemke, Wolfram; Lange, Dieter; Endler, Rudolf (Eds.):  
Proceedings of the Second Marine Geological Conference – The Baltic, held in Rostock from October 21 to October 26, 1991
- 5 (1993) Endler, Rudolf; Lackschewitz, Klas (Eds.):  
Cruise Report RV "Sonne" Cruise SO82, 1992
- 6 (1993) Kulik, Dmitri A.; Harff, Jan:  
Physicochemical modeling of the Baltic Sea water-sediment column: I. Reference ion association models of normative seawater and of Baltic brackish waters at salinities 1–40 ‰, 1 bar total pressure and 0 to 30°C temperature (system Na-Mg-Ca-K-Sr-Li-Rb-Cl-S-C-Br-F-B-N-Si-P-H-O)
- 7 (1994) Nehring, Dietwart; Matthäus, Wolfgang; Lass, Hans-Ulrich; Nausch, Günther:  
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1993
- 8 (1995) Hagen, Eberhard; John, Hans-Christian:  
Hydrographische Schnitte im Ostrandstromsystem vor Portugal und Marokko 1991 - 1992
- 9 (1995) Nehring, Dietwart; Matthäus, Wolfgang; Lass, Hans Ulrich; Nausch, Günther; Nagel, Klaus:  
Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1994  
Seifert, Torsten; Kayser, Bernd:  
A high resolution spherical grid topography of the Baltic Sea
- 10 (1995) Schmidt, Martin:  
Analytical theory and numerical experiments to the forcing of flow at isolated topographic features

- 11 (1995) Kaiser, Wolfgang; Nehring, Dietwart; Breuel, Günter; Wasmund, Norbert; Siegel, Herbert; Witt, Gesine; Kerstan, Eberhard; Sadkowiak, Birgit:  
 Zeitreihen hydrographischer, chemischer und biologischer Variablen an der Küstenstation Warnemünde (westliche Ostsee)
- Schneider, Bernd; Pohl, Christa:  
 Spurenmetallkonzentrationen vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns
- 12 (1996) Schinke, Holger:  
 Zu den Ursachen von Salzwassereinbrüchen in die Ostsee
- 13 (1996) Meyer-Harms, Bettina:  
 Ernährungsstrategie calanoider Copepoden in zwei unterschiedlich trophierten Seegebieten der Ostsee (Pommernbucht, Gotlandsee)
- 14 (1996) Reckermann, Marcus:  
 Ultraphytoplankton and protozoan communities and their interactions in different marine pelagic ecosystems (Arabian Sea and Baltic Sea)
- 15 (1996) Kerstan, Eberhard:  
 Untersuchung der Verteilungsmuster von Kohlenhydraten in der Ostsee unter Berücksichtigung produktionsbiologischer Meßgrößen
- 16 (1996) Nehring, Dietwart; Matthäus, Wolfgang; Lass, Hans Ulrich; Nausch, Günther; Nagel, Klaus:  
 Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1995
- 17 (1996) Brosin, Hans-Jürgen:  
 Zur Geschichte der Meeresforschung in der DDR
- 18 (1996) Kube, Jan:  
 The ecology of macrozoobenthos and sea ducks in the Pomeranian Bay
- 19 (1996) Hagen, Eberhard (Editor):  
 GOBEX - Summary Report
- 20 (1996) Harms, Andreas:  
 Die bodennahe Trübezone der Mecklenburger Bucht unter besonderer Betrachtung der Stoffdynamik bei Schwermetallen
- 21 (1997) Zülicke, Christoph; Hagen, Eberhard:  
 GOBEX Report - Hydrographic Data at IOW
- 22 (1997) Lindow, Helma:  
 Experimentelle Simulationen windangeregter dynamischer Muster in hochauflösenden numerischen Modellen
- 23 (1997) Thomas, Helmuth:  
 Anorganischer Kohlenstoff im Oberflächenwasser der Ostsee
- 24 (1997) Matthäus, Wolfgang; Nehring, Dietwart; Lass, Hans Ulrich; Nausch, Günther; Nagel, Klaus; Siegel, Herbert:  
 Hydrographisch-chemische Zustandseinschätzung der Ostsee 1996
- 25 (1997) v. Bodungen, Bodo; Hentzsch, Barbara (Herausgeber):  
 Neue Forschungslandschaften und Perspektiven der Meeresforschung - Reden und Vorträge zum Festakt und Symposium am 3. März 1997.