

3.5 Projektgruppen

Seit 1999 gibt es am AWI Projektgruppen, die sich jeweils aus Mitarbeitern verschiedener Fachbereiche zusammensetzen und für einige Jahre gemeinsam an einem interdisziplinären Forschungsthema arbeiten. Die Einrichtung von Projektgruppen erlaubt es dem AWI, schnell und kompetent auf aktuelle wissenschaftliche Herausforderungen zu reagieren. Zur Zeit gibt es drei Projektgruppen, die sich mit Biogeochemie („Kohlenstoffflüsse“), Tiefseeforschung („AUV-Entwicklung und Tiefseegradienten“) und dem Einfluss von UV-Strahlung auf Organismen („Solare UV-Strahlung“) beschäftigen.

3.5.1 Kohlenstoffflüsse

Die Projektgruppe ‚Kohlenstoffflüsse‘ beschäftigt sich mit Prozessen im Meer, die für den globalen Kohlenstoffkreislauf und damit insbesondere für die atmosphärische CO_2 -Konzentration von Bedeutung sind. Zur Beantwortung aufgeworfener Fragen werden Laborexperimente, Feldstudien und Simulationen mit Hilfe mathematischer Modelle miteinander kombiniert. Die Darstellung von drei Forschungsthemen soll einen Einblick in die Arbeit der Projektgruppe vermitteln.

Angesichts steigender Konzentrationen von Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre, hat die Frage, welche natürliche Mechanismen diesem Trend entgegenwirken, aktuelle Bedeutung. Mikroalgen (Phytoplankton) sind weltweit die bedeutendsten Fixierer von Kohlendioxid. Beim Abbau der Organismen wird jedoch der organisch gebundene Kohlenstoff als CO_2 wieder freigesetzt und der Atmosphäre zugeführt. Die Projektgruppe erforscht Mechanismen, die mittelfristig (10 bis 1000 Jahre) der Atmosphäre Kohlenstoff entziehen können.

3.5 Project groups

In 1999 the AWI initiated the formation of temporary project groups to work together on interdisciplinary research topics, comprising scientists from various departments. This enables the institute to respond rapidly and efficiently to new scientific challenges. Currently, three project groups exist dealing with marine biogeochemistry (‘Carbon Fluxes’), deep-sea research (‘AUV-Development and Deep-Sea Gradients’) and the impact of UV radiation on organisms (‘Solar UV Radiation’).

3.5.1 Carbon fluxes

The ‘Carbon Group’ addresses processes in the sea that are of relevance to the global marine carbon cycle and therefore also to the concentration of atmospheric carbon dioxide (CO_2). Scientific questions are answered by combining laboratory experiments, field studies and simulations using mathematical models. The following brief discussion of three topics provides an idea of our research.

Given the steady rise in atmospheric CO_2 concentration since the beginning of the industrial revolution, it is of pertinent importance to find natural mechanisms that may counteract this trend. Phytoplankton (microalgae) are the most important fixers of carbon dioxide worldwide. When the organisms degrade, the carbon contained in the organic compounds is remineralised and released in form of CO_2 which again comes into contact with the atmosphere. The project group ‘Carbon Fluxes’ investigates processes which may prevent this release and lead to reduced atmospheric CO_2 concentrations on the time scales of 10 to 1000 years.

Ein Schwerpunkt der Untersuchungen liegt auf dem Schicksal der organischen Ausscheidungsprodukte von Phytoplankton. Mikroalgen scheiden organische Substanzen aus, die besonders reich an Zuckern (Polysacchariden) sind. Einige dieser gelösten Zucker bilden abiotisch gel-ähnliche Partikel, welche erst vor wenigen Jahren entdeckt wurden. Diese Partikel werden TEP (Transparente Exopolymere Partikel) genannt, weil es sich um durchsichtige, partikuläre Polymere handelt, die aus Ausscheidungsprodukten entstehen. Partikuläre Substanzen haben im Meer ein anderes Schicksal als gleichartige gelöste, da letztere nur durch die Wasserbewegung transportiert werden, während Partikel, und besonders TEP, Aggregate bilden, die absinken können.

Werden Zuckerverbindungen im oberen Ozean abgebaut, wird der darin gebundene Kohlenstoff in Form von CO_2 wieder dem Wasser und der Atmosphäre zugeführt. Als Aggregate sinken diese Partikel jedoch in den tiefen Ozean. Kohlendioxid, welches in der Tiefe entsteht, wenn abgesunkene TEP dort abgebaut werden, braucht bis zu 1000 Jahre, bevor es wieder in die Atmosphäre gelangt. Erste Versuche deuten an, dass die TEP-Produktion abhängig von der Kohlendioxidkonzentration ist. Dadurch wird möglicherweise der Transport von organisch gebundenem Kohlenstoff in die Tiefe entsprechend erhöht. Dies ist ein Beispiel für eine Rückkopplung (Feed-back), bei dem das Phytoplankton auf erhöhte Kohlendioxidkonzentrationen in der Atmosphäre mit einer Steigerung des Transportes von Kohlenstoff in die Tiefe reagiert. Die Bedeutung dieses Prozesses für den globalen Kohlenstoffkreislauf ist noch unbekannt.

Einen weiteren Schwerpunkt der Projektgruppe ‚Kohlenstoffflüsse‘ bilden Untersuchungen zu Anpas-

One focus of the investigations is the fate of organic phytoplankton exudates. Microalgae release organic compounds which are especially rich in sugars (polysaccharides). Some of these dissolved sugars form gel-like particles that were discovered only a few years ago. These so-called transparent exopolymer particles (TEP) originate from exudates. Particulate substances in the ocean face a fate different from dissolved substances which go with the flow. Particles and especially TEP form larger aggregates which sink into deeper waters before they are remineralised. The CO_2 released in the deep ocean will be stored for up to 1000 years before the waters (by mixing and transport) will again come into contact with the atmosphere. Recent experiments show that the production of TEP varies with CO_2 concentration. Transport of organic carbon to depth will probably increase with increasing CO_2 concentrations. This is an example of a feed-back where phytoplankton leads to higher export of organic carbon out of the euphotic zone as a response to increasing CO_2 concentrations. The significance of this feed-back for the global carbon cycle is still under discussion.

Investigations on the adaptation of microalgae to changing environmental conditions are another focus of the ‘Carbon Group’. The behaviour of microalgae under different environmental conditions is ruled by a number of coupled chemical transformations inside the algal cell as well as by fluxes of compounds into and out of the cell. The role of certain cell compartments (for example, pyrenoid and girdle lamella) in carbon acquisition is elucidated by numerical simulations using mathematical models which take into account fine structure and physiology of chloroplasts. It was shown that next to the CO_2 fixing

sungen von Mikroalgen an veränderte Umgebungsbedingungen. Das Verhalten von Mikroalgen unter verschiedenen Umgebungsbedingungen wird durch eine Vielzahl miteinander gekoppelter chemischer Stoffumwandlungen innerhalb der Algenzelle sowie durch zahlreiche Stoffflüsse in die Zelle hinein und aus der Zelle heraus bestimmt. Anhand eines mathematischen Modells, das auf der Feinstruktur und der Physiologie von Chloroplasten beruht, konnte die Rolle der einzelnen Kompartimente (z. B. Pyrenoid, Gürtellamelle) des Chloroplasten im Kohlenstoffkreislauf der Algenzelle simuliert werden. Als eine wesentliche Komponente des Kohlenstoffkreislaufs der Algenzelle konnte, neben dem CO_2 fixierenden Enzym Rubisco, die Aktivität des Enzyms Karboanhydrase im Chloroplasten und die Permeabilität des Pyrenoids für CO_2 identifiziert werden. Die Modellergebnisse zeigen auch, dass eine CO_2 -Konzentrierung an Rubisco nicht notwendig mit einer Akkumulation von gelöstem anorganischen Kohlenstoff (DIC) im Chloroplasten verbunden ist. Insgesamt konnten vier Typen von Modell-Chloroplasten gefunden werden, die eine effiziente CO_2 -Fixierung ermöglichen. Alle wichtigen Algenklassen konnten diesen Typen hinsichtlich des Auftretens einer Gürtellamelle, eines Pyrenoids und der Verteilung von Karboanhydrase zugeordnet werden.

Der Zustand des globalen Kohlenstoffkreislaufs in der geologischen Vergangenheit kann mit Hilfe von Proxies (Stellvertreterdaten) aus marinen Sedimenten rekonstruiert werden. So können z. B. Sauerstoffisotope in Kalkschalen von Foraminiferen dazu benutzt werden, die Temperaturen im Paläo-Ozean zu erschließen. In einer theoretischen Arbeit zum Einfluss des Meerwasser-pHs auf Sauerstoffisotope in

enzyme Rubisco, the activity of the enzyme carbonic anhydrase in the chloroplast and the CO_2 permeability of the pyrenoid play an essential role in the carbon acquisition of algae. Model results also demonstrate that a high concentration of CO_2 at the site of Rubisco is not necessarily associated with an accumulation of dissolved inorganic carbon in the chloroplast. Four different types of chloroplasts that allow an efficient CO_2 fixation could be identified. All important algal phyla could be classified according to these four chloroplast types which are characterised by the occurrence of girdle lamella and pyrenoid as well as the distribution of carbonic anhydrase.

The state of the global carbon cycle in the geological past can be reconstructed with the help of proxies archived in marine sediments. Oxygen isotopes in the calcite shells of foraminifera, for example, can be used to infer past temperatures. Theoretical investigations concerning the influence of seawater pH on oxygen isotopes have shown that the commonly derived temperature estimates are too low by 2 - 3.5 °C during times of high atmospheric CO_2 concentrations which in general are connected with low oceanic pH values. Thus, temperature estimates for the geological past could be corrected upward and are now consistent with independent estimates from simulations with climate models. Isotopes are also the focus of a book on 'CO₂ in seawater' written by two members of the 'Carbon Group' and recently published by Elsevier.

Foraminiferen konnte gezeigt werden, dass zu Zeiten hoher Kohlendioxidkonzentration in der Atmosphäre, welche im Allgemeinen mit einem geringen pH-Wert im Ozean verbunden sind (saure Lösung), die Temperaturabschätzungen um ca. 2 - 3,5 °C zu gering ausfallen. Frühere Temperaturabschätzungen für den kreidezeitlichen Ozean konnten somit nach oben korrigiert werden und decken sich nun mit Ergebnissen aus Klimamodellen. Das Thema „Isotopenfraktionierung“ bildet einen Schwerpunkt in dem Buch über Kohlendioxid im Meerwasser, das von zwei Mitgliedern der Projektgruppe fertiggestellt und im Elsevier Verlag veröffentlicht wurde.

3.5.2 Tiefseegradienten

Lange Zeit galt die Tiefsee als monotoner, wüstenähnlicher Lebensraum, in dem aufgrund des hohen hydrostatischen Drucks und des geringen Nahrungseintrags nur wenige Organismen überleben können. Forschungsergebnisse der letzten Jahrzehnte haben jedoch gezeigt, dass in der Tiefsee eine größere Artenvielfalt existiert, als bislang angenommen wurde. Meist handelt es sich dabei um sehr kleine Organismen, die jedoch in relativ hoher Anzahl im Sediment des Meeresbodens leben und maßgeblich am Stoffaustausch und -umsatz beteiligt sind. Bislang fehlen jedoch schlüssige Erklärungen, welche Faktoren für hohe Biodiversität in Tiefseeökosystemen verantwortlich sind. Gelingt es, in einem der ältesten, größten und vom Menschen noch weitgehend unbeeinflussten Ökosystem der Erde Gesetzmäßigkeiten im Zusammenhang von Diversität und der sie bestimmenden Faktoren zu entschlüsseln, können diese Ergebnisse auch auf andere Ökosysteme übertragen werden.

3.5.2 Gradients in the deep-sea

For a long time, the seafloor of the deep sea was considered as a monotonous, desert like environment colonised by only few organisms because of the high hydrostatic pressure and a limited food supply. Recent scientific results led to a shift in the understanding of the deep-sea ecosystem. Especially the sediment-inhabiting fauna was found to be highly diverse, e. g. many more individuals and species were found in quantitative sediment samples, than formerly assumed. The activity of infaunal organisms like bacteria, nematodes, polychaetes and crustaceans is relevant for transformation and exchange processes of organic and other matter. However, there are still gaps in our understanding of factors promoting high biodiversity in the deep sea. Knowledge about the driving forces and basic principles maintaining high biodiversity in one of the oldest and most pristine ecosystems on earth would help to apply these findings to other ecosystems on our planet.

Recent results of the project group from a long-term deep-sea station in the Arctic Ocean indicate that biogenic structures have a significant impact on species composition, activity and biomass of sediment-inhabiting bacteria and nematodes, on small spatial scales. Sessile or motile macrofauna modify and alter the apparently homogeneous sediment surface either by their presence or, in the latter case, by crawling and burrowing through the sediments. This activity does not only create additional spatial heterogeneity in the upper sediment layer but also generates gradients in physical, geochemical and biological parameters. Elucidating the effects of biogenic structures on biodiversity thus means that we have to take samples at small spatial scales. However, in

Aktuelle Ergebnisse der Projektgruppe ‚Tiefseegradienten‘ zeigen für die Tiefsee der Arktis, dass beispielsweise Strukturen, die von größeren Organismen geschaffen werden, einen messbaren Effekt auf die Artenzusammensetzung, Aktivität und Biomasse der im Sediment lebenden Organismen haben. Bislang liegen uns entsprechende Daten zur Aktivität, Abundanz, Biomasse und Diversität für Bakterien und Nematoden vor. Die genannten Strukturen können einerseits festsitzende Organismen selbst sein, andererseits von ihnen am Meeresboden hinterlassene biogene Strukturen, z. B. Kriechspuren, Wohnröhren und Kotschnüre. Das oben angesprochene monotone Erscheinungsbild von Tiefseeböden wird durch diese Art von Strukturbildung relativiert. Eine wichtige Erkenntnis daraus ist, dass bei Untersuchungen zur Biodiversität in der Tiefsee an Probennahmestandorten auf vergleichsweise kleinen räumlichen Skalen gearbeitet werden muss. Zur Beschreibung des Strukturierungsgrades wurden in den letzten Jahren umfangreiche Videoaufzeichnungen erhoben, die mit einem geschleppten Kamerasystem und einem ferngelenkten Unterwasserfahrzeug gewonnen wurden.

Strukturen am Meeresboden führen unweigerlich zu Veränderungen der bodennahen Strömung und beeinflussen so indirekt das Ablagerungsschicksal von partikulärer organischer Substanz. Graduelle Unterschiede in der Nahrungsverfügbarkeit ihrerseits bedingen verschiedenartige Besiedlungsmuster. Zudem ist das Strömungsmilieu dicht über dem Meeresboden entscheidend für den Austausch gelöster Stoffe durch die Sediment-Wasser-Grenzschicht. Im Jahr 2001 wurden daher mit neuentwickelten Messsystemen sowohl die Bodenströmung in Dezimeter-schritten bis einen Meter über dem Boden gemessen

order to transfer the results to larger scales, optical data are analysed to determine how the sediment surface is structured along transects or in larger geographical areas.

Laboratory measurements and field data show that biogenic structures ultimately change the near-bottom current regime which has a direct influence on the amount and quality of settling particles. Gradual differences in organic carbon supply consequently govern differences in the structure and activity of the sediment community. Moreover, the near-bottom current regime is important for the exchange of dissolved material across the sediment-water interface. In 2001, we started to measure both currents close to the seafloor at high resolution (intervals of 10 centimetres) up to one metre above the seafloor as well as the benthic boundary layer at heights up to 2.4 metres above the seafloor. Unexpected steep gradients in oxygen, nitrate and particulate matter were detected. The results are in close agreement with bacterial abundances also determined at the same distances above the seafloor.

Patches of organic carbon deposited at the seafloor have a direct influence on activity, biomass and species composition of the sediment fauna. Reasons for this kind of patchiness in carbon deposition are manifold. One peculiarity of polar regions is the seasonal ice-cover. Marginal ice zones are known to be highly productive areas where intense phytoplankton production takes place. Dead algae sinking out of these blooms may aggregate on their way to the benthos, building up mats of organic material at the seafloor at distinct places. In this context, our observations on benthic foraminifers support the hypothesis that patchy food supply enhances their diversity.

als auch Wasserproben in unterschiedlicher Höhe bis etwa zweieinhalb Meter über Grund gewonnen. Dabei wurden unerwartet steile Gradienten im Sauerstoff-, Nitrat- und Schwefelstoffgehalt gemessen. Diese Ergebnisse korrelieren nach erster Sichtung der Daten ausgezeichnet mit der Anzahl von Bakterien in unterschiedlicher Höhe über dem Meeresboden, die mit dem Bodenwasserschöpfer gewonnen wurden.

Fleckenhaft abgelagertes organisches Material nimmt auch in der Tiefsee unmittelbaren Einfluss auf Aktivität, Biomasse und Artenzusammensetzung betroffener Areale. Die Ursachen für solch unregelmäßige Nahrungszufuhr in die Tiefsee können sehr unterschiedlich sein. In polaren Regionen gelten die Packeisgrenzen als äußerst produktive Regionen. Hier werden kleinste einzellige Algen in riesigen Mengen gebildet, die, nachdem sie abgestorben sind, zum Teil als Matten zum Meeresboden absinken können und dort sehr fleckenhaft als ungewöhnlich große Nahrungsquelle für die dort lebenden Organismen zur Verfügung stehen. Neueste Untersuchung an bodenlebenden Foraminiferen (Kammerlingen) konnten in diesem Zusammenhang die Vermutung untermauern, dass sich durch diesen fleckenhaften Nahrungseintrag die Diversität von sedimentbewohnenden Organismen erhöhen kann.

In seiner stärksten Ausprägung stellt sich ein fleckenhafter Nahrungseintrag in Form verendeter Tiere am Meeresboden dar. Wie oft und in welchem Umfang verwertbares organisches Material in dieser Form in das Tiefseeökosystem transportiert wird, ist bislang unbekannt. Grobe Schätzungen gehen davon aus, dass rund 30 % des Kohlenstoffeintrags in die Tiefsee über verendete Warmblüter, Fische und Wirbellose eingetragen wird. Ein von uns beobachteter

Perished marine organisms entering the benthos are another extreme in terms of patchy food supply. Only rough estimates about the frequency of occurrence and quantity of such food falls exist, indicating that perhaps 30 % of the global carbon transfer into the deep sea constitutes mammalian, fish and invertebrate carcasses. We sampled such a natural food fall in the Molloy Deep, a 5600 metres deep depression in the Fram Strait. There, scavenging lysianassoid amphipod crustaceans were feeding on the carcass of a meso-pelagic deep water shrimp, indicating that this kind of benthic-pelagic coupling is relevant even at great depths.

The effect of food falls are best studied by deploying bait in the deep sea. In our experiments over the past two years, we used free falling lander instruments equipped with baited time-lapse camera, acoustic doppler current profiler and a scanning sonar system. The analysis of photographs and sonar data supported earlier findings that only a few kilograms of dead fish attract several hundreds up to thousands of scavengers within a few hours. A remarkable new result is that large amphipod individuals with total length of 10 centimetres not only appear first but already leave the food fall four hours later, leaving the remains for few and smaller relatives to feed on for another 20 hours. These results serve as another good example for the high dynamics of important processes in the deep sea.

und beprobter Fund einer verendeten und von aasfressenden Krebsen aufgezehrten Tiefseegarnele im Molloy Deep, einer tiefen Senke in der Framstraße zwischen Grönland und Spitzbergen, zeigt, dass derartige Prozesse selbst in über 5500 Meter Tiefe von Bedeutung sind.

Die Auswirkungen dieser so genannten „food falls“ lassen sich besonders gut studieren, da sie durch das Ausbringen von Ködern simuliert und beprobt werden können. Bei solchen Experimenten haben wir in den letzten Jahren frei zum Meeresboden fallende Geräte eingesetzt, die sowohl Köderorganismen als auch Zeitrafferkamera, Strömungsmesser, akustische Messgeräte und Reusen zum Fang der durch den Ködergeruch angelockten Tiere aufnehmen. Die Auswertung der Zeitrafferfotos und der Daten eines Sonarsystems ergab, dass bereits wenige Kilogramm von Köderfischen mehrere hundert bis über tausend Krebse anlockt, die von dieser Form des Nahrungseintrags abhängen. Besonders interessant ist, dass erste Auswertungen ergeben haben, dass bereits nach rund vier Stunden die meisten Krebse die Nahrungsquelle wieder verlassen. Dies zeigt, von welcher Dynamik bestimmte Prozesse in der Tiefsee sein können.

3.5.3 Solare UV-Strahlung

Die wesentlichen Ziele der Arbeiten der Projektgruppe ‚Solare UV-Strahlung‘ sind die Erforschung des stratosphärischen Ozonabbaus, die Bestimmung der daraus resultierenden Zunahme der solaren UV-B-Strahlung, die Berechnung des Strahlungstransfers in der Atmosphäre und die Untersuchung der Wirkung der UV-Strahlung auf die marine Biosphäre, beginnend von der Ebene der Zelle über die Ebenen des Orga-

3.5.3 Solar UV radiation

The ‘Solar radiation’ project group does research on the destruction of the stratospheric ozone layer, the increase in solar UV-B radiation and its penetration through the atmosphere as well as on the effects of UV radiation in the marine biosphere. Studies range from the cellular level to those on entire organisms, the community and eventually the ecosystem (fig. 7). They also comprise the effects on humans.

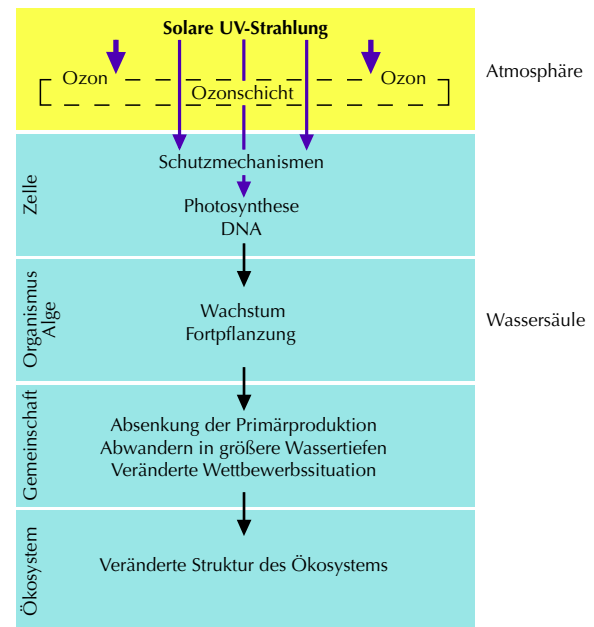


Abb. 7: Untersuchungsgebiete der Projektgruppe ‚Solare UV-Strahlung‘.

Fig. 7: Study sites of the Solar UV project group.

nismus und der Gemeinschaft bis auf Teilökosysteme (Abb. 7), sowie die Wirkung auf den Menschen.

Zunächst wurden die am AWI entwickelten UV-B-Messgeräte für das UV-A erweitert, so dass mit den modifizierten Spektralradiometern der gesamte UV-Spektralbereich (280 – 400 Nanometer) erfasst werden kann. In grundlegenden Untersuchungen wurde dann die UV-Strahlung an der Koldewey-Station auf Spitzbergen an der Erdoberfläche und in der Wassersäule des Königsfjords gemessen und mit stratosphärischen Ozonsäulen korreliert, die mit Hilfe von Ozonsonden und Satellitenmessungen ermittelt wurden. Der aus diesen Ozondaten berechnete Ozonindex zeigt deutlich die Abhängigkeit der UV-B-Strahlung von der stratosphärischen Ozonkonzentration. Das Unterwasserstrahlungsregime hängt darüber hinaus, abgesehen von den allgemeinen Wetterbedingungen, von der Durchlässigkeit des Wassers für UV-Strahlung ab. Im Frühjahr, wenn das Wasser besonders klar ist, kann die schädliche UV-Strahlung bis in 6 Meter Wassertiefe eindringen. Im Sommer hingegen, wenn Schmelzwässer und Planktonblüten das Wasser trüben, wird die UV-B-Strahlung schon in den oberen Metern so stark abgeschwächt, dass Organismen in tieferen Wasserschichten vor ihren schädlichen Wirkungen geschützt sind. Gefährdet sind also besonders die Organismen, die sich gerade im Frühjahr fortpflanzen oder ihre Hauptwachstumsperiode haben, sowie Flachwasserarten und Arten der Gezeitenzone, die den ganzen Sommer, d. h. den ganzen Polartag, der UV-Strahlung ausgesetzt sind.

Welche Schäden ruft die UV-Strahlung in Küstergroßalgen hervor? Einmal sind die an der Photosynthese beteiligten Proteine, wie zum Beispiel ein Protein im Reaktionszentrum des Photosystems II,

Instruments developed at the AWI to measure UV-A, were modified to measure the entire UV spectral range (from 280 – 400 nanometres). Basic experiments on UV radiation were performed in Kingsfjord near Koldewey Station (Spitsbergen). Measurements were taken both on land and in the water column. These results were then correlated with levels of stratospheric ozone that were measured using stratospheric ozone probes and satellites. The ozone index was calculated from this data and clearly shows the dependency of UV-B radiation on stratospheric ozone concentration. In the underwater realm, radiation conditions are also dependant on general weather conditions, and the permeability of the water to UV radiation. In spring, when the water is particularly clear, damaging UV radiation penetrates down to 6 metres depth. In summer, however, when meltwater and plankton blooms are present in the surface waters, the water turbidity increases and UV radiation is attenuated in these upper layers. Thus, organisms found deeper in the water column are protected from potentially harmful effects of UVR. Reproducing organisms or those that have their main growth phase during spring, when the water is at its clearest, are particularly susceptible to damage. Intertidal species are also in danger, as they are either fully exposed, or occur in shallow water during the entire summer (i. e. the whole polar day).

How does UV radiation damage macroalgae? Proteins involved in photosynthesis, such as those found in the reaction centre of photo system II, are primarily targeted. It was shown for the first time that the carbon dioxide fixing enzyme (Rubisco) is also heavily damaged by UV radiation. In general, UV sensitivity of photosynthesis is reflected in the depth distri-

besonders betroffen. Erstmals konnte nachgewiesen werden, dass auch das Kohlendioxid fixierende Enzym (Rubisco) durch UV-Strahlung stark geschädigt wird. Die UV-Empfindlichkeit der Photosynthese spiegelt das Tiefenvorkommen an der Küste wider. Tiefenalgen sind besonders empfindlich, während Gezeitenalgen deutlich robuster sind. Eine Ursache für die unterschiedliche Empfindlichkeit der einzelnen Arten liegt wohl in der unterschiedlichen Fähigkeit zur Ausbildung von UV-Schutzpigmenten. Rotalgen können UV-absorbierende Substanzen ausbilden, deren Bildung durch UV-A- und UV-B-Strahlung, aber auch durch sichtbares Licht induziert wird. Dies konnte nun auch für antarktische Arten nachgewiesen werden. Die Balance zwischen schädigenden Effekten und den UV-Schutzmechanismen zeigt sich auf der Ebene des Organismus. Während das Wachstum und die Fortpflanzungsfähigkeit von bestimmten Gezeitenalgen nur wenig beeinträchtigt sind, reagieren Arten aus den oberen Wasserschichten bereits deutlich mit niedrigeren Wachstumsraten und einer verminderten Fortpflanzungsfähigkeit auf erhöhte UV-Strahlung. In Zukunft sollen auch Untersuchungen an mit Algen assoziierten Tieren durchgeführt werden, um damit Basisdaten für die Vorhersage der zukünftigen Entwicklung von Gemeinschaften und Teilökosystemen zu liefern.

An der Koldewey-Station auf Spitzbergen und an der Neumayer-Station in der Antarktis wurde mit Personendosimetern die UV-B-Strahlungsbelastung, denen Wissenschaftler bei den Arbeiten an diesen Stationen ausgesetzt sind, erfasst. Dabei ergab sich im Durchschnitt eine personenbezogene Dosis in Höhe von 10 bis 25 % der vor Ort gemessenen globalen UV-B-Belastung.

bution of algal species on the shore. Subtidal algae are particularly sensitive to UVR, whilst many intertidal species are clearly more resistant. A reason for the differences in sensitivity between species is probably related to the ability of algae to produce UV protective substances. Red algae have the ability to produce UV absorbing compounds. Their production is induced both by UV-A and UV-B radiation as well as visible light. This has also been demonstrated for Antarctic species. The balance between damaging effects and UV protective mechanisms is seen at the level of the organism. Growth and reproductive capability of intertidal algae found higher on the shore are less impaired than in those found lower on the shore. When exposed to increased levels of UV radiation, species growing lower in the intertidal have a decreased growth rate and reduced reproductive capability. Studies are planned to investigate the animals associated with the algae, in order to predict the overall health of communities and ecosystems in the future.

Scientists working at both the Koldewey Station on Spitsbergen and Neumayer Station in Antarctica wore personal UV dose-meters in order to measure exposure to UV-B radiation at these sites. Results showed that the average personal dose received was 10 – 25 % of the radiation measured at each site.