SCHUTZ-
GEBÜHR
/ NOMINAL
CHARGE
1 €

ENTDECKUNGEN
/DISCOVERIES
WASSER
/WATER
2009

Wissenschaftsjahr 2009
Forschungs-
expedition
Deutschland

MAGAZIN ZUR AUSSTELLUNG
EXHIBITION MAGAZINE
„ENTDECKUNGEN – WASSER“
”DISCOVERIES – WATER“
INSEL MAINAU 3. JULI – 31. AUGUST 2009
ISLE OF MAINAU 3 JULY – 31 AUGUST, 2009

AUSSTELLER: /EXHIBITORS:

01 **Informationspavillon**
Point of Information

02 **Grüne Schule Mainau**
Green School Mainau

03 **Phytolutions GmbH/Jacobs University Bremen**

04 **Mars, Incorporated**

05 **Bayer AG**

06 **Handwerkskammer für Schwaben/novoflow GmbH**
Chamber of Trade for Swabia/novoflow GmbH

07 **Fraunhofer-Gesellschaft**

08 **Henkel AG & Co. KGaA**

09 **ETH Zürich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)**
ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology)

10 **Universität Konstanz**
University of Konstanz

11 **Holcim Foundation for Sustainable Construction**

12 **Deutsches Schiffahrtsmuseum (Bremerhaven)**
German Maritime Museum (Bremerhaven)

13 **Forschungs- und Entwicklungsprogramm GEOTECHNOLOGIEN**
Geoscientific Research and Development Programme GEOTECHNOLOGIEN

14 **Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)**
GFZ The German Research Centre for Geosciences

15 **Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau**
Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings

16 **Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee**
Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance

17 **Land Baden-Württemberg**
Federal State of Baden-Württemberg

18 **Bundesministerium für Energie der USA**
U.S. Department of Energy

19 **Ministerium für Wissenschaft und Technologie (Regierung von Indien)**
Department of Science and Technology (Government of India)

20 **expedition materia – Die Welt der innovativen Werkstoffe**
expedition materia – The World of Innovative Materials

● **nanoTruck**
2./3. Juli und vom 28. bis 31. Juli am Haupteingang zur Insel Mainau
July 2nd/3rd and from July 28th to 31st at the main entrance to the Isle of Mainau

● **BIOTechnikum**
2./3. Juli und vom 2. bis 7. August am Haupteingang zur Insel Mainau
July 2nd/3rd and from August 2nd to 7th at the main entrance to the Isle of Mainau

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Für deinen Expeditionspass
Expeditonsziel: Ausstellung „Entdeckungen" auf der Insel Mainau
Koordinaten: 47° 42' 20.91" N / 9° 11' 38.25" E

For your Expedition Passport:
destination of Expedition: Exhibition "Discoveries" on the Isle of Mainau
Coordinates: 47° 42' 20.91" N / 9° 11' 38.25" E

ENTDECKUNGEN
/DISCOVERIES
WASSER
/WATER
2009
WASSER
/ WATER
2009
Wissenschaftsjahr 2009
Forschungs-
expedition
Deutschland

INHALTS-VERZEICHNIS / TABLE OF CONTENTS

Vorwort Gräfin Bettina Bernadotte 5
/ Foreword Countess Bettina Bernadotte

Grußwort/Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung 7
/ Message of Greeting/Annette Schavan, Federal Minister of Education and Research

Einführung »WASSER/WATER 2009« 8
/ Introduction »WASSER/WATER 2009«

Wagnis Wissenschaft: von der Frage zur Entdeckung 10
/ The Adventure of Science: From the Question to the Discovery

Wellenreiter 12
/ Riding the Waves

Übersicht der 20 Pavillons 18
/ Overview of 20 Pavilions

Förderer der Wissenschaft und visionärer Vordenker – 100 Jahre Graf Lennart Bernadotte 42
/ A Patron of Science and a Visionary Trailblazer – 100 Years of Count Lennart Bernadotte

„Entdeckungen" im Zeichen der „Forschungsexpedition Deutschland" 44
/ Discoveries from "Research Expedition: Germany"

Architektur der Ausstellungspavillons/Air_Born(e): Bauen auf Luft 46
/ Architecture of the pavilions/Air_Born(e): BUILDING ON AIR

Mehr Entdeckungen: Weitere Informationen zu einzelnen Pavillons 48
/ More Discoveries: Further Information on Pavilions

Informationen zur Ausstellung 92
/ Information on Exhibition

Mehr Entdeckungen in Aussicht 93
/ More Discoveries to Come

Danke. Förderer, Veranstalter, Organisatoren, Beirat 94
/ Thanks. Supporters, Host, Organisers, Scientific Advisory Council

Impressum 96
/ Imprint

VORWORT / FOREWORD

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES WASSER /WATER 2009

Liebe Besucherinnen und Besucher,

wer die Insel Mainau besucht, wird es unmittelbar feststellen: Die Mainau ist eine ganz besondere Insel. Eine Oase der Schönheit und Entschleunigung, in der der Mensch den natürlichen Rhythmus der Natur spüren kann. Geprägt wurde die Mainau vor allem durch Graf Lennart Bernadotte, der dieses Jahr 100 Jahre alt geworden wäre. Schon früh fühlte er sich dem Schutz und Erhalt der Umwelt verpflichtet, setzte seine Philosophie nachhaltig auf der Mainau um und machte die Insel damit zu dem, was sie heute ist: ein Naturerlebnis, beliebtes Ausflugziel und Ort internationaler Begegnungen.

Ein besonderes Anliegen verwirklichte mein Vater aber auch jenseits der Insel, indem er die Nobelpreisträgertagungen in Lindau mitinitiierte. Seit 1951 bringen diese Tagungen junge Wissenschaftler und Studenten aus aller Welt mit Nobelpreisträgern zusammen. Hier wird ein persönlicher, ungezwungener Austausch ermöglicht, der auf seine Weise einzigartig ist. Den Dialog zwischen den Generationen innerhalb der Wissenschaft hielt Graf Lennart zeitlebens für äußerst wichtig. Ebenso wichtig erschien ihm der Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. Er begriff ihn als Chance, Grenzen zu überwinden und die Menschheit auf diese Art voranzubringen.

Im Jubiläumsjahr meines Vaters ist es mir deshalb eine ganz besondere Freude, dass das Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau und die Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee die Ausstellung „Entdeckungen" auf der Blumeninsel veranstalten. Erlebte Wissenschaft und Nachhaltigkeit werden hier auf eindrucksvolle Weise miteinander verbunden – als ein Teil der „Forschungsexpedition Deutschland", dem Wissenschaftsjahr 2009. Durch vielseitige, oft interaktive Exponate wird Forschung greifbar gemacht. Die Besucher werden ermutigt, Fragen an die Wissenschaft zu stellen und lernen neue Wege für den sorgsamen Umgang mit natürlichen Ressourcen kennen.

Forschung braucht Zeit. Auch unsere Entdeckungsreise ist auf drei Jahre angelegt. Jeweils im Sommer wird die Ausstellung ein anderes Gebiet der Nachhaltigkeitsforschung beleuchten. In diesem ersten Jahr geht es um ein Element, zu dem die Insel Mainau im Bodensee ein ganz besonderes Verhältnis hat: Wasser.

Zusammen mit Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik ist es Kuratorium und Stiftung gelungen, vielfältige Exponate zusammenzutragen, die verschiedene Facetten rund um das Thema Wasser aufgreifen. Sie zeigen die Bedeutung von Wasser für die Menschheit und beleuchten den Beitrag der Forschung auf diesem Gebiet. Auch für die beiden kommenden Jahre können sich die Besucher der Mainau auf interessante Entdeckungen freuen: Nächsten Sommer wird der Fokus auf „Energie" liegen und 2011 gilt es, das „System Erde" zu entdecken.

Die Realisierung dieser Ausstellung ist nicht zuletzt der Unterstützung unserer Partner zu verdanken. Wir danken insbesondere dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, das durch die Finanzierung der nachhaltigen Ausstellungsarchitektur und die Organisation des wissenschaftlichen Beirats die Ausstellung maßgeblich unterstützt hat. Neben dem BMBF haben sich die RWE AG, die EnBW AG und die Holcim Ltd. engagiert. Unser Dank gilt in besonderer Weise Prof. Dr. Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung sowie Schirmherrin dieser Ausstellung und Herrn Prof. Dr. Bernhard Graf, Direktor des Instituts für Museumsforschung in Berlin, der als Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats unser gemeinsames Projekt mit Professionalität und Engagement vorangetrieben hat, und allen Ausstellern.

Ich wünsche allen Besuchern und Besucherinnen viel Spaß beim Staunen und Ausprobieren. Entdecken Sie die vielseitigen Chancen, die Wissenschaft für den nachhaltigen Umgang mit unserem Planet bietet!

Gräfin Bettina Bernadotte
Präsidentin des Kuratoriums für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau

Dear visitors,

As anyone who visits Mainau Island immediately realizes, it is a very special island indeed. An oasis of natural beauty and relaxation, where visitors can develop an awareness of the natural rhythm of nature. In large measure, Mainau owes that to Count Lennart Bernadotte, who would have turned 100 years old this year. Early on, he felt a special responsibility to protect and preserve the environment. He put his philosophy to practice on Mainau Island, creating the lasting legacy visitors see today: a true nature experience, popular holiday destination, and a place of international encounters.

But my father realised another special project beyond the island by serving as co-initiator of the Lindau Nobel Laureate Meetings. These meetings have been bringing young researchers and students together with Nobel Laureates since 1951. The meetings provide a personal, casual forum for exchange that is unique in the field. Throughout his life, Count Lennart Bernadotte considered dialogue between generations within the field of science to be extremely important. Yet dialogue between science and society was equally important to him. He saw it as an opportunity to overcome boundaries and, in the process, to advance the cause of humankind.

In this year of commemoration for my father, I am thus particularly pleased that the Council for Lindau Nobel Laureate Meetings and the Foundation Lindau Nobel Prize Winners Meetings at Lake Constance are hosting the exhibition, entitled 'Discoveries', on the garden island. The exhibition impressively combines the experience of science and sustainability and is part of the German Science Year 2009, "Research Expedition: Germany". A wide variety of diverse exhibits, many of them interactive, make research a tangible experience. Visitors are encouraged to pose their own questions to the realm of science and learn new ways of taking care of natural resources.

Research takes time. Our expedition, too, is designed to span three years. Each successive summer, the exhibition will devote itself to a different area of sustainability research. The focus this year is upon an element that has a very special relationship to Mainau Island in Lake Constance: water.

Working together with partners in science, the business community and politics, the Council and Foundation have succeeded in compiling a wide diversity of exhibits devoted to the various facets of the topic of water. The exhibits underscore the importance of water for humanity and highlight the contributions of research in this area. Visitors to Mainau Island also have interesting discoveries to look forward to during the coming two years: the focus next summer will be upon 'Energy', and in 2011, the discoveries will revolve around the 'System Earth'.

This exhibition has, in no small part, been made possible through the support of our partners. Special thanks go to the Federal Ministry of Education and Research that supported this exhibition by financing the sustainable architecture of the exhibition and by appointing the Scientific Advisory Board. Further sponsors include EnBW AG, RWE AG and Holcim Ltd. We are also particularly grateful to Prof. Dr. Annette Schavan, Federal Minister of Education and Research and patron of this exhibition, and Prof. Dr. Bernhard Graf, Director of the Institute for Museum Research in Berlin, who as Chairman of the Scientific Advisory Board brought professionalism and commitment to the task of advancing our joint project. We also wish to thank all of our exhibitors.

My best wishes to all visitors for great good fun as you marvel and experiment. Discover the world of opportunities that science has to contribute to promote sustainability on our planet!

Countess Bettina Bernadotte
President of the Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings

GRUSSWORT DER SCHIRMHERRIN DER AUSSTELLUNG / MESSAGE OF GREETING BY THE PATRON OF THE EXHIBITION

Die Erfolgsgeschichte der Bundesrepublik Deutschland ist ohne Wissenschaft und Forschung nicht denkbar, das wird im Jubiläumsjahr 2009 wieder besonders deutlich. Die Errungenschaften von Wissenschaft und Forschung verändern unsere Lebenswelt, sie sind Motor der wirtschaftlichen Entwicklung und Quelle von Wohlstand, Fortschritt und Lebensqualität. Globale Herausforderungen und die fortschreitende Globalisierung machen es immer mehr erforderlich, Wissenschaft und Forschung international enger miteinander zu vernetzen, um so noch schneller nachhaltige Lösungen für die Herausforderungen der Zukunft zu entwickeln. Beispielhaft ist in der Bodenseeregion das jährlich stattfindende Treffen der Nobelpreisträger dessen Spiritus Rector Graf Lennart Bernadotte war.

Neben der Förderung von Wissenschaft und Forschung hat Graf Lennart Bernadotte, dessen 100. Geburtstag wir in diesem Jahr feiern, mit der Grünen Charta von der Mainau bereits Anfang der 60-iger Jahre einen nachhaltigen Umgang mit Umwelt und Natur eingefordert. Naturerhaltung und wissenschaftlicher Fortschritt, diese beiden Grundgedanken im Leben von Graf Lennart Bernadotte, verbindet eine Ausstellung auf der Insel Mainau.

Die Ausstellung stellt die vielen Facetten der Forschung für Nachhaltigkeit vor und stellt die Zusammenhänge zwischen Wissenschaft und unserer Lebenswelt eindrücklich und für jeden nachvollziehbar dar. Die Einbettung der Ausstellung in die zauberhafte Pflanzen- und Blumenwelt der Insel Mainau ermöglicht dem Besucher neben Naturerlebnis einen Einblick in die Welt von Wissenschaft und Technik. Die Ausstellung repräsentiert damit in direkt erfahrbarer Weise das Motto des Wissenschaftsjahres 2009 „Forschungsexpedition Deutschland".

Ich danke den Initiatoren und den Partnern, die diese Ausstellung gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt und gefördert haben und wünsche den Besuchern auf der Mainau erholsame und interessante Expeditionen zu Natur und Wissenschaft.

Science and research have contributed to Germany's success story. This is particularly clear in the anniversary year 2009. The achievements of science and research change our living environment, they are the driving force of economic development and the source of prosperity, and they contribute to progress and quality of life. As globalization is advancing, we must increasingly seek to establish closer international ties in science and research in order to develop sustainable solutions for future challenges in even shorter time. An example of such international ties is the annual Meeting of Nobel Laureates in the Lake Constance region, whose spiritus rector was Count Lennart Bernadotte.

In addition to promoting science and research, Count Lennart Bernadotte, whose 100th birthday we are celebrating this year, supported the sustainable management of our natural environment by initiating the Green Charter of Mainau in 1961. The exhibition on the Isle of Mainau combines the aspects of nature conservation and scientific progress, two important principles of Count Bernadotte's philosophy.

The exhibition presents the many facets of research for sustainability and provides an impressive picture and easily understandable explanations of the meaning of science for our lives. In the charming environment of the Isle of Mainau with its gorgeous plants and flowers, the visitors can gain an insight into the realm of science and technology. The exhibition thus makes the motto of the Science Year 2009, "Research Expedition: Germany", a real experience.

I would like to thank the initiators of this exhibition and the partners who have supported it together with the Federal Ministry of Education and Research and wish the visitors to Mainau a relaxing and fascinating nature and science expedition.

Prof. Dr. Annette Schavan
Bundesministerin für Bildung und Forschung
/ Federal Minister of Education and Research

ENTDE CKUNG DISCO\

Wissenschaftsjahr 2009

Forschungs-
expedition
Deutschland

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

EINFÜHRUNG / INTRODUCTION

WAGNIS WISSENSCHAFT: VON DER FRAGE ZUR ENTDECKUNG / THE ADVENTURE OF SCIENCE: FROM THE QUESTION TO THE DISCOVERY

Wie? Weshalb? Warum? Neue Fragen sind stets der Ausgangspunkt für abenteuerliche Entdeckungen, bahnbrechende Entwicklungen und spannende Fortschritte.

Jungen Menschen die Freude am Fragen zu vermitteln ist deshalb Teil der „Mission Education" der Lindauer Nobelpreisträgertagung. Im Rahmen der Treffen am Bodensee tauschen sich junge Wissenschaftler und Studenten aus aller Welt mit den Koryphäen ihres Faches aus. Die große weite Welt der Wissenschaft wird im Gespräch mit den Nobelpreisträgern hautnah erlebbar.

Dieser Grundgedanke, Begeisterung für Forschung zu entfachen, schlägt sich nun in einer eigenen Ausstellung nieder: „Entdeckungen". Sie findet im Rahmen der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung initiierten „Forschungsexpedition Deutschland" statt und wird von der Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee und vom Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau organisiert. Des Weiteren wird das Projekt vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, der EnBW Energie Baden-Württemberg AG, der RWE AG und der Holcim Ltd. unterstützt.

„Entdeckungen" lässt Forscherinnen und Forscher von morgen erleben, welche Antworten die Wissenschaft auf die Herausforderungen der Menschheit zu bieten hat. Im Fokus steht ein Thema, das für künftige Generationen von besonderer Bedeutung ist: Nachhaltigkeit.

In den nächsten drei Jahren wird die Ausstellung Forschungsergebnisse präsentieren, die auf den verantwortungsvollen Umgang mit unserem Planeten und seinen Ressourcen zielen. Jedes Jahr wird dabei ein anderer Schwerpunkt aufgegriffen. In diesem ersten Jahr dreht sich auf der Insel Mainau alles um das Thema Wasser.

Die Assoziationen zum Thema Wasser könnten unterschiedlicher nicht sein: Für den einen ist es der Inbegriff von Leben, während andere es als tödliche Bedrohung erfahren. Wasser kann Lebensraum, Verkehrsweg oder Freizeitvergnügen sein, ist kommerzielles Produkt für die einen und elementares Bedürfnis für die anderen. Die Ausstellung versucht, der enormen Vielseitigkeit des Themas gerecht zu werden. In den 20 Pavillons, die auf der Mainau verteilt sind, werden die vielen verschiedenen Facetten von Wasser anschaulich beleuchtet.

Damit insbesondere die jüngeren Reisenden ihre Erlebnisse dokumentieren und somit unvergesslich machen können, bekommen sie den Expeditionspass der „Forschungsexpedition Deutschland". In diesem Pass können sie an Forschungsstationen in ganz Deutschland Stempel sammeln. Als attraktiver Preis winkt die Teilnahme an einer echten Forschungsreise: mit der „Polarstern" auf Forschungsexpedition ins Mittelmeer. Für die vielen Entdeckungen auf der Insel Mainau gibt es gleich den ersten Stempel in den Pass. Der Pass ist auf der Homepage der Ausstellung oder direkt auf der Insel im Informationspavillon erhältlich.

Egal, ob mit oder ohne Expeditionspass: Die Ausstellung „Entdeckungen" schickt ihre Besucher auf eine spannende Tour und ermutigt sie, immer wieder neue Fragen aufzuwerfen: Lässt sich in der Wüste Trinkwasser gewinnen? Warum sind Algen eine besonders nachhaltige Energiequelle? Wie viel Wasser braucht Schokolade um zu wachsen? Kann Beton die Weltmeere zu einem lebendigeren Ort machen? Wie lässt sich ein Tsunami vorhersagen? Fragen stehen auch am Anfang der Mainauer „Entdeckungen". Denn nur die Fragen von heute können Antworten liefern, die die Zukunft so dringend braucht.

How? Why? How come? New questions are always the starting point for adventurous discoveries, groundbreaking developments, and captivating advances.

That is why part of the Nobel Laureate Meetings' "Mission: Education" is exposing young people to the joy of asking questions and showing them the pathways to finding an answer. The Meetings at Lake Constance allow young scientists and students from all over the world to exchange ideas with the luminaries of their field. Conversations with the Nobel Laureates let participants experience the big, wide world of science first hand.

This guiding principle – sparking enthusiasm for research – is now reflected in our own exhibition, "Discoveries". The exhibition is part of "Research Expedtition: Germany", a project by the Federal Ministry of Education and Re-

search, and is organized by the Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings and the Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance. The exhibition is made possibly by the Federal Ministry of Education and Research, EnBW AG, RWE AG and Holcim Ltd.

"Discoveries" lets the researchers of tomorrow experience the answers that science offers to the challenges of our society. One of the focuses of this journey is a topic that will be especially important for future generations: sustainability.

Over the next three years, the exhibition will present research results that aim at responsible treatment of our planet and its resources. Every year, the exhibitions will focus on a new topic. During this first year, everything on the Isle of Mainau will deal with water.

Associations to water couldn't be more diverse: for some, it's the embodiment of life itself, whereas others see it as a fatal threat. Water can serve as a habitat, transportation route, or a leisure activity, and is a commercial product for some while being a fundamental necessity for others. The exhibition strives to do justice to the enormous multiplicity of the subject matter. The 20 pavilions at various locations all over the Isle of Mainau provide clear, graphic depictions of the many facets of water.

In order to let young researchers document their experiences and make them unforgettable, young participants receive their own Expeditionspass" (Expedition Passport). They can then have their passport stamped at the various research stations all over Germany. As an attractive prize for their efforts, participants have the chance to win a real research expedition: a trip with the "Polarstern" for a research trip to the Mediterranean Sea. The exibition "Discoveries" will also be stamping participants' passports. Guests can receive passports on the exhibition homepage or directly on the island at the Point of Information.

Regardless of whether or not they have an Expedition Passport, the "Discoveries" exhibition sends visitors on a fascinating journey – encouraging them to keep asking new questions: Can drinking water be found in the desert? Why are algae such a sustainable source of energy? How much water does cocoa need to grow? Can concrete make the world's oceans livelier habitats? How can tsunamis be predicted? Questions are located at the outset of Mainau's "Discoveries". That's because the questions of today are the only way to find answers for the pressing issues of tomorrow.

WELLENREITER / RIDING THE WAVES

Wasser kann Forscher in Sinnkrisen treiben. Es ist glasklar und doch so undurchschaubar wie kaum ein anderer Stoff.

In der griechischen Philosophie zählte Wasser zu den vier Elementen – Erde, Feuer, Wasser und Luft. In der chinesischen Philosophie war es Bestandteil der Fünf-Elemente-Lehre mit Holz, Feuer, Erde, Metall und Wasser. Heute erkennt die Forschung immer klarer, wie essentiell Wasser tatsächlich für alle Lebensprozesse ist und wundert sich einmal mehr über die außerordentlichen Eigenschaften des Lebensstoffes. Denn kein anderer Stoff verhält sich so rätselhaft und hat zugleich eine so zentrale Bedeutung für das Leben auf der Erde wie das schlichte H_2O.

Ganz oben auf der Liste der drängenden Fragen steht derzeit, welche Rolle Wasser hat, wenn etwa der Erbstrang, die DNS, sich teilt oder Reaktionen im Zellinneren ablaufen. „Bisher betrachteten wir die Biologie im leeren Raum. Dabei ist Wasser nicht nur das Medium, in dem die zentralen Lebensstoffe wie Proteom und Genom schwimmen. Es ist nicht nur Zuschauer, sondern aktiver Mitspieler", erklärt Martina Havenith, Leiterin des Schwerpunkts Biomolekulare Chemie an der Ruhr-Universität Bochum.

Wasser ist nicht nur Zuschauer, sondern aktiver Mitspieler

Erstaunlich, dass es zu diesen Einsichten erst jetzt kommt – wird Wasser doch stets als Quell des Lebens bezeichnet, wäre ohne es ein Leben auf Erden undenkbar. Rund 70 Prozent der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt. Der menschliche Körper besteht zu etwa zwei Dritteln aus dem feuchten Element, Blut zu 90 Prozent, das Gehirn zu 77 Prozent. Dennoch wurde dem Wasser, das unter anderem die Erbsubstanz DNS im Zellinneren umhüllt, keine wirklich entscheidende Bedeutung beigemessen. Nun aber ändert sich diese Sichtweise grundlegend.

Um die Rolle des Wassers bei den Reaktionen in unserem Körper und der Entstehung des Lebens auf der Erde zu ergründen, arbeiten Wasserforscher mehrheitlich als Wellenreiter. Sie surfen unermüdlich mithilfe unterschiedlichster Wellen – von kurz wie Gamma-Strahlen bis lang wie Infrarotwellen – ins Innere des Wassers, stupsen Moleküle und deren Atomkerne sowie Elektronen an und lesen aus deren Reaktionen, was das Wasser so besonders macht.
Denn so simpel der Aufbau eines Wassermoleküls aus einem Sauerstoff- und zwei Wasserstoffatomen erscheint, so einzigartig ist er in seiner Wirkung. Kein anderer Stoff zeigt so viele Gesichter, weist so viele Besonderheiten auf, verhält sich nicht normal. Gut 40 Anomalien sind derzeit gezählt. Die bekannteste: Wasser dehnt sich beim Gefrieren aus, während andere Stoffe sich dabei zusammenziehen, dichter werden. Würde Wasser sich auch verdichten, würde nicht nur das Eis im Cocktailglas am Boden liegen. Seen würden von unten zufrieren und Fische hätten im Winter dort keine Überlebenschance.
Es ist nicht einmal klar, warum Wasser auf Erden eigentlich flüssig und fest ist. Es müsste sich bei normalem Verhalten und den vorherrschenden Temperaturen, abgesehen von den Polen, längst in Luft aufgelöst haben. Der Planet Erde wäre staubtrocken. Lediglich in der Atmosphäre könnten sich die Moleküle aufhalten.
Eine weitere Wasseranomalie sorgt beispielsweise für das besondere Klima in Europa. Nur weil Wasser eine ungewöhnlich hohe Wärmekapazität hat, kann es beachtliche Mengen an Wärme speichern und transportiert über den Golfstrom nur allmählich abkühlendes, karibisch warmes Wasser zu uns.
Wasser zeigt sich manchmal schier paradox. Man kann es auch unter null Grad abkühlen, ohne dass es gefriert. Aber je stärker man es abkühlt, desto mehr Energie ist nötig, um es wieder zu erwärmen. Bei -45 Grad Celsius steigt dies theoretisch gegen unendlich. Man könnte es erhitzen, so viel man will, es würde und würde nicht mehr wärmer werden.
Was das Wasser so besonders macht, schien für Forscher zunächst schnell ausgemacht. Schuld an all dem ist wohl die Verteilung der Elektronen im Wassermolekül, die einen starken elektrischen Dipol erzeugt. Die Wasserstoffatome sind eher positiv geladen, das Sauerstoffatom negativ. Deshalb kann sich Wasser in besonderer Weise vernetzen, bildet so genannte Wasserstoffbrücken. „Es ist ganz offensichtlich, dass diese Fähigkeit des Wassers die entscheidende Rolle spielt", erklärt einer der forschenden Wellenreiter, Philippe Wernet vom Berliner Synchrotron, BESSY am Helmholtz-Zentrum Berlin.

In seinem Inneren ist Wasser ein unstetes Wesen

Das Paradoxe ist, dass diese Brücken zwar nie lange Bestand haben, gleichzeitig aber doch so viel an Zusammenhalt bieten, dass Wasser seine besonderen Eigenschaften hat. Denn flüssiges Wasser ist in seinem Inneren ein unstetes Wesen und kommt niemals zur Ruhe. Die Moleküle führen alle nur denkbaren Bewegungen durch. So drehen sie sich gerne um die eigene Achse und öffnen und schließen laufend Brückenbindungen zu ihren Nachbarn, tänzelnd wie in einem großen Menuett wechseln sie die Partner. Es gibt praktisch keinen Moment des Verharrens.

WELLENREITER / RIDING THE WAVES

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES WASSER /WATER 2009

Water can cause researchers to doubt everything they know. It's crystal clear, and yet harder to see through then almost any other substance.

In Greek philosophy, water was one of the four elements: earth, wind, fire, and water. In Chinese philosophy, it was a component of the five-element theory alongside wood, fire, earth, and metal. Today, research more clearly recognizes its essential role in all biological processes, once again astounded by the wondrous characteristics of this life-giving substance. That is because no other material besides pure H_2O has such puzzling properties but is so essential to life on Earth.

High at the top of the list of currently pressing questions is the role of water in the division of DNA strands or in reactions within a cell's interior. "Until now, we've been observing biology in an empty space. Water is not only the medium in which central life substances, such as proteomes and genomes, swim. It's not only part of the audience, but rather is an active player," explains Martina Havenith, Head of Biomolecular Chemistry at the Ruhr University in Bochum.

Water is not only part of the audience, but an active player

It's astounding that scientists are coming to this realization so late – water is, after all, commonly regarded as the source of creation, without which life on Earth would be inconceivable. Around 70 percent of the world's surface is covered in water. Around two-thirds of the human body is comprised of the wet element; it makes up 90 percent of our blood and 77 percent of our brain. But nevertheless, no vital importance had ever been attributed to water, which (amongst other things) also surrounds the genetic substance known as DNA in the interior of a cell. Now, this traditional viewpoint is being turned on its head.

In order to understand the role of water in our body's physical reactions and in the creation of life on Earth, the majority of researchers ride the waves. With the help of various waves – from short gamma rays to long infrared waves – they tirelessly surf into the core of the water, stimulating the nuclei and electrodes of molecules in order to test their reaction. The goal is to find out what makes water so different.

As simple as the structure of a water molecule may appear, with one oxygen atom and two hydrogen atoms, it is all the more unique in its properties. No other substance shows as many different faces, displays so many distinctive features, and behaves so abnormally. A good 40 abnormalities have already been established. The most well-known of them all: water expands as it freezes, whereas other materials contract and become denser. If water were to grow denser as well, the fact that ice cubes would no longer float in cocktails would be the least of our worries – bodies of water would freeze from the bottom up, leaving fish with no chance of survival during winter.

It's not even clear how water can exist in a liquid and solid form on Earth. At the temperatures predominately found here (with the exception of the polar caps), water should have vanished into thin air if it behaved normally. Planet Earth would be as dry as the desert. The molecules would only be able to survive in the atmosphere.

Another one of water's abnormalities is demonstrated by the unique climate of the European continent. Water's unusually high heat capacity allows it to store considerable amounts of heat and transport warm water to Europe from the Caribbean via the Gulf Stream with only minimal cooling.

Water's behaviour can be simply paradox at times. It can be chilled to temperatures below 0°C (32°Fahrenheit) without freezing. Yet the stronger it is cooled, the more energy is needed to reheat it. At 45°C below zero (-49°Fahrenheit) this amount could be infinite in theory. No matter how much heat is applied, the water will not become any warmer.

At first, it appeared as though researchers had quickly discovered what made water so unique. The reason was apparently the division of electrons in water molecules, which generates a strong electric dipole. The hydrogen atoms in a water molecule are positive, whereas the oxygen atom is negatively charged. This gives the water molecules the ability to form networks, or so-called hydrogen bridges. "It is very apparent that this particular ability plays a most crucial role," explains one of the researchers who rides the waves, Philippe Wernet, from the Berlin synchrotron facility 'BESSY' at the Helmholz-Zentrum Berlin.

WELLENREITER / RIDING THE WAVES

Thomas Elsässer, Direktor des Max-Born-Instituts für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie in Berlin, der mit speziellen Infrarotmessungen Infrarot-Messungen gezeigt hat, wie lange es dauert, bis eine Information im Wasser verschwindet, spricht von einem Zeitbereich zwischen zehn Femtosekunden für die Eigenbewegungen der Moleküle und wenigen Picosekunden, das sind 0,000.000.000.001 Sekunden, für die Lebensdauer einer Wasserstoffbrückenbindung. Damit ist auch klar, dass Wasser keine Informationen speichern kann. Wasser hat schlicht kein Gedächtnis. Denn mit dieser schnellen Umorientierung und Vergesslichkeit hinterlassen weder magnetische Ausrichtung noch chemische Substanzen dauerhafte Spuren. Die Idee ultra-hochverdünnter homöopathischer Tropfen, in denen kein Wirkstoff mehr steckt, die aber dennoch noch wirken sollen, oder der esoterische Ansatz, äußere Magnete, an denen Wasser vorbeifließt könnten dieses dauerhaft beeinflussen sollen, sind wissenschaftlich nicht haltbar.

Der Tanz der Wassermoleküle

In der mächtigen, runden Experimentierhalle des Bessy bauen Wernet und Elsässer mit Kollegen in imposanten Dimensionen einen Versuch auf, der sich letztlich auf wenigen Nanometern abspielen wird. Hinter den meterdicken Wänden des Bessy steht der Elektronenspeicherring mit einem Umfang von 240 Metern. Durch ihn jagen Elektronen fast mit Lichtgeschwindigkeit im Kreis und geben dabei Strahlung ab, die so genannte Synchrotronstrahlung. Einen besonderen Teil dieser Strahlung, die so genannten Femtosekunden-Photonen, brauchen die Forscher und leiten diese über zahlreiche Rohre nach einem ausgeklügelten System zu ihrem Experiment.

Es ist furchtbar laut hier, denn im Inneren des Ringes muss Vakuum herrschen, die Pumpen dröhnen. Am Ende wartet eine Stahltrommel in Größe einer Waschmaschine, in die eine winzige Probe Wasser eingesperrt ist – in einen 500 Nanometer schmalen Raum, 150 mal dünner als ein menschliches Haar.
„Wir wollen Stärke und Art der Wasserstoffbrückenbindungen analysieren", erklären Wernet und Elsässer. Wärmende Infrarotwellen sollen das Wasser auf 50 Grad Celsius erhitzen. Die Wassermoleküle beginnen zu tanzen und zu schwingen. Dann lassen die Forscher es wieder abkühlen und wollen mithilfe der Photonen aus dem Ring messen, wie sich die Schwingungen langsam wieder normalisieren.
Eines ihrer Ziele dabei: Sie wollen erkennen, wie stark die einzelnen Moleküle vernetzt sind, zu wie vielen anderen Wassermolekülen eines durchschnittlich seine Brücken schlägt. Zwei, drei oder vier? Bis vor fünf Jahren galt es als ungeschriebenes Gesetz, dass sich Wassermoleküle mit rund dreieinhalb anderen umgeben. Das könnte viele der vernetzenden und besonderen Eigenschaften des Wassers erklären, und es passte von der Struktur her.

Eine Art Spaghetti-Suppe

Doch als Wernet, Anders Nilsson von der Stanford University und Lars Pettersson von der Universität Stockholm im Jahr 2004 mit der so genannten Röntgenabsorptionsspektroskopie ins Wasser blickten, lasen sie darin ganz andere Muster. Sie zählten durchschnittlich nur zweieinhalb Nachbarn. Die Moleküle bildeten demnach eher Ketten und Ringe. Das würde bedeuten, dass Wasser doch nicht so stark vernetzt ist, wie immer angenommen wurde. Wernet erinnert sich: „Wir haben wirklich alles hinterfragt und uns erst nach langem Überlegen entschieden, unsere Ergebnisse zu veröffentlichen."

Kritik gab es seither genug. Selbst Elsässer zeigt sich zurückhaltend und meint: „Die Mehrzahl der Wasserforscher glaubt nicht an deren Modell." Alfons Geiger von der Universität Dortmund untersucht die Strukturen von Wasser per Computersimulationen seit den 1970er Jahren und erklärt: „Wenn Wasser mehrheitlich aus Ketten besteht, also eine Art Spaghetti-Suppe sein soll, so ist dies sicher Unsinn." Im Schnitt sei ein Molekül mit 3,5 anderen verbunden.

Wie sehr sich ein Wassermolekül vernetzt, ist umso wichtiger, als Wasser die berühmten Brückenbindungen nicht nur unter seinesgleichen bildet. Die Eigenschaften des Wassers spielen auch eine bestimmende Rolle im Inneren unseres Körpers – in der Funktion von Biomolekülen. Wasser fungiert als Heiratsvermittler für Proteinstückchen und zugleich als Kampfschlichter, indem es durch eine schützende Hülle verhindert, dass sich im Inneren von Zellen die zahlreichen Aminosäuren, Salze, Fette, Zucker und Eiweiße gegenseitig verletzen.
Die Bausteine des Lebens seien sogar nichts weiter als Sklaven des Wassers, beschreibt überspitzt die Analytikerin Martina Havenith. „Wasser kickt mit seinen vielen Fluktuationen etwa gegen ein Protein, das in voller Länge entfaltet im Wasser schwimmt. Einer dieser Kicks bringt es schließlich in die richtige Ausgangsposition für den Faltungsprozess und das Protein damit in die Form, in der es schließlich wirksam sein wird."

Genau dahinein, in den Bereich der kleinsten Bewegungen, können Havenith und ihr Kollege Martin Gruebele von der University of Illinois mithilfe der so genannten Terahertz-Spektroskopie blicken. Was sie da sehen, ist erstaunlich. Im Jahr 2008 berichteten sie im Fachmagazin Angewandte Chemie, dass Wasser offensicht-

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES WASSER /WATER 2009

Water never comes to rest

What is paradox, however, is that these hydrogen bridges are never maintained for long, yet simultaneously display such strong cohesion that they give water its special properties. Liquid water, for example, has an extremely "jittery" interior and never comes to rest. Its molecules move in every thinkable way. They like to rotate on their own axis, for example, and constantly form and dissolve bridge bonds with their neighbours – dancing and changing partners as if part of an enormous minuet.

There are virtually no moments of rest. Thomas Elsässer, Director of the Max Born Institute for Nonlinear Optics and Short Pulse Spectroscopy in Berlin, uses special infrared measurements to demonstrate the length of time needed for a piece of information to disappear in water. He speaks of a time frame between ten femtoseconds for the molecules' own movements and a few picoseconds – that is 0.000000000001 seconds – for the lifespan of a hydrogen bridge bond. This makes it apparently clear that water cannot save any type of information – it simply has no memory. That is because with such quick reorientation and forgetfulness, neither magnetic alignments nor chemical substances can leave any lasting traces. That is why ultra-diluted homeopathic drops, which contain none of the original medicinal substance but are still claimed to have an effect, or esoteric approaches using magnets that supposedly cause permanent change to flowing water are not scientifically tenable.

Dancing water molecules

In the mighty, circular experimentation hall at BESSY, Wernet and Elsässer are working together with colleagues to construct an experiment of imposing dimensions that will ultimately take place on a space of just a few nanometers. Behind BESSY's meter-thick walls stands the electron storage ring with a circumference of 240 meters. Inside of the ring, electrons rotate nearly as fast as the speed of light and generate radiation in the process – so-called synchrotron radiation. The researchers use a part of this radiation, the so-called femtosecond photons, in their experiment by directing them through a large, sophisticated series of tubes.

The noise level here is incredibly high; the interior of the ring must be kept at a vacuum and the pumps drone loudly. At the end, a steel drum the size of a washing machine contains a minuscule sample of water – contained in a 500-nanometer small space that is 150 times thinner than a human hair.

"We want to analyze the intensity and the type of hydrogen bridge bonds," Wernet and Elsässer explain. Infrared waves are used to heat the water to 50°C (122°Fahrenheit). The water molecules begin to dance and sway. The scientists then allow the water to cool and measure how the waves slowly return to normal with the help of the photons from the ring.

One of their goals in the process is to identify how strongly the individual molecules are bonded; how many water molecules are attracted to each other on average in order to form a bridge. Two, three, or four? Up until five years ago, it had been an unspoken rule that they were surrounded by approximately 3 ½ other water molecules. That would have explained water's large number of linking abilities and its special properties, and would have made sense in terms of structure.

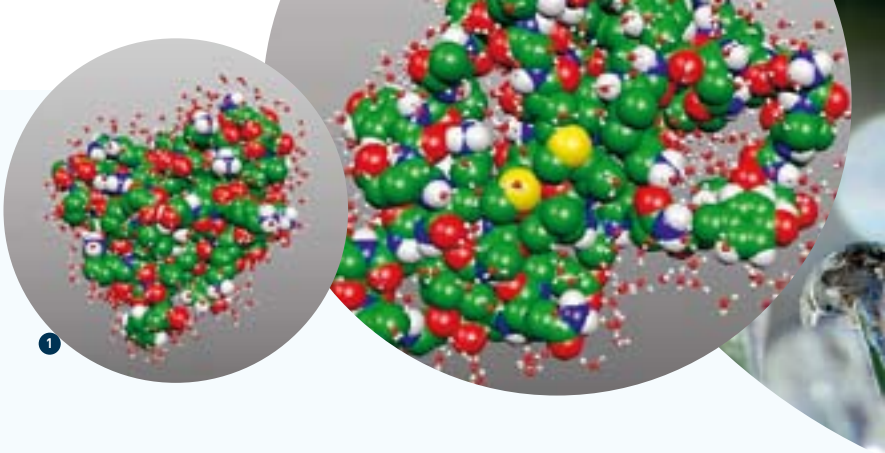
Like a spaghetti soup

But when Wernet, Anders Nilsson of Stanford University, and Lars Pettersson of the University of Stockholm used so-called x-ray spectroscopy to observe water in 2004, they noticed completely different patterns. They counted a mere 2 ½ neighbours on average. Accordingly, the molecules tended to form chains and rings. Such findings would implicate that water isn't as strongly linked as previously assumed. "We really questioned everything and gave it a lot of thought before finally deciding to release the results," Wernet recalls.

There has been plenty of criticism ever since. Even Elsässer seems hesitant, saying "the majority of water researchers don't believe in their model." Alfons Geiger from the University of Dortmund, who has been studying water's various structures using computer simulations since the 1970s, comments: "The notion of water mainly consisting of chains, more or less like a spaghetti soup, is utter nonsense." He says that water molecules are linked to 3.5 other molecules on average.

The linking capabilities of a water molecule are all the more important due to the fact that water does not only form these famous bridge bonds with molecules of its own kind. The characteristics of water also play a decisive role inside our own bodies in the form of biomolecules. Water acts as a matchmaker for individual proteins and simultaneously acts as a peacemaker – its protective barrier keeps the high number of amino acids, salts, fats, sugars, and proteins from damaging one another inside the cell interior.

To put things into exaggerated terms, analyst Marina Havenith says that the building blocks of life are nothing more than slaves of water. "The fluctuations in water can, for example, strike a protein that is swimming in an unfolded position. One of these strikes can bring it into the right starting position for the folding process, therefore putting the protein in a position where it can ultimately become effective."



1 Während das gefaltete Protein jedoch bis zu 1.000 Wassermoleküle in seiner Umgebung beeinflusst, gilt das für ein teilweise entfaltetes Protein nur in weit geringerem Ausmaß. / While the folded protein affects up to 1,000 water molecules in its environment, this is only true for the partly unfolded protein to a small extent.
Quelle / Source: Martina Havenith-Newen, Ruhr-Universität Bochum

lich in der Nähe der Proteine seine Beweglichkeit verlangsamt und somit vermutlich für die Stabilität derselben sorgt. „Wir konnten zeigen, dass Proteine die Beweglichkeit des Wassers über lange Reichweiten hin abbremsen", beschreibt Havenith. So hat ein Protein Einfluss auf bis zu fünf Schichten Wassermoleküle. Gruebele beschreibt dies genauer: „Wenn wir die mittleren Reichweiten unserer Messungen betrachten, gibt es im Zellinneren mit seinen vielen Botenstoffen, Proteinen und vielem mehr kein Wassermolekül mehr, welches nicht beeinflusst ist."

Im Zellinneren gibt es kein Ausweichen. Gruebele bezeichnet Wasser dort sogar als „Designerflüssigkeit". Solches Wasser habe kaum Ähnlichkeit mit der Substanz, die wir trinken. Es habe eine andere Dynamik, einen anderen Gefrierpunkt, eine andere Dichte und mehr. Die Forschung stehe noch ganz am Anfang damit, die wahre Rolle des Wassers im Körper zu verstehen.

Jüngste Berechnungen von Dominik Marx, theoretischer Chemiker an der Ruhr-Universität Bochum, zeigten, dass Wassermoleküle im Energiestoffwechsel von Zellen mitwirken. Erst im Jahr 2003 erhielten Peter Agre und Roderick Mac Kinnon den Nobelpreis für die Erforschung der so genannten Ionenkanäle. Das Protein namens Bakteriorhodopsin transportiert dabei wie eine vom Licht angetriebene Pumpe Wasserstoffionen durch die Zellmembran, die Ionenkanäle. Marx erläutert: „Dieser Kanal könnte ohne die inneren Wassermoleküle gar nicht funktionieren." Sie wirken als Schwamm, der Protonen aufnehmen und abgeben kann.

Und natürlich ist es eine der zentralen Fragen, ob und wie Leben im Wasser entstanden sein könnte. Der theoretische Chemiker Dominik Marx von der Ruhr-Universität Bochum untersucht Theorien zum Ursprung des Lebens. Ein populäres Modell des Münchner Chemikers Günter Wächtershäuser geht davon aus, dass am Grund der Tiefsee hydrothermale Quellen mit sehr heißem, mineralreichem Wasser unter Druck ideale Bedingungen für die Entstehung einfacher Lebensbausteine bieten könnten. Vier Monate rechneten viele tausend Prozessoren auf dem Supercomputer JUBL des Forschungszentrums Jülich daran. „Wir haben uns angesehen, wie und ob sich unter solchen Bedingungen mit hohem Druck und hoher Temperatur im Wasser Peptide bilden können und wichtige Teilaspekte des Szenarios per Simulation bestätigt", so Marx.

Der kritische Punkt des Wassers

Interessant sei vor allem, dass diese Reaktionen im Wasser bei Extrembedingungen leichter ablaufen als bei Normalbedingungen. Das kennt man vom so genannten kritischen Punkt des Wassers. Dieser liegt bei 374 Grad Celsius. Nun vermuten Forscher im Tieftemperaturbereich einen zweiten derartigen kritischen Punkt. Vielleicht könnte auch Leben aus der Kälte kommen? Denn ein anderes Extrem, bei dem präbiotische Chemiker die Entstehung des Lebens vermuten, ist große Kälte. Dort könnten sich Basisstoffe des Lebens in eiskaltem Salzwasser gebildet haben, oder das Leben auf der Erde könnte aus dem All kommen.

Doch auch dafür sind besondere Bedingungen notwendig. So sind auf Planeten und Monden Reaktionen im starren Eis eher nicht zu erwarten. „Leben aus dem All müsste sich eher in amorphem Eis, den unterkühlten Flüssigkeiten, gebildet haben", meint Eisforscher Thomas Loerting von der Universität Innsbruck. Amorphes Eis ist die häufigste Wasserform im All. Es umhüllt kleine Staubkörner, bildet Kometen und mehr.

Bereits 1992 fanden amerikanische Physiker um H. Eugene Stanley anhand einer Computersimulation Hinweise, dass bei hohem Druck und sehr tiefen Temperaturen im unterkühlten Wasser tatsächlich ein zweiter kritischer Punkt existieren könnte. Manche bezeichnen die Forschung daran derzeit als den „heiligen Gral" der Wasserforscher. Der Dortmunder Simulationsexperte Geiger meint: „Den zweiten kritischen Punkt halte ich für eine der noch größten offenen Fragen." Derzeit führt sein Team mit sehr großem Aufwand entsprechende Simulationen durch. Geiger zeigt sich noch skeptisch: „Es gibt sehr viele indirekte Beweise."

Wasser könnte Leben aus dem All auf die Erde gebracht haben

Zu den indirekten Beweisen zählen die Erkenntnisse des experimentellen Eisforschers Loerting. Er lässt Wasserproben bei rund 2000 Atmosphären Druck in Kältestarre bis -136 Grad Celsius gleiten und misst eine amorphe Form bestimmter Dichte. Erhöht er den Druck nur um drei Atmosphären, verwandelt sich das Wasser schlagartig in eine dichtere Form. Ein möglicher Hinweis auf einen zweiten kritischen Punkt.

Loerting will nun untersuchen, ob und wie Reaktionen bei tiefen Temperaturen ablaufen könnten: „Wir können Wasser noch bei -136 Grad Celsius flüssig halten und Reaktionen darin verfolgen." Tatsächlich könnten im amorphen Eis Peptide eingeschlossen und geschützt bleiben.

„Wasser könnte durchaus Leben aus dem All auf die Erde gebracht haben", meint Loerting. Und längst zählt die Suche nach Wasser im Weltraum zur etablierten Sportart der Wasser-Wellenreiter. Erst Ende April hat ein Forscherteam um John McKean vom niederländischen Institut für Radioastronomie die ältesten Wassersignale aus dem All vermeldet. Sie müssten aus einer Zeit etwa 2,5 Milliarden Jahre nach dem Urknall stammen.

Autorin: Beatrice Lugger

To explore these miniscule movements, Havenith and her colleague Martin Gruebele from the University of Illinois use so-called Terahertz spectroscopy. What they have observed is astounding. In 2008, their report in the scientific magazine Angewandte Chemie stated that water appears to slow down its motion when it nears proteins, apparently giving them stability. "We were able to demonstrate that proteins slow down water's mobility over a long distance," Havenith describes. A protein can have an effect on up to five layers of water molecules. Gruebele elaborates: "If we take a look at the measurements for mid-range distances, there are no water molecules left within the cell interior, with its numerous messenger substances and proteins, that remain unaffected." Inside the cell interior, there's no escape. Gruebele even refers to the water there as being a "designer fluid". This water has very little in common with the substance we drink. It has different dynamics, a different freezing point, a different density, and more. Science still has a long way to go in understanding the true role of water in the human body.

The most recent estimates by Dominik Marx, a Theoretical Chemist at the Ruhr University in Bochum, show that water molecules play a role in a cell's energy metabolism. Peter Agre and Roderick Mac Kinnon received the Nobel Prize for their research in so-called ion channels in 2003. A protein by the name of bakteriorhodopsin transports hydrogen ions through the cell membrane, the ion channel, like a light-driven pump. "Without interior water molecules, this channel would not be able to function," Marx explains. Ion channels behave like a sponge that can both absorb and release protons.

Another central issue is, of course, if and how life could have originated in water. Chemical Theorist Dominik Marx of the Ruhr University in Bochum studies theories regarding the origins of life. A popular model by Munich chemist Günter Wächtershäuser states that the extremely hot water found in hydrothermal deep-sea vents is rich in minerals and offers ideal conditions for the creation of simple life forms when under pressure. For four months, several thousand processors in the "JUBL" supercomputer at the research centre in Jülich worked on this model. "We examined if and how peptides can be formed in water under these conditions, at high pressure and at a high temperature, and confirmed important aspects of the scenario using simulations," Marx says.

Especially interesting, he says, is the fact that these reactions take place more easily under extreme conditions than under normal conditions. This is what is known as the "critical point" of water, or 374°C (705°Fahrenheit). Researchers now presume the existence of a second critical point in the extremely low temperature range. Perhaps life could originate from the cold, as well? After all, prebiotic chemists suspect the origin of life to be possible at the other extreme – the extreme cold. Basic substances for life could have formed in ice-cold salt water, or life on Earth could have started in outer space.

The critical point of water

Yet for that to happen, special conditions are necessary. That is why reactions in the rigid ice of other planets and moons are not really to be expected. "Life from outer space is more likely to have originated in amorphous ice formed by ultra-chilled fluids," says ice researcher Thomas Loerting of the University of Innsbruck. Amorphous ice is the most prevalent form of water found in space. It surrounds tiny dust particles, forms comets, and more.

As early as 1992, American physicist H. Eugene Stanley used a computer simulation to find evidence that a second critical point could indeed exist under high pressure at extremely low temperatures. Upon its release, some regarded this discovery as the "Holy Grail" of water research. Dortmund's simulation expert Geiger says, "I consider the second critical point to be one of the greatest questions yet to be answered." His team is currently investing great amounts of time and money in developing the necessary simulations. Geiger still remains sceptical: "There is a great deal of indirect evidence."

Some of this indirect evidence includes findings by experimental researcher Loerting. At around 2000 atmospheres, he let water samples amorphize to -136°C (-213°Fahrenheit) and then measured their density. When pressure was increased by just three atmospheres, and the water abruptly changed into a more dense form. This is a possible indicator of a second critical point.

Loerting now wants to investigate if and how reactions at extremely low temperatures could take place: "We could keep water in a liquid form at 136°C below zero and then study the reactions within it. Peptides could indeed be encased and protected in amorphous ice."

"It's definitely possible that water brought life from outer space down to Earth," says Loerting. The search for water in space has been, after all, a well-established athletic discipline for these wave-riders for quite some time now. Just this past April, a research team lead by John McKean from the Netherlands Institute for Radio Astronomy announced detection of the most distant signs of water in the universe. The water must have been emitted approximately 2.5 billion years after the big bang.

Author: Beatrice Lugger

ENTDECKUNG DISCOV

© by DRKH Architecture

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES WASSER /WATER 2009

ENTDECKEN SIE 20 PAVILLONS / DISCOVER 20 PAVILIONS

PAVILLON
01

HERZLICH WILLKOMMEN! / WELCOME!

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

Herzlich Willkommen! Stiftung und Kuratorium der Nobelpreisträgertagungen begrüßen Sie zur Ausstellung „Entdeckungen" – zusammen mit deren Hauptförderer, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung, sowie der Mainau GmbH als Gastgeberin. Zwanzigmal Neugier, Entdecken und Überraschung: Partner aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft zeigen ihre jüngsten Arbeitsergebnisse auf den Gebieten Physik, Technologie, Chemie und Biologie. Sie praktizieren Verantwortung für das Leben auf der Erde und im Wasser und sind vielen Fragen nachgegangen. Hier gibt es einen Überblick. Und für die jüngsten Entdecker den Expeditionspass!

Welcome! Foundation and Council of the Nobel Laureate Meetings warmly welcome you to the exhibition "Discoveries" – together with the Federal Ministry of Education and Research, and the hosting Mainau GmbH. Twenty times curiosity, discovery and astonishment: Partners from science, politics and the economy are presenting their most recent working results in the fields of physics, technology, chemistry, and biology. They practice responsibility for the life on earth and in water and have pursued many questions. Get an overview. Young researchers can receive their "Expeditionspass" here.

Aussteller / Exhibitor: **Entdeckungen 2009 / Discoveries 2009**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 02

GRÜNE SCHULE MAINAU / GREEN SCHOOL MAINAU

Wasser – erlernen, erleben, erspielen Tauchen Sie ein in die Welt des Wassers. Erleben Sie, wie wir durch nachhaltiges Handeln die Umwelt für unsere Nachwelt erhalten können. Nehmen Sie Platz auf unseren Wassertropfen und entspannen Sie zu den Klängen des kühlen Nass. Drehen Sie selbst am Wasserkreislauf und erfahren Sie mehr über Ihren Wasserfußabdruck. **> Mehr entdecken ab Seite 50**

Learning about water through experience and play Dive into the world of water. Experience how we can act responsibly to save the environment for future generations. Take a seat on our droplet, and relax to the sounds of cool water. Turn the water cycle to learn more about your water footprint. **> More discoveries from page 50**

Aussteller / Exhibitor: **Grüne Schule Mainau / Green School Mainau**

PAVILLON 03

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES WASSER /WATER 2009

SCHNELL WACHSENDE BESCHEIDENHEIT / FAST-GROWING MODESTY

Schnell wachsende Bescheidenheit Sie brauchen weiter nichts als Licht und Meerwasser und entwickeln sich fast aus dem Nichts. Sie lassen Kohlendioxid aus unseren Rauchgasen verschwinden und geben uns Biomasse dafür. Auch Treibstoffe oder Baustoffe können sie uns liefern. Forscher aus Bremen und Südafrika sind sich einig: Aus Algen lässt sich mehr machen. **> Mehr entdecken ab Seite 52**

Fast-growing modesty They only need light and sea water and grow from almost nothing. They absorb carbon dioxide from flue gas and produce biomass. They also can provide a fuel source or building materials. Scientists from Bremen and South Africa agree: Algae can achieve even more. **> More discoveries from page 52**

Aussteller / Exhibitors: **Phytolutions GmbH/Jacobs University Bremen**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 04

BITTERSÜSSE SCHOKOLADE / BITTERSWEET CHOCOLATE

Bittersüße Schokolade Ganz gleich ob zartbittere oder süße Schokolade, eines haben beide gemeinsam: Kakao. 4000 Jahre nach seiner Entdeckung wird Kakao von Klimawandel und landschaftlichen Herausforderungen bedroht. Mars, Incorporated hat sich mit innovativer Wissenschaft dazu verpflichtet, die Nachhaltigkeit des Kakaos weltweit zu verbessern. **> Mehr entdecken ab Seite 54**

Bittersweet chocolate Whether it's dark chocolate or milk chocolate, they both have one thing in common - cocoa. 4000 years after its discovery, cocoa is under threat due to climate change and agricultural challenges. With its innovative science, Mars, Incorporated is committed to improving cocoa's sustainability globally.
> More discoveries from page 54

Aussteller / Exhibitor: **Mars, Incorporated**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

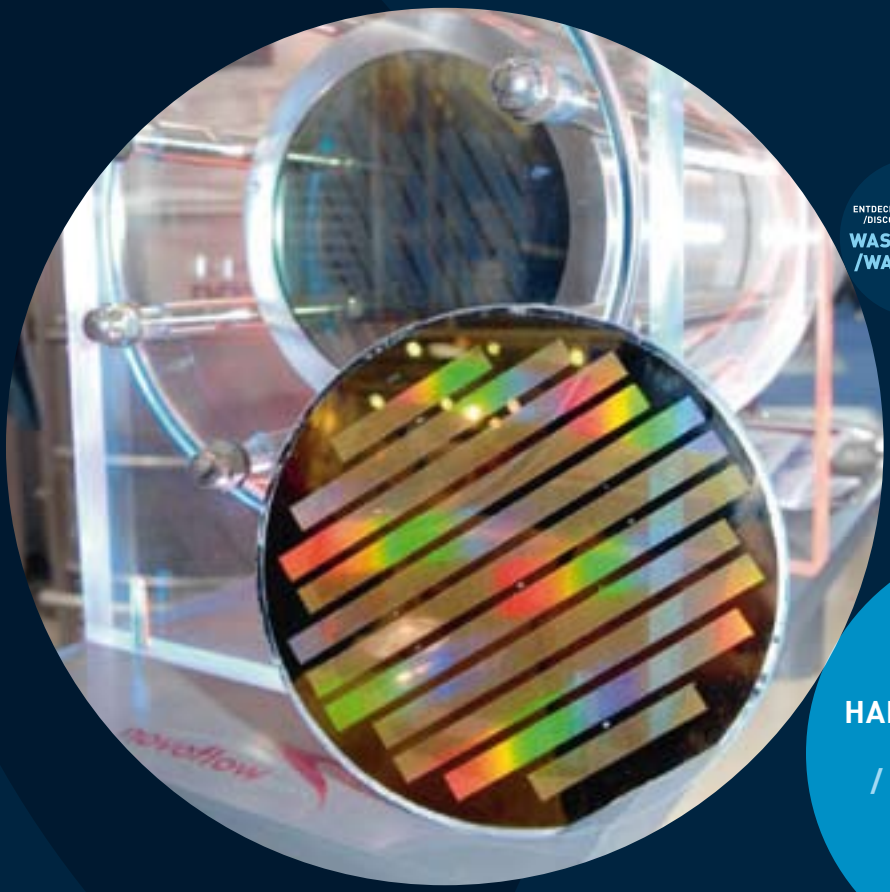
PAVILLON 05

ZUKUNFT DURCH ERFINDERGEIST / INVENTIVE TALENT FOR THE FUTURE

Zukunft durch Erfindergeist Pflanzen haben Stress. Sie leiden unter Trockenheit. Und von Krankheiten werden sie nicht verschont. Das Erfinderunternehmen kümmert sich darum. Die Wissenschaftler aus Leverkusen bieten Lösungen – nicht nur für überforderte Pflanzen. Sondern auch für die Wasserversorgung von morgen. Ihre Tüftler, Erfinder und Forscher haben mit dem Mikroskop den Erdball im Visier. Riskieren Sie selbst einen Blick! **> Mehr entdecken ab Seite 56**

Inventive talent for the future Plants are stressed. They suffer from drought. And they're not protected against diseases, either. The company known for its innovations is taking care of it. Scientists from Leverkusen offer solutions – and not just for stressed-out plants. Its innovators, inventors, and researchers are keeping an eye on the entire globe through the lens of their microscope. Take a chance and see for yourself! **> More discoveries from page 56**

Aussteller / Exhibitor: **Bayer AG**



ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

PAVILLON
06

HANDWERKER FÖRDERN BLAUES GOLD / CRAFTSMEN BOOST BLUE GOLD

Handwerker fördern blaues Gold Blaues Gold findet wenig Beachtung. Wasserhahn auf und schon sprudelt es: Wasser. Tagtäglich werden Millionen von Litern in Industrie, Landwirtschaft und zu Hause verunreinigt. So unerschöpflich die Reinigungskräfte der Natur scheinen – heute sind sie überfordert. Wir müssen also mithelfen. Mit möglichst wenig Ressourcenverbrauch, z.B. durch Filtration aus Schwaben!
> Mehr entdecken ab Seite 58

Craftsmen boost blue gold Blue gold does not attract much attention. Turn on the faucet and water gushes out. Every day millions of liters of water are being polluted in industry, agriculture and in households. Even if the purification forces of nature appear inexhaustible – today they are widely overstrained and need to be supported. Using as little resources as possible, for instance by implementing filters from Swabia! **> More discoveries from page 58**

Aussteller / Exhibitors: **Handwerkskammer für Schwaben/novoflow GmbH/ Chamber of Trade for Swabia/novoflow GmbH**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

PAVILLON
07

VERSCHMUTZTES IN FRISCHES WASSER VERWANDELN
/ CHANGING DIRTY WATER INTO CLEAN WATER

Verschmutztes in frisches Wasser verwandeln Wasser ist fast überall. Doch nur drei Tropfen von hundert können wir trinken. In den anderen haben sich Keime, Salz, Algen, Viren oder Pestizide breitgemacht. Hier muss getrennt, geteilt, gesäubert werden. Mit ausgefeilten Technologien lässt sich Meerwasser, Flusswasser und in der Wüste sogar die Feuchtigkeit der Luft nutzen. Dabei helfen Sonnenenergie und Diamanten. **> Mehr entdecken ab Seite 60**

Changing dirty water into clean water Water is almost everywhere. Yet only 3 out of every 100 drops are safe enough to drink. The others have become a home for germs, salt, algae, viruses, and pesticides. This is where we need to separate, divide, and purify. With sophisticated technologies, we can make water in the oceans, rivers and even the air usable again – using solar energy and diamonds.
> More discoveries from page 60

Aussteller / Exhibitor: **Fraunhofer-Gesellschaft**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 08

HEUTE FÜR MORGEN / TODAY FOR A TOMORROW

Heute für morgen Wasser lässt sich nicht so einfach waschen; das Klima nicht so einfach erneuern. Unser Umgang mit der Erde heute ist Grundlage für die Welt von morgen. Um die Umwelt zu schützen und Ressourcen zu schonen, müssen wir die Lebenswege von Produkten verstehen – von der Forschung und der Gewinnung der Rohmaterialen über die Herstellung bis hin zu Lagerung, Verbrauch und Entsorgung.
> Mehr entdecken ab Seite 62

Today for a tomorrow Water isn't that easy to clean; the environment isn't that easy to replace. The way we treat our world today creates the foundation for our world tomorrow. In order to protect the environment and save resources, we must understand the path that a product takes – from research and the supply of raw materials to manufacturing, storage, use, and disposal. **> More discoveries from page 62**

Aussteller / Exhibitor: **Henkel AG & Co. KGaA**

PAVILLON
09

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

UTOPIA IN SICHT
/ UTOPIA IN SIGHT

Utopia in Sicht Nie mehr heizen müssen bleibt kein frommer Wunsch. Aus Abfall Wohnraum schaffen ist nicht illusorisch. Wir müssen nur Kreisläufe schließen: Die Erdwärme mit dem Wohnklima, das Abwasser mit dem Bauernhof, ausgetrunkene PET-Flaschen mit den Häuserbauern. Die Projekte der ETH Zürich und Eawag zeigen: geschlossene Kreisläufe führen weiter. **> Mehr entdecken ab Seite 64**

Utopia in sight Never to heat again is not just a pious hope. To create homes from garbage no longer an illusion. We must only close cycles: Geothermal energy with indoor climate, waste water with farm houses, empty PET bottles with building construction. The projects of the ETH Zurich and Eawag are demonstrating: closed loops go further.
> More discoveries from page 64

Aussteller / Exhibitors:

ETH Zürich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)/
ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology)

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 10

EINTAUCHEN UND STAUNEN / DIVE DOWN AND MARBEL

Eintauchen und Staunen Wie verlieben sich Fische? Wie verreisen Muscheln? Und wer räumt auf im See? Tauchen Sie ab und erforschen Sie, wie viel Arzneimittel Fische vertragen, wie verlockend das Leben in Kraterseen ist, wie spannend Biofilme sind und wie Wellen alles durcheinander bringen. Erleben Sie Wasser in all seiner Vielfalt – erforscht von der Universität Konstanz. **> Mehr entdecken ab Seite 66**

Dive down and marbel How do fish fall in love? How do mussels travel? And who cleans up the lake? Dive down and discover how many pharmaceuticals fish can take, how alluring life in crater lakes is, how exciting biological documentaries are, and how waves are causing disturbances. Experience water in all its multiplicity – discovered and researched by the University of Konstanz. **> More discoveries from page 66**

Aussteller / Exhibitor: **Universität Konstanz / University of Konstanz**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

PAVILLON
11

ERHOLUNG AUF DEM MEERESGRUND / RECREATION AT THE BOTTOM OF THE SEA

Erholung auf dem Meeresgrund In den Tiefen der Ozeane leben Millionen von Tier- und Pflanzenarten. Leider immer ein bisschen schlechter, wenn es uns nicht gelingt, für sie bessere Lebensbedingungen zu schaffen. Gartenkunst auf dem Meeresgrund und Gastgeschenke in Spinnenform sorgen dafür, dass sich die „Regenwälder der Meere" – die Korallenriffe – erholen können. **> Mehr entdecken ab Seite 68**

Recreation at the bottom of the sea Hundreds of thousands of animals and plants are living in the depths of the oceans - unfortunately increasingly less well so, if we do not succeed in creating better living conditions for them. A new kind of horticulture on the ocean floors and a gift of concrete spiders are providing hope for the recovery of the "rain forests of the sea" – the coral reefs. **> More discoveries from page 68**

Aussteller / Exhibitor: **Holcim Foundation for Sustainable Construction**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

PAVILLON
12

FERNE – TRANSPORT – SEEFAHRT / DISTANCE – TRANSPORTATION – SEAFARING

Ferne – Transport – Seefahrt McLeans Kiste hat Vorfahren: Tröge, Hülsen, Fässer als Behälter für Handelsgüter gab es seit dem 9. Jahrhundert. Aber nur der Container hat die ganze Welt erobert. Seit es ihn gibt, hat er sich auf Schiffen breitgemacht. Er ist kantig, genormt, stahlhart und schwer beladen und teilt sich die Seewege mit Auswanderern und Kreuzfahrern, Abenteurern und Forschern. Damit immer alles gut transportiert werden kann, haben Schiffbauer die jeweils passenden Hüllen dafür gebaut. **> Mehr entdecken ab Seite 70**

Distance – Transportation – Seafaring McLean's box has ancestors: Troughs, sacks, barrels existed as containers for merchandize as far back as the 9th century. But only the container conquered the world. Since its existence, it sprawled its way onto ships. Square-edged, standardized, steel-hard, and heavily laden, it shares the seaways with emigrants and crusaders, adventurers and discoverers. In order to ship everything safely, shipbuilders developed and constructed the right containers for each load. **> More discoveries from page 70**

Aussteller / Exhibitor: **Deutsches Schiffahrtsmuseum (Bremerhaven)/ German Maritime Museum (Bremerhaven)**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 13

SEHEN UND VERSTEHEN VON OBEN / OBSERVATION AND UNDERSTANDING FROM ABOVE

Sehen und Verstehen von oben Hätten Menschen die Erde gemacht, wäre es einfacher. So aber müssen sie sich mühsam Erkenntnisse beschaffen, die sie zum Verständnis ihres Planeten brauchen, wollen sie sorgsam mit ihm umgehen. Meeresströmungen, Erdmagnetfelder oder Strömungen im Erdkern können von weither beobachtet, vermessen und in Modellen berechnet werden. Den nötigen Blick aus der Ferne liefern Satelliten wie GOCE, SMOS oder CryoSat.
> Mehr entdecken ab Seite 72

Observation and understanding from above If man had made the earth, it would be simpler. Now he has to labor hard in order to acquire the knowledge needed for the understanding of our planet so that it can be handled with care. Ocean currents, the earth's magnetic fields or the currents in its interior core can be observed, measured and computed in models from far distances. This perspective is provided by satellites, such as GOCE, SMOS, or CryoSat. **> More discoveries from page 72**

Aussteller / Exhibitor:

Forschungs- und Entwicklungsprogramm GEOTECHNOLOGIEN/
Geoscientific Research and Development Programme GEOTECHNOLOGIEN

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 14

SCHNELLER ALS DAS MEER / FASTER THAN THE OCEAN

Schneller als das Meer 2004 bebte vor Sumatra die Erde. Schon 12 Minuten später wurden die Erdbebenwellen in Potsdam aufgezeichnet. Nur konnten die betroffenen Menschen nicht gewarnt werden. Es gab weder die nötige Technik noch eine funktionierende Warnkette oder geregelte Verantwortlichkeiten. Vier Jahre später ist die Region besser gewappnet. Entdecken Sie, was deutsche Wissenschaftler dazu beigetragen haben. **> Mehr entdecken ab Seite 74**

Faster than the ocean In 2004 the earth was shaking off the shoreline of Sumatra. No less than twelve minutes later, earthquake waves were recorded in Potsdam. Only the affected people could not be warned for neither the required technology nor a functioning early warning system and standard operation procedures existed. Four years later, the region is better prepared. Discover, what German scientists have contributed. **> More discoveries from page 74**

Aussteller / Exhibitor: **Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)/ GFZ The German Research Centre for Geosciences**

PAVILLON
15

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

VOM GLÜCK DES FINDENS / THE JOY OF FINDING

Vom Glück des Findens Nobelpreisträger sind Menschen aus verschiedenen Wissensgebieten, mit ungleichen Arbeitsmethoden, verschieden in Alter, Anschauung und Herkunft. So hat es Alfred Nobel gewollt und in seinem Testament festgelegt. Eines verbindet sie alle: die Freude am Entdecken, das Bestreben, etwas Neues, Gutes für die Menschheit hervorzubringen. Der Fotograf Peter Badge hat das in ihren Gesichtern gefunden. Wir zeigen es Ihnen hier Schwarz auf Weiß.
> Mehr entdecken ab Seite 76

The joy of finding Nobel laureates are people from various fields of knowledge, with different work methods, people of different age, outlook and origin. This is how Alfred Nobel intended and devised it to be in his will. One thing, however, connects them all: the joy of discovering, the striving to create something new, something good for mankind. Photographer Peter Badge has detected it in their faces. We are presenting it here in black on white. **> More discoveries from page 76**

Aussteller / Exhibitor: **Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau/ Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

PAVILLON
16

ZUKUNFTS-WERKSTATT AM BODENSEE / WORKSHOP OF THE FUTURE AT LAKE CONSTANCE

Zukunftswerkstatt am Bodensee Seit dem Engagement Graf Lennart Bernadottes sind Lindau und die Insel Mainau Orte lebendiger Wissenschaftsgeschichte. Der leidenschaftliche Landschaftspfleger aus Schweden initiierte die regelmäßigen Zusammenkünfte von Nobelpreisträgern mit dem wissenschaftlichen Nachwuchs, die weiterhin jedes Jahr stattfinden. 60 Jahre Inspiration und Motivation. Lassen Sie sich anstecken. **> Mehr entdecken ab Seite 78**

Workshop of the future at Lake Constance Since Lennart Count Bernadotte's committment, the City of Lindau and the Isle of Mainau have become places of lively science history. The passionate conservationist from Sweden initiated regular meetings of Nobel Laureates with young scientists, which still take place every year. 60 years of inspiration and motivation. Be inspired! **> More discoveries from page 78**

Aussteller / Exhibitor:

Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee/
Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance

PAVILLON
17

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

QUELLE DER INNOVATION / SOURCE OF INNOVATION

Quelle der Innovation Herzlich Willkommen im Land der Tüftler und Denker. Schon seit Jahrhunderten kommen bedeutende Innovationen aus Baden-Württemberg. Entdecker und Forscher verändern von hier aus die Welt. Tauchen Sie ein in den Strom der Zeit, begeben Sie sich auf Entdeckungsreise! **> Mehr entdecken ab Seite 80**

Source of innovation Welcome in the heart of innovators and thinkers. For centuries, significant innovations have come out of Baden-Württemberg. From here, discoverers and scientists are changing the world. Immerse yourself in the stream of time, go on a discovery tour!
> More discoveries from page 80

Aussteller / Exhibitor: **Land Baden-Württemberg/ Federal State of Baden-Württemberg**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 18

THE AMERICAN WAY OF ENERGY / THE U.S. ENERGY FUTURE

The American Way of Energy Bisher war es so: Je höher der Lebensstandard, desto größer auch der Energiebedarf. Doch darf dieser nicht zu Lasten von Umwelt und endlichen Ressourcen gehen. Weltweit forschen Wissenschaftler deshalb nach neuen Alternativen. In den USA sollen Wind, Sonne und Biomasse die Energie der Zukunft liefern. Einige Techniken sind heute schon einsatzbereit. **> Mehr entdecken ab Seite 82**

The U.S. energy future Historically, the higher the standard of living, the higher is a Nation's energy consumption. This, however, should not occur at the expense of the environment and deplete finite resources. Therefore, scientists worldwide are in search of new alternative energy resources. In the USA, wind, sun, bio-mass and other options are being explored to provide the energy of the future. And some are possibly ready today. **> More discoveries from page 82**

Aussteller / Exhibitor: **Bundesministerium für Energie der USA/ U.S. Department of Energy**

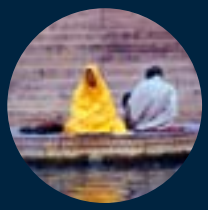
ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 19

WASSER: DAS MASS ALLER DINGE /WATER: THE MEASURE OF ALL THINGS

Wasser: Das Maß aller Dinge Schätzungsweise 1,1 Milliarden Menschen weltweit haben keinen Zugang zu sauberem Wasser, Tendenz steigend. Wasser ist nicht nur ein Teil unserer Umwelt, sondern unsere wichtigste Ressource. Ohne Wasser ist kein Leben möglich, doch zu viel davon ist genauso fatal. Indiens Department of Science and Technlogy entwickelt neue Konzepte, wie das wenige und das zuviel zum Wohle aller genutzt, gesäubert, bewahrt werden kann.

> Mehr entdecken ab Seite 84



Water: The measure of all things Approximately 1.1 billion people world wide have no access to clean water, tendency increasing. Water is more than just a part of our environment, it is our most important resource. Without water, no life is possible. But too much of it is fatal. India's Department of Science and technology is developing new concepts how the too scarce and the too plentiful can be used, cleaned and preserved for the welfare of all. **> More discoveries from page 84**

Aussteller / Exhibitor:

Ministerium für Wissenschaft und Technologie (Regierung von Indien)/ Department of Science and Technology (Government of India)

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

PAVILLON 20

DER WERKSTOFF AUS DEM DIE TRÄUME SIND / THE MATERIAL THAT DREAMS ARE MADE OF

Der Werkstoff aus dem die Träume sind Werkstoffforscher lassen aus Träumen Zukunft werden. Sie entwickeln neue Materialien aus denen man intelligente Heizungen, ausgeklügelte Filtersysteme oder eine auch im Sommer coole Skischanze bauen kann. Keine Idee erscheint ihnen zu abgehoben, wenn es darum geht, Ressourcen zu schonen und Energie zu erhalten. **> Mehr entdecken ab Seite 86**

The material that dreams are made of Material researchers turn dreams into the future. They develop new materials that can be used to construct intelligent heating systems, sophisticated filtering systems, or things like ski jumps that stay cool even in the summer. No idea is too outlandish when it comes to saving resources and generating energy. **> More discoveries from page 86**

Aussteller / Exhibitor: **expedition materia – Die Welt der innovativen Werkstoffe/ expedition materia – The World of Innovative Materials**

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

HIGHTECH AUS DEM NANOKOSMOS / HIGH-TECH FROM THE NANOCOSMOS

Hightech aus dem Nanokosmos Sie gilt als eines der derzeit chancenreichsten Technologiefelder der Welt. Die in unvorstellbar winzigen Dimensionen operierende Nanotechnologie. Für unser Lebensquell Wasser kann sie einiges tun: Für seine sparsame Verwendung ebenso, wie für seine qualitative Verbesserung. Das und viele andere, faszinierende Beispiele angewandter „Winzlingstechnologie" gibt es hier bei einer „Reise per Anhalter durch die Nanogalaxis".

> Mehr entdecken ab Seite 88

High-Tech from the nanocosmos It's regarded as one of the world's most promising fields of new technology: nanotechnology, which utilizes components of unbelievably minuscule dimensions. In terms of our source of life, water, it has quite a bit to offer: both for using water more efficiently and for improving its quality. That and many other fascinating examples of applied "mini- technology" can be seen at our own "Hitchhiker's Guide to the Nanogalaxy". **> More discoveries from page 88**

2./3. Juli und vom 28. bis 31. Juli am Haupteingang zur Insel Mainau.
July 2nd/3rd and from July 28th to 31st at the main entrance to the Isle of Mainau.

Aussteller / Exhibitor: **nanoTruck – eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung/**
nanoTruck – an initiative of the Federal Ministry for Education and Research

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

ENZYMARMEE IM EINSATZ / AN ARMY OF ENZYMES AT WORK

Enzymarmee im Einsatz Enzyme und Mikroorganismen sind unsichtbare Helden der Biotechnologie. Von uns unbemerkt helfen sie, umweltschonend Wäsche zu waschen, unser Trinkwasser sauber zu halten und unsere Jeans so „stonewashed" aussehen zu lassen, wie gewünscht. Exponate zum Anfassen bringen ans Licht, was diese kleinen Helden noch alles können. Ausprobieren und mitstaunen.

> Mehr entdecken ab Seite 90

An army of enzymes at work Enzymes and microorganisms are the unseen heroes of biotechnology. Unnoticed to us, they help us do environmentally friendly laundry, keep our drinking water clean, and make our jeans look as "stonewashed" as we want. Hands-on exhibits show what else these little heroes can do. Try it out – you'll be amazed.

> More discoveries from page 90

2./3. Juli und vom August 2. bis 7. August am Haupteingang zur Insel Mainau.
July 2nd/3rd and from August 2nd to 7th at the main entrance to the Isle of Mainau.

Aussteller / Exhibitor: **BIOTechnikum – eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung/**
BIOTechnikum – an initiative of the Federal Ministry for Education and Research

FÖRDERER DER WISSENSCHAFT UND VISIONÄRER VORDENKER – 100 JAHRE GRAF LENNART BERNADOTTE

/ A PATRON OF SCIENCE AND A VISIONARY TRAILBLAZER – 100 YEARS OF COUNT LENNART BERNADOTTE

Vor 100 Jahren wurde Graf Lennart Bernadotte (1909–2004) als Enkel der schwedischen Königin Viktoria geboren. Schon früh erkannte der Inselherr der Mainau zwei Schlüsselthemen, die bis heute nichts von ihrer Aktualität verloren haben: Nachhaltigkeit und Forschung. Durch sein Engagement wurde Graf Lennart Bernadotte zum Vordenker und setzte wichtige Impulse für gesellschaftliche Entwicklungen.

Ein Meilenstein seines Wirkens war die „Grüne Charta von der Mainau", die am 20. April 1961 auf seine Initiative hin von Vertretern aus Politik, Wirtschaft und Kultur verabschiedet wurde. Bereits 11 Jahre vor der ersten Umweltkonferenz der UNO appellierte dieses Manifest an ein gesundes Miteinander von Mensch und Natur. Graf Lennart Bernadotte war seiner Zeit damit weit voraus. „Die Grundlagen unseres Lebens sind in Gefahr geraten, weil lebenswichtige Elemente der Natur verschmutzt, vergiftet und vernichtet werden", heißt es in der Charta – ein Satz, der auch heute noch, rund ein halbes Jahrhundert später, brandaktuell scheint. Das Manifest beschreibt den Konflikt zwischen Nutzung und Erhalt natürlicher Ressourcen und legte damit die Basis für eine breite gesellschaftliche Umweltdiskussion, die in den folgenden Jahrzehnten in der Bundesrepublik intensiv ausgetragen wurde.

Wie ernst ihm die in der Charta formulierten Forderungen tatsächlich waren, zeigte Graf Lennart Bernadotte auch durch sein eigenes Wirken auf der Mainau. Schritt für Schritt gestaltete er die Insel nicht nur zu einem erfolgreichen Tourismusbetrieb, sondern machte sie auch zu einem Freiraum, in dem naturnahe Räume erhalten und für den Menschen erlebbar werden. Als erster Park in Europa wurde die Mainau 1998 nach den EU-Öko-Audit-Umweltrichtlinien zertifiziert und verpflichtete sich damit, ihre Umweltstandards auch in Zukunft auszubauen. Graf Lennart Bernadotte und seine Frau Gräfin Sonja machten die Mainau damit zu einem gelebten Vorbild für andere Unternehmen.

Seine visionären Ideen verwirklichte Graf Lennart Bernadotte auch mit seinem Engagement für nachhaltige Wissenschaftsförderung als Beitrag zur Völkerverständigung. In einer Zeit, in der Deutschland nach dem Krieg sowohl politisch als auch wissenschaftlich isoliert war, glaubte Graf Lennart Bernadotte an die Fähigkeit der Wissenschaft, Grenzen zu überwinden. Sein Großvater, der spätere schwedische König Gustaf V., hatte in Stockholm 1901 die ersten Nobelpreise verliehen. Graf Lennart Bernadotte lud nun, genau ein halbes Jahrhundert später, Nobelpreisträger an den Bodensee ein: Zusammen mit den Lindauer Ärzten Gustav Parade und Franz Karl Hein initiierte er die Nobelpreisträgertagung in Lindau und brachte so junge Wissenschaftler mit den Koryphäen ihres Faches zusammen.

Was zunächst dazu gedacht war, deutschen Wissenschaftlern Zugang zu internationalen Forschungsnetzwerken zu ermöglichen, entwickelte sich schnell zu einem internationalen Forum, bei dem es vor allem darum geht, Wissenschaft greifbar zu machen und die Freude am Forschen zu entfachen. Nach wie vor besticht die Lindauer Tagung durch ihre offene Atmosphäre und den Austausch zwischen jungen Nachwuchswissenschaftlern und Studenten einerseits und Nobelpreisträgern andererseits. Graf Lennart Bernadotte prägte diesen Lindauer Dialog von der ersten Stunde an und begleitete die Tagung über Jahrzehnte als Präsident des Kuratoriums. Zu Ehren seines Wirkens wurde im Jahr 2000 die Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee gegründet, in deren Stifterversammlung mittlerweile mehr als 200 Nobelpreisträger Mitglieder sind.

Die Schlüsselthemen Nachhaltigkeit und Forschung ziehen sich als zentrale Aspekte durch das Leben und Schaffen von Graf Lennart Bernadotte. Kuratorium und Stiftung der Nobelpreisträgertagungen gedenken deshalb mit großem Respekt und Dankbarkeit dem „Spiritus Rector" der Lindauer Treffen. Die in seinem Jubiläumsjahr stattfindende Ausstellung „Entdeckungen" greift das Lebenswerk von Graf Lennart Bernadotte auf und wagt einen Schritt weiter: Welche Rolle spielen Forschung und Nachhaltigkeit für die Zukunft? Welche Chancen kann die Wissenschaft für den Umweltschutz eröffnen? Die Ausstellung möchte verschiedenste Alternativen zur Beantwortung dieser Fragen zeigen. Vordenken ist ausdrücklich erlaubt.

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES WASSER /WATER 2009

100 years ago, Count Lennart Bernadotte (1909–2004) was born as the grandson of Queen Victoria of Sweden. Very early on, the Lord of Mainau recognized the importance of two key issues that have not lost any of their relevance still today: sustainability and research. Count Lennart Bernadotte's dedication made him a true visionary, offering important new impulses for societal progress.

A milestone in his work was the Grüne Charta von der Mainau ("Green Charter of Mainau"), which was approved at his initiative by a team of representatives from the world of politics, economics, and culture on April 20, 1961. 11 years before the first UNO environmental conference, this manifesto already called for the healthy interaction of man and nature. The Charta put Count Lennart Bernadotte well ahead of his time. "The foundations of our civilization have been put in danger because vital elements of nature are being contaminated, poisoned, and destroyed," the Charter said – a statement that remains, half a century later, just as critical and up-to-date. The document describes the conflict between the use and the preservation of natural resources and forms the foundation for extensive public dialogue on the environment – which intensely took place in Germany over the following decades.

Count Lennart Bernadotte demonstrated his strong belief in the statements of the Charta through his own work on the Isle of Mainau. Step by step, he not only established healthy tourism on the island, but made it into a space where natural areas were preserved and left for people to experience. Mainau was the first European park to be certified under the environmental standards of the EU's Eco-Audit in 1998, obligating itself to enhance its environmental standards over the course of the future as well. Count Lennart Bernadotte and his wife, Countess Sonja, made Mainau a living example for other companies.

Count Lennart Bernadotte also put his visionary ideas into practice through his dedication to the sustainable advancement of science as a contribution to international understanding. At a time when Germany was politically and scientifically isolated as a result of the Second World War, Count Lennart believed in science's ability to overcome boundaries. His father, who later became King Gustav V of Sweden, had awarded the first Nobel Prizes in Stockholm in 1901. Exactly fifty years later, Count Lennart Bernadotte brought Nobel Laureates to Lake Constance: together with Lindau physicians Gustav Parade and Franz Karl Hein, he initiated the Nobel Laureate Meetings in Lindau and brought young scientists together with the luminaries of their field.

What had originally began as a way to make international research networks accessible to German scientists quickly developed into an international forum. The forum's primary aim is to make science tangible and spark interest in the joy of research. Still today, the open atmosphere and the exchanges made between young scientists and Nobel Laureates alike remains captivating. Count Lennart Bernadotte influenced these Lindau Dialogues from the very beginning and accompanied the Meetings for decades as President of the Council. In honour of his achievements, the Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings was founded in the year 2000 and now has more than 200 Nobel Laureates in its Founders Assembly.

Sustainability and research remain central aspects in the life and work of Count Lennart Bernadotte. That is why the Council and Foundation of the Nobel Laureate Meetings commemorate the "spiritus rector" of the Lindau Meetings with great respect and gratitude. The exhibition "Discoveries", taking place on this year of his 100th birthday, pick up on Count Lennart Bernadotte's lifework and even dare to go one step further: What role do research and sustainability play in the future? What opportunities can science provide for environmental protection? This exhibition strives to portray the diverse number of ways in which that question can be answered. Imagination is strictly permitted.

„ENTDECKUNGEN“ IM ZEICHEN DER „FORSCHUNGSEXPEDITION DEUTSCHLAND“ / DISCOVERIES FROM “RESEARCH EXPEDITION: GERMANY”

Im Wissenschaftsjahr 2009 geht Deutschland auf Forschungsexpedition und lädt Groß und Klein dazu ein, die Wissenschaftslandschaft unseres Landes zu entdecken.

Seit 1951 treffen sich jeden Sommer 20 bis 30 Nobelpreisträger mit den besten Studierenden und wissenschaftlichen Mitarbeitern von Forschungsinstituten aus aller Welt am Bodensee. In diesem Jahr schließt sich ein weiterer Höhepunkt wissenschaftlicher Expertise unmittelbar an das Lindauer Treffen der Spitzenforscher an: die Ausstellung „Entdeckungen“. Sie ist Teil der „Forschungsexpedition Deutschland“, die im Wissenschaftsjahr 2009 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung und „Wissenschaft im Dialog“ gemeinsam mit der Robert Bosch Stiftung, dem Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft und der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina als Trägern ausgerichtet wird.

Im Jubiläumsjahr 2009 soll sichtbar werden, wie sehr unser Leben durch die Errungenschaften von Wissenschaft und Forschung geprägt ist. Vor 60 Jahren wurde die Bundesrepublik Deutschland gegründet, und seit 20 Jahren ist unser vormals geteiltes Land wieder eins. Die Lebensbedingungen haben sich in dieser Zeit entscheidend verändert: Freiheit, Wohlstand und Demokratie, wie sie heute für uns selbstverständlich sind, sind die Ergebnisse eines Entwicklungsprozesses, der ohne Wissenschaft und Forschung nicht denkbar wäre. Grund genug, den Wegbereitern unseres Lebensstils einmal genauer über die Schulter zu schauen.

Die „Forschungsexpedition Deutschland“ öffnet die Tore von Laboren und Denkfabriken für die Öffentlichkeit und fördert den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft auf Augenhöhe. Viele hundert Partner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Kultur nehmen daran teil, sie präsentieren ihre Arbeit, initiieren Debatten und diskutieren Fragen und Lösungsvorschläge. „Eine nachhaltige Energieversorgung, Klima- und Umweltschutz oder die Bekämpfung von Krankheiten sind ohne Wissenschaft und Forschung genauso wenig denkbar wie die Rekonstruktion unseres kulturellen Erbes oder die Reflexion der Folgen gesellschaftlicher Veränderungsprozesse. Wissenschaft und Forschung sind die Wegbereiter der Welt von morgen“, sagt Bundesministerin für Bildung und Forschung Prof. Dr. Annette Schavan in ihrer Einführung zum Wissenschaftsjahr 2009.

Forschung und Wissenschaft sind Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Bundesrepublik. So schaut die „Forschungsexpedition Deutschland“ nicht nur auf die Erfolgsgeschichte der letzten 60 Jahre zurück, sondern richtet den Blick insbesondere nach vorn: Was werden die wichtigen wissenschaftlichen Entwicklungen der kommenden 60 Jahre sein? Wie können Forschung und Wissenschaft dabei helfen, Wohlstand für alle zu erreichen und zu erhalten? Wie werden sie dazu beitragen, die globalen Herausforderungen zu meistern?

Eines der großen globalen Zukunftsthemen ist die Frage der Nachhaltigkeit. Am Beispiel Wasser greift die Ausstellung „Entdeckungen“ dies in hervorragender Weise auf und gibt einen breiten Überblick über den aktuellen Stand und die künftigen Themen der Forschung.

Weitere Informationen: www.forschungsexpedition.de und www.expedition-zukunft.org

During Science Year 2009, adults and children are invited to go on a research expedition through Germany and explore our country's scientific landscape.

Every summer since 1951, 20 to 30 Nobel Laureates have come to Lake Constance to meet with the best students and researchers from scientific institutes around the world. This year's Lindau Meeting of top-class researchers is directly linked to another scientific highlight: an exhibition entitled „Discoveries“. This exhibition forms part of the “Research Expedition: Germany” initiative within Science Year 2009, which has been organized by the Federal Ministry of Education and Research and the “Science in Dialogue” Initiative along with the Robert Bosch Foundation, the Stifterverband für die deutsche Wissenschaft (Donors' Association for German Science) and the German Academy of Sciences Leopoldina.
This anniversary year 2009 will demonstrate how strongly modern life depends upon the achievements made in science and research. The Federal Republic of Germany was founded 60 years ago, and the two German states were reunified 20 years ago. Living conditions have changed fundamentally in the meantime: freedom, prosperity and democracy, values that we now take for granted, are the result of a developmental process that would not have been possible without science and research. This is reason enough to take a closer look at the pioneering work that has so greatly influenced our modern lifestyle.
“Research Expedition: Germany” opens labs and think-tanks to the general public and encourages dialogue between science and society at an equal level. Several hundred partners from the fields of science, industry and

culture are participating: they are presenting their work, initiating debates and discussing questions and possible solutions. „A sustainable energy supply, climate and environmental protection and disease control are inconceivable without science and research, as is the reconstruction of our cultural heritage and the examination of the consequences of social change. Science and research forge the path to life in tomorrow's world," says Professor Annette Schavan, Federal Minister of Education and Research, in her introduction to Science Year 2009.

Science and research are Germany's past, present and future. That is why "Research Expedition: Germany" not only looks back on 60 years of successful scientific work, but also looks ahead to the future: what important scientific developments will we see in the coming 60 years? How can science and research help us to ensure prosperity for all people? What contributions will they make to mastering global challenges?
The problem of sustainability will be one of the future's largest global issues. Using water as an example, the „Discoveries" exhibition addresses this in an excellent way and gives a broad overview of previous achievements and future topics in research.

For further information, please visit:
www.forschungsexpedition.de and
www.expedition-zukunft.org

Nächster Halt...

Auch der von der Max-Planck-Gesellschaft konzipierte Ausstellungszug „Expedition Zukunft" nimmt den Gedanken der Forschungsexpedition wörtlich und präsentiert anhand vieler spannender Exponate, wie Wissenschaft und Forschung unser Leben in den nächsten 15 Jahren verändern könnten. Für die Besucher der „Entdeckungen" und alle anderen Interessierten macht er vom 30.07. – 01.08.2009 Station in Konstanz.

Next Stop...

The "Science Express" designed by the Max Planck Society takes visitors on an expedition into the future: it presents numerous exciting exhibits that give us an idea of how science and research may change our lives within the next 15 years. Visitors to the „Discoveries" exhibition and other interested participants in "Research Expedition: Germany" can climb aboard when the train stops at Constance on 30 July 2009, where it will stay until 1 August 2009.

Wissenschaftsjahr 2009

Forschungs-
expedition
Deutschland

AIR_BORN(E): BAUEN AUF LUFT
/ AIR_BORN(E): BUILDING ON AIR

20 Pavillons, mittels Drucksensoren aus leicht komprimierter Luft erbaut, beheimaten für die Sommermonate 2009 die Ausstellung „Entdeckungen" auf der Insel Mainau im Bodensee.

Luft – oder besser Atmosphäre – hat per se keine Form, sondern tritt nur durch unterschiedliche Sättigungsgrade in Verbindung mit Wasser als Wolken oder Bodennebel in Erscheinung. Zwingt man sie jedoch in eine Form, besitzt sie eine statische Qualität. Hülle und Druck gehen dabei eine architektonische Symbiose ein, da jeder Teil den anderen braucht, um fassbar und erlebbar zu werden. Getrennt durch eine millimeterdünne Haut, wird im Inneren der Druckhülle eine künstliche Atmosphäre geschaffen und mit einfachen technischen Hilfsmitteln kontrolliert. Die Architektur konzentriert sich in diesem Sinne auf die Schaffung von Abgrenzungen zwischen einer natürlichen und einer künstlich hergestellten Wettersituation. Hoch- und Niederdruckgebiete bieten die Voraussetzung für die Schaffung von Raum.

Das Prinzip der Pavillons besteht aus einem „Tisch" von pneumatischen Druckröhren. Dieser „Tisch" ist fest mit dem Boden verankert und bildet den Rahmen, in welchen eine innere und äußere Hülle eingehängt werden. Lediglich diese beiden Hüllen treten ästhetisch in Erscheinung und sind frei wählbar in Materialität, Farbe und Form. Zwischen diesen beiden dünnen Häuten entsteht ein Zwischenraum, welcher für die Klimatisierung der Pavillons genutzt wird. Einstrahlende Wärme erhitzt die Luft in diesem Zwischenraum und lässt sie ähnlich einem Kamin nach oben steigen. Die aufsteigende Luft zieht dabei kältere Schichten in Bodennähe nach, durch Zirkulation entsteht eine natürliche Ventilation im Inneren.
Die Sonneneinstrahlung wird mithilfe von Solarzellen in elektrische Energie verwandelt und zur Speisung der drucksensiblen Ventilatoren gebraucht, die je nach Bedarf Luft in das System drücken oder absaugen. Sonne und Luft bilden somit die Baumaterialien einer ephemeren Ausstellungsarchitektur, welche innerhalb von Stunden auf- und abgebaut werden kann und somit flexibel für weitere Aufgaben wird. Das geringe Gewicht und Volumen der abgelassenen Pavillons, verstaut in einer Reisetasche, erlauben einen ressourcensparenden Transport und eine vielfältige Wiederverwendbarkeit als Festarchitektur. Sie dient der Inszenierung des öffentlichen Raums, der sich die bauliche Form eines nachhaltigen Nutzungskonzepts zu eigen macht.

Constructed using slightly compressed air controlled by pressure sensors, 20 pavilions are home to the "Entdeckungen/Discoveries" exhibition on the Isle of Mainau on Lake Constance during the summer months of 2009.

Air – or the atmosphere, rather – has no real shape per se, but instead appears at various levels of water saturation as clouds or as ground fog. When forced into a contained space, however, it exhibits a static quality. The space's outer shell combines with pressure to form an architectural symbiosis, as each component needs the other in order to become tangible. Separated by a wall just a few millimetres thick, the interior of the pressure hull forms a synthetic atmosphere that is controlled using simple technical mechanisms. The architecture hereby focuses on the creation of boundaries between a natural and an artificial weather situation. Areas of high and low pressure serve as the prerequisite for creating space.

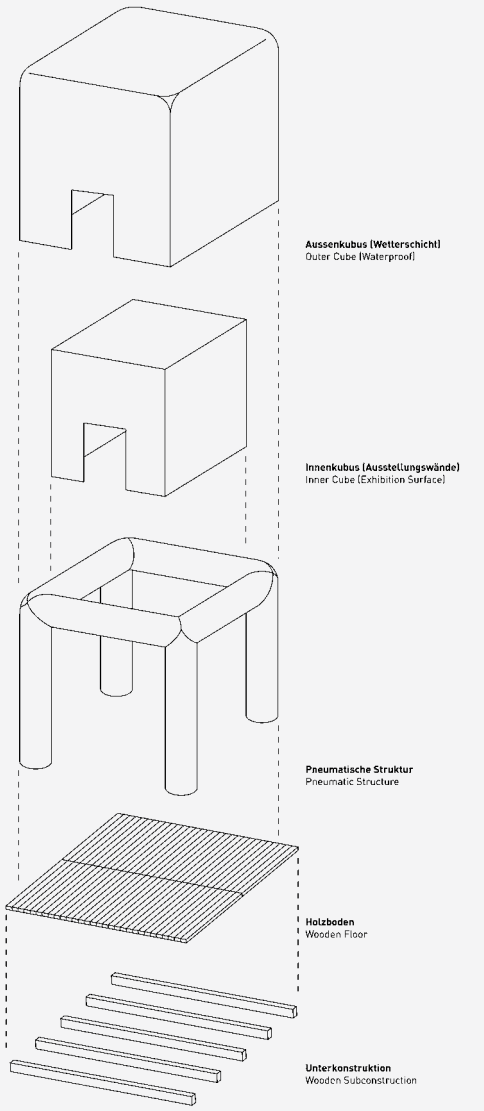
The structural principle of the pavilions is based on a "table" of pneumatic pressure cylinders. This "table" is tightly anchored to the ground and serves as a frame into which the inner and outer shells are mounted in place. The two shells are the only components given an aesthetic appearance, and are user-definable in terms of materiality, colour, and form. The gap formed between these two thin walls is used to control the climate within the pavilion. Radiating heat from the outside heats the air between the two walls, which rises upward. The rising air pulls up the cooler layers of air near the floor, and this circulation naturally ventilates the pavilion's interior.

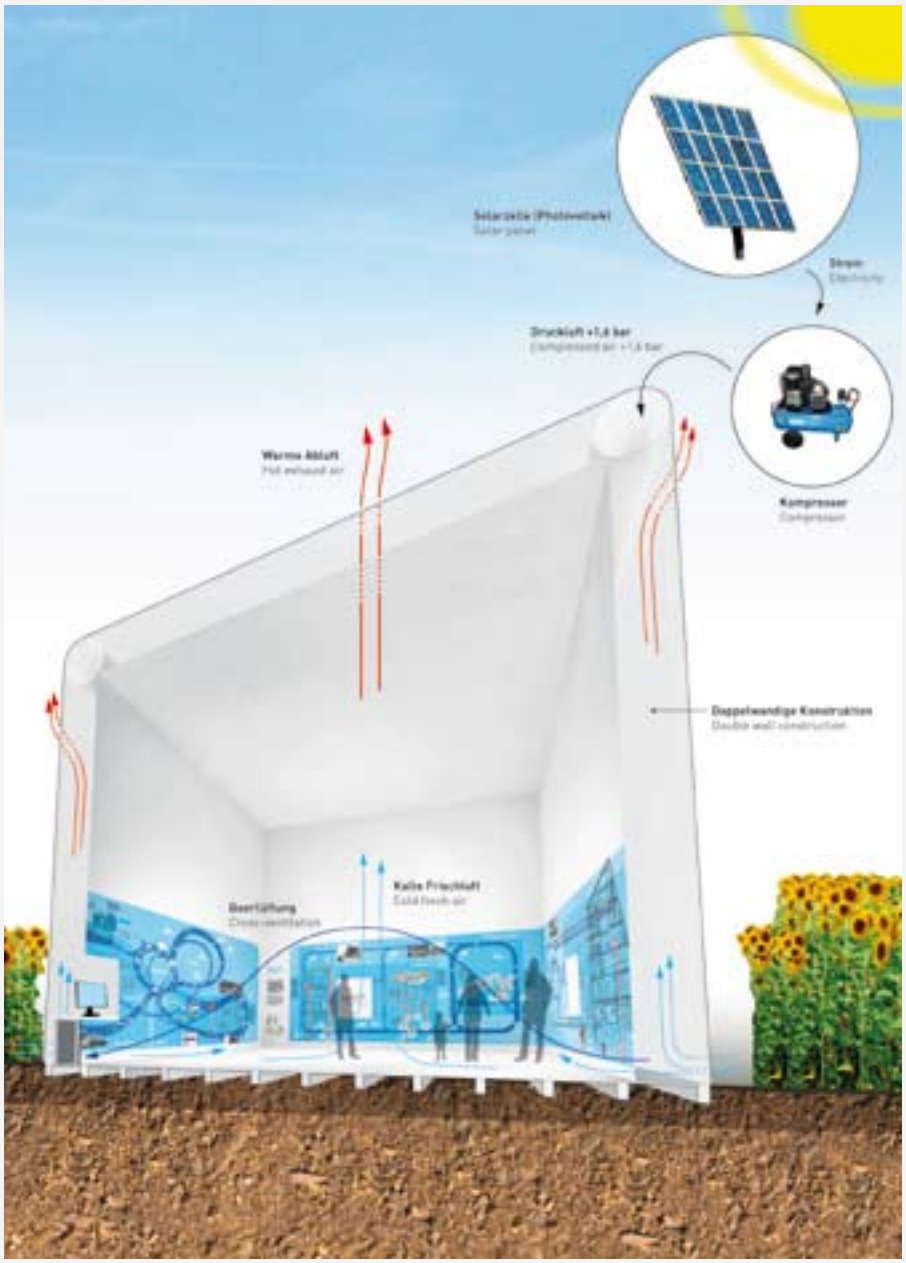
Solar cells help convert incoming solar radiation to electrical energy, which is then used by the pressure-sensitive sensors to either inject or extract air to and from the structure as needed. The sun and the air therefore serve as building materials in an ephemeral exhibition structure that can be erected and disassembled within a matter of hours, making it flexible for other applications. The low weight and volume of the dismounted pavilions, which fit into carrying cases, save resources needed for transport and offer diverse opportunities for reuse at other exhibitions or fairs. It provides for the creation of a gathering space whose physical structure is the embodiment of a sustainable utilization concept.

Bauherrschaft / Client:
Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee
/ Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance

Entwurf und Planung / Design and planning:
DRKH Architecture
[Dirk Hebel, Tobias Klauser, Leonard Kocan, Sascha Delz]
Unterstützung und Beratung / Support and consultation:
ETH Zürich, Prof. Dr. Marc Angélil

Produktion / Production:
Evolution GmbH
Ossian Vogel, Ronny Herder
Statik / Structural analysis:
Form TL
Gerhard Fessler
Landschaft & Bodenbau / Landscaping & flooring:
Mainau GmbH
Markus Zeiler, Matthias Wagner, Theo Straub





ENTDECKUNG DISCOV

Wissenschaftsjahr 2009
Forschungs-expedition Deutschland

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER
2009

PAVILLON 01

INFORMATIONS-PAVILLON / POINT OF INFORMATION

GEN /
VERIES

WASSER HEISST LEBEN / WATER MEANS LIFE

Wasser – seit Anbeginn ist diese chemische Verbindung aus Sauerstoff und Wasserstoff die Grundlage allen Lebens auf der Erde. Ein faszinierender Stoff mit verblüffenden Eigenschaften, der in den verschiedensten Zuständen auftritt: flüssig, fest, gasförmig. Aber was ist Wasser eigentlich genau - wo kommt es her - wo fließt es hin und wie wertvoll ist es wirklich?

Der größte Teil unseres Planeten – 71 % – ist von Wasser bedeckt. Wasser fällt als Regen vom Himmel, es sammelt sich im Boden als Grundwasser, und tritt als Quelle wieder hervor. Als Fluss fließt es in Seen und in die Meere. Einmal an der Erdoberfläche, verdunstet das Wasser allmählich und wird zum Bestandteil atmosphärischer Prozesse, die das Klima bilden.

Wasser kann nicht wirklich verbraucht werden. Es kann aber sehr wohl verschmutzt werden. Alles vom Menschen genutzte Wasser fließt wieder in den natürlichen Wasserkreislauf zurück, der ein in sich geschlossenes System darstellt. Trinkwasser in guter Qualität ist für viele Menschen keine Selbstverständlichkeit. Rund eine Milliarde Menschen haben keinen Zugang zu sauberem Wasser. Allein ein Tropfen Öl verunreinigt rund 100000 Liter sauberes Wasser.

Zudem ist die wertvolle Ressource auf der Erde regional sehr unterschiedlich verteilt. Während es auf der Nordhalbkugel fast überall ausreichend große Wasservorräte gibt, herrscht vor allem in Afrika, in der arabischen Welt und in Teilen von Asien und Australien Wassermangel. Oft sind die Wasserstellen weit entfernt, das Wasser muss mühsam in Gefäßen geholt oder teuer bei einem Straßenhändler gekauft werden. Der Welt-Wasserbericht der UNESCO geht davon aus, dass bis zur Mitte des Jahrhunderts zwischen zwei Milliarden Menschen in 48 Ländern und 7 Milliarden Menschen in 60 Ländern von Wasserknappheit betroffen sein werden.

Um sauberes Trinkwasser auf Dauer für die Menschheit zu sichern, ist vor allem ein nachhaltiges Wirtschaften mit unseren Wasservorräten nötig. Oberstes Ziel muss dabei sein, flächendeckend eine hohe Wasserqualität zu erreichen. Dem natürlichen Wasserhaushalt darf möglichst wenig Wasser entzogen werden – insbesondere in Regionen mit latenter bzw. akuter Wasserknappheit. Moderne Wasserwirtschaft-Konzepte berücksichtigen dabei auch den indirekten („virtuellen“) Wasserverbrauch, der für den gesamten Erzeugungsprozess eines Konsumgutes benötigt wird. Zur Produktion eines einzigen T-Shirts sind indirekt beispielsweise 15000 Liter Wasser nötig.

Nachhaltigkeit ist im Umgang mit unserem Lebensquell Wasser, aber auch mit der Umwelt als Ganzes dringend notwendig. Deshalb hat sich der außerschulische Lernort Grüne Schule Mainau zum Ziel gesetzt, Interesse an der Umwelt zu wecken und zu einer umweltbewussten Lebenseinstellung und verantwortungsvollen Verhaltensweisen zu ermutigen. Unter dem Motto „Natur erlernen, erleben, erspielen“ werden Kinder, Jugendliche und Erwachsene erlebnispädagogisch an den nachhaltigen Umgang mit der gesamten Umwelt herangeführt.

Führungen auf Anfrage
Telefon: +49 (0) 75 31 303-253 oder -0
Kosten pro Kind: 6 €uro
Kosten pro Begleitperson: 12 €uro
Pro 10 Kinder ist eine Begleitperson frei

Grüne Schule Mainau

PAVILLON 02

Water – from the very start, this chemical compound of oxygen and hydrogen has formed the basis of all life on Earth. A fascinating substance with amazing properties, one we find in the broadest array of states: liquid, solid and gaseous. But just what is water? Where does it come from? Where does it flow, and how valuable is it really?

The better part of our planet – 71%, to be precise – is covered in water. Water falls from the sky in the form of rain, collecting in the soil as ground water before re-emerging as a spring. As a river, it flows into lakes, seas and oceans. At the Earth's surface, it gradually evaporates and becomes part of the atmospheric processes that create our climate.

Technically speaking, there is no way to use water up – but there certainly are ways of polluting it. All of the water used by human beings ultimately returns to the natural circulation of water, which is a self-contained, closed system. For many people, drinking water of high quality is by no means something that can be taken for granted. Roughly one billion people have no access to clean water. It takes just a single drop of oil to contaminate around 100,000 litres of clean water.

In addition to this, this valuable resource is very unevenly distributed across the regions of the Earth. Adequate supplies of water occur almost everywhere in the Northern Hemisphere; elsewhere, water shortages are the rule, particularly in Africa, in the Arab world, and in parts of Asia and Australia. People frequently must travel great distances to watering places, or go to the effort of fetching water in carrying vessels, or purchase it at a high price from a dealer on the street. The UNESCO World Water Development Report estimates that water shortages will affect between 2 billion people in 48 countries and 7 billion people in 60 countries by mid-century.

To secure a lasting supply of clean drinking water for the human race, the most important task is to enact a sustainable approach for dealing with our water supplies. The overriding aim must be to achieve high water quality throughout the world. The objective must be to remove as little water as possible from the water supply – particularly in regions with latent or acute water shortages. Modern water-management concepts also factor in the indirect ('virtual') water consumption implicated across the entire process of producing goods for consumption. There are 15,000 litres of water needed, for instance, to produce a single T-shirt.

Sustainability is urgently needed in our approach not only to water – the source of life itself – but also in our approach to the environment on the whole. This is why the extra curricular teaching facility Green School Mainau has made it its aim to promote interest in the environment, and to encourage responsible behaviour and heightened awareness of the environment. Taking as its motto 'Learning about water through experience and play', the school takes an experiential educational approach to providing children, teenagers and adults with instruction in sustainable custodianship of the entire environment

Tours available upon request
Telephone: +49 (0) 75 31 303-253 or -0
Cost per child: €6 | Cost per escort: €12
One escort admitted free of charge for each 10 children

MEERESALGEN – EINE ERNEUERBARE ENERGIE- UND ROHSTOFFQUELLE / MARINE ALGAE – A RENEWABLE SOURCE OF ENERGY AND RAW MATERIALS

In den letzten 50 Jahren hat der Energiebedarf der Industrienationen exponentiell zugenommen. Damit einher geht ein massiver Anstieg des klimaschädlichen Kohlendioxids in der Atmosphäre. Die Ressourcen an fossilen Energieträgern und Rohstoffen sind jedoch endlich. Daher ist es zukünftig dringend erforderlich, regenerative Formen zur Energiegewinnung und Rohstofferzeugung zu erforschen und einzusetzen, die darüber hinaus nicht an landwirtschaftlich nutzbare Flächen gebunden sind.

Das ungebrochene Wachstum der Weltbevölkerung führt zu einem steigenden Bedarf an Nahrungsmitteln und Süßwasser. Die Nahrungsmittelproduktion ist nicht ausreichend, da immer weniger Flächen landwirtschaftlich genutzt werden können. Vor diesem Hintergrund der mangelnden Versorgung ganzer Kontinente müssen Maßnahmen, insbesondere zur Steigerung der Nahrungsmittelproduktion, entwickelt werden, die eine Verbesserung dieser Situation ermöglichen können. Ziel ist es, hochproduktive und dabei umweltverträgliche Produktionssysteme, die auch die Süßwasserressourcen schonen, zu schaffen.

Die zunehmende Nutzung von Biomasse als Basis für die Bioenergieerzeugung ist ein vielversprechender Ansatz, der ständig wachsenden Energienachfrage gerecht zu werden. Ein Mehr an Biomasse und Bioenergie bedeutet nach derzeitigem Entwicklungsstand aber auch, dass ein ständig wachsender Anteil bislang agrarisch genutzter Flächen für den Anbau von so genannten Energiepflanzen benötigt wird. Diese Konkurrenz zur ebenfalls flächenintensiven Nahrungs- bzw. Futtermittelproduktion kann durch die Nutzung von hochproduktiven Meeresalgen vermieden werden. Sie wachsen auf Arealen, die agrartechnisch nicht geeignet sind und benötigen kein Süßwasser.

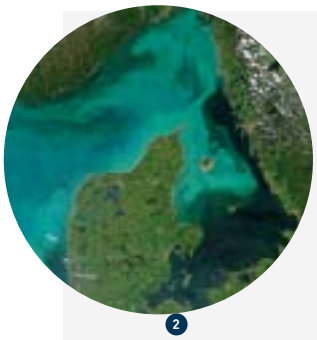
Als Beitrag zur Nutzung von Biomasse als Rohstoff-, Nahrungs- und Energiequelle bei gleichzeitiger Schonung bestehender Landwirtschaftsflächen kommen daher Meeresalgen (Phytoplankton) mit einer im Vergleich zu Raps oder Mais bis zu 20-fach höheren Biomasseproduktion sowie einer bis zu 75-fach höheren Produktivität von Fetten pro Anbaufläche in Betracht. Dieser Ansatz beinhaltet einen ressourcenschonenden Umgang mit der Umwelt.

Mittels Photosynthese binden die Meeresalgen Kohlenstoffdioxid und produzieren dabei Biomasse. Sie benötigen also Licht als Energiequelle, geeignete Wassertemperaturen sowie Nährstoffe und CO_2, einen der Hauptverursacher des Klimawandels, zum Wachstum. Als CO_2-Quelle kommen hierbei Industrieabgase wie Rauchgas, Biogas, Klärgas und andere CO_2-Emittenten in Betracht.

Die intelligente Nutzung von marinem Phytoplankton zur klimaschonenden Wiederverwertung von Kohlendioxid gekoppelt mit der Produktion von Energieträgern, Nahrungsmitteln und Plattformchemikalien – diesen innovativen Ansatz verfolgen die Experten bei Phytolutions. Sie lassen sich von den natürlichen Prozessen in den Weltmeeren inspirieren und stellen sich damit den beschriebenen Herausforderungen. Denn Ozeane sind effektive Kohlendioxid-Senken. Dabei produzieren die Algen klimafreundlichen Sauerstoff. Zudem können sie auf Industrieflächen oder ausgetrockneten Landstrichen angebaut werden und benötigen zum Wachstum kein Süßwasser.

Die Phytolutions GmbH bietet maßgeschneiderte Lösungen für die Nutzung von Phytoplankton aus dem Meer zur klimawirksamen Wiederverwertung von Kohlendioxid. Wir entwickeln und implementieren innovative Verfahren und Technologien, mit denen vielfältige Anwendungsmöglichkeiten von Algen erschlossen werden können.

„More than Fuels", zu Deutsch „Mehr als Treibstoffe" fasst das Leitbild von Phytolutions zusammen, nachdem Mikroalgen das Ausgangsmaterial für eine umfassende Produktpalette in den Märkten Energie, Chemie, Ernährung und Pharmazie darstellen.



2

phytolutions
Mehr aus Algen. More than Fuels.

PAVILLON
03

3

Over the past fifty years, the demand for energy in the industrial nations has grown exponentially. This development is accompanied by a massive increase in the climate-changing carbon dioxide in the atmosphere. The supply of fossil fuels and raw materials is limited. It is therefore imperative to discover and implement renewable methods for producing power and to find resources that are not bound to arable land.

Furthermore, the global population continues to grow – increasing the demand for food and fresh water. Current food production is not sufficient, as the amount of arable land continues to decrease. In light of the scarce supply of food across entire continents, measures – particularly for the increasing of food production – need to be developed that could improve this situation. The goal is to develop highly-productive, environmentally-friendly production systems that also conserve the fresh water supply.

The increasing use of biomass as a bio-energy source is a promising approach for coping with the constantly growing energy requirements. However, at the current stage of development an increased need for biomass and bioenergy also implies, that more and more of the land now used for farming will be required for the cultivation of so-called `energy crops´. This competition to the production of cash crops or animal feed, both of which also require large tracts of land, can be avoided by using highly-productive marine algae cultivated on land not suitable for farming. Moreover, this technique requires no fresh water.

That is why marine algae (phytoplankton) are suitable for creating biomass as a source of raw materials, food, and energy while conserving pre-existing agricultural land. Marine algae can produce up to 20 times the amount of biomass created by rapeseed or maize, and generate up to 75 times the oil on the same surface area. This approach therefore makes an important contribution to conserving environmental resources.

Marine algae produce biomass by binding carbon dioxide during photosynthesis. They grow using light as their energy source and require an adequate water temperature, nutrients, and CO_2 – one of the principle causes of climate change. Factory emissions such as flue gas, biogas, sewage gas, and other CO_2 emitters can be used as a CO2 source.

The experts at Phytolutions pursue the intelligent use of marine phytoplankton for the climate- friendly recycling of carbon dioxide and the production of energy sources, food, and basic chemicals. Inspired by the natural processes of the ocean they face the challenges described. The ocean is effective in reducing carbon dioxide. At the same time, algae produce environmentally- friendly oxygen. They can be cultivated on industrial sites or on arid land and do not require fresh water for growth.

Phytolutions GmbH (Ltd.) offers customized solutions for the use of oceanic phytoplankton for the climate-effective recycling of carbon dioxide. They develop and implement innovative procedures and technologies for algae.

Phytolutions lives by its motto: `More than Fuels´, doing justice to the versatility of microalgae as the source of an extensive range of products for energy, chemical, food, and pharmaceutical markets.

1 **Algenproduktion im Bioreaktor.** / Algae production in the bioreactor.

2 **Algenblüte aus dem Weltraum gesehen.** / Algal blooms as seen from space. **Quelle:** / Source: NASA.

3 **Die von RWE Power errichtete Anlage nutzt die Rauchgase eines konventionellen Braunkohlekraftwerks, um Algen zu produzieren – und nebenbei CO_2 zu binden.** / This plant erected by RWE Power uses stack gas from a conventional lignite-fired power plant to produce algae – and to simultaneously sequester CO_2.

KAKAO: EINE DURCH DEN KLIMAWANDEL BEDROHTE PFLANZE / COCOA: A CROP AT RISK FROM CLIMATE CHANGE

Kakao tauchte bereits vor über 4.000 Jahren im Amazonasgebiet auf. Seit jeher ist die Pflanze von Schädlingen und Krankheiten bedroht. In der jüngeren Vergangenheit war es jedoch der Klimawandel, der dem Kakao zugesetzt hat. Insbesondere durch den Rückgang von Niederschlägen stellt sich die Frage, ob die Kakaopflanze auch in Zukunft ein wichtiger Faktor für gesellschaftlichen Wohlstand und wirtschaftliche Stabilität sein kann. Weltweit hängt die Existenz von schätzungsweise mehr als 40 Millionen Menschen vom Kakao ab. Die Pflanze wird von 6,5 Millionen Bauern in mehr als 35 Ländern in Westafrika, Lateinamerika und Asien angebaut.

Der globale Einfluss von Kakao ist unumstritten und Mars setzt sich dafür ein, eine verantwortungsvolle Produktion und das künftige Angebot dieser unentbehrlichen Pflanze sicherzustellen. Dafür verfolgt Mars eine ganzheitliche Kakao-Nachhaltigkeitsstrategie – angestrebt wird eine Kakaoproduktion im Einklang mit der Umwelt und zum Nutzen der involvierten Gemeinden. Die Wissenschaft spielt bei dieser Strategie eine Schlüsselrolle. Dazu haben wir Howard-Yana Shapiro, den Global Director der Abteilung Plant Science and External Research bei Mars, Incorporated, interviewt.

Welche Projekte begeistern Sie als Wissenschaftler bei Mars am meisten?

Howard-Yana Shapiro: Eines unserer wichtigsten Ziele ist es, dass Bauern vom Anbau hochwertigeren Kakaos und dem Wachstum gesünderer, stärkerer Kakaopflanzen mit höheren Ernten und besserer Schädlings- und Seuchenresistenz sowie effizienterem Wasser- und Nährstoffverbrauch profitieren. Im Juni 2008 haben wir ein Projekt angestoßen, welches das Kakao-Genom sequenziert und analysiert. Ein Genom ist im Wesentlichen ein Abbild aller Komponenten, die die Eigenschaften eines Organismus – in diesem Fall des Kakaos – ausmachen. Durch die Kenntnis der exakten Lage dieser Charakteristika ist es einfacher, Kakaopflanzen zu züchten, die vorteilhafte Eigenschaften besitzen. Wir sehen es als unsere Verantwortung gegenüber den Bauern und wollen in diesem wegweisenden Forschungsgebiet eine Vorreiterrolle einnehmen.

1

Arbeiten Sie gemeinsam mit Partnern an diesem Projekt?

Ja, an diesem Gemeinschaftsprojekt nehmen neben Mars auch IBM und der United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service (USDA-ARS) teil. Mit öffentlich-privaten Partnerschaften wie dieser können wir die Kompetenz aller Beteiligten optimal nutzen. Wir sind ein Familienunternehmen und verfolgen in allem, was wir unternehmen, eine langfristige Strategie – deshalb sind wir bei den weltweiten Anstrengungen in Wissenschaft und Nachhaltigkeit im Bereich Kakao auch führend.

Was hat Ihr vor kurzem verkündetes Engagement für eine weltweite Zertifizierung zur Folge?

Wir haben uns im April 2009 dazu verpflichtet, ab dem Jahr 2020 ausschließlich nachhaltig angebauten Kakao zu beziehen. Unser erster Schritt ist eine mehrjährige, länderübergreifende Zusammenarbeit mit der „Rainforest Alliance", in der wir eine Rainforest Alliance-Zertifizierung für 100.000 Tonnen Kakao anstreben, die jährlich für Mars-Produkte benutzt werden. Um unsere Gesamtnachfrage an Kakao zu decken, werden wir auch mit anderen Zertifizierern weltweit zusammenarbeiten.
Die Zertifizierung wird einen positiven Einfluss auf jeden haben, der an der Kakao-Lieferkette beteiligt ist. Mit solchen Initiativen wollen wir die Lebensgrundlage der Bauern und ihrer Familien verbessern, die Umwelt und die Tier- und Pflanzenwelt schützen und das Angebot von Kakao in der Zukunft sicherstellen.

Für weitere Einzelheiten über Kakao-Nachhaltigkeitsprojekte von Mars besuchen Sie bitte folgende Website: http://www.mars.com/global/Who+We+Are/Cocoa+Sustainability.htm

MARS incorporated

PAVILLON 04

Cocoa can be traced back almost 4,000 years to the Amazon. From its origins to the present day, the crop has been threatened by pests and disease. In recent years, cocoa has been affected by climate change – in particular, a reduction in rainfall poses the question whether cocoa will be able to develop its role as force for social prosperity and economic stability.

It is estimated that more than 40 million people worldwide depend on cocoa for their livelihood. The crop is grown by 6.5 million farmers in more than 35 countries across West Africa, Latin America and Asia. Cocoa's global impact is irrefutable and Mars is committed to securing the responsible production and future supply of this indispensible crop. To achieve this goal, Mars pursues a holistic cocoa sustainability strategy – the aim is for cocoa to thrive in harmony with the environment and benefit the communities involved in its supply chain. Science plays a key role in this strategy. To find out more, we interviewed Howard-Yana Shapiro, Global Director of Plant Science and External Research at Mars, Incorporated.

As a scientist, what projects at Mars excite you most?

Howard-Yana Shapiro: One of our key goals is to enable farmers to benefit by planting higher quality cocoa and creating healthier, stronger cocoa crops with increased yields, pest and disease resistance, and that use water and nutrients more efficiently. We began a project to sequence and analyze the cocoa genome in June 2008. A genome is essentially a map of all the components that make up the characteristics of an organism - in this case, cocoa. By understanding the exact location of these characteristics, it is easier to breed cacao plants that have beneficial characteristics. We see our role as a pioneer in this cutting-edge research as our responsibility to the farmers.

Are you working with any partners on this project?

Yes, the joint project brings together the expertise of Mars, IBM and the United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service (USDA-ARS). Public-private partnerships like this leverage each group's expertise, allowing us to achieve greater results. We are a family-owned business and we choose to take a long-term approach in everything that we do – this enables us to lead cocoa science and the industry's global effort for cocoa sustainability.

What does your recently announced commitment to global certification entail?

In April 2009, we made the commitment that by 2020, we aim to purchase only sustainably grown cocoa. Our first step is a multi-year, multi-country collaboration with the Rainforest Alliance, in which we build toward Rainforest Alliance certification of 100,000 metric tonnes of cocoa annually for use in Mars products. To meet our total cocoa needs, we will also work with other certifiers around the world. Certification will make a positive difference for everyone involved throughout the cocoa supply chain. Through such initiatives, we aim to improve the livelihood of farmers and their communities, protect the environment and the wildlife around them, and ensure the future supply of cocoa.

For more details on Mars cocoa sustainability projects, please visit: http://www.mars.com/global/Who+We+Are/Cocoa+Sustainability.htm

1 Kakaobauern in Vietnam. / Cocoa farmers in Vietnam.

2 Zertifizierungsdiskussion in Südamerika. / Discussing certification in South America.

3 Mars-Wissenschaftler untersuchen das Kakao-Genom im USDA-ARS-Labor. / Mars scientists studying the cocoa genome at the USDA-ARS laboratory.

„BAYER: SCIENCE FOR A BETTER LIFE“ – SPITZENFORSCHUNG FÜR EINE NACHHALTIGE ENTWICKLUNG / TOP-CLASS RESEARCH FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Die Welt steht vor großen Herausforderungen: die Bewältigung der Auswirkungen des Klimawandels, aber auch der Umgang mit dem Bevölkerungswachstum und damit Fragen der Ernährung und Gesundheitsversorgung. Forschung ist der Schlüssel, um den Wandel positiv zu gestalten – kombiniert mit einer nachhaltigen Entwicklung. Dabei spielt Wasser eine besondere Rolle: Durch die Entwicklung und Förderung von Lösungen für eine effiziente und schonende Wassernutzung setzt sich Bayer für den Erhalt des wichtigsten aller Rohstoffe ein.

Orientiert an den Zielen der Nachhaltigkeit kann den großen Herausforderungen der Zukunft mit technischen Lösungen erfolgreich begegnet werden. Voraussetzung ist, dass Technologien, Wissenschaft und Forschung entsprechend genutzt werden. Und genau dies tut Bayer. Das Erfinderunternehmen ist weltweit in den Bereichen Gesundheit, Ernährung und hochwertige Materialien tätig. Rund 2,9 Milliarden Euro will Bayer 2009 in Forschung und Entwicklung investieren.

Wasser in Landwirtschaft und Ernährung

Heute wird das meiste Süßwasser für den Anbau von Nutzpflanzen und die Produktion von Nahrungsmitteln verwendet. Wasser transportiert Nährstoffe, Abbauprodukte, Botenstoffe und Wärme innerhalb von Organismen und Zellen. Auch bei Pflanzen ist Wasser damit einer der wichtigsten Bestandteile der Zelle und Medium grundlegender biochemischer Stoffwechselvorgänge zur Energiegewinnung und -speicherung, also beispielsweise der Photosynthese. Ein neuer Wirkstoff nutzt diese Wassertransportwege, um gezielt gegen Schädlinge zu wirken.

Pflanzen reagieren nicht nur empfindlich auf Schadinsekten, Pilzkrankheiten und Unkräuter, sondern auch auf Stressfaktoren wie Wassermangel, Hitze, Frost oder übermäßige Regenfälle. Die Ernteeinbußen betragen teilweise bis zu 80 Prozent. Mithilfe von Wirkstoffen oder der Biotechnologie können Pflanzen Trockenbedingungen und andere Stressarten besser überstehen.

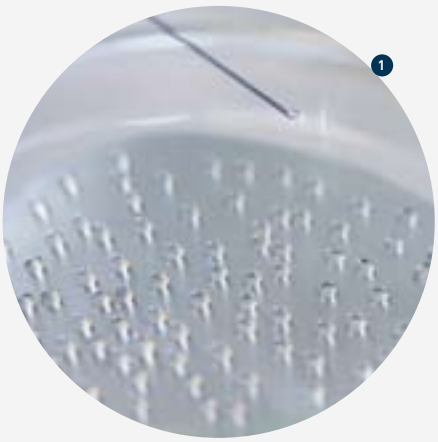
Technologien entwickeln und Zukunft gestalten

Die Trennung von Wasser und Öl in chemischen Produktionsprozessen ist keine leichte Aufgabe. Die Beschichtung des neuen Filters von Bayer nach dem Vorbild des Lotuseffekts ist hydrophob – wasserabstoßend. Sie sorgt dafür, dass die Wassertröpfchen das Gewebe nicht benetzen und durchdringen können, wenn seine Maschenweite kleiner ist als die Größe der Tröpfchen.

Wo Süßwasservorkommen nicht ausreichen, birgt Meerwasserentsalzung ein großes Potenzial für die Wasserversorgung. Die Nanotechnologie könnte für diesen bislang sehr energieintensiven Prozess eine Lösung bieten: so genannte CarboMembranen, deren Poren aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen bestehen.

Energie effizient einsetzen und Klima schützen

Wasser und Energie hängen unmittelbar miteinander zusammen. Der Klimawandel beispielsweise wird die Wasserversorgung mancherorts durch sinkende Niederschläge oder steigende Meeresspiegel noch problematischer machen. Die Produktion von Chlor, einem Grundstoff für die Herstellung von hochwertigen Materialien wie Polyurethanen, ist sehr energieintensiv. Die Sauerstoffverzehrkathoden-Technologie ist ein Verfahren zur Chlor-Herstellung, das über den gezielten Einsatz von Sauerstoff in der Salzsäure-Elektrolyse die benötigte elektrische Energie – und entsprechend auch den CO_2-Ausstoß bei deren Erzeugung – um 30 Prozent reduziert.



PAVILLON 05

The world is faced with major challenges – not only in combating the impact of climate change, but also in responding to population growth and the resulting issues in food supply and health care. Research combined with sustainable development is the key to positively shaping this change. Water also plays a key role. By developing and promoting solutions to support more efficient and responsible water consumption, Bayer is dedicated to conserving this most crucial of all resources.

By focusing on sustainability, technical solutions can overcome the major challenges of the future. This calls for the right application of technology, science, and research. And that is exactly what Bayer is doing. The innovative company is active in the fields of health care, nutrition, and high-tech materials throughout the world. The company plans to invest around €2.9 billion in research and development in 2009.

Water for Agriculture and Nutrition

The majority of the world's fresh water is used to cultivate agricultural crops and for food production. Water transports nutrients, decomposition products, messenger substances, and heat within organisms and cells. This makes water one of the most important components of plant cells and a medium for fundamental biochemical metabolic processes for generating and storing energy, such as photosynthesis. A new active ingredient makes use of this water transport system to specifically target pests. Plants do not only react sensitively to pests, fungal diseases, and weeds, but also to stressors such as water shortages, heat, frost, and excessive rainfall. Harvest losses can reach levels of up to 80 percent. With certain active ingredients or biotechnological methods, plants can be more effectively protected against stress.

Developing Technologies and Shaping the Future

Separating water and oil in chemical processes is no easy task. Bayer's new filter, based on the lotus effect, has a "hydrophobic" coating – in other words, it is water-repellent. It keeps water droplets from penetrating and moistening the fabric as long as the width of its mesh is smaller than the size of the droplets.

In areas where there are insufficient reserves of fresh water, seawater desalination opens up major potential for the water supply. Nanotechnology could simplify this previously energy-intensive process through the use of so-called CarboMembranes, whose pores are actually carbon nanotubes.

Using Energy Efficiently and Protecting the Climate

Water and energy are inextricably linked to each other. In some areas, climate change will exacerbate the water supply even further due to decreased precipitation and rising sea levels. The production of chlorine – a basic substance in the manufacture of high-quality materials such as polyurethane – is extremely energy-intensive. Oxygen-depolarized cathode technology is a process for manufacturing chlorine that makes targeted use of oxygen in the electrolysis of hydrochloric acid to reduce the electrical energy needed - and therefore the CO_2 emitted during its production - by 30 percent.

1 **Fix getrennt – ein neuartiger Filter scheidet Öl besonders schnell von Wasser.** / Speedy separation: an innovative filter separates oil from water with unusual quickness.

2 **Dürre: Trockenheit und Hitze zählen zu den Stressfaktoren, die am meisten zu Ernteausfällen beitragen.** / Drought: dry weather and heat are two stressors that cause the most harvest losses.

3 **Bayer-Chemiker begutachten die Computer-Simulation eines neuen Wirkstoffs.** / Bayer's chemists examine the computer simulation of a new active ingredient.

SAUBERES WASSER IST UNSER HANDWERK / CLEAN WATER IS OUR TRADE

Die Handwerkskammer für Schwaben und Novoflow lüften das Geheimnis der Hightech-Filtration.

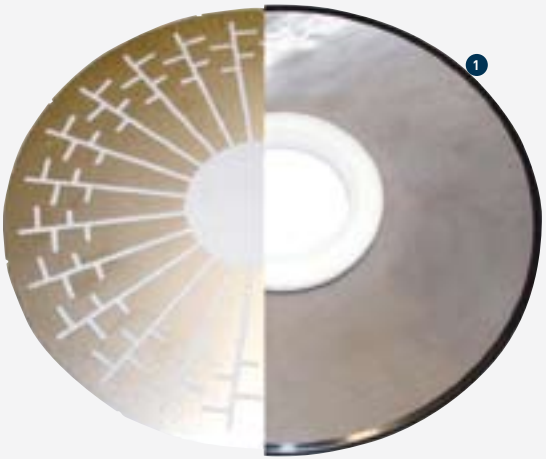
Wie sehen Filter und Maschinen aus, die selbst das Kinderlähmungsvirus aus Flüssigkeiten herausfiltern können. Wie funktionieren sie? Bleibt ein Bakterium in einem modernen Filter hängen?
Schwer vorstellbar, dass Hightech-Industriefilter mittlerweile aussehen können wie CDs! Spiegelglatt, hauchdünn, aber dennoch robust und belastbar. An den extrem feinen Poren dieser so genannten Wafer-Membrane scheitern selbst Pilze, Viren und Bakterien.
„Unsere Feinde sind meist so klein, dass man sie mit bloßem Auge nicht erkennen kann. Früher bedeutete Wasseraufbereitung meist den Einsatz von starken Chemikalien und viel Energie. Heutzutage geht das auch anders", erklären Franz Fastner (Geschäftsführer) und Franz Liebermann (Gesellschafter) der Novoflow GmbH.

Novoflow revolutioniert Filtertechnologie

Die Firma Novoflow aus dem schwäbischen Rain am Lech ist auf industrielle Filtrationsanlagen spezialisiert. Eine revolutionär neue Entwicklung ist die Verarbeitung von Wafer-Membranen zu Filterscheiben. Die Hightech-Filter aus der Halbleiterindustrie besitzen im Gegensatz zur herkömmlichen Membrane eine äußerst glatte Oberfläche, die mit nahezu gleich „großen" Löchern im Nanobereich perforiert ist. Um eine auftretende Verstopfung der Mikro- und Nano-Poren zu verhindern, wird die zu filternde Flüssigkeit in Bewegung versetzt. Hierzu verwendet Novoflow zwei unterschiedliche Methoden.
Beim Single-Shaft-Disk-Filter rotieren die Filterscheiben in der Flüssigkeit, die Zentrifugalkräfte verhindern somit das Verstopfen der Poren.
Anders beim Pumpe-Düse-Filtersystem. Hier wird das zu reinigende Medium mittels spezieller Düsen über die fest angebrachten Filterscheiben in Rotation gebracht. Die Rotations- und Schwerkräfte verhindern Ablagerungen auf der Filterscheibe.

Hightech = Handwerk

Unterstützt wird der Handwerksbetrieb Novoflow bei seiner Entwicklung von der Handwerkskammer für Schwaben (HWK). „Die HWK begleitet und berät Handwerksunternehmen, die umweltschonende und zugleich effektive Verfahren und innovative Projekte entwickeln", betont Ulrich Wagner (Hauptgeschäftsführer der HWK Schwaben).
Die Breite der Anwendungsmöglichkeiten ist enorm und geht von der Aufbereitung industrieller Abwässer bis hin zur Herstellung hochreiner Flüssigkeiten in der Pharmazie.
Sorgsamer Verbrauch, aber auch umweltschonende sowie energieeffiziente Wiederaufbereitungsverfahren sind die richtigen und wichtigen Schritte dabei, dass überall auf der Welt auch weiterhin das „blaue Gold" aus den Leitungen sprudeln kann.



hwk Handwerkskammer für Schwaben

PAVILLON 06

The Handwerkskammer für Schwaben (Swabian Chamber of Trade, HWK) and Novoflow unveil the mystery of high-tech filtration.

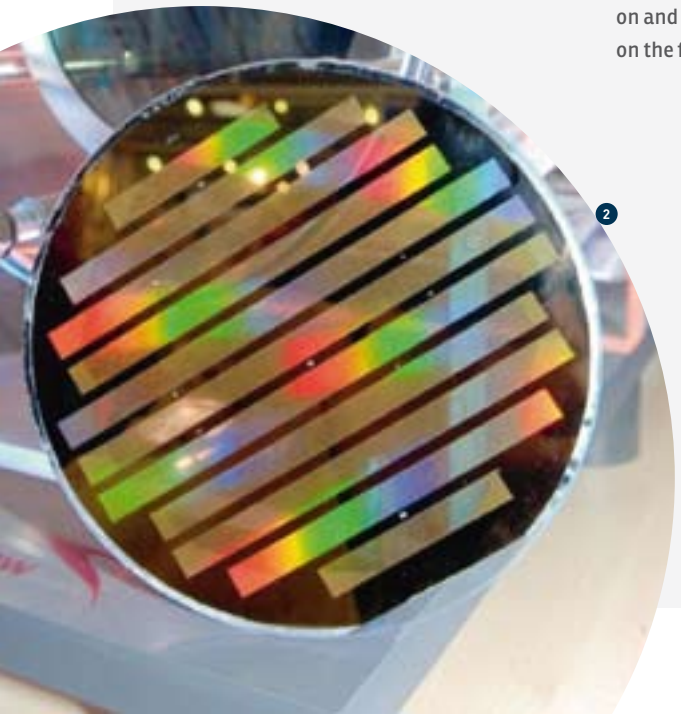
Filters and filtration plants are even able to catch polio viruses in water. Yet what do they look like and how do they work? Can modern filters catch bacteria, too?
It's hard to believe, but some of today's high-tech industrial filters look just like CDs. Smooth as glass, razor-thin, but still robust and resistant. The fine pores of these so-called "wafer membranes" are even capable of stopping funguses, bacteria and viruses.!
"In most cases, our adversaries are so small that they cannot even be seen by the naked eye. In the past, 'water treatment' generally meant the application of strong chemicals and substantial energy consumption. Today, we have different, more sustainable options," Franz Fastner (CEO) and Franz Liebermann (Managing Director) of Novoflow explain.

Novoflow to revolutionize filter technology

Novoflow, a company based in the Swabian town of Rain on Lech, specializes in industrial filtration plants. One of its new, revolutionary technologies converts wafer membranes to filter disks. Unlike conventional membranes, high-tech filters from the semiconductor industry contain equally-sized nano-perforations (round holes or slits) and have a very smooth surface. To avoid blockage of these micro and nano pores, the liquid to be treated is set into motion. Novoflow applies two different techniques to do so:
With the Single-Shaft Disk Filter, filter disks rotate within the liquid, creating a centrifugal force that prevents the pores from becoming blocked.
The Pump Nozzle Filter works differently. Instead of filter disks rotating within the liquid, special nozzles placed between the filter disks set the liquid into motion. The power of rotation and gravity prevents deposits from forming on the filter disks.

High-tech = Trade

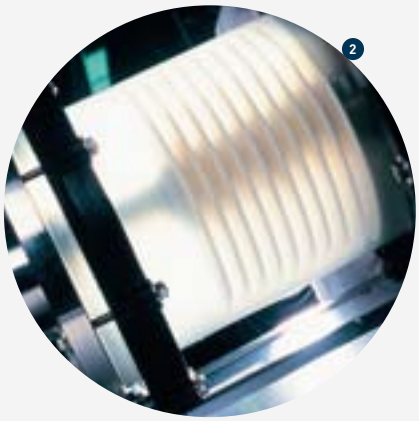
Handcraft company Novoflow is supported by the Handwerkskammer für Schwaben (Swabian Chamber of Trade, HWK). "The HWK accompanies and advises handcraft companies, developing sustainable and simultaneously effective new technologies and innovative projects," notes Ulrich Wagner (Chief Executive Officer of the HWK).
The range of applications is enormous and spans from industrial wastewater treatment to the production of ultrapure liquids for the pharmaceutical industry.
Through conscientious consumption and energy-efficient recycling processes, we will be one step closer to a world where "blue gold" – water – can continue to flow from the tap.



1 **Stützschicht (links) und Membranschicht mit Randeinfassung (rechts).** / Supportive layer (left) and membrane layer (right) with rim sealing.

2 **Wafer-Testanlage** / Wafer test module

FORSCHEN FÜR FRISCHES WASSER / FRESH WATER RESEARCH


2

Damit ausreichend Wasser in Trinkqualität zur Verfügung steht, entwickeln Fraunhofer-Wissenschaftler Umwelttechnologien und Modelle für ein effektives Wassermanagement.

Einfach den Hahn aufdrehen, und Trinkwasser sprudelt heraus – so selbstverständlich ist der Zugang zu Wasser für die meisten Menschen in den Industrieländern. Für viele Menschen in weiten Teilen Afrikas und Asiens ist dies unvorstellbar. Sie leiden durch Wassermangel große Not. Ausgefeilte Lösungen sind gefragt, damit das Lebensmittel Nr. 1 in Zukunft allen Menschen zur Verfügung steht.

Forscherinnen und Forscher entwickeln Verfahren, um in Wüsten und Steppen frisches Wasser zur Verfügung zu stellen. Das spärliche Wasser ist meist verschmutzt und salzhaltig. Oder es befindet sich sehr tief unter der Erde. Abhilfe schafft ein Verfahren, das gegenwärtig am Fraunhofer-Institut für Grenzflächen und Bioverfahrenstechnik IGB entwickelt wird: Mit einem speziellen Absorptions-/Desorptionsverfahren kann Trinkwasser aus der Luftfeuchtigkeit gewonnen werden.

1

Ein weiteres Forschungsbeispiel: Kleine dezentrale Wasseraufbereitungsanlagen mit autonomer Energieversorgung verwandeln salzhaltiges Meer- oder Brackwasser in sauberes Trinkwasser. Große industrielle Anlagen gibt es bereits. Sie liefern täglich 41 Millionen Kubikmeter Frischwasser – vor allem in den Küstenstädten des Nahen Ostens. Doch die Technik ist energieintensiv und komplex. Sie eignet sich nicht für trockene Gebiete in Afrika und Indien mit schwacher Infrastruktur. Joachim Koschikowski vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE und sein Team haben in EU-geförderten Projekten kleine, dezentrale Entsalzungsanlagen mit autonomer Energieversorgung aus Solarenergie entwickelt, die frisches Trinkwasser produzieren. „Unsere Anlagen basieren auf der Membrandestillation", sagt Koschikowski. Wie bei einer Goretex-Jacke verhindert die Membran, dass Regenwasser durchkommt. Gleichzeitig wird Wasserdampf, der sich in der Jacke beim Schwitzen bildet, nach außen abgegeben. „In unserer Anlage wird das salzige Wasser erhitzt und an einer mikroporösen, wasserabweisenden Membran entlang geführt. Auf der anderen Seite der Membran fließt kaltes Trinkwasser. Das Dampfdruckgefälle, das durch die Temperaturdifferenz entsteht, lässt einen Teil des Salzwassers verdampfen und durch die Membran hindurchwandern. Das Salz bleibt zurück, der Wasserdampf kondensiert beim Abkühlen auf der anderen Seite. Wir erhalten sauberes, keimfreies Wasser", erläutert Koschikowski. Die Technologie soll von der Firma SolarSpring vermarktet werden.

In der Fraunhofer-Allianz SysWasser arbeiten Wissenschaftler an den Themen Wassergewinnung und -management, Abwasserbehandlung sowie der Umsetzung der Forschungsergebnisse in kommerzielle Anwendungen. 14 Fraunhofer-Institute bündeln hier ihr Know-how und entwickeln beispielsweise diamantbeschichtete Elektroden, mit denen sich schwer abbaubare Verunreinigungen effizient beseitigen lassen, oder ein Wassermanagementsystem für Trinkwasser, das momentan in Peking erprobt wird.

Wie nachhaltige Lösungen für die urbane Wasserver- und -entsorgung aussehen können, erklärt Prof. Dr. Walter Trösch vom IGB am Beispiel eines Neubaugebiets in Knittlingen bei Karlsruhe. DEUS 21 nennt sich das Projekt zur Aufbereitung, Reinigung und Verteilung des Wassers. „Wir sammeln Regenwasser, bereiten es zu Pflegewasser auf und leiten es in Trinkwasserqualität an die Haushalte zurück. Dabei ersetzen wir bis zu 50 Prozent des Trinkwassers", so Trösch. Ein zentrales Element ist die Vakuumkanalisation. Betätigt man die Toilettenspülung, saugt Vakuum das Fäkalwasser aus dem WC – ähnlich wie in Flugzeugen. „Über biologische Abbauprozesse, also Bakterien, gewinnen wir Energie in Form von Biogas aus dem Abwasser zurück. Dafür setzen wir unter anderem Rotationsscheibenmikrofilter ein, die Standzeiten von mehr als einem Jahr haben, bevor eine chemische Reinigung notwendig wird. Zum Vergleich: Andere Filter müssen oft täglich gereinigt werden", ergänzt Trösch.

1 **Solarthermische Entsalzungsanlage zur dezentralen und energieautarken Aufbereitung von Meer und Brackwasser.** / This solar-thermal system provides decentralised, self-sufficient treatment of seawater and brackish water. **Quelle:** / Source: Fraunhofer.

2 **Die dem Bioreaktor nachgeschalteten Rotationsscheibenfilter halten die anaeroben Bakterien im Reaktor zurück und filtern das hier gereinigte Abwasser.** / The rotating disk microfilters installed in the bioreactor keep anaerobic bacteria contained within the bioreactor and filter the wastewater that has been purified onsite. **Quelle:** / Source: Fraunhofer.

3 **Die neuen, dezentralen Kläranlagen brauchen nicht viel Platz.** / New, decentralised purification plants do not require much surface area. **Quelle:** / Source: Fraunhofer.

Fraunhofer PAVILLON 07

Fraunhofer scientists are developing environmental technologies and models for effective water management to ensure sufficient supplies of safe drinking water.

Just turn on the tap, and clean drinking water comes out – for most people living in industrial countries, access to water is just that easy. For many people in large parts of Africa and Asia, however, it's beyond their wildest dreams. They suffer great impoverishment due to the lack of water. Solutions must be devised to provide this staple of life to everyone in future.

Research scientists are developing techniques for making fresh water available in deserts and steppes. The limited water supply there is usually contaminated, salty, or located very deep underground. A technique currently under development at the Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology IGB could offer help. Through a special absorption/desorption process, drinking water can be obtained through moisture in the air.

In another example, small decentralised water treatment plants with an autonomous energy supply convert salty seawater or brackish water into clean drinking water. Large industrial plants already exist. They supply 41 million cubic meters of fresh water every day – mainly in the coastal towns of the Middle East. But the process is energy-intensive and complex. It is not suitable for arid areas in Africa and India where the infrastructure is weak. In EU-funded projects, Joachim Koschikowski from the Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE and his team have developed small, decentralised desalination plants with an autonomous solar-energy power supply that produce fresh drinking water. "Our plants work on the principle of membrane distillation," says Koschikowski. Like a Goretex jacket, the membrane prevents rainwater from penetrating the surface while letting damp air forming inside the jacket due to perspiration escape. "With our system, the salty water is heated and conducted along a microporous, water-repellent membrane. On the other side of the membrane, cold drinking water remains. The drop in steam pressure resulting from the temperature difference causes part of the salt water to evaporate and to pass through the membrane. The salt remains behind and the steam condenses as it cools on the other side. We obtain clean, germ-free water," explains Koschikowski. The technology is to be marketed by SolarSpring.

In the Fraunhofer Water Systems Alliance (SysWasser), scientists are working on water production, water management and wastewater treatment as well as on the implementation of research results in commercial applications. 14 Fraunhofer institutes are pooling their expertise in the field, developing solutions such as diamond-coated electrodes for efficiently removing low-degradable contaminants and a drinking water management system that is currently being tested in Beijing.

Prof. Dr. Walter Trösch from the IGB explains what sustainable solutions for urban water supply and waste could be like using the example of a housing development in Knittlingen near Karlsruhe, Germany. DEUS 21 is the name of the project for water treatment, cleaning and distribution. "We collect rainwater, treat it and return it to households in drinking-water quality. By doing so, we can provide up to 50 percent of the drinking water supply," says Trösch. Another key element of the project is the vacuum sewage system. When a toilet is flushed, a vacuum removes the fecally contaminated water from the toilet – like the systems used on aircraft. "By means of biological decomposition processes, i.e. using bacteria, we obtain energy in the form of biogas from the effluent. We do this by using rotating disk microfilters, which can operate for more than one year before chemical cleaning is necessary. By comparison, other filters often have to be cleaned daily," adds Trösch.

JEDER TROPFEN ZÄHLT / EVERY DROP COUNTS

Wasser wird knapp, überall. Von den 6,6 Milliarden Menschen, die derzeit die Erde bevölkern, haben schon heute mehr als 1 Milliarde keinen ausreichenden Zugang zu der immer kostbarer werdenden Ressource. Deshalb konzentriert sich Henkel im Rahmen seiner Strategie für nachhaltiges Wirtschaften auch auf den Schutz der weltweit verfügbaren Wasserressourcen. Ziel ist es, den Wasserverbrauch während der Produktion und der Anwendung von Henkel-Produkten immer weiter zu reduzieren und Gewässerbelastungen zu vermeiden.

Das Augenmerk der Henkel-Forscher liegt dabei auf der gesamten Wertschöpfungskette eines Produkts, also von den Rohstoffen über die Produktion, Distribution und Anwendung bis hin zur Entsorgung. Besonders bei der Entwicklung von Produkten, die in wasserarmen Regionen vertrieben werden, spielt der Einsatz und Verbrauch von Wasser während der Produktanwendung durch den Verbraucher eine herausragende Rolle. So kommt ein Beispiel für ein wassersparendes Produkt aus Tunesien: Mit dem Waschmittel Nadhif-Semi-Automatic hat Henkel ein Produkt auf den Markt gebracht, das in den dort üblichen Waschmaschinen eine übermäßige Schaumbildung verhindert und ein leichteres Ausspülen des Waschschaums ermöglicht. Damit wird kein zusätzlicher Spülgang benötigt und wertvolles Wasser gespart.

Gleichzeitig versucht das Unternehmen, durch gezielte Kommunikationsmaßnahmen Einfluss auf das Verhalten der Kunden und Verbraucher zu nehmen. Um beispielsweise Verbraucher in Europa zum Energie- und Wassersparen beim maschinellen Geschirrspülen anzuregen, engagiert sich Henkel im Rahmen der Initiative „Save Energy and Water“ des internationalen Industrieverbands für Wasch- und Reinigungsmittel (A.I.S.E.).

Auch die eigenen Produktionsstätten sind Teil des Fokusfeldes „Wasser und Abwasser“: Durch zahlreiche Projekte sank der Wasserverbrauch pro Tonne Produktionsmenge in den Jahren 2004 bis 2008 bereits um rund 35 Prozent, die Abwassermenge um 40 Prozent. Bis 2012 soll der Wasserverbrauch pro Tonne Produktionsmenge um weitere 10 Prozent sinken.

Henkel hat seit Jahrzehnten umfassende Kompetenz im Bereich Wasser und Gewässerschutz aufgebaut. Bereits 1958 begann das Unternehmen mit der systematischen Untersuchung des Wassers im Rhein und seiner Nebenflüsse auf waschaktive Substanzen. 1959 wurden regelmäßige ökologische Gütekontrollen für alle Wasch- und Reinigungsmittel eingeführt. Mit der Entwicklung von Testmethoden zur biologischen Abbaubarkeit von Inhaltsstoffen in den 1960er Jahren oder der Einführung von Persil Phosphatfrei 1986 setzte Henkel wichtige Standards für die gesamte Waschmittelbranche. Neueste Entwicklungen beinhalten Computerprogramme zur Simulation von Belastungen in Flüssen. Ziel: die ökologischen Risiken bestimmter Substanzen genau zu kennen, bevor sie eingesetzt werden. Analytiker des Unternehmens ermitteln dazu gemeinsam mit anderen europäischen Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen per Computersimulation den Weg der wichtigsten Waschmittelinhaltsstoffe vom häuslichen Abfluss über Kanalisation und Kläranlagen bis in die Oberflächengewässer. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen genutzt werden, um auch in Zukunft zum Schutz der weltweiten Wasserressourcen beizutragen.

2

Henkel
A Brand like a Friend

PAVILLON
08

Water is becoming scarce – everywhere. Of the 6.6 billion people currently inhabiting the world, more than 1 billion do not have adequate access to this increasingly precious resource. That is why Henkel is also focusing on protecting the world's available water resources as part of its strategy for sustainable development. The objective is to constantly reduce water consumption during the production and use of Henkel products while simultaneously avoiding water pollution.

3

In order to pursue this objective, Henkel's researchers are examining the entire value chain of a product: its beginnings as a raw material, its journey through the manufacturing process and distribution, and finally its use and disposal. Particularly when developing products for distribution in regions where water is already scarce, reducing water consumption during consumer usage of the product is of paramount importance. Tunisia offers a good example of a Henkel product that saves water: for the type of washing machine commonly used in that country, the laundry detergent "Nadhif Semi-Automatic" prevents both excessive foaming and enables the foam produced during washing to be more easily rinsed out. This eliminates the need for an additional rinse cycle, saving valuable water.

At the same time, Henkel makes an effort to influence customer and consumer behavior through targeted communication activities. To encourage European consumers to conserve valuable resources when using the dishwasher, for example, Henkel participates in the focal area "Save Energy and Water" initiative by the International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products (A.I.S.E.).

Henkel's own production facilities also fall within the range of activities in its "Water and Wastewater". As a result of numerous projects, water consumption per metric ton of production output at Henkel decreased by around 35 percent between 2004 and 2008, while the volume of wastewater fell by 40 percent. Henkel now intends to reduce water consumption measured against output by a further 10 percent by 2012.

Over the decades, Henkel has accrued comprehensive experience and expertise in water management and the protection of surface waters. As early as 1958, the company began to systematically analyze the waters of the river Rhine and its tributaries to determine the level of surfactants – the active cleansing substances used in detergents. 1959 saw the introduction of routine ecological quality checks for all of the company's laundry and home care products. With the development of new test methods in the 1960s to determine ingredient biodegradability and the introduction of Persil Phosphate-Free in 1986, Henkel set new standards for the entire detergent industry. The company's latest innovations include the development of computer programs designed to simulate river pollution phenomena. The objective: to accurately identify the ecological risks that certain substances represent before they are used. In this undertaking, Henkel's chemical analysts cooperate with other European companies, universities, and research institutes, using computer simulations to determine the path taken by the main detergent constituents – from domestic discharge and local sewerage through to the sewage treatment plant and the recipient bodies of water. The knowledge gained will be utilized to help provide effective protection of the world's water resources now and into the future.

1 Wasser: „Gold" des 21. Jahrhunderts. / Water: "gold" of the 21st century.

2 Anzeige zur Einführung von Persil Phosphatfrei 1986. / Advertisement for the launch of phosphate-free Persil in 1986.

3 Forschungsschwerpunkt: Entwicklung von Produkten, die Verbrauchern den effizienten Einsatz wertvoller Ressourcen wie Wasser und Energie ermöglichen. / Research focus: developing products that enable consumers to efficiently use valuable resources such as water and energy.

UTOPIA IN SICHT / UTOPIA IN SIGHT

1

2

ETH Zürich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich)

An der ETH Zürich studieren über 14.000 Studierende aus 80 Ländern. Rund 370 Professuren sind für die weltweit anerkannte Forschung und Lehre verantwortlich, die sich vorwiegend auf den technischen, mathematischen und naturwissenschaftlichen Bereich konzentrieren.
Bis heute wurden 21 Nobelpreise an Forscher vergeben, die mit der ETH Zürich in Verbindung stehen. Mit ihrer vielfältigen Fachkompetenz verfügt die ETH Zürich über ein einmaliges Potenzial, um bei der Lösung nachhaltiger Technologien eine globale Pionierrolle zu übernehmen. Durch die Schaffung einer neuen Koordinationsstelle, die direkt dem Präsidium unterstellt ist, erklärt die ETH Zürich Nachhaltigkeit zu einem ihrer Schwerpunkte.

Eawag (das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs)

Die Eawag ist ein national verankertes und international vernetztes Wasserforschungs-Institut. Sie setzt sich für einen ökologisch, wirtschaftlich und sozial verantwortungsvollen Umgang mit der weltweit immer stärker unter Druck stehenden Ressource Wasser und den Gewässern ein. Aktiv in Forschung, Lehre und Beratung arbeitet die Eawag an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis.

Marc Angélil, die ETH Zürich präsentiert auf der Ausstellung „Entdeckungen" gemeinsam mit der EAWAG einen Pavillon zum Thema Wasser. Dies ist aber nicht alles: Darüber hinaus hat ein Team Ihrer Professur die Pavillonarchitektur für die gesamte Ausstellung entworfen. Was macht Ihr Konzept aus Sicht der Nachhaltigkeit so einzigartig?

Marc Angélil: Die Pavillons sind ein integraler Bestandteil der gesamten Ausstellung. Für uns war von Beginn an klar, dass jeder einzelne Pavillon den Prinzipien der Nachhaltigkeit entsprechen soll. Das Ausstellungskonzept verbindet somit die äußeren Strukturen, die die Ausstellung beherbergen, mit den ausgestellten Objekten im Inneren. Auf diese Weise thematisiert bereits der Ausstellungsentwurf Fragen der Material- und Energieressourcen. Luft zum Beispiel ist das wichtigste tragende Bauelement: Die aufblasbaren Konstruktionen sind sehr leicht auf- und abbaubar und können einfach wiederverwendet werden. Solarenergie liefert den Strom, der die Pumpen betreibt, welche wiederum die Tragelemente der Pavillons mit Luft füllen, so dass sie aufgerichtet stehen bleiben. Dank diesem Gesamtkonzept konnten wir auch das verwendete Baumaterial maximal reduzieren.

Der Ausstellungsbeitrag der ETH Zürich beschreitet einen außergewöhnlichen Weg, um globale Wasserkreisläufe zu illustrieren. Was haben eine PET-Flasche, eine Trenntoilette und eine Hausfassade mit nachhaltiger Wassernutzung zu tun?

Die einzelnen Elemente der Ausstellung zeigen ähnliche Prinzipien, jedoch in unterschiedlicher Anwendung. Allen gemeinsam ist die verbindende Idee, mit geschlossenen Material-, Abfall- und Energieflüssen zu arbeiten – in einem System, das man auch „geschlossene Ressourcenkreisläufe" nennt. Die PET-Flasche zeigt ineinandergreifende Materialflüsse, und wie durch Recycling neue Nutzungsdimension erschlossen werden – in diesem Fall als Baumaterial für Notunterkünfte. Die „No-Mix"-Toilette zeigt, wie Urin vor der Einleitung ins Abwassersystem getrennt und als Dünger verwendet werden kann – ein spannender Beitrag zur nachhaltigen Wasserwirtschaft. Auch die vorgestellte Hausfassade nutzt Energieflüsse und zeigt, wie geothermische Energie dazu beitragen kann, Häuser im Sommer zu kühlen und im Winter zu heizen. All dies sind Beispiele dafür, dass es oft nur ein bisschen Phantasie braucht, um aus theoretischer Forschung einfache praktische Anwendungen zu entwickeln.

Die ETH Zürich setzte mit ihrem neuen Strategieplan einen Meilenstein in Sachen Nachhaltigkeit. Welchen Beitrag leistet die Ausstellung, um die fächerübergreifende Arbeit innerhalb des ETH-Bereichs zu fördern?

Nachhaltige Entwicklung erfordert interdisziplinäre Arbeit. Die Rolle des architektonischen Entwurfs spielt dabei eine zentrale Rolle, um als Kommunikationsplattform die Erkenntnisse unterschiedlicher Fachbereiche in einem umfassenden Produkt zusammenzuführen. Unser Ausstellungsbeitrag ist dafür ein gutes Beispiel, denn er zeigt neue Anwendungen für ein nachhaltiges Wassermanagement im Bauwesen. Diese Zusammenarbeit müssen wir in Zukunft noch stärker fördern, um über die Grenzen eines spezifischen Fachgebiets in neue Felder der Erkenntnis vordringen zu können.

1+2 Das Projekt UNITED_BOTTLE basiert auf der Idee, speziell geformte PET Flaschen im Bedarfsfall aus den vorhandenen Recycle-Kreisläufen herauszunehmen und temporär als Baumaterial zu verwenden. /The project UNITED_BOTTLE proposes the removal of specially-formed PET bottles from the recycling circuit to be employed as makeshift building materials.

3 Das Projektteam der ETH Zürich (von links)/ The project team of ETH Zurich (from left): **Leonard Kocan, Dirk Hebel, Sascha Delz, Tobias Klauser, Marc Angélil**

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

PAVILLON 09

ETH Zurich (Swiss Federal Institute of Technology)

ETH Zurich offers a first-class educational environment for more than 14'000 students from 80 nations. Nearly 370 professors provide instruction in engineering sciences and architecture, system-oriented sciences, mathematics, and natural sciences. Distinguished by the successes of 21 Nobel Laureates, ETH Zurich is committed to providing students with an unparalleled education and outstanding leadership skills. With its interdisciplinary expertise, the institution is in an excellent position to play a pioneering role in the development of sustainable technologies. By creating a coordination office reporting directly to the President, sustainability has become one of ETH Zurich's top priorities.

Eawag (Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology)

Eawag is a Switzerland-based, internationally networked aquatic research institute committed to ecological, economical and socially responsible water management – the primary source of all life. It conducts research, instruction, and consulting, and forms a link between science and practical application.

Marc Angélil, ETH Zurich's contribution to the exhibition "Discoveries" is quite special. On the one hand, a team of your professors designed the pavilions. On the other hand, both ETH Zurich and Eawag present projects on water in one specific pavilion. What makes your exhibition concept so unique in terms of sustainability?

Marc Angélil: The pavilions are an integral component of the exhibition. It was clear from the outset that the pavilions themselves needed to showcase principles of sustainable development. The exhibition's concept establishes a connection between the exterior structures that house the exhibitions and the objects displayed on the interior. Thus, the design of the pavilions addresses questions of material and energy resources. Air, for example, serves as the primary load-bearing structural element. The inflatable pavilions are very easy to erect, disassemble, and reuse. Solar energy provides the necessary electricity to power a series of air pumps to keep the structures standing upright. Additionally, the amount of necessary materials is kept to a bare minimum. The enclosure is made of recyclable fabric. The structures are as light as possible, with each pavilion fitting into a portable carrying case.

ETH Zurich's exhibition addresses the topic of water cycles in an innovative way. What do a PET bottle, a separating toilet, and a building façade have to do with sustainable water management?

The various components of the exhibition illustrate similar principles in different applications. All of the elements share the straightforward idea of working with closed-loop chains of material, waste, and energy– a system otherwise known as the "circular metabolism of resources". The PET bottle demonstrates interconnected cycles of material flows and the extension of recycling into new domains, i.e. the use of the bottle as a building material for temporary structures. The "No-Mix" toilet demonstrates how urine can be removed from wastewater streams and used as fertilizer – a contribution to sustainable wastewater management. The house façade uses energy chains and shows how geothermal energy can be used to cool or heat buildings. All of these case studies show that theoretical research can be transferred to practice – all it takes is a bit of imagination.

ETH Zurich's new strategic plan sets a milestone in sustainability. What is the exhibition's contribution to supporting interdisciplinary work within the ETH?

Sustainable development requires interdisciplinary collaboration. Pivotal to this approach is the role of architectural design as a communications platform in order to synthesize the findings of a group of experts into a comprehensive product – in this case, the design of new applications for sustainable water management in construction. Both the overall exhibition and the individual case studies offer proof that this method needs to be promoted further in the future: to reach beyond the confines of a specific area of expertise into other fields of enquiry for the advancement of knowledge.

WIE FUNKTIONIERT DAS ÖKOSYSTEM BODENSEE? / HOW DOES THE ECOSYSTEM LAKE CONSTANCE WORK?

Wie funktioniert das Ökosystem Bodensee? Welche Gefahren drohen der ökologisch sensiblen Uferregion und wie kann man ihnen begegnen?

Die Universität Konstanz blickt auf eine langjährige erfolgreiche Wasserforschung zurück. Nicht zuletzt beschäftigt sich der Sonderforschungsbereich Bodenseelitoral seit über 10 Jahren mit der Erforschung der Flachwasserzone (Litoral) des Bodensees.

1

Doch was ist die Besonderheit des Litorals?

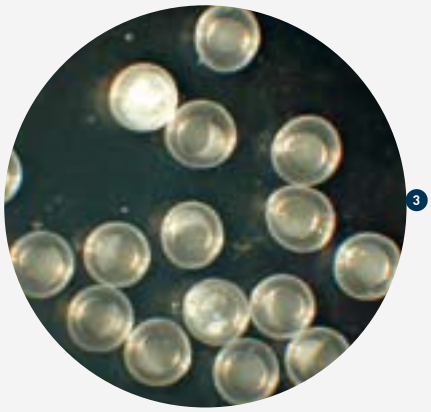
Das Litoral ist der Bereich des Seebodens, der genug Sonnenlicht für das Wachstum von großen oder auch mikroskopisch kleinen Wasserpflanzen erhält. Es bildet daher den Lebensraum für mikrobielle Lebensgemeinschaften wie Biofilme, Mikroflora, Bakterien, Pilze und makrobielle Lebensgemeinschaften wie bodenlebende Kleintiere, höhere Pflanzen und Fische. Gerade in dieser Flachwasserzone werden biologische Prozesse entscheidend von Strömung und Wellenschlag beeinflusst.

Die Universität Konstanz verfügt über eigens eingerichtete Probenentnahmestellen im Bodensee wie zum Beispiel den „Litoralgarten" am Uferabschnitt zwischen den Konstanzer Stadtteilen Egg und Staad. Für viele der Freilandversuche kommen von der Universität Konstanz ausgebildete Forschungstaucher zum Einsatz, die im See verschiedenste Proben entnehmen. Aber auch in künstlich angelegten Modell-Teichen und mithilfe modernster Laborgeräte erforschen bis zu 16 Forschergruppen der Universität Konstanz die komplexe Zusammensetzung und Funktion litoraler Lebensgemeinschaften sowie die physikalischen Rahmenbedingungen.

Neben der Litoralforschung untersuchen Umwelttoxikologen der Universität Konstanz das Problem der messbaren Arzneimittelrückstände im Bodensee. Konstanzer Evolutionsbiologen nutzen Buntbarsche aus Nicaragua, um evolutionäre Prozesse wie zum Beispiel die Artbildung zu verstehen, die die Grundlage dafür sind, die Biodiversität des Lebens u. a. auch im Bodensee zu erklären.

Die Wissenschaftler der Universität Konstanz beabsichtigen auch weiterhin, die Interaktion verschiedener Organismen im Bodensee zu untersuchen, insbesondere hinsichtlich der Auswirkung neuer Arten und möglicher Folgen des Klimawandels auf Europas größten Trinkwasserspeicher.

2



Universität Konstanz

PAVILLON 10

How does the Lake Constance ecosystem work? What kinds of dangers threaten ecologically sensitive shore zones, and what can be done to avoid them?

The University of Konstanz can look back on many successful years in the field of water research. Particularly over the past ten years, several research groups have worked together as the "Sonderforschungsbereich Bodenseelittoral" (Special Research Department for Lake Constance Littoral) with a focus on understanding the shallow water zones (also called littoral) of Lake Constance.

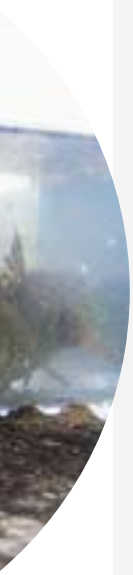
What makes the littoral special?

The littoral is the part of the lake that receives enough sunlight for the growth of water plants, ranging in size from very large to microscopic. It hosts microbiotic communities of organisms such as biofilms, microflora, bacteria or fungi, and macrobiotic communities of ground-dwelling animals, plants and fish. In shallow water zones, many biological processes are highly influenced by environmental conditions such as waves and currents.

The University of Konstanz has designed and implemented unique structures for sampling material from these zones, for instance the littoral garden in the shore zone between the Konstanz city districts Egg and Staad. Many experiments are conducted by divers that have been specially trained by the University of Konstanz to perform scientific sampling in the lake. The 16 research groups at the University of Konstanz further utilize artificial ponds and state-of-the-art laboratory equipment to determine the composition and function of littoral communities, and to understand the physical determinants that influence these complex littoral networks.

Scientific efforts do not only focus on littoral zones, however. Environmental toxicologists at the University of Konstanz evaluate the detrimental impact of pharmaceutical residues in Lake Constance. Evolutionary biologists at the University of Konstanz examine diverse fish species from the cichlid family that are unique to lakes in Nicaragua in order to unravel the evolutionary process of forming a new species. Ultimately, all efforts are directed towards a better understanding of the biodiversity of life, and Lake Constance provides a unique ecosystem model for this purpose.

Scientists at the University of Konstanz will continue to direct their research towards a more complete understanding of the complex network and interplay of all organisms found in Lake Constance. They particularly focus on future challenges such as the entry of foreign species, or the impact of climate change, on Europe's largest store of drinking water.



1 **Forschungstaucher der Universität Konstanz. Quelle: Martin Mörtl, Universität Konstanz.** / Research divers from the University of Konstanz. Source: Martin Mörtl, University of Konstanz.

2 **Buntbarsche aus Nicaragua. Quelle: Topi Lehtonen, Universität Konstanz.** / Cichlids from Nicaragua. Source: Topi Lehtonen, University of Konstanz.

3 **Zebrabärblingseier kurz nach der Eiablage Quelle: H. Krieger, Universität Konstanz.** / Zebrafish eggs shortly after being deposited. Source: H. Krieger, University of Konstanz.

ACANTHASIA: NEUE CHANCE FÜR KORALLENRIFFE / ACANTHASIA: A NEW OPPORTUNITY FOR CORAL REEFS

Eine achtbeinige Spinne aus Beton trägt dazu bei, dass zerstörte Korallenriffe schneller regenerieren. Das Projekt Acanthasia, das im Pavillon der Holcim Foundation zu sehen ist, stammt von einem Team um den philippinischen Meeresbiologen Lemuel Alfeche.

Was gab den Anstoß zur Entwicklung von Acanthasia?

Lemuel Alfeche: Korallenriffe spielen für die Artenvielfalt und das ökologische Gleichgewicht unseres Planeten eine sehr wichtige Rolle: Sie beherbergen ein Viertel aller uns bekannten Organismen der Ozeane. Doch die Korallenriffe sind weltweit bedroht. Mehr als die Hälfte davon gilt bereits als zerstört oder als stark gefährdet. Die Fischerei mit Schleppnetzen oder Dynamit sind erhebliche Risikofaktoren; als noch gravierender hat sich aber der Dauerstress erwiesen, dem die Riffe durch Abwässer und klimatische Veränderungen ausgesetzt sind. Die artenreichen Riffe in meiner Heimat, den Philippinen, sind in einem besonders schlechten Zustand. Wir benötigen dringend wirksame Maßnahmen, um die bereits zerstörten Riffe wieder aufzubauen und das Korallenwachstum zu fördern.

Welches System liegt Ihrem Projekt zugrunde?

Gemeinsam mit einem interdisziplinären Team habe ich eine achtbeinige Spinne aus Beton und Stahl konstruiert. Die einzelnen Elemente eines solchen künstlichen Riffs lassen sich sehr einfach an Land herstellen und von Tauchern unter Wasser zusammensetzen. Anschließend ernten wir von gesunden Korallen kleine Stecklinge, die wir auf den Betonträgern befestigen. Die Stecklinge stellen eine Art Initialzündung für die Entwicklung dar: Sie wachsen und ziehen weitere Lebewesen an. Haben die gepflanzten Korallen eine gewisse Größe erreicht, dienen uns Teile davon erneut als Stecklinge.

Funktioniert das System auch in der Praxis?

Bereits 2004 führten wir erste Versuche mit Acanthasia durch – und waren vom Erfolg der Strategie selber überrascht. Schon nach wenigen Monaten wuchsen auf den Gerüsten Korallen und zogen Fische an. Bereits ein Jahr nach der Installation waren die Betonträger dicht überwachsen. Dank unseres Eingreifens nahm sowohl die Artenvielfalt unter den Fischen als auch deren Zahl zu – im Laufe eines knappen Jahres um das 16-Fache. Unsere Untersuchungen haben ergeben, dass sich Riffe dank Acanthasia rund drei Mal schneller erholen als auf natürliche Weise. Auch die örtliche Bevölkerung profitiert ganz direkt vom Projekt: Die größer werdenden Fischbestände erhöhen das Einkommen der Fischer, die neu belebten Korallenriffe kurbeln den Tourismus an. Zudem absorbiert das künstliche Riff einen großen Teil der Wellenenergie und schützt das Ufer vor Erosion und andere Ökosysteme vor Überschwemmungen.

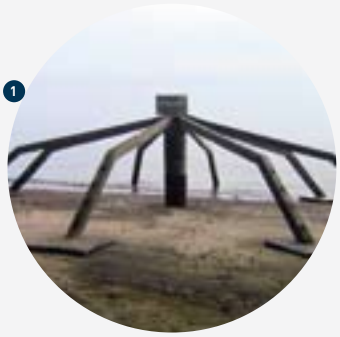
Wie ist es dazu gekommen, dass Ihr Projekt ausgerechnet im Pavillon eines Baustoffkonzerns zu sehen ist?

In erster Linie hat es damit zu tun, dass der Schweizer Holcim Konzern eine Stiftung ins Leben gerufen hat, die das nachhaltige Bauen auf der ganzen Welt fördert. Die Holcim Foundation führt mit den Holcim Awards regelmäßig einen internationalen Wettbewerb durch. Wir gewannen 2005 den Silber Award in Asia Pazifik.

Dass Acanthasia aus Beton besteht, ist für die Korallen ideal: Die richtige Mischung aus Portlandzement und Silikatschaum weist den für das Korallenwachstum nötigen niedrigen pH-Wert auf. Holcim ist auch auf den Philippinen präsent und hat die weitere Entwicklung unseres Projekts unterstützt. In der Nähe ihrer Zementwerke wurden mehrere Betonspinnen versenkt, um einen aktiven Beitrag zur Nachhaltigkeit der Meeresfauna zu leisten.

Woher stammt eigentlich der Name Acanthasia?

Die Form des künstlichen Riffs erinnerte mich an den Seestern Acanthaster planci – er stand bei der Namensgebung Pate.

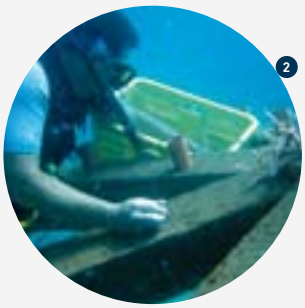


1 Das achtbeinige Betongerüst Acanthasia hat sich als künstliches Riff bewährt. / The eight-legged concrete structure, Acanthasia, has proven effective as an artificial reef.

2 Um das Korallenwachstum zu beschleunigen, werden Stecklinge von gesunden Korallen geerntet und auf den Betonträgern befestigt. / In order to accelerate coral growth, cuttings of healthy coral are taken and secured on the concrete substrates.

3 Bereits ein Jahr nach der Installation sind die Betonträger überwachsen, die Korallen ziehen weitere Lebewesen an. / Just one year after transplantation, the concrete substrates were covered in coral; the coral attracts other living organisms.

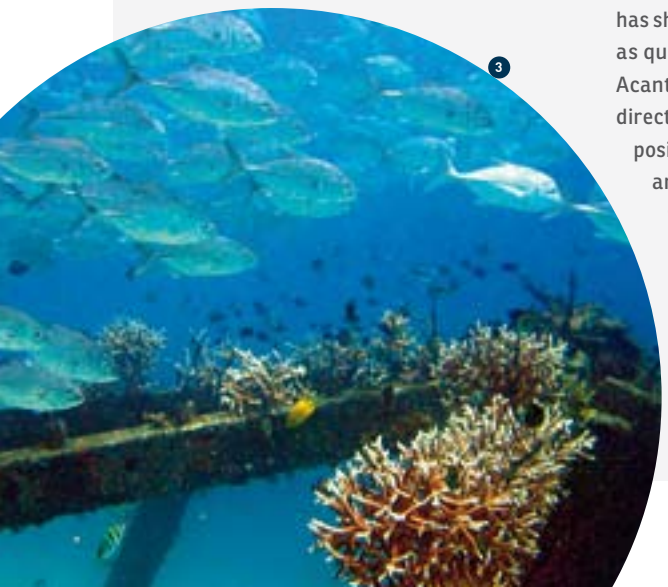
PAVILLON 11



An eight-legged concrete spider is helping to accelerate the regeneration of damaged coral reefs. The Acanthasia project, exhibited in the Holcim Foundation pavilion, is the brainchild of a team headed by Philippine marine biologist Lemuel Alfeche.

What provided the impetus to develop Acanthasia?

Lemuel Alfeche: Coral reefs play a very important role in biodiversity and in the ecological balance of our planet. They are home to a quarter of all oceanic organisms known today. However, coral reefs are endangered worldwide. Over half of all coral reefs have been destroyed or are considered to be at risk. Fishing methods that use trawling nets and dynamite have indeed made an impact; but the ongoing environmental strain of sewage and climate change poses an even more serious problem. The reefs of my native Philippines, which are rich in species, are in particularly poor condition. We urgently need effective measures to regenerate the reefs that have already experienced damage and to promote coral growth.



What type of system does your project implement?

I collaborated with an inter-disciplinary team in the design of an eight-legged spider made of concrete and steel. The individual elements of this type of artificial reef can be constructed very easily on land and then assembled underwater by divers. We then take cuttings from healthy coral reefs and attach them to concrete substrates. In a way, the cuttings serve as the initial spark of the reef's development: they grow and attract other living organisms. Once the planted coral has grown to a certain size, we can use it to take further cuttings.

Does the system also work in practice?

We performed our first trials with Acanthasia back in 2004. We were taken aback by how successful the strategy proved to be. Coral growth on the structures was evident after just a few months, and fish were attracted to it. The substrates were densely overgrown after only a year. Thanks to our intervention, there was a 16-fold increase in the variety of species and in fish stocks in just under a year. Our research has shown that reefs recover about three times as quickly as they would naturally thanks to Acanthasia. The local population also profits directly from the project: growth in fish stocks positively influences the fishermen's income, and the revitalized coral reefs stimulate tourism. In addition, the new artificial reef absorbs a large portion of wave energy, protecting the shore from erosion and other ecosystems from flooding.

So how did it happen that your project was put on display in the pavilion of a building materials corporation, of all places?

The Swiss-based Holcim Group established a foundation that promotes sustainable construction all over the world. The Holcim Foundation regularly holds an international competition, the Holcim Awards, and in 2005 the Acanthasia project won the Silver Award for the Asia Pacific region. The fact that Acanthasia is made from concrete makes it ideal for coral: the right blend of Portland cement and silica foam delivers the low pH value required for coral growth. Holcim also operates in the Philippines and assisted us in the further development of our project. It sank a number of concrete spiders close to its cement works in order to make an active contribution to the sustainability of marine fauna.

What was the inspiration for the project name – Acanthasia?

The shape of the artificial reef reminded me of a sea star, Acanthaster plancii, so that is where the project got its name.

2

OZEANE ALS VERKEHRSWEGE / OCEANS AS TRANSPORT ROUTES

Wasser war für den Menschen schon immer auch ein wichtiger Verkehrsweg. Bereits seit Jahrtausenden nutzen wir Seen und Flüsse, vor allem aber die Weltmeere zum Transport von Waren und Passagieren. Entdecker, Missionare und Eroberer bahnten sich lange ihren Weg über das Wasser. Während das Wasser über all die Zeit dasselbe geblieben ist, haben sich der Mensch, seine Bedürfnisse und seine technischen Möglichkeiten geändert. Aus diesem Grund erfährt auch die Schifffahrt einen ständigen Wandel.

Die Wikinger gelten als das erste große Seefahrervolk. Per Schiff entdeckten sie die Färöer-Insel, Island und Grönland. Sie verfügten über ein weit entwickeltes Warentransportsystem. Ihre Güter brachten sie in halbrunden Holztrögen unter. Auf diese Weise konnten ihre Schiffe bereits damals 20 bis 30 Tonnen laden. Diese ersten „Container" stammen nachweislich aus dem 9. Jahrhundert.

Ihre erste große Blütezeit erlebte die Handelsschifffahrt ab dem 12. Jahrhundert. In Europa schlossen sich Kaufleute in der Hanse zusammen. Ein Städtebund entwickelte sich, der unterschiedlichste Waren in Fässern, den Containern des Mittelalters, über die Nord- und die Ostsee und Flüsse beförderte. Die Hansekogge, das Schiff dieser Zeit, hatte ein Fassungsvermögen von 120 Tonnen. Ihr genaues Aussehen war lange unbekannt, bis 1962 die Bremer Hansekogge von 1380 in der Weser gefunden wurde. Sie wird im Deutschen Schiffahrtsmuseum in Bremen ausgestellt.
Während zuvor vor allem Waren im großen Stil transportiert wurden, rückte im Zuge der europäischen Auswanderungswelle die Passagierschifffahrt in den Vordergrund. Im 19. Jahrhundert wanderten allein über Bremerhaven und Hamburg etwa zwölf Millionen Menschen aus. Ihre Motive waren wirtschaftliche Not, politische oder religiöse Verfolgung, aber auch der Wunsch nach Glück und Freiheit, Arbeit und Wohlstand.
In den ersten Jahrzehnten wurden die Passagiermassen noch von hölzernen Segelschiffen bewältigt. Später setzten sich dann maschinengetriebene Passagierdampfer durch, die regelmäßig verkehrten. Das Geschäft mit dem Auswandern wurde überwiegend von den großen deutschen Reedereien, dem Norddeutschen Lloyd in Bremen und der Hamburg-Amerika Linie in Hamburg, betrieben.

Ab den 1960er Jahren erlebte der Personentransport über See einen starken Einbruch. Das Düsenflugzeug verdrängte das Passagierschiff mehr und mehr als Verkehrsmittel. Im Gegenzug gewann aber die Kreuzfahrtschifffahrt an Bedeutung. Hier stand nicht der Transport, sondern das Erlebnis der Schifffahrt an sich im Mittelpunkt.

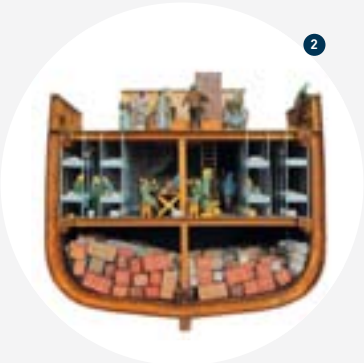
Auch der maritime Warentransport wandelte sich im 20. Jahrhundert stark. In den 1950er Jahren revolutionierte die Idee des amerikanischen Spediteurs Malcolm McLean den internationalen Seeverkehr. Auf umgebauten Tankern und Frachtern verschiffte er Güter in genormten und wiederverwendbaren Stahlkisten – den Containern. In Deutschland begann der Containerumschlag in den 1960er Jahren. Die ersten Containerschiffe konnten 700 Standardcontainer transportieren, die heutigen fassen bis zu 14.000. Mittlerweile betreiben deutsche Reeder die größte Containerflotte der Welt, Hamburg und Bremerhaven gehören international zu den bedeutendsten Containerhäfen.

1

1 Öldruck, Künstler: Themistokles von Eckenbrecher, Darstellung der NDL-Routen von Europa nach Amerika. / Oil print by Themistokles von Eckenbrecher, depiction of the NDL routes from Europe to America.

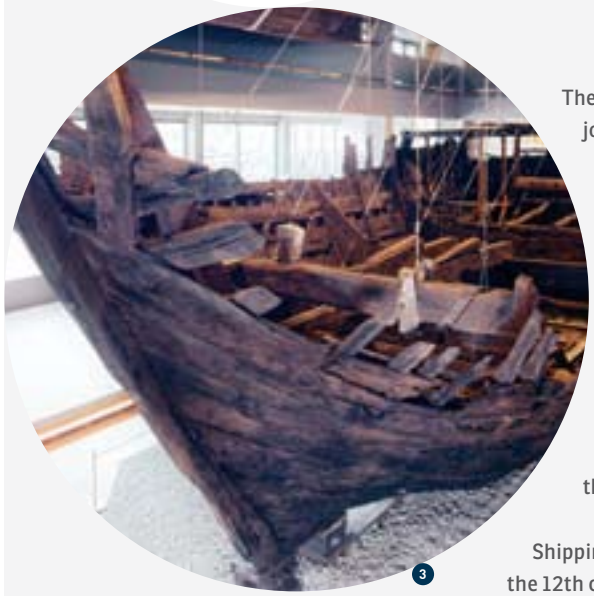
2 Modell, Abbildung des Querschnittsmodells eines Frachtseglers um 1850, Maßstab 1:50. Zur Auslastung der Schiffe wurden auf der Fahrt von Europa nach Amerika Auswanderer und auf der Rückfahrt Waren transportiert. / Model, copy of a cross-section model of a cargo sailing ship from ca. 1850, 1:50 scale. To fully utilize ships' capacity, passengers were transported from Europe to the United States and goods were transported on the return trip.

3 Bremer Hansekogge. / Hansa Cog of Bremen.


2

Deutsches Schiffahrts museum

PAVILLON 12


3

Humans have always used water as an important method of transportation. For thousands of years, people have used lakes, rivers, and most importantly oceans to transport goods and passengers. Explorers, missionaries, and conquerors have made their way across the water for many years. Whereas water has remained the same despite the passing of time, mankind – including its needs and technical abilities – has changed. That is why shipping also finds itself in a state of continuous evolution.

The Vikings are regarded as the first major seafaring civilization. They discovered the Faroe Islands, Iceland, and Greenland by boat. With a highly advanced system of transporting goods, they were able to store wares in semi-round wooden knarrs. The method enabled them to transport cargo loads of 20 to 30 tonnes in their ships. Historical documents indicate that these first "containers" originated in the 9th century.

Shipping experienced its first major peak in the 12th century. In Europe, merchants joined to form the Hanseatic League. Within the league of cities that developed, a wide range of merchandise was transported in barrels – the containers of the Middle Ages – by way of rivers and the North and Baltic Seas. The Hansa cog, the prevalent type of ship during this period, was able to carry 120 tonnes. Its exact appearance had remained a mystery until the Hansa cog of Bremen, built in 1380, was found in the Weser River in 1962. It is on display at the Deutsche Schiffahrtsmuseum (German Maritime Museum) in Bremen.

Up until that point, maritime shipping had focused on the transport of goods on a large scale. Yet as waves of European immigrants voyaged to the New Continent, passenger shipping moved to the foreground. Around twelve million people departed for their trip across the ocean from Bremerhaven and Hamburg in the 19th century alone. Their motives for leaving Europe were economic hardship, political and religious persecution, but also the desire to find happiness and freedom, work and prosperity.

During the first few decades, the masses of passengers could be handled using wooden sailing ships. In later years, engine-powered passenger steamers took their place and operated on a regular basis. Germany's major shipping companies, the Norddeutsche Lloyd line in Bremen and the Hamburg-America line in Hamburg, primarily handled emigration transport.

Beginning in the 1960s, passenger shipping suffered a dramatic decline – the jet airplane began to replace passenger ships as the main mode of transportation. In return, the cruise industry grew in importance. Instead of offering transportation, the new industry emphasized an overall maritime experience.
Maritime goods shipping also underwent transformation in the 20th century. In the 1950s, American shipper Malcolm McLean had an idea that revolutionized international maritime traffic. Converted tankers and freight ships were used to ship goods in standardized, reusable steel crates – now known as containers. The German shipping industry began the transition to container transport in the 1960s. The first container ships could transport 700 standard-size containers; today's ships can now hold up to 14,000. German shipping companies now operate the world's largest container fleet; Hamburg and Bremerhaven are counted amongst the world's most significant container ports.

WASSER – DER GLOBALE BLICK AUS DEM WELTRAUM / WATER – A GLOBAL VIEW FROM SPACE

Dass sich das Klima verändern wird, ist heute unter Wissenschaftlern allgemein anerkannt. Wie dieser Prozess aber in den nächsten Jahrzehnten und Jahrhunderten ablaufen wird, wird bisher nur ansatzweise verstanden. Klar ist, dass das Wasser der Erde hierbei eine wesentliche Rolle spielt. Die dynamischen Prozesse in den Ozeanen, aber auch die Eisschilde der Polarregionen sowie das in den Böden und Landmassen gespeicherte Wasser sind die treibenden Kräfte des Klimas. Änderungen im so genannten Wasserhaushalt der Erde beeinflussen das heutige und das zukünftige Klima.

Wie aber kann man den Einfluss von Wasser auf das Klima bestimmen? Welche Auswirkungen haben Änderungen im Wasserhaushalt auf das zukünftige Klima? Um zuverlässige Prognosen über das Klima der Zukunft treffen zu können, sind weltweite Beobachtungen und Analysen des Wasserhaushalts notwendig. Dies ist im globalen Maßstab aber nur mithilfe von Satellitenmissionen wie GOCE, SMOS oder CryoSat zu realisieren.

GOCE, SMOS und CryoSat sind Teil der von der Europäischen Weltraumagentur ESA initiierten „Earth Explorer-Reihe", die zusammen das Programm „Living Planet" bilden.
Durch die Kombination dieser Satellitenmissionen wird es unter anderem möglich sein, Klimamodelle in bisher unerreichbarer Genauigkeit zu erstellen. Hierfür werden die einzelnen, für das globale Klima relevanten Teilbereiche und ihre Wechselbeziehungen zueinander untersucht: die Hydrosphäre (Wasserhaushalt der Erde), die Geosphäre (Struktur und Dynamik des Gesteins), die Biosphäre (Zusammenspiel von Flora und Fauna) und die Atmosphäre (Lufthülle um unseren Planeten).

GOCE, SMOS und CryoSat konzentrieren sich auf die Hydrosphäre und die Definition des so genannten Geoids, dem theoretischen Modell der Erde, das allen weiteren Missionen als Basis-Referenz dient. Weitere Missionen im „Living Planet"-Programm der ESA sind SWARM (Start 2010), ADM-Aeolus (Start 2011) und EarthCare (Start 2013).

SWARM besteht aus drei Satelliten, die im Formationsflug um die Erde kreisen und die Dynamik des Erdmagnetfelds beobachten werden. So werden Prozesse tief im Erdinneren – etwa die Mantelkonvektion oder Strömungen im Erdkern – beobachtbar.

ADM-Aeolus wird erstmals die Windverhältnisse in der Atmosphäre in einem globalen Zusammenhang darstellen. Die Wissenschaftler erhoffen sich durch die so gewonnenen Einsichten eine deutliche Verbesserung der Wettervorhersage.

EarthCare, eine europäisch-japanische Kooperation, wird die Strahlungsbilanz der Erde untersuchen. Dabei stehen die Reflektion und die Speicherung der auf die Erde treffenden Wärmestrahlung – vor allem die Rolle der Wolken innerhalb der Strahlungsbilanz – im Zentrum der Untersuchungen.

Neben der Kombination einzelner Beobachtungsmissionen ist die Integration von landgestützten Messungen sowie eine zielgerichtete Forschungs- und Entwicklungsarbeit in allen Bereichen der Geowissenschaften und darüber hinaus notwendig. Um ein innovatives und nachhaltiges Management des gesamten Systems Erde zu ermöglichen, werden interdisziplinäre Forschungsarbeiten mit Partnern aus den Natur-, Ingenieur- und Gesellschaftswissenschaften im Rahmen des Forschungs- und Entwicklungsprogramms GEOTECHNOLOGIEN durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Dabei stehen momentan Schwerpunktthemen wie die „Erfassung des Systems Erde aus dem Weltraum", die Entwicklung von „Frühwarnsystemen gegen Naturgefahren" oder auch die sichere und dauerhafte „geologische Speicherung von Kohlendioxid" im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten.

Weitere Informationen unter:
www.geotechnologien.de – www.esa.int – www.goce-projektbuero.de – www.smos.zmaw.de – www.cryosat.de

GEOTECHNOLOGIEN

PAVILLON 13

Scientists agree: our climate is changing. Yet the way in which it will change over the next decades or centuries remains vastly unknown. One thing is for sure: water plays a major role in the earth's climate. The dynamic processes of the oceans, the polar ice sheets, and even the moisture contained in soil and continental land masses are driving forces for today's and tomorrow's climate.

Yet how can we determine the influence of water on climate change? How could changes made to the global water balance affect climate in the future? Global observations and analyses of the Earth's water system must be conducted in order to make reliable predictions of future climate change. Yet this requires the help of satellite missions like GOCE, SMOS and CryoSat.

GOCE, SMOS and CryoSat are part of the European Space Agency (ESA)'s "Living Planet Programme", which plans to launch nine "Earth Explorers" to monitor and investigate "System Earth".
Together, these missions will enhance our knowledge of climate processes by providing high-resolution spatial and temporal data. The satellite applications will examine all relevant systems of climate change and all possible correlations between these systems: the hydrosphere (the earth's water balance), the geosphere (structures and dynamics within the planet's layers of rock), the biosphere (life on Earth), as well as the atmosphere.
GOCE, SMOS and CryoSat focus on the hydrosphere and on the definition of the so-called Geoid, which will serve as a basic reference system for upcoming missions. The next three missions within ESA's "Living Planet Programme" are SWARM (launch scheduled for 2010), ADM-Aeolus (2011) and EarthCARE (2013).

SWARM is a constellation of three satellites that will observe the dynamics of the Earth's magnetic field in order to improve our understanding of the Earth's interior and its environment.
ADM-Aeolus will be the first-ever satellite to observe atmospheric wind patterns on a global scale, providing much-needed information to improve weather forecasting. ADM-Aeolus is expected to pave the way for future operational meteorological satellites dedicated to measuring the Earth's wind fields.
EarthCARE is a joint European-Japanese mission that aims to improve the representation and understanding of the Earth's radiation balance in climatic and numerical weather forecast models.

In addition to the various satellite missions, it will be necessary to combine remote sensing and land-based observation along with strategic research and development measures that cross all scientific boundaries. In order to provide for innovative and sustainable management of an integrated System Earth, the Research and Development Programme GEOTECHNOLOGIEN promotes interdisciplinary research with partners in the natural, technical and social sciences. Current key research topics include – amongst others – the "Observation of System Earth from Space", the development of "Early Warning Systems against Natural Hazards" and feasibility studies on the "Geological Storage of CO_2".

For more information, visit:
www.geotechnologien.de – www.esa.int – www.goce-projektbuero.de – www.smos.zmaw.de – www.cryosat.de

1 **Die Polarregionen spielen eine wichtige Rolle im Klimasystem der Erde.** / The polar regions play a major role in the global climate system.
Quelle: / Source: **ESA/AOES Medialab.**

2 **Der Satellit SMOS im Orbit (künstlerische Darstellung).** / Graphic rendition of SMOS.
Quelle: / Source: **ESA/AOES Medialab**

EIN FRÜHWARNSYSTEM FÜR DEN INDISCHEN OZEAN / A TSUNAMI EARLY WARNING SYSTEM FOR THE INDIAN OCEAN

Ein Frühwarnsystem für den Indischen Ozean (GITEWS German Indonesian Tsunami Early Warning System)

Das Erdbeben an der Nordspitze der indonesischen Insel Sumatra am 26. Dezember 2004 war das zweitstärkste jemals registrierte Erdbeben. Bereits 12 Minuten nach dem Beben wurden die seismischen Wellen automatisch am Deutschen GeoForschungsZentrum in Potsdam und auch in anderen Forschungszentren weltweit registriert. Allerdings gab es keine Möglichkeit, die Menschen in den betroffenen Ländern zu warnen.
Durch das Erdbeben wurde ein gewaltiger Tsunami ausgelöst, der noch Stunden später auch an den Küsten der Anrainerstaaten viele Menschen das Leben kostete.

Kurz nach der Tsunami-Katastrophe hat die Bundesrepublik Deutschland technische Unterstützung beim Aufbau und der Einrichtung eines Tsunami-Frühwarnsystems im Indischen Ozean angeboten. In den vergangenen vier Jahren wurden die verschiedenen Sensorstationen zu weiten Teilen sowohl in Indonesien als auch in verschiedenen Anrainerstaaten aufgebaut. Auch wichtige Hard- und Softwarekomponenten sind im Warnzentrum in Jakarta bereits installiert und werden teilweise bereits im operativen Betrieb eingesetzt. Offiziell wurde das Frühwarnzentrum in Jakarta am 11. November 2008 durch den indonesischen Präsidenten in Betrieb genommen. Bis zum Projektende im März 2010 muss allerdings noch das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten getestet und optimiert werden.

In über 90 % der Fälle wird ein Tsunami durch ein Seebeben ausgelöst. Eine schnelle und genaue Erfassung und Auswertung des Bebens ist deshalb essentiell für das Frühwarnsystem. Allerdings kann anhand der seismischen Messungen oftmals nicht entschieden werden, ob nach einem starken Erdbeben auch wirklich ein Tsunami entstanden ist. Aus diesem Grund wird die frühzeitige Erkennung eines Tsunami bereits auf dem Ozean mithilfe von Bojensystemen und entlang der Küsten mithilfe von Pegeln vorgenommen, so dass Meeresspiegeländerungen sofort erkannt werden können.
Bei den Bojensystemen werden hierfür sowohl Drucksensoren auf dem Meeresboden als auch erstmalig GPS-Sensoren auf der Boje genutzt. Mit GPS-Sensoren auf den Pegeln hingegen wird nicht der Meeresspiegel kontrolliert, sondern geprüft, ob die Stationen durch das Erdbeben eine vertikale oder horizontale Verschiebung erfahren haben.
Die verschiedenen Sensortypen sind über Satellitenverbindungen an das Warnzentrum in Jakarta angebunden.

Basierend auf den ersten Erdbebeninformationen werden umgehend Tsunami-Simulationen im Entscheidungsunterstützungssystem herangezogen, so dass schnell eine erste Lageabschätzung ausgegeben werden kann. Diese Lageinformation wird im Laufe von wenigen Minuten aufgrund der dichteren Dateninformation immer genauer.
Unter der Berücksichtigung von Vulnerabilitäts- und Risikokarten können dann entsprechende Warndossiers erstellt und an verantwortliche Behörden und Agenturen und somit an die Bevölkerung ausgegeben werden.

Neben den technischen Installationen wird im Rahmen von GITEWS auch die akademische und technische Ausbildung des Personals, das für den Betrieb und die Wartung des Systems unabdingbar ist, vorgenommen. Zusätzlich werden Informationsveranstaltungen und Evakuierungsübungen durchgeführt, um die Bevölkerung auf den Krisenfall vorzubereiten. Damit ist sichergestellt, dass die Menschen wissen, wie sie sich im Katastrophenfall zu verhalten haben. Begleitet werden diese Aktivitäten durch die Beratung von Behörden und Verwaltungen, um auch die rechtlichen Grundlagen für die Weitergabe von Warnmeldungen und Notfallplänen zu schaffen.

Ein Naturereignis wie der Tsunami von 2004 kann nicht verhindert werden. Solche Katastrophen werden auch bei einem perfekt arbeitenden Alarmsystem weiterhin ihre Opfer fordern. Jedoch können die Auswirkungen einer solchen Naturkatastrophe mit einem Frühwarnsystem erheblich minimiert werden.

GITEWS wird von neun Forschungseinrichtungen unter der Federführung des Deutschen GeoForschungsZentrums (GFZ) realisiert. Weitere Partner: AWI, BGR, DLR, GKSS, GTZ, KDM, IfM-GEOMAR und UNU.

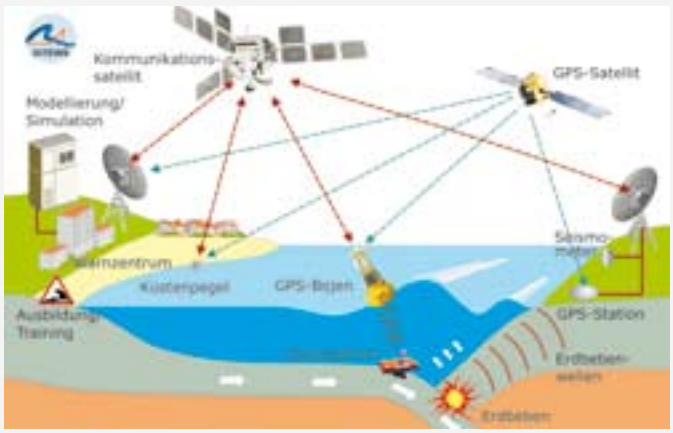
Weitere Informationen unter: http://www.gitews.de

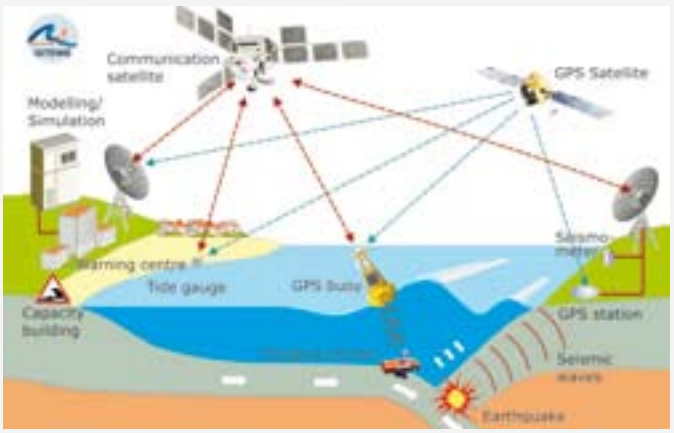
A Tsunami Early Warning System for the Indian Ocean (GITEWS German Indonesian Tsunami Early Warning System)

The Sumatra earthquake of December 26, 2004 resulted in the second-largest rupture to ever be detected in the Earth's crust. As early as 12 minutes after the quake, its seismic waves had already been recorded and analysed at the GFZ in Potsdam, Germany and at other seismological centres worldwide. Only a few minutes after detection of the earthquake, the first tsunami waves hit the coastline of Northern Sumatra.

PAVILLON 14

1 Konzept des Tsunami-Frühwarnsystems (Quelle: GFZ). / Concept of the Tsunami Early Warning System (Source: GFZ).





Shortly after the tsunami disaster, where almost a quarter of a million people lost their lives, Germany offered technical support for the installation and implementation of a Tsunami Early Warning System in the Indian Ocean. Since March 14, 2005, Indonesia and Germany have been officially working together to establish a Tsunami Early Warning System in Indonesia. Implementation is nearly complete; important software and hardware components have now been installed at the Warning Centre in Jakarta. The Tsunami Warning System was officially launched by Indonesia's President on November 11, 2008. A cooperative agreement for the optimization, operation and maintenance of the system is also in place until March 2010.

In more than 90% of all cases, tsunamis are caused by a submarine earthquake. Fast and accurate seismological recordings and evaluations are therefore essential for a warning system. Yet the development of a tsunami is almost impossible to detect based on seismological measurements alone – readings must take place on the ocean itself. That is why the system includes a seismological network consisting of broadband seismometers, GPS stations, and a network of GPS buoys additionally equipped with ocean-bottom pressure sensors and a tide-gauge network. GPS capability is an important technical improvement from other buoy systems, for example those used in the Pacific.

The respective sensors are connected to the Early Warning and Mitigation Centre, operated in Jakarta by the Indonesian Meteorological, Climatological and Geophysical Agency (BMKG), via satellite. Online data streams are then processed at the Warning Centre. Sensor data is then used to provide tsunami simulations fast; a Decision Support System quickly generates a detailed picture of the actual situation.
Tsunami simulations are of particular importance for the warning process. An overall picture must be calculated on the basis of very little data. Just seconds after an earthquake, models can estimate wave height, the time of arrival at the coast, and inundation areas. Since warning times in Indonesia are extremely short, thousands of different scenarios have been precalculated and stored in databases.
Using risk and vulnerability maps of the affected coastal regions, detailed warning dossiers are produced and distributed to the respective authorities, agencies and the general population.
An integral part of the project is capacity building, which concentrates on training in academics and engineering for the operation of such a system. Even the timeliest warning is useless if nothing happens once it is issued. The population of the threatened area needs to be trained how to respond properly. People need evacuation plans and must learn how to handle an emergency. All of these activities are accompanied by other projects, such as organisational consulting.

Natural disasters like the tsunami catastrophe of 2004 cannot be prevented by a tsunami early warning system, but through GITEWS, the number of victims can be kept to a minimum.

GITEWS is coordinated by GFZ, The German Research Centre for Geosciences, with the following partners: AWI, BGR, DLR, GKSS, GTZ, KDM, IfM-GEOMAR, UNU.

For further information, visit: http://www.gitews.org

KALEIDOSKOP DER KLUGEN KÖPFE: NOBELPREISTRÄGER AUF DER INSEL MAINAU / A KALEIDOSCOPE OF CLEVER THINKERS: NOBEL LAUREATES ON THE ISLE OF MAINAU

Die Leistungen der Nobelpreisträger beruhen oft auf Beharrlichkeit und Kreativität, vor allem aber auf einem: der Freude am Entdecken.

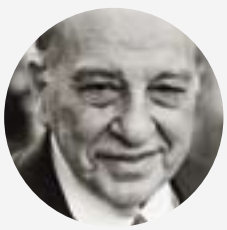
Um dieser Freude am Forschen ein Gesicht zu geben, eröffnet ein Pavillon mit den Porträts von Laureaten die Ausstellung „Entdeckungen". Es handelt sich um diejenigen Preisträger, die zur diesjährigen Nobelpreisträgertagung an den Bodensee gereist sind. Die Porträts wurden vom Berliner Fotografen Peter Badge aufgenommen und zeigen die Preisträger in alltäglichen und eher privaten Situationen. Es entsteht ein Kaleidoskop eindrucksvoller Menschen, die für das fortwährende Streben nach Exzellenz stehen. Die Förderung solcher Exzellenz in den nachfolgenden Generationen von Wissenschaftlern prägt den Geist der Nobelpreisträgertreffen am Bodensee, auf denen viele der ausgestellten Porträts entstanden sind.

The achievements of Nobel Laureates are often the product of perseverance and creativity, but they always have one thing in common: the joy of discovery.

In order to put a face on this enjoyment in research, a pavilion featuring portraits of the Laureates begins the "Entdeckungen/Discoveries" exhibition. The Laureates included in the exhibit are those who have travelled to Lake Constance to participate in this year's Meeting of Nobel Laureates. The portraits were taken by Berlin photographer Peter Badge and depict the Nobel Laureates in everyday and in more private situations. The result is a kaleidoscope of fascinating people who represent the perpetual strive for excellence. The promotion of such excellence in up-and-coming generations of scientists characterizes the spirit of the Nobel Laureate Meetings at Lake Constance, where a number of the portraits originated.

Prof. Dr. Agre, Peter

Prof. Dr. Ertl, Gerhard



Prof. Dr. Marcus, Rudolph A.

Prof. Dr. Schrock, Richard R.

Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau
Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings

PAVILLON 15

Prof. Dr. Arber, Werner

Prof. Dr. Chalfie, Martin

Prof. Dr. Ciechanover, Aaron

Prof. Dr. Crutzen, Paul J.

Prof. Dr. Ernst, Richard R.

Prof. Dr. Grubbs, Robert H.

Prof. Dr. Hänsch, Theodor W.

Prof. Dr. Huber, Robert

Prof. Dr. Kohn, Walter

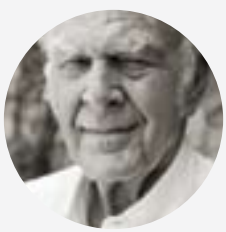
Prof. Dr. Sir Kroto, Harold W.

Prof. Dr. Michel, Hartmut

Prof. Dr. Molina , Mario J.

Prof. Dr. Neher, Erwin

Prof. Dr. Noyori, Ryoji


Prof. Dr. Rowland, F. Sherwood

Prof. Dr. Shimomura, Osamu

Prof. Dr. Tsien, Roger Y.

Prof. Dr. Sir Walker, John E.

Prof. Dr. Wüthrich, Kurt

PARTICIPANTS
– 2009 –

60 JAHRE INTERNATIONALE WISSENSCHAFTSGESCHICHTE IN DEUTSCHLAND / 60 YEARS OF INTERNATIONAL SCIENCE HISTORY IN GERMANY

Die Tagungen der Nobelpreisträger haben sich seit ihrer Gründung im Jahr 1951 zu einem weltweit einzigartigen Forum entwickelt. Hier treffen sich im Wechsel Nobelpreisträger der Physik, der Chemie und der Physiologie oder Medizin sowie die Träger des Preises für Wirtschaftswissenschaften der Schwedischen Reichsbank im Gedenken an Alfred Nobel mit hochbegabten Nachwuchswissenschaftlern aus aller Welt. Sie machen Lindau im Bodensee und die Insel Mainau jeden Sommer zu den klügsten Inseln der Welt.

Nobelpreisträger und wissenschaftlicher Nachwuchs schätzen an den Treffen insbesondere die vielen persönlichen Begegnungen und den intensiven Gedankenaustausch. Die Vision von Graf Bernadotte und seiner beiden Mitgründer, nach dem 2. Weltkrieg von Deutschland aus wieder einen internationalen Austausch zwischen Wissenschaftlern anzustoßen, war nicht nur in den 1950er Jahren außergewöhnlich. 60 Jahre später gilt, dass der Einsatz nicht nur zur Völkerverständigung beigetragen hat. Die Tagungen beweisen jedes Jahr aufs Neue, dass Graf Bernadotte eine Zukunftswerkstatt mitbegründet hat, die noch heute einen nachhaltigen Beitrag zur Wissenschaftsgeschichte der Bundesrepublik Deutschland leistet. Die Tagungen der Nobelpreisträger haben Wege geebnet, die zuvor unpassierbar waren und Türen geöffnet, die zuvor dauerhaft verschlossen schienen.

Graf Bernadotte engagierte sich 38 Jahre als Präsident des „Kuratoriums für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau", das die Treffen in ehrenamtlicher Arbeit organisiert. Mit seinem Charisma hat er die Tagungen geprägt und den Kontakt zu vielen Nobelpreisträgern ermöglicht. Seine Verankerung im schwedischen Königshaus – sein Großvater, der spätere König Gustaf V. von Schweden, hat die ersten Nobelpreise überreicht – und die von ihm etablierten Verbindungen zu den Institutionen in Schweden, die die Nobelpreise verleihen, bilden noch heute das Fundament der Tagungen.

Graf Lennart war seiner Zeit immer wieder voraus. Sein Ansatz, die Begeisterung für Wissenschaft und Forschung bereits in der Jugend zu fördern, ist hier ebenso zu nennen wie seine Vorreiterrolle in Fragen der Nachhaltigkeit. Angesichts aktueller Diskussionen in Wirtschaft und Gesellschaft hat die von ihm initiierte „Grüne Charta von der Mainau" aus dem Jahr 1961 nichts von ihrer Aktualität verloren: 25 Jahre vor der Bildung des Bundesministeriums für Umweltschutz, Naturschutz und Reaktorsicherheit und elf Jahre vor dem Ersten Bericht des Club of Rome forderte die Charta bereits Nachhaltigkeit im Umgang mit Ressourcen ein.

Zu Ehren von Graf Lennart wurde im Jahr 2000 anlässlich der 50. Tagung der Nobelpreisträger die »Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee« errichtet. Mit (Zu-)Stiftungen engagieren Mäzene sich zugunsten von Wissenschaftsförderung und interkulturellem Dialog. Sie ermöglichen damit auch die zukünftige Durchführung der Tagungen am Bodensee. Mehr als 220 Nobelpreisträger sind Mitglieder der Stifterversammlung und unterstützen somit die Zukunftssicherung dieses einzigartigen Forums.

Die Vision Graf Lennarts und der persönliche Einsatz der Nobelpreisträger als Forscher und akademische Lehrer tragen die Lindauer Idee. Sie entzünden bei den jüngeren Teilnehmern die Begeisterung, die sie selber zu ihren bahnbrechenden Leistungen geführt hat. Das Lernen im Generationendialog ist der tragende Geist der Tagungen – ganz im Sinne von Alfred Nobel und dem Preis, der seinen Namen trägt, sowie von Graf Lennart Bernadotte, seines einzigartigen Multiplikators und kongenialen Promoters.

1 Graf Lennart Bernadotte (links) und Nobelpreisträger Max von Laue (Physik 1914) während der Tagung der Nobelpreisträger 1953. / Count Lennart Bernadotte (left) and Nobel Laureate Max von Laue (Physics 1914) during the 1953 Nobel Laureate Meeting.

2 Nachwuchswissenschaftler schauen sich die „Banks Machine" genau an (Lindau 1974). / Young researchers take a closer look at the "Banks Machine" (Lindau 1974).

3 Nobelpreisträger Peter C. Doherty (Physiologie oder Medizin 1996) während einer Diskussion mit Teilnehmern während der Tagung der Nobelpreisträger 1999. / Nobel Laureate Peter C. Doherty (Physiology or Medicine 1996) during a discussion with participants at the 1999 Nobel Laureate Meeting.

Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee
Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance

PAVILLON 16

Since their foundation in 1951, the Nobel Laureate Meetings have developed into an internationally unique forum. Nobel Laureates in Physics, Chemistry, and Physiology or Medicine as well as winners of the Royal Bank of Sweden Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel meet with highly talented young scientists from all over the world in Lindau. Every summer, they make Lindau and the Isle of Mainau the smartest islands in the world.

Nobel Laureates and young scientists especially appreciate the large number of personal encounters and the one-of-a-kind atmosphere of the Meetings. They encourage the intense exchange of ideas at the Meetings. This dialogue between the different generations of scientists makes a significant contribution to worldwide discourse, paving the way for interdisciplinary research and scientific progress. Count Bernadotte's vision of a peaceful exchange of ideas between international scientists – to take place in Germany after the Second World War – was unusual not only for the 1950s. 60 years later, it is commonly agreed that his dedication contributed to much more than international understanding. Year after year, the Meetings prove that Count Bernadotte co-founded along with two Lindau physicians a "factory of ideas" for the future, one that makes a long-lasting mark on the Federal Republic of Germany's scientific history. The Meetings of Nobel Laureates have opened paths that were previously impassable and opened doors that had appeared to be locked forever.

For 38 years, Count Bernadotte was active as the President of the "Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings", which organizes the Meetings on an honorary basis. His charisma made an impact on the Meetings and also made it possible to establish contact with many of the Nobel Laureates. His roots in the Royal Family of Sweden – his grandfather, who later became King Gustaf V of Sweden, bestowed the first Nobel Prizes – and the contacts he established to the Swedish institutions that award the Nobel Prizes still serve as the foundation for the Meetings.

Count Lennart was always ahead of his time. His method of promoting enthusiasm for science and research amongst young people is just as noteworthy as his role as a pioneer in sustainability. In light of current issues in economics and society, his *Grüne Charta von der Mainau* ("Green Charter of Mainau") is just as timely now as it was when it originated in 1961: fifteen years before the first state laws on environmental protection, 25 years before the creation of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, and eleven years before the first report by the Club of Rome, the Charta was already calling for sustainability in the use of resources.

In honour of Count Lennart, the Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance was established in the year 2000 at the 50th Meeting of Nobel Laureates. Its patrons are committed to the Idea of the Meetings as promoting science and intercultural dialogue and ensure through their donations to the endowment the ongoing endeavor. More than 220 Nobel Laureates are members of the Founders Assembly, helping to secure the future of this one-of-a-kind forum.

Count Lennart's vision and the personal dedication of the Nobel Laureates as researchers and academic teachers uphold the Lindau principle. Education through multi-generational dialogue is the guiding spirit of the Meetings – following Alfred Nobel and the prize in his name, as well as Count Lennart Bernadotte, his unique and congenial advocate.

BADEN-WÜRTTEMBERG – QUELLE DER INNOVATION / BADEN-WÜRTTEMBERG – A SOURCE OF INNOVATION

Herzlich willkommen im Land der Tüftler und Denker. Gehen Sie mit uns im Baden-Württemberg-Pavillon auf Entdeckungsreise.

Mit seinen Innovationen und Entdeckungen hat Baden-Württemberg die Welt verändert. Dafür stehen Namen wie Carl Benz und Gottlieb Daimler, Robert Bosch, Johannes Kepler oder Ferdinand Graf von Zeppelin. Auch viele heimliche Helden kommen von hier. Diese „Hidden Champions" haben unsere Gesellschaft nachhaltig geprägt. Wussten Sie, dass die erste benzinbetriebene Einmann-Motorsäge aus Baden-Württemberg kommt? Oder dass Alfred Kärcher aus dem schwäbischen Winnenden der weltweit größte Hersteller von Hochdruckreinigern ist? Die erste Rechenmaschine, die alle vier Grundrechenarten bis zur Million durchführen konnte, wurde 1623 von Wilhelm Schickard in Tübingen gebaut. Im Jahr 1897 startete von Baden-Württemberg aus der Siegeszug des berühmtesten Kopfschmerzmittels – den Wirkstoff der Aspirintablette hat Felix Hoffmann aus Ludwigsburg entdeckt.

Baden-Württemberg ist die Wiege von weltweit anerkannten Forschungsleistungen und Heimat einer langen Reihe von Nobelpreisträgern. 1953 erhielt Hermann Staudinger für seine Entdeckungen im Bereich der makromolekularen Chemie den Nobelpreis. Klaus von Klitzing folgte 1985 im Fach Physik mit der Entdeckung des quantisierten Hall-Effekts. Für seine Entwicklung der Patch-Clamp-Technik erhielt der Baden-Württemberger Bert Sakmann gemeinsam mit Erwin Neher 1991 den Nobelpreis. Das Komitee zeichnete Christiane Nüsslein-Volhard im Jahr 1995 im Bereich Physiologie oder Medizin aus – für ihre Entdeckungen bezüglich der genetischen Kontrolle früher embryonaler Entwicklung. Gerhard Ertl wurde im Jahr 2007 der Nobelpreis für Chemie für seine Grundlagenforschung zu chemischen Prozessen auf festen Oberflächen zuerkannt. 2008 erhielt Harald zur Hausen den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin – für die Entdeckung humaner Papillomaviren, die Gebärmutterhalskrebs verursachen.

Eine leistungsfähige Infrastruktur ist die beste Basis für Forschung auf Weltniveau. Universitäten, Forschungsstätten und Fachhochschulen kombinieren Kompetenzen aus Grundlagenforschung und angewandter Forschung. Insgesamt sichern mehr als 100 Forschungseinrichtungen und über 80 öffentliche und private Hochschulen auch in Zukunft den Spitzenstandort Baden-Württemberg – mehr als in jedem anderen Bundesland. Ein Viertel der deutschen Forschungskapazität konzentriert sich hier im Süden. Ein eindeutiges Indiz für den Stellenwert der Forschung in Baden-Württemberg.

Programm im Baden-Württemberg-Pavillon:
An unseren Entdecker-Wochenenden präsentieren Teilnehmer des Wettbewerbs „Jugend forscht" ihre Projekte. Schauen Sie den jungen Forschern über die Schulter. Seien Sie neugierig.

Die Termine finden Sie unter
www.mainau-entdeckungen.de

Welcome to the land of inspired craftsmen and philosophers. Let us take you on a journey of discovery through the Baden-Württemberg Pavilion.

Baden-Württemberg has changed the world with its innovations and discoveries. The great names of Carl Benz and Gottlieb Daimler, Robert Bosch, Johannes Kepler or Ferdinand Graf von Zeppelin bear testimony to this fact. But it is also home to many "hidden champions" who have left their mark on society. Did you know that the first gasoline-powered single-operated chainsaw came from Baden-Württemberg? Or that Alfred Kärcher from Winnenden in Swabia is the world's biggest manufacturer of high-pressure cleaners? The first calculator capable of doing all four basic arithmetics up to one million was built in Tübingen in 1623 by Wilhelm Schickard. In 1897, the world's most famous pain killer against headaches started its success story in Baden-Württemberg – the active ingredient of aspirin was discovered by Felix Hoffmann of Ludwigsburg.

Baden-Württemberg is the cradle of internationally renowned research achievements and home to a proud number of Nobel Prize Laureates. In 1953, Hermann Staudinger received the Nobel Prize for his discoveries in the field of macromolecular chemistry. Klaus von Klitzing followed in 1985, receiving the prize in Physics for the discovery of the quantum Hall effect; Bert Sakmann from Baden-Württemberg won the Nobel Prize together with Erwin Neher in 1991 for his development of patch clamp technology. In 1995, the committee awarded Christiane Nüsslein-Volhard with the Prize in Physiology or Medicine for her discoveries related to the genetic control of early embryonic deve-

Baden-Württemberg

PAVILLON 17

Im Strom der Zeit – Augenblicke der Entdeckung

The flow of time – moments of discovery

lopment. Gerhard Ertl received the Nobel Prize in Chemistry in 2007 for fundamental research conducted on the chemical processes on solid surfaces. In 2008, Harald zur Hausen was awarded the Nobel Prize in Physiology or Medicine – for the discovery of human papilloma viruses causing cervical cancer.

An high-performing infrastructure is the most solid foundation for research that meets world standards. Universities, research institutions, and academies of applied science combine their competencies in basic and applied research. A total of more than 100 research institutes and over 80 public and private universities will guarantee for Baden-Württemberg's top position as an industrial location in the future – which is more than in any other federal state. A good 25 percent of Germany's research facilities are located in the south. It is a clear indicator of the importance that Baden-Württemberg places on research.

Events in the Baden-Württemberg Pavilion: on "discovery weekends", participants in the "Jugend forscht"("young researchers") competition present their projects. Watch young researchers at work. Be curious.

For more information on our schedule, visit:
www.mainau-entdeckungen.de

SICHERUNG EINER NACHHALTIGEN ENERGIEZUKUNFT / SECURING A SUSTAINABLE ENERGY FUTURE

Sicherung einer nachhaltigen Energiezukunft

Die USA stellen sich den Herausforderungen zu Energiesicherheit und Klimaschutz.
Die Vereinigten Staaten sind weltweit die Industrienation Nummer eins. Obwohl viele US-amerikanische Hersteller ihre Fertigung ins Ausland verlagert haben, wo die Arbeitskräfte billiger und die Umweltauflagen weniger strikt sind, sorgt das Land noch immer für 20 % des gesamten Produktionsausstoßes.
Zwar machen die USA weniger als 5 % der Weltbevölkerung aus, sind aber für 25 % der weltweiten Treibhausgasemissionen, die zur globalen Erwärmung beitragen, verantwortlich. Die USA kaufen auch ein Viertel des weltweit verfügbaren Öls auf.
„Dieser Appetit kostet unsere Wirtschaft immens viel", so Präsident Barack Obama in seiner Rede zum Earth Day am 22. April 2009. Er sprach im Werk der Trinity Structural Towers in Newton, Iowa, wo Arbeiter früher Haushaltsgeräte von Maytag hergestellt haben. Viele sind jetzt zurückgekehrt, um Türme für große Windgeneratoren zu bauen.
„Er kostet uns nämlich genau unser Handelsdefizit – 20 % von dem, was wir für den Import ausgegeben, ist der Preis für unsere Ölimporte. Wir schicken Milliarden von Dollar über das Meer an die ölexportierenden Länder. Viele von ihnen sind nicht einmal unsere Freunde. Er kostet uns genau die sich ändernden Wetterverhältnisse. Die Wetterverhältnisse, die schon jetzt für rekordverdächtige Trockenperioden, noch nie dagewesene Großbrände und heftigste Unwetter sorgen."
Laut Obama können es sich die US-amerikanischen Bürger nicht leisten, auf schwankende Benzinpreise mit Schockstarre oder auch Gleichgültigkeit zu reagieren. „Es ist für uns an der Zeit, einen neuen Grundstein für wirtschaftliches Wachstum zu legen, indem wir eine neue Ära der Energieforschung in den USA einläuten", erklärte er. „Denn wir stehen nicht vor der Entscheidung, unsere Umwelt oder unsere Wirtschaft zu retten. Wir müssen uns zwischen wirtschaftlichem Wohlstand und Niedergang entscheiden. Wir können der weltweit größte Importeur von Öl bleiben, oder wir können der weltweit größte Exporteur von sauberer Energie werden. Die Nation, die weltweit führend bei der Erschließung neuer Energiequellen ist, wird die Nation sein, die die Weltwirtschaft des 21. Jahrhunderts anführt."
Viele aufmerksame US-Amerikaner sind der Überzeugung, dass Nachhaltigkeit das wirtschaftliche, ökologische und moralische Thema des 21. Jahrhunderts ist. Nachhaltigkeit bedeutet die Schulung von Arbeitslosen und die Schaffung von Millionen von Arbeitsplätzen, um eine Wirtschaft mit sauberer Energie zu ermöglichen. Arbeiter werden gasbefeuerte Mikrogeneratoren für Wohnhäuser und Unternehmen bauen und dort installieren, es gibt Kraft-Wärme-Kopplungs-Technologien, Windturbinenparks, Solarzellenfelder und Solardächer, Brennstoffzellen und fortschrittliche Batterien, die durch Windgeneratoren und Solarzellenfelder aufgeladen werden und auch genügend Energie ins Stromnetz einspeisen, wenn der Wind abflaut oder es nachts kein Sonnenlicht gibt.
Teile des Netzes werden durch neue Leitungen, Sensoren und intelligente Instrumente ersetzt, die den Energiefluss messen und an Websites kommunizieren, wohin die Energie geht und welche Geräte am meisten und am wenigsten verbrauchen.
Nachhaltigkeit bedeutet auch, das globale Klima zu stabilisieren und den Klimawandel, falls möglich, sogar umzukehren, bevor es für die nachfolgenden Generationen zu spät ist. Die schnellste und kostengünstigste Möglichkeit, den Klimawandel zu verlangsamen, besteht darin, die Energieeffizienz von Gebäuden zu erhöhen. Diese verbrauchen nämlich 70 % der Elektrizität der USA, von denen wiederum 80 % durch die Verbrennung von Kohle und Erdgas erzeugt werden.
Forscher prüfen die neuen so genannten Null-Energie-Häuser, die fast genauso viel Elektrizität produzieren, wie sie verbrauchen. Diese Häuser sind ein Beispiel für die US-amerikanischen Erfindungen im Bereich von Energieeinsparungen wie Kompaktleuchtstofflampen, Wärmedämmfenster, farbige wärmeableitende Dächer, Erdwärmepumpen, hocheffiziente Kühlschränke und Wassererhitzer, Sandwich-Isolierplatten und Solardächer, die Elektrizität für das Stromnetz im Gegenzug zu niedrigeren Stromrechnungen liefern.
Um den Ölbedarf zu minimieren, entwickeln Forscher fortschrittliche Lithium-Ionen-Batterien für Hybrid-Elektroautos und reine Elektroautos. Bei einem anderen Ansatz laufen herkömmliche Autos mit Benzin und Ethanol, das weniger Kohlendioxid abgibt. Die Vereinigten Staaten haben so viel Biomasse, die in Ethanol umgewandelt werden könnte, dass fast ein Drittel der US-amerikanischen Ölimporte ersetzt werden könnte. Es wird nach Methoden für wirtschaftliche Umwandlungen im großen Format gesucht.
Obama wies darauf hin, dass die USA der Welt bei der Erschließung von Energiequellen wie Öl (Edwin Drake), Elektrizität (Thomas Edison) und Nuklearenergie (Enrico Fermi) immer weit voraus gewesen seien. Er rief die US-Amerikaner dazu auf, die Tradition der führenden Position bei Energie-Innovationen fortzusetzen.

Securing a sustainable energy future

The United States addresses challenges in energy security and climate change.
The United States leads all other nations in ma-

1

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY

PAVILLON 18

nufacturing. Although many U.S. manufacturing capabilities have moved offshore, where labour is cheaper and environmental regulations are less stringent, the United States still accounts for 20% of all manufacturing output.

With less than 5% of the world's population, the United States emits 25% of the world's greenhouse gas emissions, which intensify global warming. It also purchases one-quarter of the world's available oil.

"This appetite comes at a tremendous cost to our economy," said President Barack Obama in a speech he gave on Earth Day, April 22, 2009, at Trinity Structural Towers Manufacturing Plant in Newton, Iowa, where workers once built Maytag appliances. Many have returned to the facility to construct towers for large wind turbines.

"It's the cost measured by our trade deficit—20% of what we spend on imports is the price of our oil imports. We send billions of dollars overseas to oil-exporting nations. Many of them are not our friends. It's the cost we feel in shifting weather patterns that are already causing record-breaking droughts, unprecedented wildfires, more intense storms."

Obama said that U.S. citizens cannot afford to respond to fluctuating gasoline prices with either shock or indifference. "It is time for us to lay a new foundation for economic growth by beginning a new era of energy exploration in America," he said. "Now, the choice we face is not between saving our environment and saving our economy. The choice we face is between prosperity and decline. We can remain the world's leading importer of oil, or we can become the world's leading exporter of clean energy. The nation that leads the world in creating new energy sources will be the nation that leads the 21st-century global economy."

Many thoughtful citizens are convinced that sustainability is the economic, environmental, and moral issue of the 21st century. Sustainability means training the unemployed and offering millions of jobs to enable the creation of a clean energy economy. Workers will build and install gas-fired microturbines in homes and businesses, combined heat and power technologies, wind turbine farms, solar-cell arrays on land, rooftop solar panels, fuel cells, and advanced batteries recharged by wind turbines and solar-cell arrays, enabling the batteries to provide adequate replacement power to the electric grid when the wind dies down and the sun's rays are blocked at night.

2

Parts of the grid will be replaced with new transmission lines, sensors, and smart meters that measure power flow and send information to websites regarding the locations to which power is being sent and which devices are consuming the most and the least.

Sustainability also means stabilizing and, if possible, reversing global climate change before it is too late for subsequent generations. The fastest and most affordable solution for slowing climate change is increasing the energy efficiency of buildings, which use 70% of the nation's electricity, 80% of which is provided by combustion of coal and natural gas.

Researchers are evaluating new near-zero-energy homes, which produce almost as much electricity as they consume. These houses showcase the United States' energy-saving inventions, such as compact fluorescent lights, low-emissivity windows, heat-deflecting coloured roofs, ground-source heat pumps, highly efficient refrigerators and water heaters, structural insulated panels, and rooftop solar panels that provide electricity to the utility's grid in return for lower electric bills.

To reduce demand for oil, researchers are developing advanced lithium ion batteries for hybrid electric and electric vehicles. In another approach, conventional cars are running on gasoline mixed with ethanol, which emits lower carbon dioxide levels. The United States has enough biomass to replace almost one-third of U.S. oil imports if converted to ethanol. Methods for economical, large-scale conversions are being sought.

After noting that the United States has led the world in the discovery of energy sources such as oil (Edwin Drake), electricity (Thomas Edison), and nuclear energy (Enrico Fermi), Obama called on his constituents to continue the tradition of leadership in energy innovations.

1 **Die Batterien in Hybrid-Elektroautos werden tagsüber durch Solarzellen aufgeladen, die sich auf der Überdachung von Parkplätzen befinden.** / Batteries in plug-in hybrid electric cars are recharged during the day by solar panels incorporated into car park canopies.

2 **Die künstlerische Darstellung des US-amerikanischen Stromnetzes bei Nacht zeigt das Ausmaß des momentanen Leitungs- und Verteilernetzes und vermittelt eine Vorstellung davon, wie viel Anstrengungen unternommen werden müssen, um dieses Netz zu vergrößern, auf den neuesten Stand zu bringen und zu schützen.** / This artist's rendering of the U.S. electric grid at night illustrates the expansiveness of the current transmission and distribution system and suggests the magnitude of effort needed to expand, update and protect it.

"WATER" IN INDIA IS A STATE SUBJECT

An Interview with Kapil Sibal, Indian Minister for Science and Technology

Why is it that water is such an important topic for mankind?

Kapil Sibal: Water is a critical resource for sustaining life on earth and development of mankind. Human civilizations have developed near riverbeds in history. Both quality and quantity of fresh water are threatened with denudation and degradation. Per Capita Availability of fresh water is decreasing globally. Politics of water in sharing the resource which is becoming increasingly scarce demand viable solutions for equitable distribution. Water has, therefore, gained high importance in all spheres of life and governance systems have to attach high significance to viable and realistic solutions to the problem of water scarcity.

And where do you see particular challenges for India?

India with a composite culture and growing youth population is challenged also by dwindling per capita availability of fresh water. The availability of fresh water has decreased from 5177 m^3 in 1951 to 1820 m^3 in 2001 and is projected to decrease further to 1341m^3 in 2025 and 1140m^3 in 2050. Given that 97% of water in world is saline and of the available fresh water, 71% is locked in ice and inaccessible ground water, India needs to manage her water resources limited to 4% of globally available fresh water to meet the needs of 16% of global population. The challenge of India is to reverse the decreasing trends in per capita availability of water by increasing the supply of fresh water. Wining, Augmentation and Renovation for recycling (WAR) for water demands deployment of the very best of innovations.

"Water" in India is a state subject. Under the Constitution of India, States, in a federal structure, are charged with the responsibility to manage the water resources. Sharing of a scarce resource, namely water, between States is becoming a challenge.

The main challenge ahead of India is innovations for meeting the water demands of people through recourses of technology and civil response.

How does the Indian Government deal with these challenges?

Bridging demand supply gaps with respect to water is the only practical solution available to the Indian Government at this time. Conflict resolution through means other than sustainable solution to the problem is not practical. Viable means to bridge demand supply gaps through applications of successful technologies and global best practices form the main approach of the Government to meet the challenge.

Which role do science and technology play in this context?

India recognizes that more than 93% of water resource of the world is contained in oceans. Indian monsoon is relatively stable on long horizons of time. Therefore, supply side management by winning water from ocean and rain resources through applications of viable technologies is one of the practical means to deal with the challenge. Agriculture and irrigation form the main uses of water. It is estimated that about 80% of available fresh water is used for agriculture and irrigation purposes. Demand side management of water needs to prepare agriculture sector for reduction of quantum of water used and the industrial sector for protection of quality of water through waste man-

Kapil Sibal
Minister for Science and Technology (India)

PAVILLON 19

agement. Science, Technology and Innovations should play a critical role in the development of solutions to counter the problem of water scarcity. Supreme Court of India has issued a directive to the Ministry of Science and Technology to solve the problem of water scarcity through S&T led solutions in a time bound manner. This is the first time in the history of modern India in which solving a societal challenge through recourses of science and technology has been directed by the Supreme Court.

Why artificial ground water recharge?

India does receive significant levels of rain precipitation. It is estimated that the rain precipitation in India annually is about 4000 kilometer^3. Whereas globally a significant level of water precipitation is in oceans, India enjoys precipitation on land to a much higher percentage. Artificial ground water discharge forms an efficient approach for storage and more equitable distribution among various life forms. Further, such approaches are expected to lead also to the improvement of quality of ground water and sustainability of eco system.

The approach focuses on individuals and village communities. Does the Indian government support young scientists to do research in this area?

In a largely agrarian economy like India with a major share of population residing in villages, right-sizing of technology solutions for meeting the needs of decentralized applications is necessary. The approach of India is, therefore, to meet country specific needs. India has mounted a large number of schemes and prorgammes to promote research in the area. The Supreme Court directive to the S&T system has added further impetus to the priority of the R&D area. The Indian Government is aggressively promoting research by including water as a priority research theme. Young scientists are being attracted through various programmes.

What do you expect from the next generation of Indian scientists?

Science has always been scholarship driven. Technology today is market driven, Innovation is competition-driven. Next generation of some Indian scientists should emerge as scholars winning Nobel prizes. Some should meet the demands of industry and market through technological advancements. Some must be competitive in the global knowledge economy through innovations. I expect them to do well in all three dimensions. They should perform in discovery science and emerge as respected global leaders. They should also serve the Nation through solution science and solve problems of water scarcity and adding to food, environmental, energy, health and nutrition security of the people. They should address climate change issues. They should work for a happy India. The demographic dividend of India should deliver not only for the country, but also many other parts of the developing and emerging world. One may say that my expectations from the next generation of Indian scientists are large. It is challenges that reveal the character. I want Indian scientists to succeed and serve the nation. Why should I not expect talented people to unleash their talents for global good?

EXPEDITIONMATERIA – DIE WELT DER INNOVATIVEN WERKSTOFFE / EXPEDITIONMATERIA – THE WORLD OF INNOVATIVE MATERIALS

expeditionmateria – die Welt der innovativen Werkstoffe

Innovative Werkstoffe und Nanomaterialien wirken meistens im Verborgenen. Die Bedeutung für fast alle unserer heutigen technologischen Errungenschaften ist nur den wenigsten bewusst. Die Werkstoffforschung bietet jungen Leuten gute Berufschancen sowohl durch ein entsprechendes Studium, eine Ausbildung oder auch eine Weiterbildung.

Die neue Wanderausstellung expeditionmateria, die auf Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung seit fast zwei Jahren durch Deutschland tourt, möchte einen Beitrag dazu leisten, dass die Bedeutung von Werkstoffen für jedermann erfahrbar wird. Ebenso sollen Jugendliche für eine Karriere in diesem Feld begeistert werden.

Erst die Werkstoffentwicklung macht praktisch nutzbar, was die Grundlagenforschung entdeckt. Der Fortschritt in der Computertechnologie wäre ohne Materialentwicklungen, die zu hochreinem Silizium geführt haben, und spezielle Dotierungstechnologien nicht denkbar gewesen. Auch in der Zukunft wird die Beibehaltung der Innovationsgeschwindigkeit nur möglich sein, wenn neue Materialien zur Isolierung der hauchdünnen Halbleiterschichten oder zur Wärmeabfuhr gefunden werden.

Neue Werkstoffe werden unverzichtbare Beiträge zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit unseres Gesundheitswesens und – gerade auch in Anbetracht der demografischen Entwicklung – für mehr Lebensqualität erbringen. Insbesondere die Medizintechnik wird hier stark profitieren, beispielsweise durch langlebige Implantate oder neue Bildgebungsverfahren, die frühe Diagnosen ermöglichen und so die Grundlage für verbesserte Therapien bilden.

Aktuelle gesellschaftliche Probleme wie die Energiesicherheit und die Lösung von Umweltproblemen benötigen neben Veränderungen in unseren Verhaltensweisen auch technologische Lösungen, die ohne neue Werkstoffe nicht realisierbar sein werden. So brauchen wir für eine stärkere Nutzung alternativer Energiequellen neue Materialien für Solarzellen mit höheren Wirkungsgraden oder organische Halbleiter für flexible Solarzellen. Höhere Wirkungsgrade bei Windkraftanlagen erfordern Materialverbesserungen für die stark belasteten Rotorblätter. Höhere Wirkungsgrade bei konventionellen Kraftwerken sind nur durch den Betrieb bei höheren Temperaturen erreichbar, also durch den Einsatz hochtemperaturfester Werkstoffe.

Die Bedeutung von Werkstoffen für all diese und viele weitere Anwendungen ist jedoch nur Eingeweihten bekannt. Von diesen gibt es in Zukunft jedoch immer weniger, da zu wenige junge Leute in den Gebieten der Werkstofftechnik und Materialforschung studieren oder eine einschlägige Ausbildung beginnen.

Somit besteht zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands eine wichtige Aufgabe darin, Jugendliche für diese ingenieur- und naturwissenschaftlichen Berufe zu begeistern. Dies kann erreicht werden, indem die Werkstoffforschung nicht nur als Basis für viele weitergehende Entwicklungen, sondern auch ihre Bedeutung für unser alltägliches Leben anschaulich vermittelt wird.

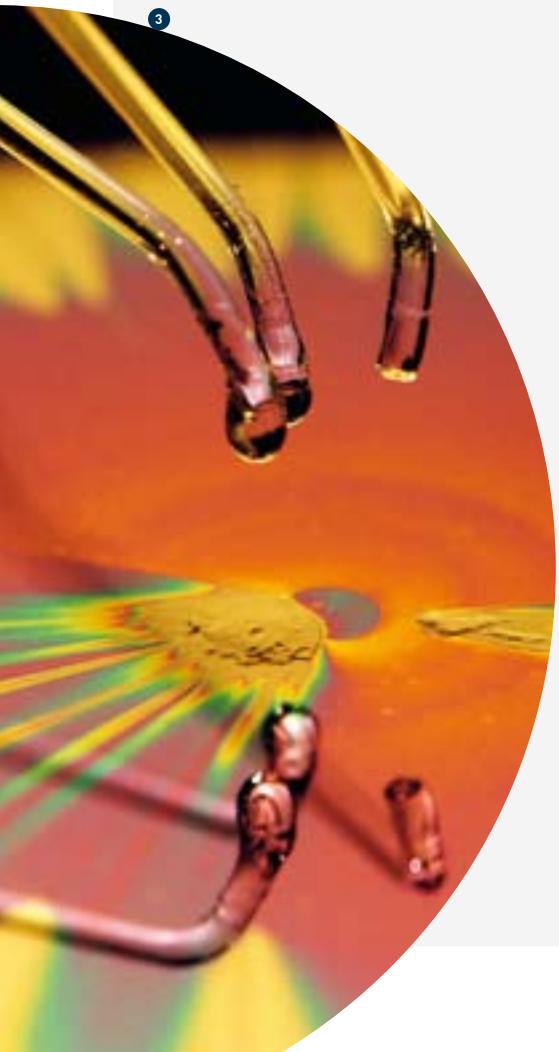
Einen Beitrag leistet das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) durch die Wanderausstellung expeditionmateria. Sie soll an öffentlichen Plätzen spielerisch Werkstoffinnovationen und deren Bedeutung vermitteln.

Weiterführende Informationen zur Ausstellung finden Sie unter: http://www.expedition-materia.de/

1 Durch eine Simulationsbrille können Besucher erfahren, wie Blinde mithilfe eines Netzhautimplantats teilweise wieder Seheindrücke wahrnehmen können. / Special simulation glasses let visitors experience how blind persons can regain partial sight thanks to retinal implants.
Quelle: / Source: Bildschön

2 **Blick über einen Teil der vollständig aufgebauten expeditionmateria.** / A view of a portion of the entire exhibition. **Quelle:** / Source: Projektträger Jülich

3 **Schillernde Interferenzfarben an nanometerdünnen Schichten am Spin-Coater.** / Iridescent interference colours on nanometer-thin films on the spin coater. **Quelle:** / Source: Projektträger Jülich



PAVILLON 20

expeditionmateria – The World of Innovative Materials

Innovative materials and nanomaterials primarily work "behind the scenes". As a result, many people remain unaware of the significance of nearly all modern technological achievements. Materials research offers young people a promising occupational outlook by offering the right academic degrees, opportunities for vocational training, and continuing education.
The objective of the new travelling exhibit „expeditionmateria", which has been touring through Germany for nearly two years thanks to an initiative by the Federal Ministry of Education and Research, is to let the general public experience and appreciate the importance of materials and to encourage young people to pursue a career in this field.
Discoveries made in fundamental research are only suited for practical use once they have gone through material development. The development of computer technology, for example, would have been unthinkable without material developments that lead to ultrapure silicon and special doping technologies. Maintaining this level of innovative speed will only be possible if new materials are discovered for the insulation of extremely thin semiconductor layers or for heat dissipation.
New materials are essential components in improving the performance of health care and - especially in light of demographic developments - in providing a better quality of life. Medical technology will particularly benefit, e.g. through long-lasting implants or new imaging techniques that enable earlier diagnosis and thereby provide the foundation for better treatment.

The problems facing today's society, such as energy security and environmental concerns, necessitate not only changes in our behaviour, but also technological solutions that will not be possible without new materials. In order to rely more heavily on alternative sources of energy, therefore, we need new materials for more efficient solar cells or organic semiconductors for flexible solar cells. Wind turbines require material improvements for their heavily loaded rotor blades in order to be more efficient. Conventional power plants can only be more efficient by operating at higher temperatures, in other words by using materials that are able to withstand high temperatures.
Yet only a few "insiders" know the true importance of materials for these and many other applications. And as time goes on, there will be less and less of these individuals - the number of young people choosing to study materials and materials research or starting the necessary vocational training is too low.
In order to maintain Germany's competitiveness, therefore, it is important to generate interest in engineering and scientific professions amongst young people. This can be achieved by having materials research not only serve as a basis for many advanced developments, but also by clearly conveying how significant it is for our daily life.

The Federal Ministry of Education and Research (BMBF) is supporting this objective with the travelling exhibition „expeditionmateria". The exhibition travels to public venues and provides hands-on experience with innovative materials, thereby conveying their significance.

Additional information on the exhibition can be found at: http://www.expedition-materia.de/

NANOTRUCK – HIGHTECH AUS DEM NANOKOSMOS / NANOTRUCK – HIGH-TECH FROM THE NANOCOSMOS

Interview mit Dr. Nina Gehde, projektbegleitende Wissenschaftlerin

Wasser sparen, schonen und qualitativ verbessern mit Nanotechnologie?

Nina Gehde: Angesichts der weiter wachsenden Weltbevölkerung wird der Schutz der Umwelt immer wichtiger. Wir stehen vor der Aufgabe, unsere Ressourcen zukünftig schonender und verantwortungsvoller zu nutzen. Darüber hinaus müssen Böden, Luft und insbesondere unsere Gewässer so wirkungsvoll und nachhaltig wie möglich von Belastungen befreit werden. Die Nanotechnologie kann dazu einen erheblichen Beitrag leisten. Wie, das verrät uns Diplom-Biologin Dr. Nina Gehde, projektbegleitende Wissenschaftlerin im nanoTruck des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Was haben Nanotechnologie und Umweltschutz miteinander zu tun, Frau Gehde?

Eine ganze Menge … Tatsächlich zählt der Umweltschutz zusammen mit Anwendungen in der Energiewirtschaft und dem Gesundheitswesen zu den Bereichen, in denen man die größten wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Nutzeneffekte der Nanotechnologie erwartet.

Welchen Beitrag kann diese Schlüsseltechnologie zur Erhaltung unserer Lebengrundlage Wasser leisten?

Im Wesentlichen verfolgen Forschung, Verfahrensentwicklung und Produktanwendung in diesem Bereich vier Ziele. Zum einen sollen Schadstoffe durch effizientere Herstellungsprozesse mit weniger Nebenprodukten vermieden werden. Dann geht es darum, Schadstoffe durch wirksame Bindemittel oder Hochleistungsfilter zurückzuhalten und sie in ihren verschiedenen Bestandteilen mithilfe von Nanosensoren exakt nachzuweisen. Schließlich können Schadstoffe durch den Einsatz von Nanotechnik vollständiger, in kürzeren Zeiträumen und mit weniger Kosten abgebaut werden.

Lassen sich in der Nanotechnologie heute schon Meilensteine in der Erforschung und Entwicklung wassersparender, -schonender oder -verbessernder Methoden markieren?

Oh ja, dafür gibt es ziemlich eindrucksvolle Beispiele. Nehmen wir sauberes Trinkwasser – bei wachsender Weltbevölkerung ein immer wertvolleres Gut. Um es von Schmutz, Schadstoffen und Keimen zu befreien, setzt man heute schon Membranfilter ein, deren Poren nur noch 300 nm (Nanometer) groß sind. Oder denken wir an die bedrohliche Wasserknappheit in zahlreichen Ländern des Südens. Hier können nanotechnologische Membransysteme dabei helfen, Meerwasser zu entsalzen, um daraus Trinkwasser zu gewinnen.

Nehmen wir das schöne Bild vom Weg des Wassers vom Himmel auf die Erde …

… wo es auf eine nanobeschichtete Markise trifft? Oder auf eine Hausfassade , deren Oberfläche mit einer neuartigen Farbe gestrichen ist, die Titandioxid-Nanopartikel zum chemischen Abbau von Verschmutzungen enthält? Diese speziellen Beschichtungen unterstützen die spurenlose Selbstreinigung einer Oberfläche. Sie tragen alle dazu bei, große Mengen Wasser einzusparen, aber auch Reinigungsmittel, die unser Grundwasser belasten können.

Sie wollen die Öffentlichkeit im nanoTruck nach dem Prinzip „Wissenschaft zum Anfassen" zur Beschäftigung mit der Nanotechnologie animieren. Welche Verbindungen lassen sich zwischen der Ausstellung „Entdeckungen/Discoveries" und der mobilen Exponatschau zur Nanotechnologie herstellen?

Im nanoTruck führen wir ein großes Lotusblatt und auch selbst angebaute Kresse mit. Die Oberflächen dieser Pflanzen weisen Mikro- und Nanostrukturen auf, die dafür sorgen, dass Wasser rückstandslos abperlt und den Schmutz mitnimmt. In kleinen Experimenten demonstrieren wir unter anderem diesen „Lotus-Effekt". An einer speziell beschichteten Herrenkrawatte beispielsweise, mit der wir zeigen können, wie sich dieses Prinzip durch Nanotechnologie auf Textilien übertragen lässt. So fördern wir ganz im Sinne der Ausstellung „Entdeckungen" das Verständnis von naturwissenschaftlichen oder technischen Vorgängen.

1 Die Dipl.-Biologin Dr. Nina Gehde, projektbegleitende Wissenschaftlerin im BMBF-Projekt „nanoTruck – Hightech aus dem Nanokosmos", vor dem imposanten Ausstellungsfahrzeug auf 18 Rädern „nanoTruck". / Biologist Dr. Nina Gehde, a scientist involved in the Federal Ministry for Education and Research's "nanoTruck" project, in front of the impressive 18-wheel exhibition vehicle.

2 **Die Exponatschau im nanoTruck umfasst mehr als 60 faszinierende Exponate, davon eine Vielzahl interaktiv. Am großen Labortisch im Erdgeschoss finden Workshops und Praktika statt.** / The exhibition inside the nanoTruck includes more than 60 fascinating exhibits, most of them interactive. Its large laboratory bench serves as a meeting place for workshops and practical courses.

Interview with Dr. Nina Gehde, a participating scientist

Saving, protecting, and improving the quality of our water with nanotechnology?

Nina Gehde: In light of the continued growth of the world's population, environmental protection is becoming increasingly important. We will be faced with the challenge of using resources in a more responsible and more cautious manner in the future. In addition, we must remove contaminants in our soil, air and particularly our water as thoroughly and as effectively as possible. Nanotechnology can make a considerable contribution toward this goal. Biologist Dr. Nina Gehde, one of the scientists involved in the "nanoTruck" project by the Federal Ministry for Education and Research, explains how.

Dr. Gehde, what do nanotechnology and environmental protection have in common?

Quite a bit, actually... in addition to applications in energy management and health care, environmental protection is one of the areas where nanotechnology is expected to have the greatest positive impact – in terms of both the economy and our society-at-large.

What contribution can this key technology make in preserving our water resources as the basis for all life?

Researchers, process developers, and product designers are pursuing four main goals in this field. First of all, pollutants can be avoided in the first place by developing more efficient manufacturing processes that generate fewer by-products. Second, one goal is to better contain pollutants by means of more effective absorbents or high-performance filters. Nanosensors can more precisely identify pollutants and their various components. Finally, pollutants can be decomposed more thoroughly, more quickly, and at lower costs using nanotechnology.

As of the present, have any milestones already been reached in regard to the research and development of methods for saving, protecting or improving our water?

Of course – there have been a number of impressive examples. Take clean drinking water, for example, which is becoming a more and more precious commodity due to the growing global population. We are already using membrane filters with pores of just 300 nm (nanometres) to eliminate dirt, contaminants and germs in the water. Or think about the threatening scarcity of water in many countries of the Southern Hemisphere. Membrane systems based on nanotechnology could be used here to help desalinate sea water and convert it to drinking water.

Let's imagine a beautiful, rainy day, where raindrops are falling...

... onto a nano-coated marquee? Or onto a house that has been painted with a new type of paint that contains titanium dioxide nanoparticles for the chemical degradation of impurities? These special types of exterior coating help surfaces clean themselves without leaving a trace. They all can help save large amounts of water, as well as reduce the need for cleaning agents – which contribute to the pollution of our ground water.

With the "nanoTruck", you want to encourage the public to contemplate nanotechnology by letting them experience science "hands-on". How does the mobile exhibit about nanotechnology tie into the "Entdeckungen/Discoveries" exhibition?

One of the exhibits in the nanoTruck includes a large lotus leaf and some cress plants, which we sowed ourselves. The surfaces of these plants feature microstructures and nanostructures that allow water to roll off without leaving a trace, taking along any dirt in its path. In small-scale experiments, we demonstrate (amongst other things) this lotus effect. Using a specially coated men's tie, for example, we can show how this same principle can be applied to textiles using nanotechnology. Thus, in keeping with the principles of the "Discovery" exhibition, we are promoting an understanding for scientific and technical processes.

For futher information, see:
www.nanotruck.de
Weiterführende Informationen:
www.nanotruck.de

ENZYMARMEE IM EINSATZ / AN ARMY OF ENZYMES AT WORK

Enzym-Armee im Einsatz auf der „Bio-Jeans"

Alexandra Ott ist weder Biologin noch Ingenieurin, aber sie ist neugierig. „BIOTechnikum. Leben erforschen – Zukunft gestalten" steht auf dem riesigen Truck und das klingt spannend, ja sogar ein bisschen rätselhaft. Also rein in die mobile Erlebniswelt der Biotechnologie mit Labor, Ausstellung und Kino. „Von Biotechnologie habe ich leider gar keine Ahnung", geht Ott gleich in die Offensive, als ihr die Wissenschaftlerin an Bord weiterhelfen möchte. Sie nimmt ihren Schokoriegel in die Linke und streckt Dr. Hella Tappe die rechte Hand entgegen. „Danke, Sie können mir tatsächlich eine Frage beantworten: Wo steckt Biotechnologie denn überall drin?" Tappe wirft einen Blick auf die Jeanshose ihres Gegenübers: „Sie nutzen im Alltag mehr Biotechnologie, als Sie ahnen …"

Weiterführende Informationen:
www.biotechnikum.eu

For further information, see:
www.biotechnikum.eu

Natürlich „stonewashed"

Rund eine Milliarde Jeans werden weltweit jedes Jahr verkauft, darunter viele mit „Stonewashed-Effekt". Um die verwaschene Optik zu erreichen, waschen Hersteller den Stoff mit Bimsstein. Dieser steinige Weg produziert Abfall und verschlingt Wasser und Energie. Heute ist die Textilindustrie in Sachen umweltschonende Produktion einen großen Schritt weiter – dank eines biotechnologischen Verfahrens mit dem Namen „Biostoning". Als kleinste Waschfrauen und -männer sind hier Cellulasen im Einsatz, Eiweißstoffe, die Substanzen wie etwa Baumwolle zerlegen. Und sie lassen nicht nur die Jeans, sondern auch den Bimsstein blass aussehen: Die Helfer aus der Natur verringern den Anteil der Schadstoffe im Abwasser um 97, in der Luft um 86 Prozent. Angesichts der Vorteile werden solche Verfahren der industriellen, „weißen" Biotechnologie künftig eine immer größere Rolle spielen.

Weißes Pulver rieselt durch das Glasröhrchen, das Alexandra Ott vor ihren Augen hin und her dreht. „Hier steckt Biotechnologie drin!" steht auf dem Exponat zum Anfassen. Dass ihr Schokoriegel davon nicht viel hält, bemerkt sie erst, als sich Krümel auf ihrer Jeans ausbreiten. Ärgerlich versucht sie, die Schokoladenreste wegzuwischen – schon wieder in die Waschmaschine mit der Hose. Wäsche waschen, Waschmittel, das könnte die Lösung des Glasröhrchenrätsels sein. Frau Ott liest in der Exponaterklärung nach, wie Waschmittel, Biotechnologie und Umweltschutz zusammenhängen.

Kleine Schmutzspezialisten

Vielen ist es nicht bewusst, doch die „weiße" Biotechnologie hat das Wäschewaschen revolutioniert: durch den Einsatz von besonders effektiven Enzymen (Eiweißstoffen). In modernen Waschmitteln ist eine ganze Armee von Enzymen damit beschäftigt, Verschmutzungen zu beseitigen. Hierbei arbeiten verschiedene Enzymgruppen zusammen, die jeweils andere Stoffe angreifen. Sie dringen gezielt in den Dreck ein und spalten ihn auf. Eine Gruppe ist beispielsweise auf Eiweiß spezialisiert und entfernt Milch- oder Spinatflecken, eine andere spaltet Stärke auf und lässt Kartoffelbrei oder Frau Otts Schokoflecken verschwinden. Diese Aufrüstung der Waschmittel spart eine enorme Menge ein. Waren vor 25 Jahren für 5 Kilogramm Wäsche 220 Gramm Waschmittel nötig, genügen heute 75 Gramm. Da Enzyme auch bei geringeren Temperaturen ihre Arbeit optimal verrichten können, sinken außerdem Wasser- und Energieverbrauch, Letzterer um bis zu 50 Prozent pro Waschgang.

Vor ihrer Jeans muss Alexandra Ott allerdings erst einmal ihre Hände waschen. Enzyme in der Seife, Mikroorganismen zur Abwasserreinigung – nach ihrem Besuch im BIOTechnikum hat sie mehr als nur eine Ahnung davon, dass ihr auch dabei die Biotechnologie behilflich sein wird.

1 Bewegende Einblicke in die Biotechnologie: Mit dem Multimedia-Lernspiel „Bodymover" geht der Spieler auf eine virtuelle Reise ins Innere einer Zelle, um deren Bestandteile zu erforschen. / Stirring insights into the world of biotechnology: with the multimedia educational game "bodymover", players take a virtual journey into the interior of a cell to learn about its components.

2 Herzlich willkommen in der mobilen Erlebniswelt BIOTechnikum, herzlich willkommen in der Welt der Biotechnologie! Der doppelstöckige Truck lädt als Labor, Ausstellung, Biotech-Kino und Dialogforum zugleich zu außergewöhnlichen Einblicken in die Schlüsseltechnologie ein. / Welcome to the BIOTechnikum mobile experience, and welcome to the world of biotechnology! With its own laboratory, exhibits, biotech cinema, and dialogue forum, this two-story truck invites you to gain out-of-the-ordinary insights into this key technology.

An Army of Enzymes at Work in "Bio-Jeans"

Alexandra Ott is neither a biologist nor an engineer, but she is curious. "BIOTechnikum. Investigate life – design the future" stands in large letters along the side of the huge truck. That sounds interesting, even a little mysterious. So there's nothing left to do but climb up and enter the mobile world of biotechnology featuring a laboratory, exhibits, and a cinema.

„Unfortunately, I don't know the first thing about biotechnology," Ott immediately counters when a scientist on board offers to help. Alexandra switches her chocolate bar to the other hand in order to offer her right to Dr. Hella Tappe for a handshake. "Thanks, actually there is one question you could answer for me: Does biotechnology have anything to do with real life?" Tappe throws a glance at the jeans Alexandra is wearing: "You use more biotechnology in everyday life than you think..."

Naturally "Stonewashed"

Around one billion pairs of jeans are sold worldwide every year, many of them with the so-called "stonewashed" effect. To achieve this look, manufacturers wash the material with pumice stones. The process produces waste and consumes masses of water and energy. Today, the textile industry has made a great deal of progress in environmentally friendly production thanks to a biotechnological procedure called "biostoning". Biostoning uses enzymes called cellulases, which are tiny proteins that decompose substances such as cotton. Not only do they wash out the jeans, but are also a total washout for pumice stones: these tiny helpers reduce the percentage of pollutants in waste water by 97% and in the air by 86%. In light of these advantages, such processes of industrial "white" biotechnology will play an increasingly important role in the future.

White powder moves back and forth in the glass test tube that Alexandra Ott is waving in front of her eyes. The hands-on exhibit piece is marked with the words "Biotechnology inside!". She's completely forgotten about her chocolate bar - until crumbs of chocolate start appearing on her jeans. Annoyed, Alexandra tries to wipe off the chocolate smears – ready for another trip to the washing machine! Laundry... and laundry detergent – that could be the solution to the puzzle of the glass tube. Alexandra reads the exhibit placard explaining the connections between laundry detergent, biotechnology and environmental protection.

Some Miniature Dirt Specialists

Many people are not aware of the fact that biotechnology has already revolutionized the way we wash our clothes: through the use of especially effective enzymes (proteins).
Modern laundry detergents employ an entire army of enzymes to remove stains and soils. Different enzyme groups work together to attack various types of material. They directly penetrate the dirt and break it apart. One group of enzymes specializes in destroying proteins, for example, and removes milk or spinach stains; another breaks up starches and makes Alexandra's chocolate stains disappear. This enhancement in laundry detergents results in enormous savings. Whereas 220 grams of laundry detergent were required to clean 5 kilograms of wash 25 years ago, we now need a mere 75 grams. The enzymes are also perfectly effective at lower temperatures. They therefore require less water and up to 50% less energy per load.

Before washing her jeans, however, Alexandra has to wash her hands: enzymes in the soap, micro-organisms for wastewater treatment... after visiting the BIOTechnikum, she definitely knows a thing or two about how biotechnology will help.

INFORMATIONEN ZUR AUSSTELLUNG / INFORMATION ON EXHIBITION

Angebote für die Schüler und Jugendliche

Die Ausstellung ist ohne Führung frei zugänglich und selbsterklärend. Sachkundige Lotsen stehen für Fragen bereit. Die „Forscherpässe" des Wissenschaftsjahres „Forschungsexpedition Deutschland" können im Informationspavillon abgestempelt werden und werden auch dort ausgegeben. Sie können auch auf www.mainau-entdeckungen.de heruntergeladen werden.

Im Rahmen der Ausstellung werden auch Schülervorträge zum Thema „Die Erde aus dem All: Fernerkundung mittels Satelliten" (Altersstufe 15 – 18 Jahre) sowie „Die Rolle des Wassers im System Erde" (Altersstufe 12 – 15 Jahre) angeboten.
Terminvereinbarung auf Nachfrage (Tel. + 49 (0) 83 82 277 31-0).

Preise, Buchungen, Kontakt

Einzelpersonen und Familien zahlen den regulären Eintritt für die Insel Mainau: Erwachsene: 14,90 Euro | Schüler: 8,00 Euro | Kinder: (bis einschließlich 12 Jahre): Freier Eintritt
Reisegruppen (ab 10 Personen) pro Person: 12,50 Euro

Schulklassen erhalten kostenfreien Eintritt zur Ausstellung. Hierzu ist eine vorherige Anmeldung unter Tel. + 49 (0) 75 31-303-0 erforderlich.
Für kostenlose Führungen durch das BioTechnikum und den NanoTruck ist ebenfalls eine Anmeldung unter obenstehender Telefonnummer notwendig.

Für Fragen rund um die Mainau (Öffnungszeiten, Eintrittspreise etc.) und zu Angeboten für Schulen:
Telefon +49 (0) 75 31 -303-0, Telefax +49 (0) 75 31 -303-248
E-Mail: info@mainau.de
Mainau GmbH, D-78465 Insel Mainau

Für Fragen zu Inhalten der Ausstellung, zu Ausstellern und zur Organisation der Ausstellung:
Telefon + 49 (0) 83 82 – 277 31-0, Telefax + 49 (0) 83 82 – 277 31 13
Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau/
Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee
Lennart-Bernadotte-Haus, Alfred-Nobel-Platz 1, D-88131 Lindau

Opportunities for students and young adults

The exhibition is freely accessible and self-explanatory without a guided tour. Knowledgeable staff members are readily available to answer any questions. The "Forschungspässe" (research passports) for the Science Year 2009 project "Forschungsexpedition Deutschland" ("Research Expedition: Germany") can be stamped at the Point of Information and will also be distributed there. They can also be downloaded at www.mainau-entdeckungen.de.
Student lectures will be offered as part of the exhibition programme: "The Earth from Outer Space: Remote sensing with the help of satellites" (German language, ages 15 – 18) as well as "The Role of Water in System Earth" (German language, ages 12 – 15).
Appointments available upon request (Tel. + 49 (0) 83 82 277 31-0).

Prices, reservations, contact information

Individuals and families are required to pay the normal admission fee for the Isle of Mainau: Adults: €14.90 | Students: €8.00 | Children: (12 years and younger): free
Travel groups (10 persons and up): €12.50 per person

School groups receive free admission to the exhibition. Advance reservations are required: Tel. + 49 (0) 75 31-303-0.
For free guided tours through the BioTechnikum and the Nano Truck, reservations must be made in advance at the telephone number listed above.

For any questions regarding Mainau (opening hours, admission, etc.) and offers for schools, contact:
Telephone: +49 (0) 75 31 -303-0, Fax: +49 (0) 75 31 -303-248
Email: info@mainau.de
Mainau GmbH, D-78465 Insel Mainau

For questions regarding the contents of the exhibit, exhibitors, and organization of the exhibition, contact:
Telephone: + 49 (0) 83 82 – 277 31-0, Fax: + 49 (0) 8382 – 27 731 13
Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau/
Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee
Lennart-Bernadotte-Haus, Alfred-Nobel-Platz 1, D-88131 Lindau

MEHR ENTDECKUNGEN IN AUSSICHT / MORE DISCOVERIES TO COME

Forschung braucht Zeit. Auch unsere Entdeckungsreise ist deshalb auf drei Jahre angelegt. Jeweils im Sommer wird die Ausstellung ein anderes Gebiet der Nachhaltigkeitsforschung beleuchten.

Research takes time. Our expedition, too, is designed to span three years. Each successive summer, the exhibition will devote itself to a different area of sustainability research.

www.mainau-entdeckungen.de/
www.mainau-discoveries.de

DANKE. FÖRDERER, VERANSTALTER, ORGANISATOREN, BEIRAT / THANKS. SUPPORTERS, HOST, ORGANISERS, SCIENTIFIC ADVISORY COUNCIL

Förderer der Ausstellung „Entdeckungen" 2009
Hauptförderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderer:
EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Holcim Group Ltd.
Mainau GmbH
RWE AG
Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee

Schirmherrin der Ausstellung
Prof. Dr. Annette Schavan
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Veranstalter
Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee

Organisatoren
Kuratorium für die Tagung der Nobelpreisträger in Lindau
Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee

Wissenschaftlicher Beirat
Prof. Dr. Bernhard Graf (Vorsitzender)
Direktor, Institut für Museumsforschung
Stiftung Preußischer Kulturbesitz
Berlin

Prof. Dr. Dietrich Borchardt
Leiter des Departments Aquatische Ökosystemanalyse und Management, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ, Magdeburg

Prof. Dr. Dr. Friedrich W. Hesse
Direktor, Institut für Wissensmedien, Universität Tübingen

Prof. Dr. Volker Moosbrugger
Direktor, Forschungsinstitut und Naturmuseum Senckenberg der Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, Frankfurt

Supporter of the Exhibition „Discoveries" 2009
Main Supporters:
Federal Ministry of Education and Research (Germany)

Supporters:
EnBW Energie Baden-Württemberg AG
Holcim Group Ltd.
Mainau GmbH
RWE AG
Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance

Patron of the Exhibition
Prof. Dr. Annette Schavan
Federal Minister of Education and Research

Host
Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance

Organisers
Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings
Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance

Scientific Advisory Council
Prof. Dr. Bernhard Graf (Chairman)
Director, Institute for Museum Research
Prussian Cultural Heritage Foundation
Berlin

Prof. Dr. Dietrich Borchardt
Head of the Department Aquatic Ecosystem Analysis and Management
Helmholtz – Centre for Environmental Research – UFZ, Magdeburg

Prof. Dr. Dr. Friedrich W. Hesse
Director, Knowledge Media Research Center, University of Tübingen

Prof. Dr. Volker Moosbrugger
Director, Research Institute and Natural History Museum Senckenberg of the Senckenberg Natural History Society, Frankfurt

Danke.

Der Dank von Stiftung und Kuratorium gilt in besonderer Weise Professor Jürgen Uhlenbusch als Projektleiter und dem wissenschaftlichen Beirat mit seinem Vorsitzenden Professor Bernhard Graf, Direktor des Instituts für Museumsforschung in Berlin, die unser gemeinsames Projekt mit Professionalität und Engagement vorangetrieben und ermöglicht haben.

Kuratorium und Stiftung der Nobelpreisträgertagungen danken allen Mitarbeitern der Geschäftsstelle in Lindau für ihren Einsatz, insbesondere Dr. Andreas Gundelwein (Organisation) und Christian Rapp (Kommunikation).

Unser Dank gilt zudem dem Architektenteam an der ETH Zürich um Professor Dr. Marc Angélil – Dirk Hebel, Tobias Klauser, Leonard Kocan, Sascha Delz – sowie Andreas Mayer aus Stuttgart (campra) für die grafische Umsetzung dieses Projektes. Für die gute Zusammenarbeit mit der Mainau GmbH bedanken sich Stiftung und Kuratorium insbesondere bei Florian Heitzmann, Sabine Neufang und Markus Zeiler.

Thank you.

Foundation and Council are grateful to Professor Jürgen Uhlenbusch who as project leader and to Professor Bernhard Graf, who as Chairman of the Scientific Advisory Board brought professionalism and commitment to the task of advancing our joint project.

They also would like to thank all staff members at the executive secretariat in Lindau für their commitment to this project, especially Dr. Andreas Gundelwein (organisation) and Christian Rapp (communications).

One more word of thanks goes to the team of architects at the ETH Zurich working with Professor Marc Angélil – Dirk Hebel, Tobias Klauser, Leonard Kocan, Sascha Delz – and Andreas Mayer from Stuttgart (campra) for the graphic design of this project. Foundation and Council would also like to thank Mainau GmbH with Florian Heitzmann, Sabine Neufang and Markus Zeiler for their valuable support.

www.mainau-entdeckungen.de/
www.mainau-discoveries.de

IMPRESSUM / IMPRINT

Ausstellung „Endeckungen“

Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee/
Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau

Lennart-Bernadotte-Haus
Alfred-Nobel-Platz 1
88131 Lindau

Tel. + 49 (0) 83 82 277 31-15
Fax + 49 (0) 83 82 277 31-13
E-Mail: info@lindau-nobel.de

Informationen zur Ausstellungsreihe unter:
www.mainau-entdeckungen.de

Redaktion: Christian Rapp, Lisa Suckert
Gestaltung/Layout: campra – Andreas Mayer, Stuttgart
Druck: Ritter Druck, St. Gallen, Schweiz

Wir danken allen Ausstellern für ihre Bereitschaft, Texte und Bilder zu ihren Pavillons zur Verfügung zu stellen. Die Aussteller sind für alle Inhalte zu ihrem Pavillon selbst verantwortlich.

www.mainau-entdeckungen.de

Exhibition “Discoveries”

Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance/
Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings

Lennart-Bernadotte-Haus
Alfred-Nobel-Platz 1
D-88131 Lindau

Telephone: + 49(0) 83 82 277 31-15
Fax: + 49 (0) 83 82 277 31-13
Email: info@lindau-nobel.de

For information on the exhibition series, visit:
www.mainau-discoveries.de

Editors: Christian Rapp, Lisa Suckert
Layout/Design: campra – Andreas Mayer, Stuttgart, Germany
Print: Ritter Druck, St. Gallen, Switzerland

We would like to thank all of the exhibitors for their willingness to provide stories and graphics on their pavilions. Exhibitors are responsible for all content regarding their pavilion.

www.mainau-discoveries.de

Bildnachweis / Picture Credits:

photocase.de: selinux/titia/Mella/Fotoline/micjan/jöni/minze/sibylle/thierauf/.marqs/legie23/mal/Muetzenmaedchen/bit.it/wernerjosef/seraph/Arnd_Drifte/Lumix07/pixStan/stm/idee23/soundso./rolleyes/A.P./jarts/Frank Martin Dietrich/jeddah/Fiebke/krockenmitte/joexx/Lindenthal/designritter/vice/kallejipp/himberry/Tasmas/hallobert/nurmalso/fish@synthetikpark.com

Wissenschaftsjahr 2009
Forschungs-
expedition
Deutschland
AUF WIEDERSEHEN
IN 2010
/ SEE YOU IN 2010
ENTDECKUNGEN
/DISCOVERIES
WASSER
/WATER
2009

ENTDECKUNGEN /DISCOVERIES
WASSER /WATER 2009

SYSTEM ERDE /EARTH 2011

BESUCHEN SIE UNS:
2010 ENERGIE
2011 SYSTEM ERDE
/ VISIT US: 2010 ENERGY
2011 SYSTEM EARTH

ENERGIE /ENERGY 2010

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung