

010

What influence does mankind have on planet Earth?

Wie können wir Naturkatastrophen besser vorhersagen?

How can we preserve the earth's protective systems?

What keeps eco-systems in balance?

Wie können wir die Schutzsysteme der Erde erhalten?

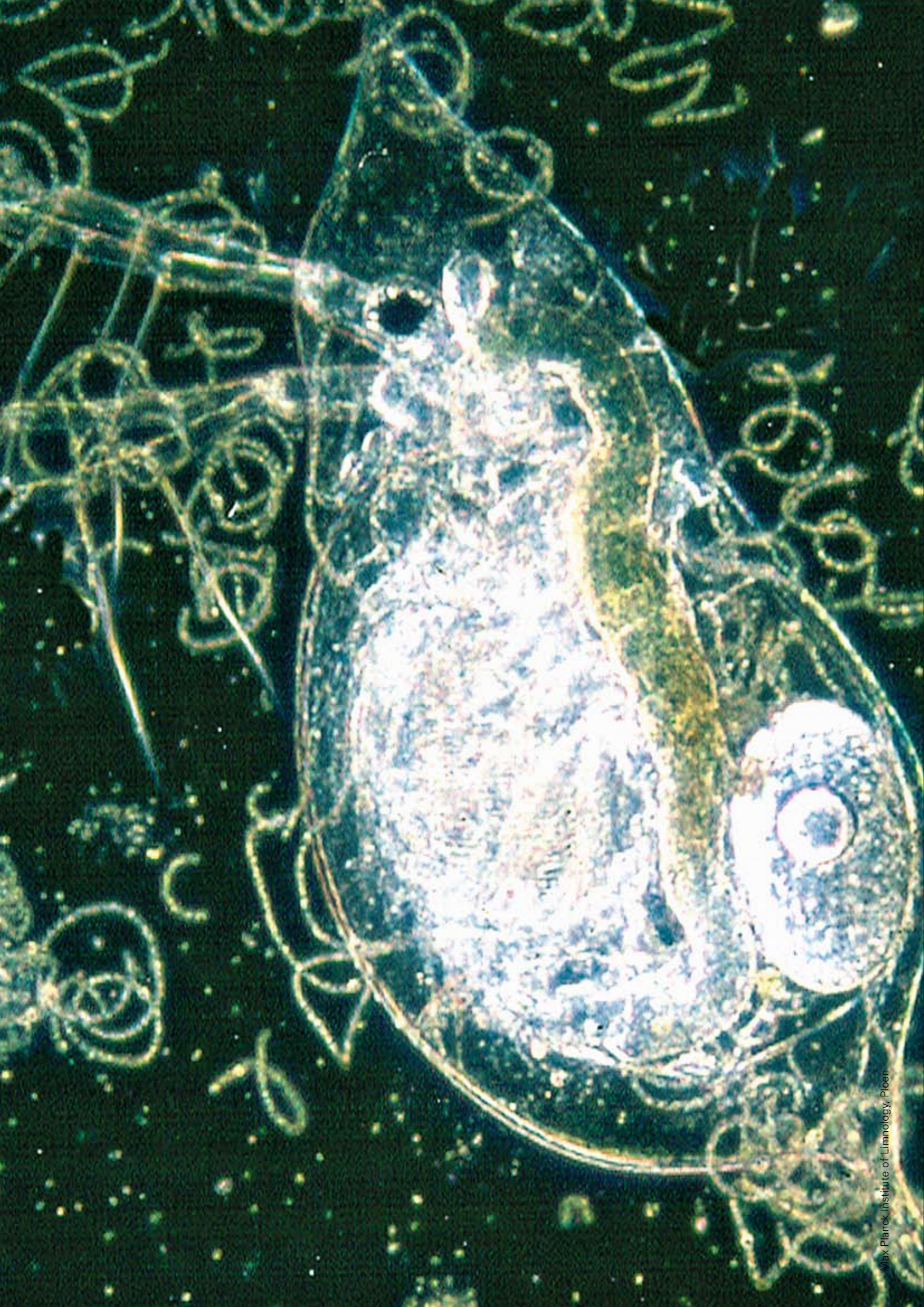
How do organisms communicate?

Wie sprechen Organismen miteinander?

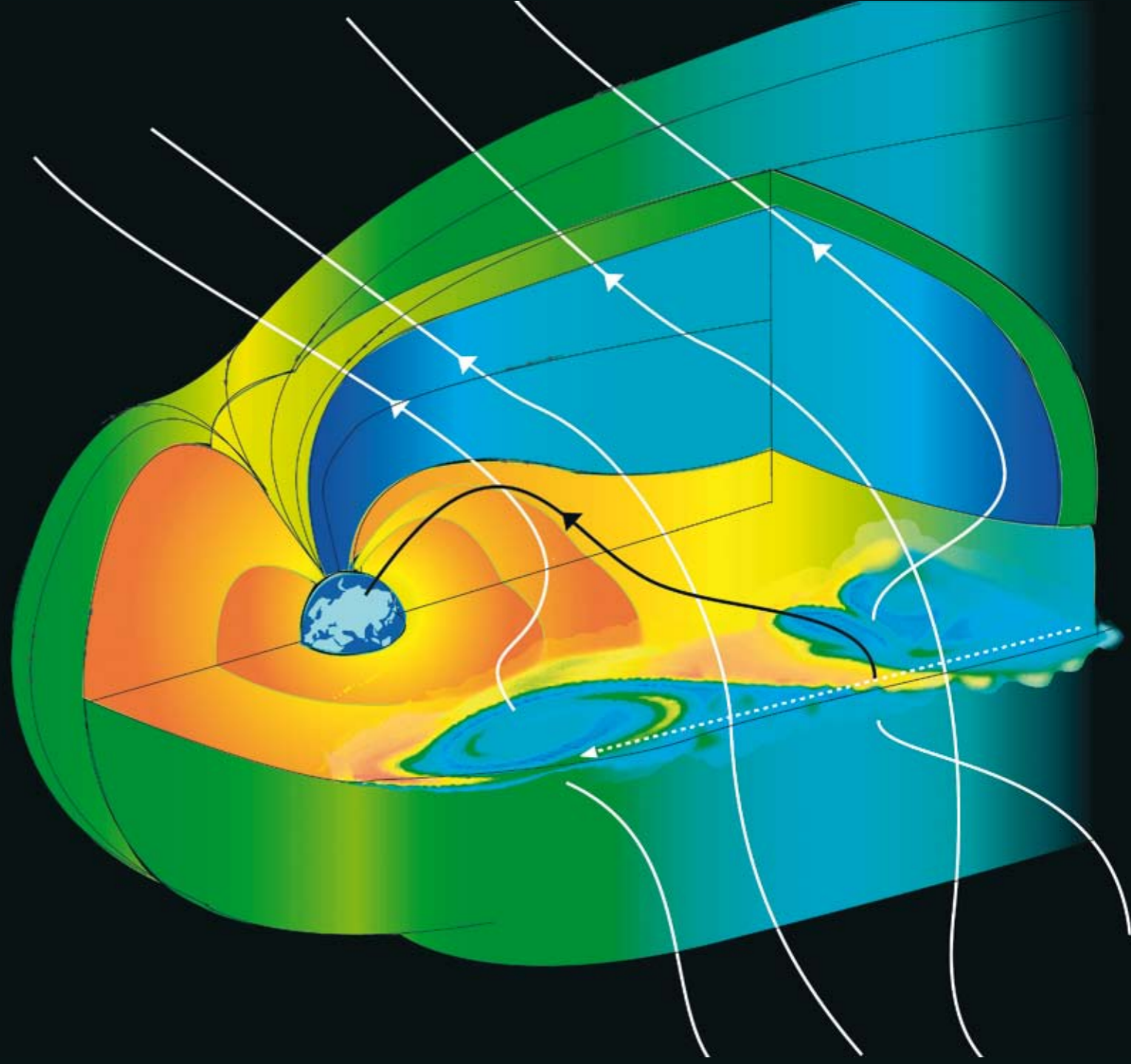
How can we better predict natural disasters?

Was hält Ökosysteme im Gleichgewicht?

Welchen Einfluss hat der Mensch auf das Verhalten des Planeten Erde?



Max Planck Institute of Limnology, Ploen



ESA



GLOBAL CYCLES

Weather? Don't think about the weather. Think about the climate. Climate is the average weather over a long period of time. It is determined by the amount of solar radiation that reaches the Earth and the amount of heat that is lost to space. The greenhouse effect is the process by which the Earth's atmosphere traps heat, keeping the planet warm enough to support life. Without the greenhouse effect, the Earth would be too cold to support life.

Photosynthesis is the process by which plants use sunlight to produce energy. It is the basis of most life on Earth. Plants take in carbon dioxide from the air and release oxygen. This process is essential for the survival of most organisms.

THE GLOBAL CYCLE OF CARBON IS IN BALANCE
Plants take 120 billion tonnes of carbon from the air each year.
Animals and humans take 60 billion tonnes of carbon from the air each year.
Plants and animals release 60 billion tonnes of carbon into the air each year.
Plants and animals release 60 billion tonnes of carbon into the air each year.

化学生态学

Leben auf der Erde wird erst durch das komplexe Miteinander von Landökosystemen, Ozeanen, Atmosphäre und der zwischen ihnen zirkulierenden Stoffe möglich. Kleine Veränderungen können große Wirkungen haben. Deshalb suchen Wissenschaftler nach einem ganzheitlichen Verständnis der Erde, das ihre langfristige Geschichte und mögliche Gefahren, wie einen schnellen Klimawandel oder zurückgehende biologische Vielfalt, einschließt. Hierzu kommen Messungen am Boden und aus der Luft, Satelliten-Fernerkundung sowie Computermodelle zum Einsatz.

Mikroorganismen sind allgegenwärtig und erhalten – mit Pflanzen, Tieren und Menschen – die Biosphäre aufrecht. Sie kontrollieren die Zirkulation der wichtigsten Grundstoffe des Lebens – Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Phosphor, Schwefel, Eisen, Mangan und Wasser. Ihre Erforschung ist notwendig für verlässliche Erdmodelle. Zudem enthalten sie oft interessante Enzyme und Stoffwechselprodukte.

Auch die Erde selbst ist sehr aktiv – wie Erdbeben und Vulkanausbrüche zeigen. Daher richten Forscher ihren Blick ins Erdinnere, wo ein gigantischer Dynamo jenen unsichtbaren Schild erzeugt, der uns auf der Erde vor tödlichen Strahlen aus dem All schützt. Auch die Umwelt der Erde im All wollen die Wissenschaftler ergründen, denn das Sonnenwetter kann ernste Konsequenzen für unser tägliches Leben haben. Erst wenn wir das komplexe Zusammenspiel all dieser Komponenten verstehen, können wir zu einer nachhaltigen Nutzung der Ressourcen der Erde gelangen. Viele Fragen sind offen: Welche Regionen und Komponenten reagieren besonders empfindlich auf Veränderungen? Wo liegen Schwellenwerte, bei deren Überschreiten abrupte Veränderungen auf der Erde eintreten? Und: Wie groß ist der Einfluss des Menschen? Gibt es Möglichkeiten, das Verhalten der Erde langfristig zu steuern?

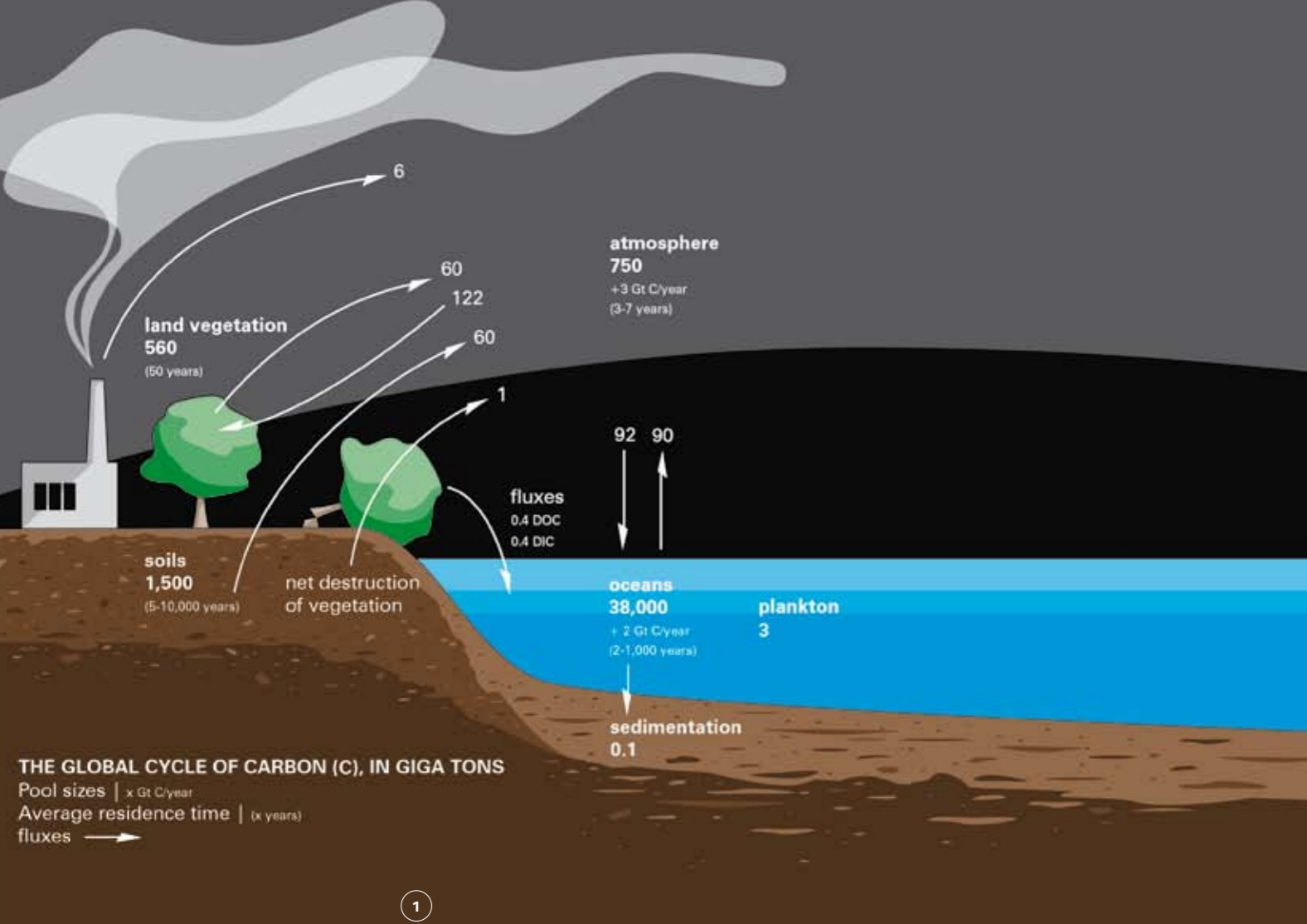
Life on earth is only possible because of the complex coexistence among land ecosystems, oceans, atmosphere and the substances that circulate among them. Small changes can have far-reaching effects. This is why scientists are looking for a unified understanding of the earth that includes its long-term history and possible risks, such as a rapid climate change or declining biological diversity. To this purpose, scientists take measurements on the ground and from the air, use satellites for remote sensing, and develop computer models.

Microorganisms are ubiquitous and, like plants, animals and people, sustain the biosphere. They control the circulation of life's most important raw materials – carbon, nitrogen, oxygen, phosphorous, sulfur, iron, manganese and water. Research into microorganisms is necessary for reliable earth models. Moreover, they often contain interesting enzymes and metabolic products.

The earth itself is also very active, as revealed by earthquakes and volcanic eruptions. This is why researchers are looking at the earth's interior, where a gigantic dynamo generates an invisible shield that protects us on earth from deadly radiation from space. Scientists also want to explore earth's surroundings in space, as solar weather can have serious consequences on our daily lives. Only when we understand the complex interaction of all of these components can we achieve sustainable use of the earth's resources. There are many open questions. Which regions and components are particularly sensitive to changes? What are the thresholds that, if exceeded, can result in abrupt changes on earth? And just how much influence does mankind have? Are there possibilities for long-term control of the earth's behavior?

Once a year around the sun Did you know that the earth races around the sun at a speed of 107,280 kilometers per hour? This is 29.8 kilometers per second! Our planet orbits around the central star at an average distance of 149 million kilometers, and covers 940 million kilometers in a year. Even without people, the earth is richly populated: two million species have been recorded, but estimates reveal that there are possibly 15 to 50 million species. Particularly with regard to microorganisms, it is suspected that less than one percent are known. About 100 million bacteria inhabit our mouth cavity alone; 70 trillion aid digestion in our colon. Therefore, around 90 percent of the cells in our body are not human, but microorganisms.

Einmal im Jahr um die Sonne Ist Ihnen bewusst, dass die Erde mit einer Geschwindigkeit von 107.280 Kilometern pro Stunde um die Sonne rast? Das sind 29,8 Kilometer in der Sekunde! Sie kreist in einem mittleren Abstand von 149 Millionen Kilometern um das Zentralgestirn und legt in einem Jahr 940 Millionen Kilometer zurück. Auch ohne uns ist die Erde reichlich bevölkert: Zwei Millionen Arten sind beschrieben, doch man rechnet mit 15 bis womöglich 50 Millionen Arten. Vor allem unter den Mikroorganismen ist mutmaßlich weniger als ein Prozent bekannt. Etwa 100 Millionen Bakterien besiedeln allein unsere Mundhöhle, 70 Billionen unterstützen im Dickdarm die Verdauung. Deshalb liegt der Anteil von Zellen in unserem Körper, die nicht menschlich sind, sondern Mikroorganismen, bei etwa 90 Prozent.



1

2

3

4



GLOBAL CYCLES

Globale Kreisläufe

1 3 4

Sensitive Carbon Cycle Carbon is not only found in the air. This greenhouse gas can also collect – and originate – in the ocean, ground and plants. Scientists continue to make surprising discoveries: due to global warming, stable carbon in the ground can quickly end up in the atmosphere. Moreover, microorganisms in ocean reefs feed on methane, a carbon-based greenhouse gas.

Sensibler Kohlenstoffkreislauf Kohlendioxid liegt nicht nur in der Luft. Auch im Meer, im Boden und in Pflanzen kann sich das Treibhausgas niederschlagen – oder entstehen. Dabei machen die Forscher immer wieder erstaunliche Entdeckungen: Durch die Erderwärmung kann auch stabil im Boden gebundener Kohlenstoff rasch in die Atmosphäre gelangen. Und: Mikroorganismen in den Riffen der Meere ernähren sich vom kohlenstoffhaltigen Treibhausgas Methan.

Max Planck Institute for Biogeochemistry, Jena
Max Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen

2

Smoking Rain Clouds Over the Amazon Extensive areas of the Amazon basin are subject to slash-and-burn practices every year during the dry season, especially during the months of September and October, leaving the area covered in thick smoke. An international research team, headed by the Max Planck Institute for Chemistry in Mainz, has now demonstrated that these fires have a much greater impact on weather and climate than previously thought.

Rauchende Regenwolken über dem Amazonas Großflächige Brandrodungen überziehen das Amazonasbecken jedes Jahr während der Trockenzeit, insbesondere in den Monaten September und Oktober, mit dichtem Rauch. Ein internationales Forschungsprojekt unter Leitung des Max-Planck-Instituts für Chemie in Mainz zeigt nun, dass diese Brände weit größere Auswirkungen auf Wetter und Klima haben als bisher bekannt.

Max Planck Institute for Chemistry, Mainz



①

Discovery of Reefs Made of Bacteria

Scientists of the Max Planck Institute of Marine Microbiology have discovered methane-eating bacteria. The symbiosis of different cell types, bacteria and archaea is living proof that organic material can occur on earth even without oxygen and plant biomass. The micro-organisms, one-thousandth of a millimeter in size, convert huge quantities of methane to carbon dioxide (CO₂). In the process they build meter-high reefs of calcium carbonate. Now the task will be to investigate the physiology, metabolism and genetics of these methane munchers.

Riffe aus Bakterien entdeckt Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für marine Mikrobiologie entdeckten methan-fressende Bakterien. Die Symbiose aus unterschiedlichen Zelltypen, Bakterien und Archaea ist der lebende Beweis, dass organische Materie auf der Erde auch ohne Sauerstoff und pflanzliche Biomasse entstanden sein kann. Die ein Tausendstel Millimeter kleinen Mikroorganismen veratmen enorme Mengen von Methan zu CO₂. Dabei bauen sie meterhohe Riffe aus Kalziumkarbonat auf. Jetzt gilt es, Physiologie, Stoffwechsel und Genetik dieser Methanfresser zu untersuchen.

Max Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen

Weltweite Kohlenstoff-Zirkulation Nur etwa 40 Prozent des vom Menschen emittierten Kohlendioxids finden sich in der Atmosphäre, der Rest wird durch Ozeane und Landbiosphäre aufgenommen. Bei steigenden Emissionen ist zu erwarten, dass sich deren Speicherkapazität jedoch verringern wird. Quantitativ lassen sich diese Effekte mithilfe von Klimamodellen abschätzen, die den globalen Kohlenstoffkreislauf als interaktive Komponente mit einbeziehen. Hierzu müssen chemische und biologische Prozesse in den Ozeanen und in der Vegetation sowie Wechselwirkungen mit dem Wasserkreislauf berücksichtigt werden.

Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg

②

Global Carbon Circulation Only around 40 per cent of the carbon dioxide emitted by humans stays in the atmosphere, while the remainder is absorbed by oceans and land biospheres. As emissions increase however, their storage capacity is expected to decrease. These effects can be quantitatively estimated using climate models, which incorporate global carbon circulation as an interactive component. It will be necessary to examine chemical and biological processes in the oceans and in vegetation, as well as interaction with the hydrological cycle.

ECOSYSTEMS AND BIOLOGICAL DIVERSITY

ÖKOSYSTEME UND BIOLOGISCHE VIELFALT

1

Giant Fresh Water Bacteria As residents of the sediment in freshwater lakes, *Achromatium* bacteria can be found all over the world. Nevertheless, we know very little about them since they cannot be cultivated outside their natural habitat. As a result, scientists are trying to study their adaptability and functions within the bacteria's natural ecosystems.

Riesenbakterien im Süßwasser Der natürliche Lebensraum von *Achromatium*-Bakterien ist der Grund von Süßwasserseen – überall auf der Welt kann man sie dort finden. Trotzdem ist noch wenig über sie bekannt, da sie außerhalb ihrer natürlichen Umgebung nicht zum Wachsen gebracht werden können. Die Forschung versucht deshalb, ihre Anpassungsfähigkeiten und Funktionen in natürlichen Ökosystemen zu untersuchen.

Max Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen

2

The World's Largest Bacterium A colossus among bacteria, *Thiomargarita namibiensis* can be seen with the naked eye. Up to 0.75 millimeters in diameter, these spherical bacteria live in sediment off the coast of Walvis Bay in Namibia, which is so rich in hydrogen sulphide that it is toxic for most animals.

Das größte Bakterium der Welt Die Riesenbakterien mit dem Namen *Thiomargarita namibiensis* sind bereits mit dem bloßen Auge zu erkennen. Die kugelförmigen Zellen können bis zu 0,75 Millimeter Durchmesser erreichen und haben im küstennahen Sediment vor Walvis Bay, Namibia, ihre ökologische Nische, da sie sich in dieser für viele Tierarten wegen des Schwefelwasserstoffs giftigen Umgebung behaupten können.

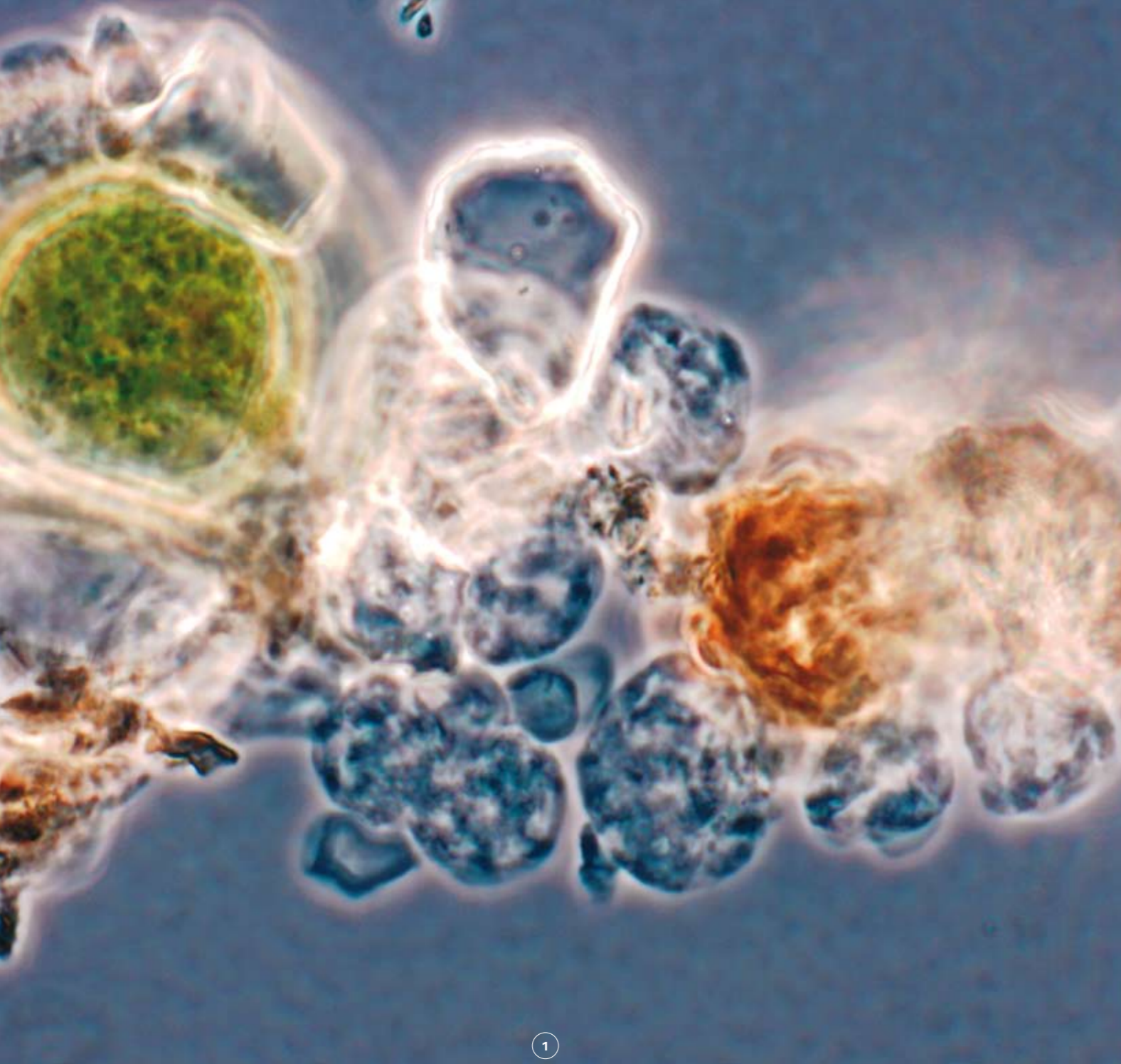
Max Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen

3

Nutrient Recycling in Coral Reefs Thanks to their great diversity of species, coral reefs off subtropical and tropical coasts rank among the most spectacular of all ocean habitats. Unfortunately, they are highly threatened by ocean pollution and climatic changes. Rapid demise of coral reef systems has been noted throughout the world, making it more important than ever before to understand the mechanisms that control growth and substance cycles in coral reefs. Max Planck researchers have now determined the role of mucus in coral reefs. In an effort to protect themselves from drying out, and to fight against organic overgrowth, coral reefs secrete large quantities of mucus. Animals and microorganisms in reef lagoons consume this mucus, releasing important nutrients through their metabolism. In this way, vital nutrients are retained in the reef and the food supply is expanded accordingly.

Nährstoff-Recycling im Riff Die Korallenriffe der subtropischen und tropischen Küsten gehören, dank ihrer großen Artenvielfalt, zu den spektakulärsten Lebensräumen der Ozeane. Doch sie sind durch Meeresverschmutzung und Klimaveränderungen stark bedroht. Weltweit wird ein schnelles Absterben der Riffsysteme beobachtet, sodass ein Verständnis der Mechanismen, die Wachstum und Stoffkreislauf im Riff steuern, heute wichtiger ist denn je. Max-Planck-Forscher haben jetzt die Rolle jenes organischen Materials aufgeklärt, das Korallen in riesigen Mengen absondern, um sich vor Austrocknung und Bewuchs zu schützen: Tiere und Mikroorganismen der Rifflagune fressen diese Schleimaggregate und setzen bei ihrem Stoffwechsel wiederum wichtige Nährstoffe frei. So wird lebensnotwendige Nahrung im Riff zurückgehalten und das Nahrungsangebot erweitert.

Max Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen

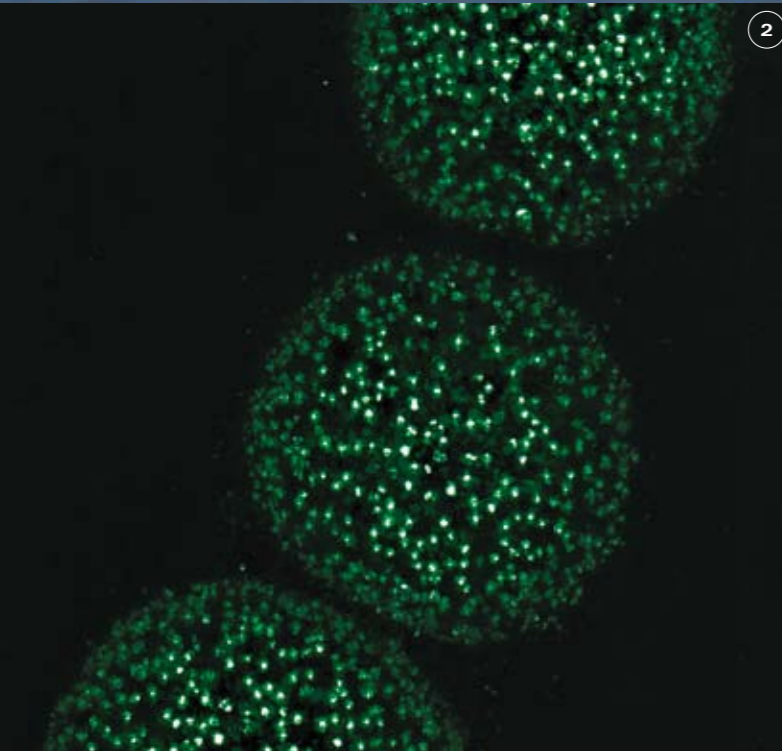


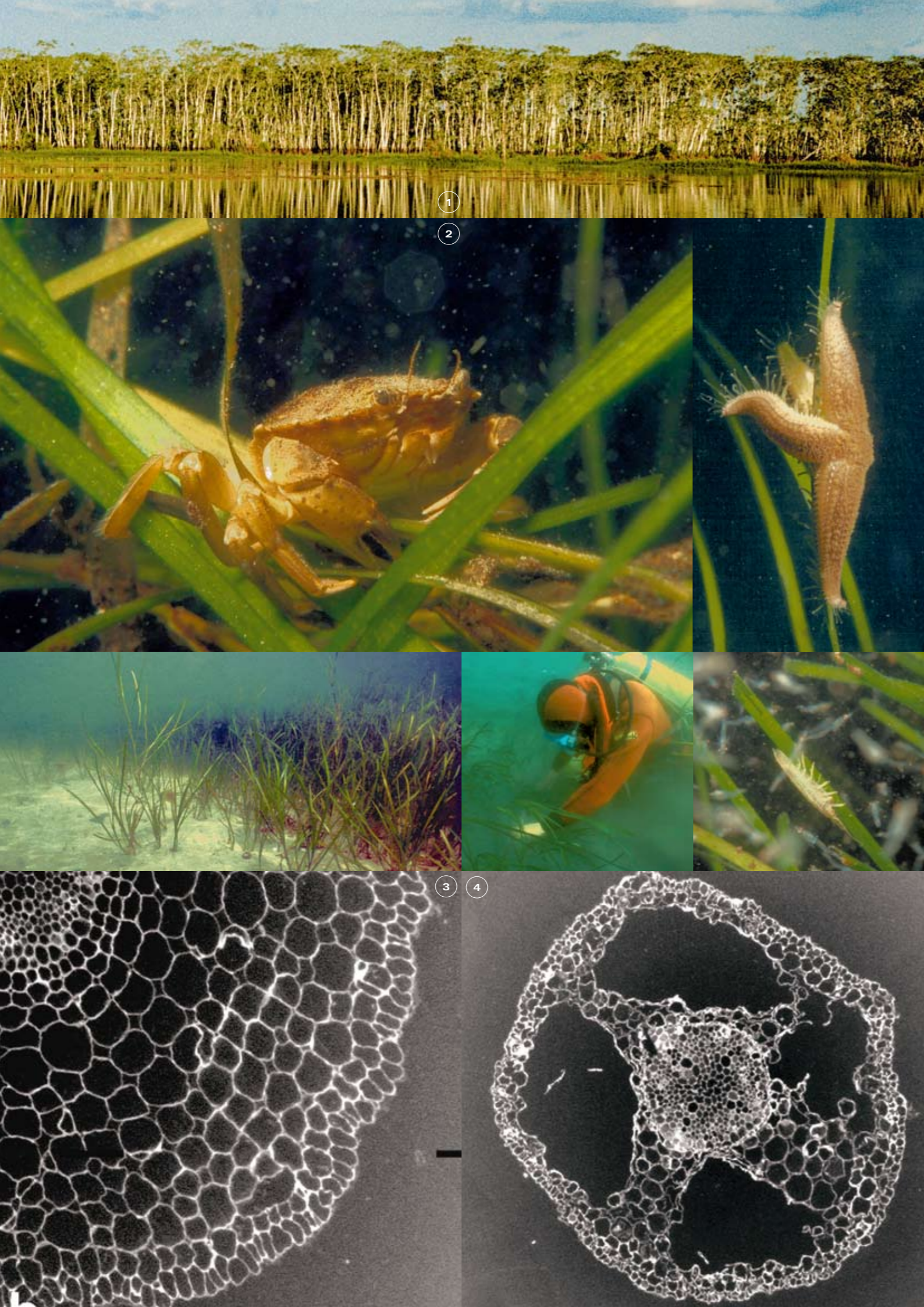
1

2



3





1 3 4

How Trees Keep From Drowning All plants in the flooded forests of the central Amazon are subject to up to ten months of flooding every year. Scientists suspect that the large diversity of species in these forests is due to a great number of different adaptation strategies, which the plants have developed in order to withstand the unfavorable growing conditions. An important strategy for dealing with the lack of oxygen in the flooded terrain – a technique also known to be used by other woody and grassy plants – is to develop adventitious roots with aerenchyma cells, air channels that improve the transport of oxygen within a plant.

Wie sich Bäume gegen das Ertrinken wehren Alle Pflanzen in den Überschwemmungswäldern am zentralen Amazonas sind Überflutungsphasen von bis zu 10 Monaten ausgesetzt. Wissenschaftler vermuten, dass die hohe Artenvielfalt der Wälder auf eine große Zahl verschiedener Anpassungsstrategien zurückzuführen ist, die sie gegen diese ungünstigen Wachstumsbedingungen entwickelt haben. Eine wichtige Strategie, dem Sauerstoffmangel in überfluteten Böden zu begegnen, ist die auch von anderen verholzenden und krautigen Arten bekannte Entwicklung von Adventivwurzeln mit Aerenchymzellen (also Luftkanälen), die den internen Sauerstofftransport der Pflanze verbessern.

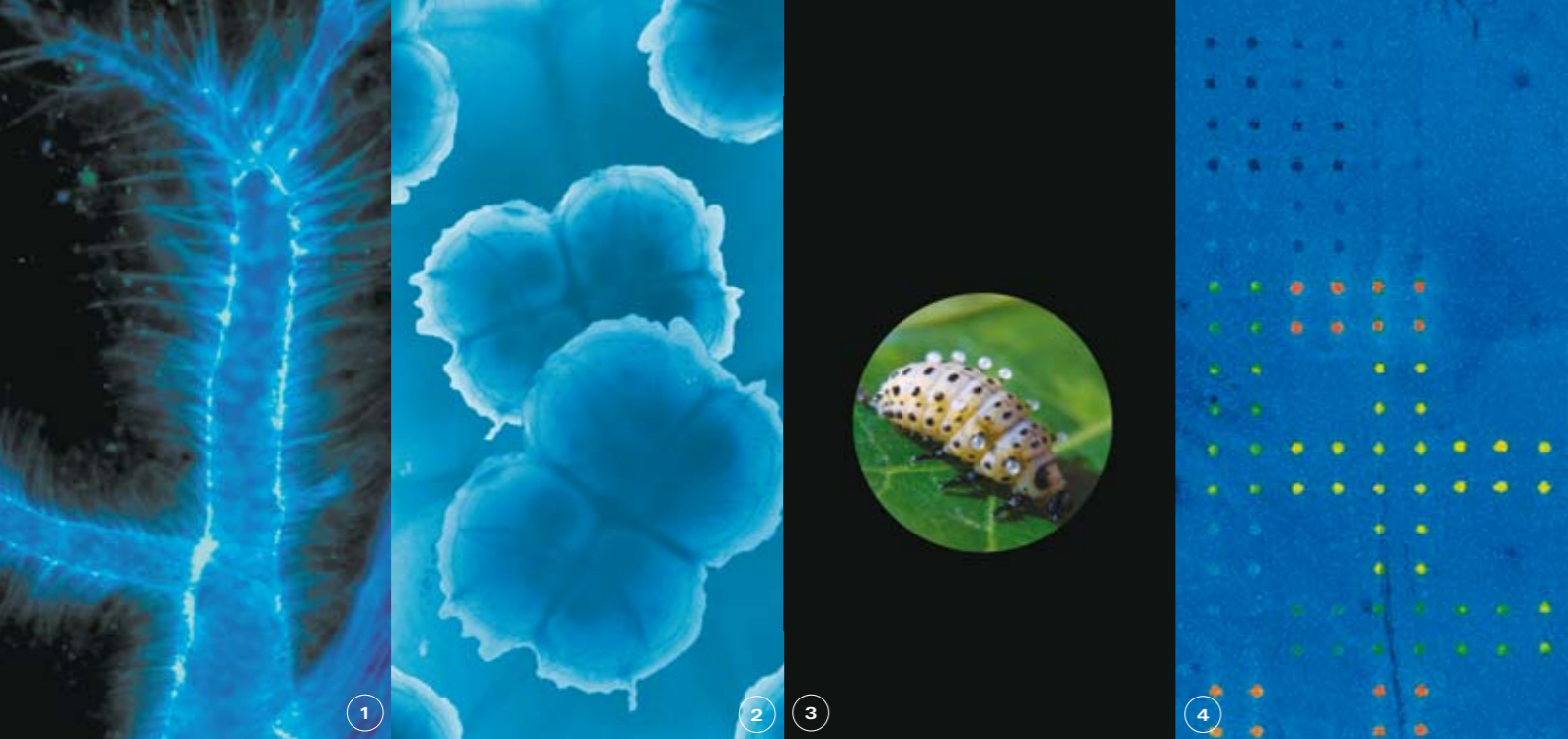
Max Planck Institute of Limnology, Ploen

2

Genetic Diversity Despite Global Climatic Changes Today's climatic changes are not only reflected in the rise in average temperature throughout the world, but also in an increase in the number of extreme events, such as heat waves, storms and flooding. Scientists have shown that genetic diversity can increase the resistance of plant communities to global warming. In the seagrass meadows of the Baltic Sea, genetically diverse areas of the meadow were able to recover much faster from a heat wave than genetically similar areas, with the diverse areas ultimately exhibiting greater biomass and plant density.

Genetische Vielfalt trotz dem globalen Klimawandel Der heutige Klimawandel wird nicht nur spürbar durch den Anstieg der mittleren globalen Temperatur, sondern auch durch eine Häufung von Extremereignissen wie Hitzewellen, Stürmen und Überflutungen. Wissenschaftler konnten zeigen, dass genetische Vielfalt die Widerstandsfähigkeit von Lebensgemeinschaften gegenüber globaler Erwärmung erhöhen kann. In Seegrasswiesen der Ostsee erholten sich genetisch vielfältige Wiesenabschnitte von einer Hitzeperiode deutlich schneller als genetisch gleichförmigere und wiesen am Ende mehr Biomasse und Pflanzendichte auf.

Max Planck Institute of Limnology, Ploen
Leibniz Institute for Marine Sciences, Kiel



1

2

3

5

4



①

Effective Food Utilizer Rose chafer larvae live in the soil and feed on humus, a substance that is difficult to digest. Microorganisms that live in small tree-like protuberances on the insect's rectum assist the larvae in digestion.

Gute Futterverwerter Rosenkäferlarven leben im Boden und ernähren sich von Humus, einer schwer verdaulichen Substanz. Dabei werden sie von Mikroorganismen unterstützt, die sich auf den bäumchenartigen Ausstülpungen des Enddarms der Insekten ausbreiten.

Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology, Marburg

②

Conan, the Bacterium *Deinococcus radiodurans* bacteria are not only able to survive extremely long dry spells, they can also withstand a dose of radioactivity that is 1,500 times greater than a dose that would be lethal to a human being. In achieving this, the bacterium employs all known survival mechanisms, making it an interesting object of research.

Conan, das Bakterium Die Bakterienart *D. radiodurans* überlebt nicht nur extreme Trockenperioden. Sie trotzt auch dem bis zu 1.500fachen der für Menschen tödlichen Dosis an radioaktiver Strahlung. Das Bakterium nutzt alle bekannten Überlebensmechanismen, was es zu einem interessanten Forschungsobjekt macht.

Max Planck Research Unit for Structural Molecular Biology at DESY, Hamburg

③

Leaf Beetle's Flexible Chemical Defense Many insects use toxins or toxin precursors from food plants, which they transform into toxic compounds by way of special defense glands, to protect themselves from predators. In case of danger, the insect secretes the toxic substance to ward off attackers.

Flexible chemische Abwehr bei Blattkäfern Viele Insekten nutzen für ihre eigene Abwehr von Fraßfeinden Gifte oder Giftvorstufen aus Nahrungspflanzen, die sie dann in speziellen Wehrdrüsen zu toxischen Verbindungen umwandeln. Bei Gefahr lässt das Insekt das giftige Sekret hervortreten und schreckt Angreifer damit ab.

Max Planck Institute for Chemical Ecology, Jena
Free University of Brussels, Belgium

④

Complex Bacterium Communities Owing to the enormous diversity of microorganisms and the complexity of their interactions, microbial ecology relies heavily on molecular genetic analysis. Thanks to new DNA microarray technologies, ecosystem samples can now be examined for the presence of a large number of different microorganisms at the same time.

Komplexe Bakteriengemeinschaften Aufgrund der enormen Vielfalt der Mikroorganismen und der Komplexität ihrer natürlichen Lebensgemeinschaften besteht in der mikrobiellen Ökologie ein hoher Bedarf an molekulargenetischen Analyse-Verfahren. Dank neuer DNA-Microarray-Technologien können jetzt Proben eines Ökosystems zeitgleich auf die Anwesenheit einer großen Zahl verschiedener Mikroorganismen überprüft werden.

Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology, Marburg

⑤

Evolution in a Petri Dish Based on the *Myxococcus xanthus* bacterium, scientists have been able to observe the evolution of social behavior among bacteria. While interacting, bacteria establish new forms of cooperative behavior in order to move in unison and search for food. These observations may be important for fighting socially cooperative pathogens that are responsible for certain infectious diseases.

Evolution in der Petrischale Am Beispiel des Bakteriums *Myxococcus xanthus* ist es gelungen, die Evolution sozialen Verhaltens unter Bakterien zu beobachten. Dabei entwickelten die Bakterien neue Formen kooperativen Verhaltens, um gemeinsam nach Beute zu suchen. Wichtige Erkenntnisse für die Bekämpfung sozial agierender Erreger von Infektionskrankheiten.

Max Planck Institute for Developmental Biology, Tübingen

ECOSYSTEMS AND BIOLOGICAL DIVERSITY

10⁻⁴ | 10⁻⁵ | 10⁻⁴ | 10⁻³ | 10⁻² | 10⁻¹ | 10⁰ | 10¹ | 10² | 10³ | 10⁴ | 10⁵ | 10⁶ | 10⁷ | 10⁸

1



SULPHUR BACTERIA

2



CHEMICAL ECOLOGY

3



WINDOW ON PREHISTORY

4



SULFUR PEARLS FROM NAMIBIA

1

Sulphur Bacteria Speeded Up Beggiatoa are thread-shaped bacteria that draw their energy from the oxidation of hydrogen sulfide. They normally use oxygen as a combustion agent, but nitrate is also a possibility. In marine ecosystems, Beggiatoa form moving mats consisting of filaments up to ten millimeters long. These glide over the sea floor at speeds of one to eight micrometers per second. The bacteria are very sensitive to oxygen, which is why they can only be examined using low oxygen concentrations.

Schwefelbakterie im Zeitraffer

Beggiatoa sind fadenförmige Bakterien, die ihre Energie aus der Oxidation von Schwefelwasserstoff beziehen. Als Verbrennungsmittel nutzen sie in der Regel Sauerstoff, aber auch Nitrat ist möglich. In marinen Ökosystemen bilden Beggiatoa bewegliche Matten aus bis zu zehn Millimeter langen Filamenten. Diese gleiten mit Geschwindigkeiten von ein bis acht Mikrometern pro Sekunde über den Meeresboden. Die Bakterien sind sehr sauerstoffempfindlich, weshalb man sie nur bei geringer Sauerstoffkonzentration untersuchen kann.

Max Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen

2

Defence Mechanisms in the Spotlight

Plants defend themselves against pests by producing toxic or inedible substances. Or they deliberately attract predatory insects that act as a sort of bodyguard by attacking the pests. Researchers at the Max Planck Institute for Chemical Ecology are investigating these plant defence mechanisms in interdisciplinary teamwork involving ecologists, biochemists, population geneticists and organic chemists. They also hope to find out how these chemical interactions between plants and insects developed in the evolutionary process.

Verteidigungsmechanismen im Fokus

Pflanzen verteidigen sich gegen Schädlinge, indem sie giftige oder ungenießbare Substanzen produzieren. Oder sie locken gezielt räuberische Insekten an, die als eine Art Leibgarde die Schädlinge anfallen. Forscher des Max-Planck-Instituts für chemische Ökologie untersuchen solche pflanzlichen Abwehrmechanismen in interdisziplinärer Teamarbeit von Ökologen, Biochemikern, Populationsgenetikern sowie organischen Chemikern. Dabei wollen sie auch verstehen, wie diese chemischen Interaktionen zwischen Pflanzen und Insekten in der Evolution entstanden sind.

Max Planck Institute for Chemical Ecology, Jena

3

Tassel Fins – Living Fossils in the Sea Deeps

The tassel fin was actually thought to be extinct. Then this prehistoric fish was rediscovered by researchers from the Max Planck Institute for Behavioral Physiology in the Indian Ocean and off South Africa. Its name comes from the tassel-like extra fin on its tail, which is unique to this particular fish. To the researchers this is a sign of evolution, as the fin is not a normal fish fin, but contains bone elements. It could be that the move on to dry land was made from this group of fish.

Quastenflosser – lebende Fossilien in der Tiefsee

Der Quastenflosser galt eigentlich als ausgestorben. Dann wurde der Urfisch plötzlich wiederentdeckt, von Forschern des Max-Planck-Instituts für Verhaltensphysiologie im Indischen Ozean und vor Südafrika. Sein Name stammt von der quastenähnlichen Extra-Flosse am Schwanz, die nur er hat. Für die Forscher ist diese Flosse ein Hinweis auf die Evolution. Denn die Flosse ist keine normale Fischflosse, sondern enthält Knochenelemente. So könnte es sein, dass aus dieser Fischgruppe der Schritt an Land gemacht wurde.

Max Planck Institute for Behavioral Physiology, Starnberg-Seewiesen

4

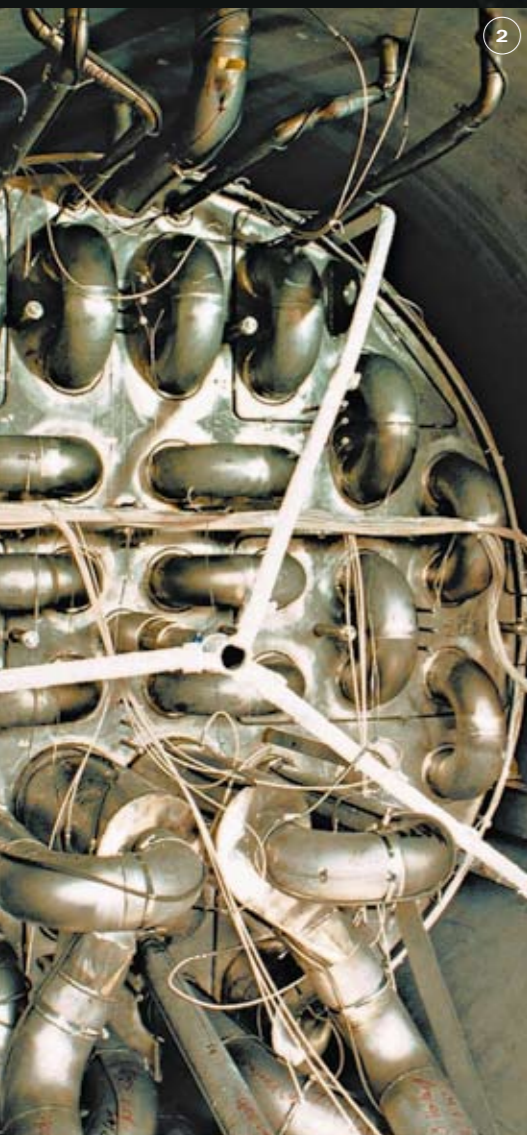
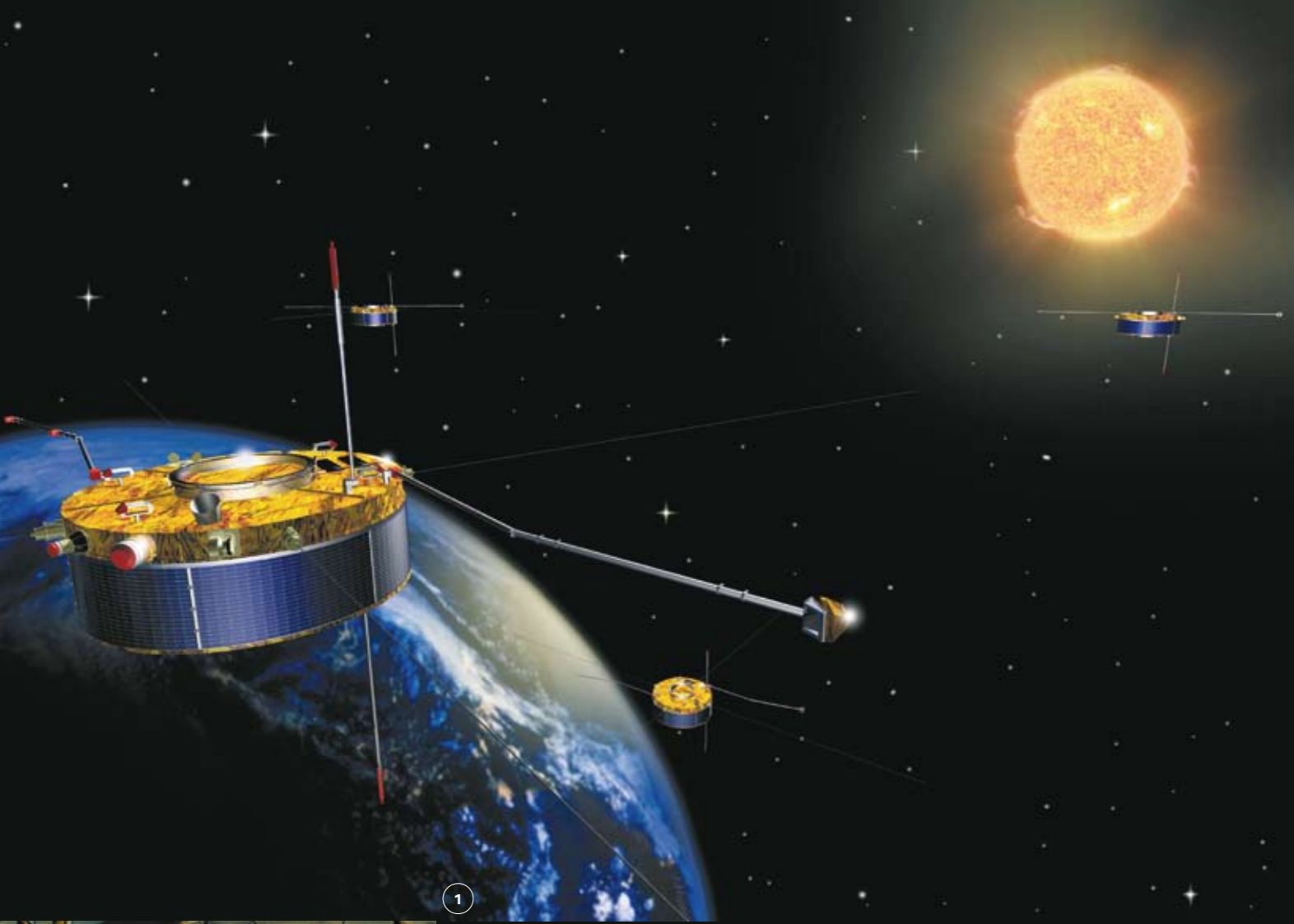
The Blue Whale Among the Bacteria

Thiomargarita namibiensis is probably the largest bacterium in the world and is even visible to the naked eye. However, this sulfur bacterium was only discovered by Max Planck researchers in 1997. It has adapted perfectly to its inhospitable environment. Almost its entire inside is used to store nitrate for the oxidation of sulphide, i. e., energy production. With these stocks and the sulfur in the sediment, Thiomargarita can survive for at least three months without food supply. Its special trick of holding its breath and waiting until nutrients are available is a unique adaptation.

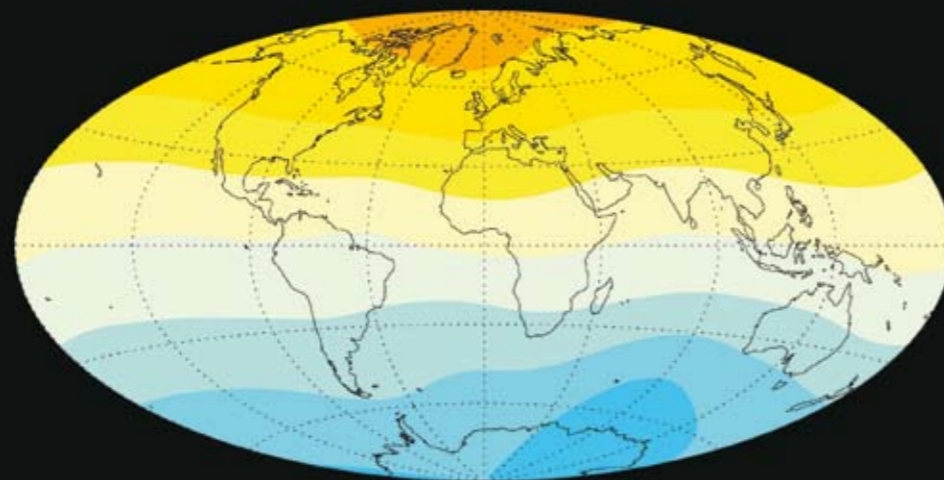
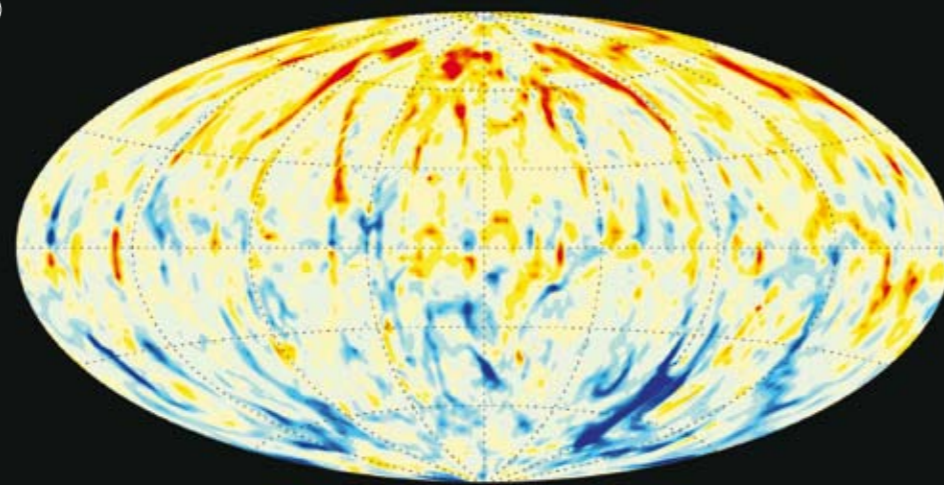
Der Blauwal unter den Bakterien

Thiomargarita namibiensis ist die wohl größte Bakterie der Welt und selbst mit bloßem Auge zu erkennen. Trotzdem wurde das Schwefelbakterium erst 1997 von Max-Planck-Forschern entdeckt. Es hat sich optimal an seine unwirtliche Umgebung angepasst: Fast das ganze Innere dient als Speicher für Nitrat zur Oxidation von Sulfid, also der Energiegewinnung. Mit diesem Vorrat und dem Schwefel im Sediment kann Thiomargarita mindestens drei Monate ohne Nahrungsangebot auskommen. Ihr spezieller Trick, den Atem anzuhalten und abzuwarten, bis Nährstoffe vorhanden sind, ist eine einzigartige Anpassung.

Max Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen



1
2
3



MAGNETOSPHERE

MAGNETOSPHÄRE

1

Formation Dance in Space Rumba, Tango, Salsa and Samba. These four satellites in ESA's Cluster II mission are currently performing a formation dance in space. Positioned at the four corners of a tetrahedron, the satellites are measuring with identical instruments the fine structures of the earth's outermost magnetic field lines. In this way, scientists can now map the relationships within the magnetosphere over time and space. Researchers at the Max Planck Institute for Solar System Research have built an instrument called RAPID (Research with Adaptive Particle Imaging Detectors) especially for this purpose. A combination of a time-of-flight spectrometer and energy spectrometer, this instrument is designed for neutral atoms, ions and electrons. The Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics developed and built the Electron Drift Instrument (EDI). Furthermore, both institutes also supplied hardware for the CIS (Cluster Ion Spectrometry) instrument that will be used to measure the distribution of low-energy ions.

Formationstanz im All Rumba, Tango, Salsa und Samba: Diese vier Satelliten der ESA-Mission Cluster II vollführen im Weltall einen Formationstanz. Sie bilden stets die vier Ecken eines Tetraeders und messen mit identischen Instrumenten an Bord die Feinstruktur der äußersten Magnetfeldlinien der Erde. So können die Verhältnisse innerhalb dieser Magnetosphäre erstmals räumlich und zeitlich kartiert werden. Forscher am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung haben dafür das Instrument RAPID (Research with Adaptive Particle Imaging Detectors) gebaut. Es ist ein kombiniertes Flugzeit/Energie-Spektrometer für neutrale Atome, Ionen und Elektronen. Das Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik entwickelte und baute das Elektronen-Drift-Instrument (EDI). Beide Institute lieferten außerdem Hardware für das Instrument CIS (Cluster Ion Spectrometry), das die Verteilung von Ionen niederer Energie messen soll.

Max Planck Institute for Solar System Research, Katlenburg-Lindau
Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics, Garching

2

Earth's Core in the Laboratory The earth's magnetic field is created in the planet's liquid outer iron core, about 3,000 kilometers below the earth's surface. The liquid iron is set into motion through the transfer of heat from the earth's core into the mantle and the lithosphere. The movement of the electrically conducting iron results in a dynamo action. Electric currents are generated and we can see their magnetic field on the earth's surface. Max Planck researchers were able to simulate this process in the laboratory.

Erdkern im Labor Das Erdmagnetfeld entsteht im flüssigen äußeren Eisenkern der Erde, in etwa 3.000 Kilometer Tiefe. Durch den Wärmefluss vom Erdkern in den Gesteinsmantel setzt sich das flüssige Eisen in Bewegung. Diese Bewegungen des elektrisch leitenden Eisens führen zum so genannten Dynamo-Effekt: Elektrische Ströme werden induziert, deren Magnetfeld wir dann an der Erdoberfläche beobachten. Max-Planck-Forscher konnten dies im Labor simulieren.

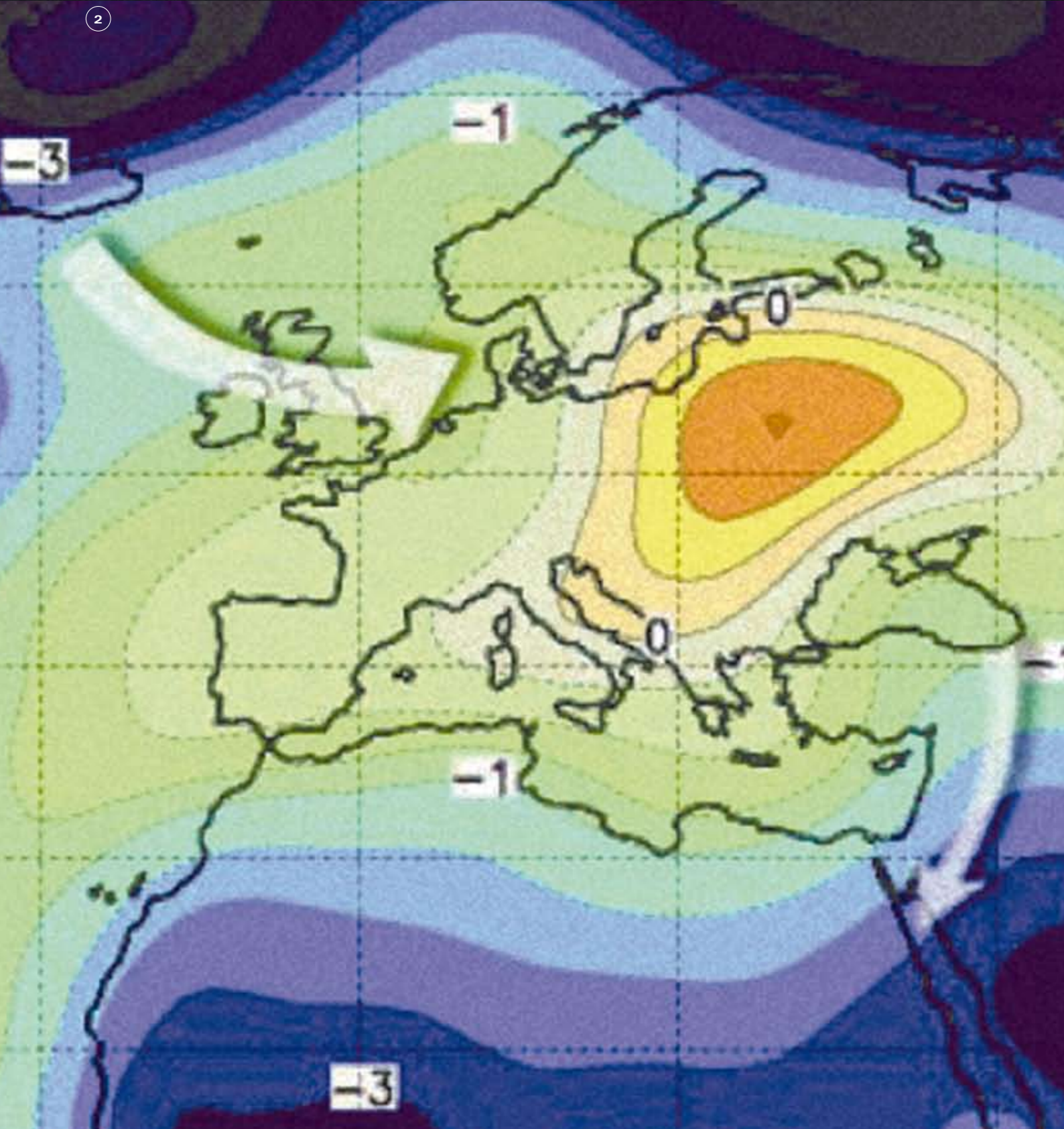
Max Planck Institute for Solar System Research, Katlenburg-Lindau
Forschungszentrum Karlsruhe

3

Computer-Simulated Protection The earth's magnetic field protects us from showers of cosmic particles. Max Planck scientists use computer simulations to study exactly how this magnetic field is created. The blue area indicates an outward magnetic flow; the red area, an inward flow. This means that the magnetic field is much smaller and more complex on the surface of the earth's core (above) than on the earth's surface (below).

Schutzhülle im Computer Wie das Erdmagnetfeld, das uns vor kosmischen Teilchenschauern schützt, im Detail entsteht, studieren Max-Planck-Forscher auch in Computersimulationen. Blaue Farbtöne zeigen dabei einen magnetischen Fluss nach außen an, rote Farbtöne einen Fluss nach innen. Ergebnis: An der Oberfläche des Erdkerns (oben) ist das Magnetfeld viel kleinräumiger und komplexer als an der Erdoberfläche (unten).

Max Planck Institute for Solar System Research, Katlenburg-Lindau
University of Goettingen



1
2

1

Protective Layer at Frosty Altitude The ozone layer – our protection against hazardous radiation from outer space – has developed holes over the northern hemisphere. The processes behind the destruction of the ozone layer are very complex, with nitric acid trihydrates playing a key role. Chemical reactions occur on the surface of these crystals, which transform inactive chlorine compounds (such as hydrogen chloride) into active chlorine, which, in turn, attacks the ozone in the stratosphere. With a special measuring instrument, scientists at the Max Planck Institute for Nuclear Physics were able to confirm for the first time the presence of nitric acid trihydrates by releasing a balloon 20 kilometers up into the icy clouds above the north pole. Scientists had already long presumed the existence of trihydrate crystals based on ozone depletion models.

Schutzhülle in eisiger Höhe Die Ozonschicht, die uns vor gefährlichen Strahlen aus dem All schützt, ist auch auf der Nordhalbkugel löchrig geworden. Die Prozesse, die zur Zerstörung des Ozons führen, sind sehr komplex: Salpetersäure-Trihydrate spielen dabei eine entscheidende Rolle. An den Oberflächen dieser Kristalle laufen chemische Reaktionen ab, die inaktive Chlorverbindungen (zum Beispiel Chlorwasserstoff) in aktives Chlor umwandeln – das dann wiederum das Ozon in der Stratosphäre angreift. Ein Messgerät des Max-Planck-Instituts für Kernphysik konnte die Salpetersäure-Trihydrate erstmals nachweisen, nachdem es an einem Ballon 20 Kilometer hoch in die eisigen Polarwolken gestiegen war. Die Existenz der Trihydrat-Kristalle war schon lange zuvor in Modellen des Ozonabbaus vorhergesagt worden.

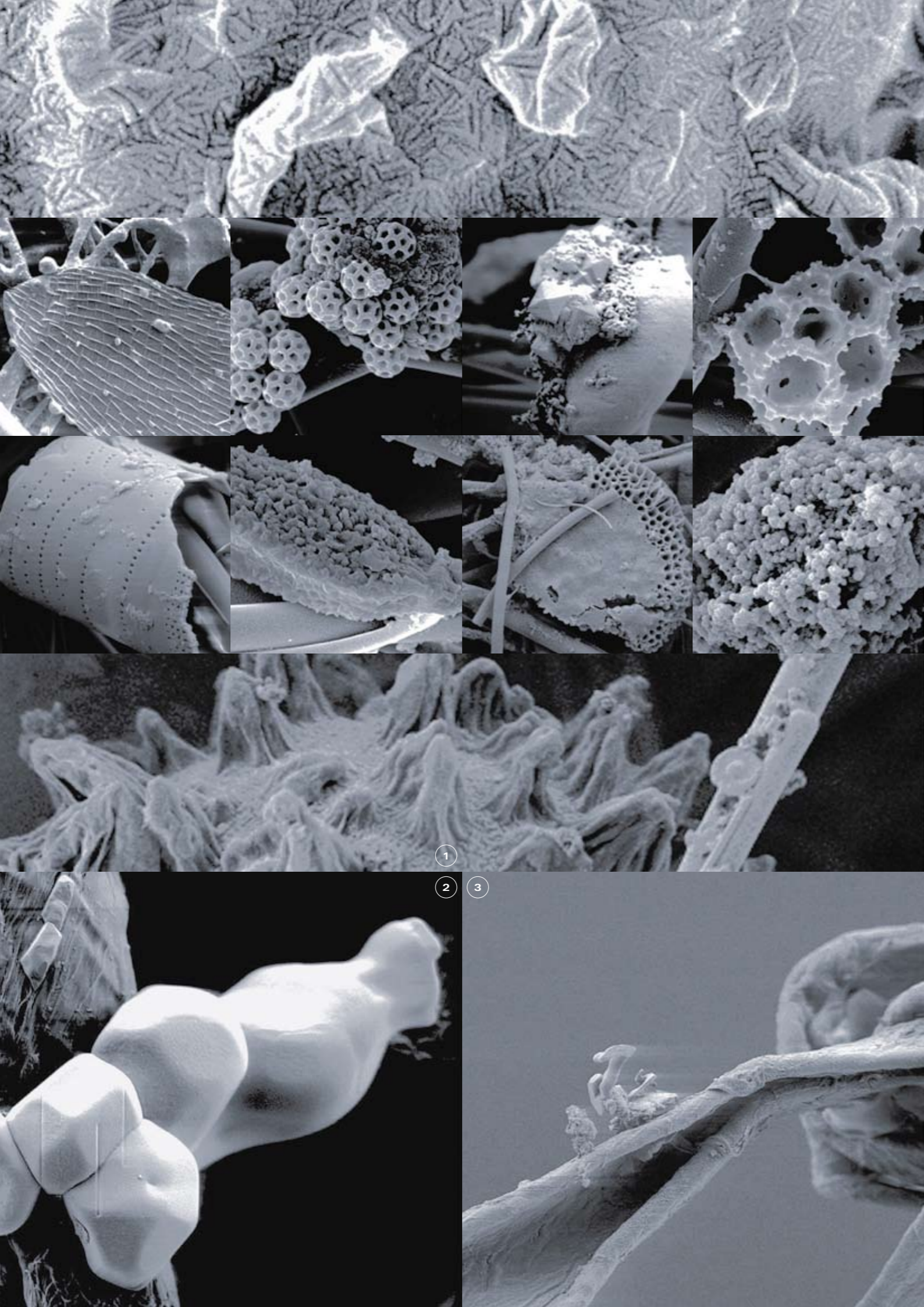
Max Planck Institute for Nuclear Physics, Heidelberg

2

Sensitive Air Pressure Air pressure fluctuates between the Azores High and Iceland Low, thereby greatly determining the weather in Europe and the Near East. Researchers at the Max Planck Institute for Meteorology examined samples from coral reefs in the Red Sea, drawing conclusions regarding climate development from the last interglacial period (122,000 years ago) to today. During that interglacial period, the summers in the Near East were warmer than today and the winters colder. Scientists tested their climate models based on this data and found that the models are quite reliable. Moreover, the rise in greenhouse gases due to human activity has led to similar changes in air pressure fluctuations, as have natural, astronomical phenomena that have influenced the earth's orbit around the sun in the past.

Empfindliche Luftdruckschaukel Zwischen Azoren-Hoch und Island-Tief schaukelt der Luftdruck – und bestimmt damit zu einem Großteil das Wetter in Europa und im Nahen Osten. Forscher des Max-Planck-Instituts für Meteorologie haben Proben aus Korallenriffen im Roten Meer ausgewertet und daraus auf die Klimaentwicklung von der letzten Zwischenwarmzeit (vor 122.000 Jahren) bis heute gefolgert: In der damaligen Warmzeit gab es im Nahen Osten wärmere Sommer und kühlere Winter als heute. Mit diesen Daten testen die Forscher ihre Klimamodelle. Ergebnis: Die Modelle sind recht zuverlässig. Und: Der vom Menschen verursachte Anstieg an Treibhausgasen hat zu ähnlichen Veränderungen an der Luftdruckschaukel geführt, wie dies in der Vergangenheit durch astronomisch bedingte Schwankungen der Erdbahn um die Sonne geschehen ist.

Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg



① ② ③

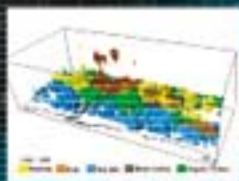
Aerosols – Spices in the Climate Kitchen As minuscule floating particles of only a hundredth to a ten thousandth millimeter in size, aerosols are a cause of uncertainty in global climate models. They dissipate and absorb light and thermal radiation, and hinder the flow of energy between the sun and earth. Even more significant is their indirect impact on the climate. As condensation nuclei, they attract water vapor in the air, form droplets and ultimately clouds. Therefore, the microphysical and chemical properties of aerosols determine how much water clouds hold and for how long. In highly industrial areas, particles caused by human impact, such as soot are most prevalent (2, 3); in less populated areas, biological aerosols predominate (1).

Aerosole – Würzstoffe in der Klimaküche Aerosole – kleinste, zwischen einem Hundertstel und einem Zehntausendstel Millimeter große Schwebeteilchen – sind ein Unsicherheitsfaktor in globalen Klimamodellen. Sie streuen und absorbieren Licht und Wärmestrahlung und behindern den Energiefluss zwischen Sonne und Erde. Noch bedeutender ist ihr indirekter Klimaeffekt: Sie sind Kondensationskeime – an ihnen schlägt sich Wasserdampf der Luft nieder, bildet Tröpfchen und schließlich Wolken. Dabei bestimmen die mikrophysikalischen und chemischen Eigenschaften der Aerosole, wieviel Wasser in den Wolken wie lange gebunden wird. In Gegenden mit viel Industrie finden sich vor allem durch menschlichen Einfluss entstandene Partikel wie Ruß (2, 3), in dünn besiedelten Gegenden überwiegen Aerosole biologischen Ursprungs (1).

MAGNETOSPHERE

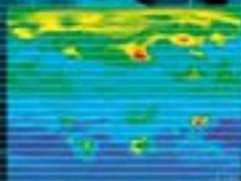


1



AEROSOLS

2



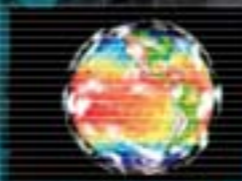
CHEMICAL WEATHER REPORT

3



SUMMER IS DEFINITELY HERE TO STAY

4



A WORLD FORMULA FOR CLIMATE

1

Aerosols – Cloud Formers and Climate Factor Aerosols, floating particles up to the size of a thousandth of a millimetre, influence our climate. They filter sunlight, build up heat close to the ground and form the nucleus of clouds. In order to improve climate forecasting, the Max Planck Institutes for Chemistry and Meteorology are trying to understand the complex connections of aerosols. A complex task: diameter, surface structure, color and composition all play their part. Research is also being carried out on the human impact. The use of fossil energy carriers increases the aerosol content.

Aerosole – Wolkenmacher und Klimafaktor Bis zu einem Tausendstel Millimeter kleine Schwebeteilchen in der Atmosphäre, Aerosole, beeinflussen unser Klima. Sie filtern Sonnenlicht, stauen Wärme in Bodennähe und dienen als Wolkenkeime. Um Klimaprognosen zu verbessern, versuchen die Max-Planck-Institute für Chemie und für Meteorologie die komplexen Zusammenhänge der Aerosole zu durchschauen. Eine komplexe Aufgabe: Durchmesser, Oberflächenstruktur, Farbe und Beschaffenheit spielen eine Rolle. Auch der menschliche Einfluss wird erforscht. Die Nutzung fossiler Energieträger steigert den Aerosolgehalt.

Max Planck Institute for Chemistry, Mainz
Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg

2

Chemical Weather Report Carbon monoxide (CO) reacts in the atmosphere with free hydroxyl radicals (OH) to form carbon dioxide. In large concentrations it reduces the atmosphere's self-cleaning potential. Researchers at the Max Planck Institute for Chemistry have managed to simulate the spread of carbon monoxide in air layers close to the ground (above) and air layers at an altitude of 10 kilometers (below). This enabled them to develop a chemical weather forecast, which can be used to predict how the concentrations of ozone and carbon monoxide in the atmosphere change.

Chemischer Wetterbericht Kohlenmonoxid (CO) reagiert in der Atmosphäre mit freien OH-Radikalen zu Kohlendioxid. In großen Konzentrationen reduziert es so das Selbstreinigungspotenzial der Atmosphäre. Forschern am Max-Planck-Institut für Chemie ist es gelungen, die Ausbreitung von Kohlenmonoxid in bodennahen Luftschichten (oben) sowie Luftschichten in einer Höhe von 10 Kilometern (unten) zu simulieren. Dadurch konnten sie eine chemische Wettervorhersage entwickeln, mit der prognostiziert werden kann, wie sich die Konzentration von Ozon und Kohlenmonoxid in der Atmosphäre verändern.

Max Planck Institute for Chemistry, Mainz

3

Summer is Definitely Here to Stay Nowadays most scientists believe that the increased concentration of greenhouse gases in the atmosphere emitted by humans is the main cause of global warming. This is a global climate phenomenon – a rise in the longer term global average air temperature close to the ground. Different hypotheses on future emissions from climate-related trace gases and aerosols give rise to different scenarios and forecasts for changes in air temperature close to the ground.

Es wird mal wieder richtig Sommer Heute gehen die meisten Wissenschaftler davon aus, dass die gestiegene Konzentration der vom Menschen emittierten Treibhausgase in der Atmosphäre die wesentlichste Ursache für die globale Erwärmung ist. Darunter versteht man ein weltweites Klimaphänomen – den Anstieg der längerfristig und global gemittelten bodennahen Lufttemperatur. Unterschiedliche Annahmen künftiger Emissionen von klimarelevanten Spurengasen und Aerosolen führen zu verschiedenen Szenarien und zu unterschiedlichen Prognosen für eine Änderungen der bodennahen Lufttemperatur.

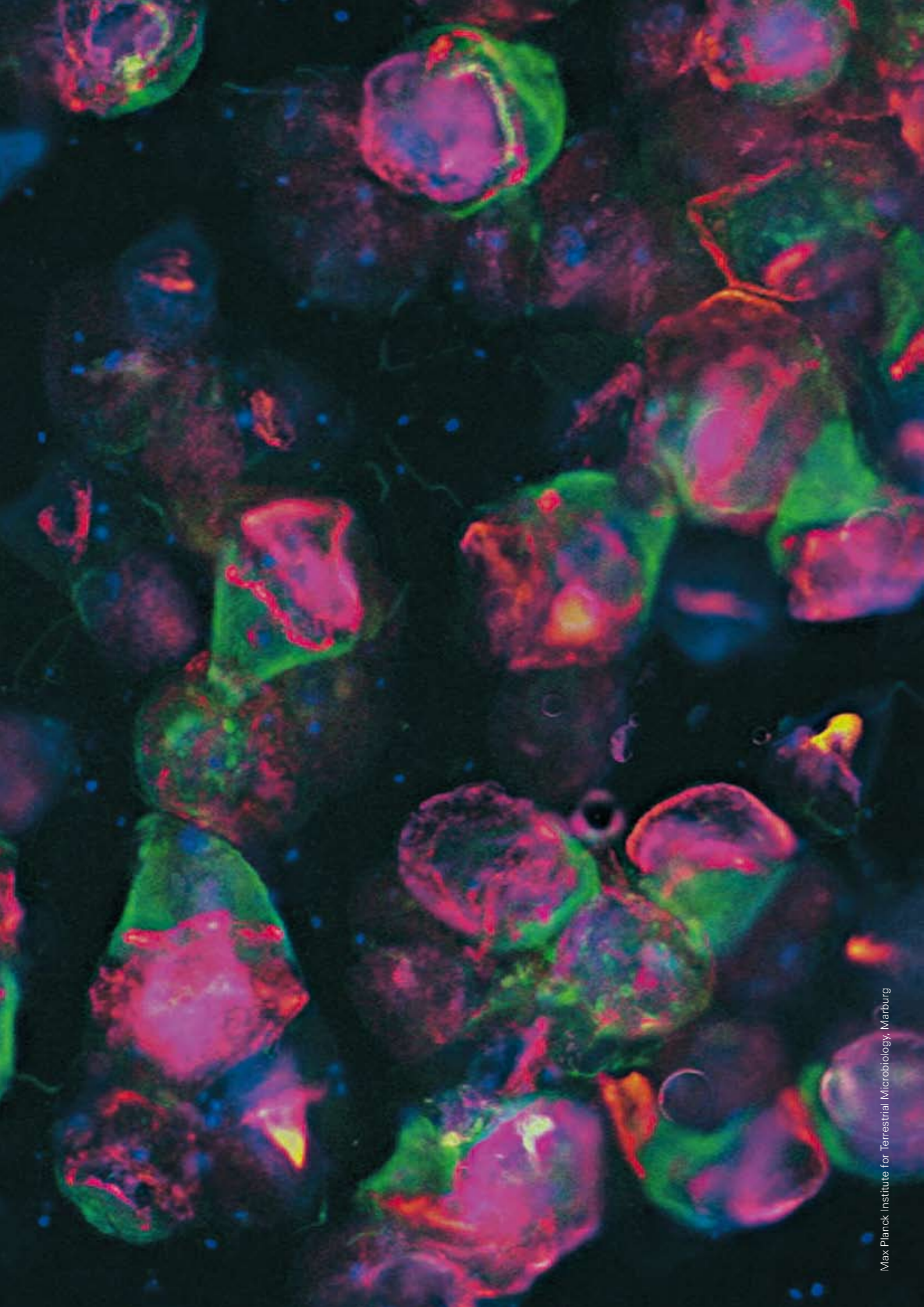
Max Planck Institute for Chemistry, Mainz

4

A World Formula for Climate Scientists at the Max Planck Institute for Meteorology and at the German Climate Computer Center are working on models of the global climate system, in an attempt to explain the natural variability of the atmosphere, ocean and biosphere and to estimate the effect of changes in land use, industrial development, urbanization and other human impacts. By coupling models they are also trying to understand past climate conditions and predict those of the future.

Eine Weltformel für das Klima Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Meteorologie und am Deutschen Klimarechenzentrum arbeiten an Modellen des globalen Klimasystems, um die natürliche Variabilität der Atmosphäre, des Ozeans und der Biosphäre erklären und um den Einfluss veränderter Landnutzung, industrieller Entwicklung, Verstädterung und anderer menschlicher Einflüsse abschätzen zu können. Durch die Kopplung von Modellen versuchen sie auch Klimazustände der Vergangenheit zu verstehen und zukünftige vorherzusagen.

Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg



Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology, Marburg

Research Institutes

[Forschungsinstitute](#)

- Max Planck Institute for Biogeochemistry, Jena
- Max Planck Institute for Chemistry, Mainz
- Max Planck Institute for Chemical Ecology, Jena
- Max Planck Institute of Limnology, Ploen
- Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg
- Max Planck Institute for Marine Microbiology, Bremen
- Max Planck Institute for Ornithology, Seewiesen
- Max Planck Institute for Terrestrial Microbiology, Marburg
- German Aerospace Center (DLR)
- Free University Berlin
- Naturmuseum Senckenberg, Frankfurt (Main)

International Research Schools

[Internationale Graduiertenschulen](#)

- IMPRS for Atmospheric Physics and Chemistry, Mainz
- IMPRS on Earth System Modelling, Hamburg
- IMPRS for Environmental, Cellular and Molecular Microbiology, Marburg
- IMPRS for Marine Microbiology, Bremen
- IMPRS on the Exploration of Ecological Interactions with Chemical and Molecular Techniques, Jena

European Projects and Networks

[Europäische Forschungsprojekte und Netzwerke](#)

- Assessment of the European Terrestrial Carbon Balance (CARBOEUROPE)

This area is supported by

[Dieser Bereich wird unterstützt durch](#)

