

AUSSTELLUNG
/EXHIBITION

ENTDECKUNGEN
/DISCOVERIES

**ENERGIE
/ENERGY**

**20
10**

**„ENTDECKUNGEN
2010: ENERGIE“**

KATALOG ZUR AUSSTELLUNG

INSEL MAINAU

20. MAI – 29. AUGUST 2010

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

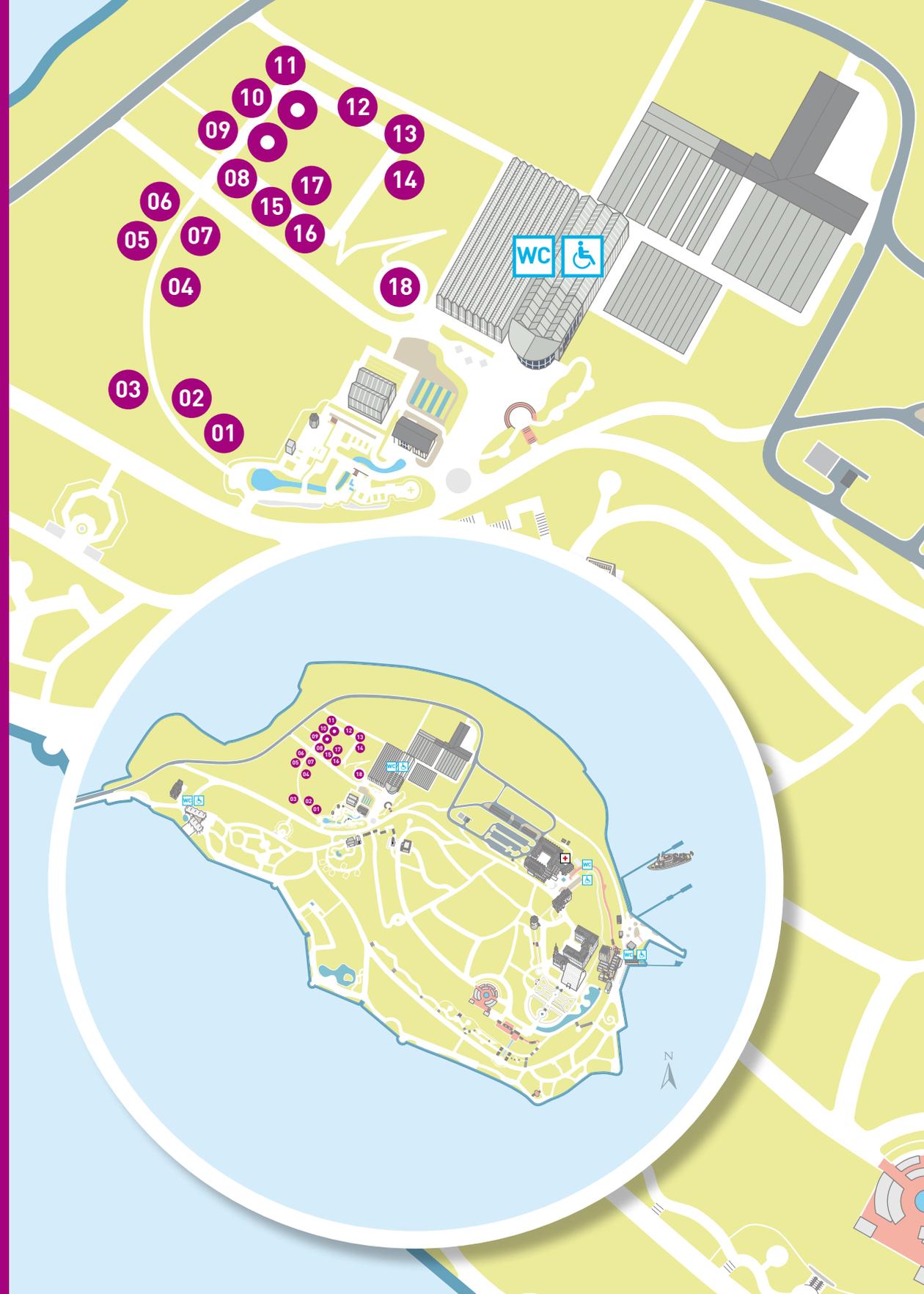
Wissenschaftsjahr 2010

**Die Zukunft der
Energie**

PAVILLONVERZEICHNIS

- 01 Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee
/Foundation Lindau Nobelprizewinners Meetings at Lake Constance
- 02 Bundesministerium für Bildung und Forschung
/Federal Ministry for Education and Research
- 03 Deutsches Museum und Rachel Carson Center
/Deutsches Museum and Rachel Carson Center
- 04 solarcomplex AG
- 05 Universität Konstanz, Photovoltaik-Abteilung
/University of Konstanz, Photovoltaic Division
- 06 Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
/Karlsruhe Institute of Technology (KIT)
- 07 EnBW Energie Baden-Württemberg AG
- 08 BASF - The Chemical Company
- 09 RWE AG
- 10 Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V.
/Max Planck Society for the Advancement of Science
- 11 Helmholtz-Zentrum Potsdam – Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ
/Helmholtz Centre Potsdam GFZ German Research Centre for Geosciences
- 12 Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)
/Max Planck Institute for Plasma Physics
- 13 US Ministerium für Energie
/US Department of Energy
- 14 Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.
/Fraunhofer-Gesellschaft
- 15 Stadtwerke Konstanz GmbH und Hochschule Konstanz /Stadtwerke Konstanz and Hochschule Konstanz, University of Applied Sciences
- 16 Deutsche Telekom AG
- 17 Dynamikum Science Center Pirmasens
- 18 Grüne Schule Mainau /Green School Mainau
- Lounge

  Toiletten /Restrooms  Erste Hilfe /First Aid



20.05
- 29.08
2010

**ENTDECKUNGEN
/DISCOVERIES**

ENTDECKUNGEN
/DISCOVERIES
**ENERGIE
/ENERGY**

**20
10**

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr **2010**

**Die Zukunft der
Energie**

VOR- WORT



GRÄFIN
BETTINA BERNADOTTE,
PROF. DR. H.C.
WOLFGANG SCHÜRER

VORWORT

Energie ist ein zentrales Thema für den Menschen und die Menschheit. Ihre Bedeutung für den Alltag ist groß und ihr Vorhandensein scheint uns selbstverständlich. Wie sieht die Energie der Zukunft aus und welche Konsequenzen hat dies für unser Leben? Die Ausstellung „Entdeckungen 2010: Energie“ zeigt mit vielen interaktiven Exponaten und Experimenten, wie Wissenschaft und Forschung für eine sichere, bezahlbare und insbesondere ökologische Energieversorgung der nächsten Jahrzehnte arbeiten. Sie macht spannende Themen greifbar und ermutigt dazu, Fragen zu stellen sowie neue Wege für den sorgsamsten Umgang mit Energieträgern kennenzulernen. Bei einem Rundgang durch die 18 futuristischen Pavillons gewinnen Sie Einblicke in Zukunftsprojekte und die Geschichte der Energieforschung.

Die Ausstellungsreihe „Entdeckungen“ findet als fester Bestandteil des Wissenschaftsjahres in diesem Sommer zum zweiten Mal statt. Zum Auftakt im vergangenen Jahr drehte sich alles um das Thema Wasser. Es freut uns sehr, dass mit diesem Zyklus der Nachhaltigkeitsforschung ein Gesicht gegeben und an Graf Lennart Bernadotte erinnert wird, der letztes Jahr 100 Jahre alt geworden wäre. Als spiritus rector der jährlichen Nobelpreisträgertagungen – die in diesem Jahr zum 60. Mal stattfinden – förderte er den Dialog zwischen Generationen von Forschern. Die Relevanz der Wissenschaft für die Gesellschaft war Graf Lennart zeitlebens ebenso wichtig. Mit der Ausstellungsreihe „Entdeckungen“ realisiert die Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee mit der Insel Mainau deshalb ein Projekt, das Besucher der Mainau für wissenschaftliche Fragestellungen und Herausforderungen sensibilisieren soll.



Das Wissenschaftsjahr 2010 – Die Zukunft der Energie zeigt mit einer ganzen Reihe von Veranstaltungen, wie kreativ Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an einer nachhaltigen Energieversorgung arbeiten. Die Ausstellungsreihe „Entdeckungen“ wird massgeblich durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Für dieses Engagement zugunsten des Dialogs zwischen Öffentlichkeit und Wissenschaft danken Stiftung und Kuratorium für die Tagungen der Nobelpreisträger insbesondere Bundesministerin Prof. Dr. Annette Schavan, der Schirmherrin dieser Ausstellung.

Neugier ist der stärkste Antrieb. Wir laden Sie herzlich ein, die Zukunft der Energie auf der Insel Mainau zu entdecken. Beim Staunen und Ausprobieren wünschen wir Ihnen viele neue Einsichten. Besonders würden wir uns freuen, Sie auch im kommenden Jahr wieder auf der Insel Mainau zur Ausstellung „Entdeckungen“ willkommen heißen zu können, dann zum Themenkreis „Gesundheitsforschung“.

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

Prof. Dr. h.c. Wolfgang Schürer
Vorsitzender des Vorstands der Stiftung Lindauer
Nobelpreisträgertreffen am Bodensee

GRUSS- WORT



PROF. DR.
ANNETTE SCHAVAN, MdB

GRUSSWORT DER SCHIRMHERRIN DER AUSSTELLUNG

Leben ist Energie. Die Natur kann uns eine gute Lehrmeisterin darin sein, verantwortungsbewusst mit Energie umzugehen und neue Energiequellen zu erschließen. Der Ort für die Ausstellung „Entdeckungen 2010“, die sich dem Thema Energie widmet, wurde deshalb gut gewählt. Die Insel Mainau ist ein blühendes Biotop, in dem man die Schönheit und Kraft der Natur und ihre Verletzlichkeit mit allen Sinnen erfahren kann.

Die Ausstellung „Entdeckungen“ ist einer der Höhepunkte des Wissenschaftsjahres 2010, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung ausgerufen wurde und sich mit der Frage nach der „Zukunft der Energie“ befasst. Ziel dieses Wissenschaftsjahres ist es, auf die Herausforderungen durch Klimawandel und globales Bevölkerungswachstum hinzuweisen, aktuelle Forschungsansätze und Lösungsvorschläge vorzustellen und den gesellschaftlichen Dialog über den notwendigen Umbau der Energieversorgung voranzutreiben.

Die Ausstellung „Entdeckungen“ auf der Insel Mainau zeigt in exzellenter Weise Lösungen und Perspektiven mit Blick auf natürliche Energiequellen, Energiesparen und Ressourceneffizienz auf. Besonders für Kinder und Jugendliche gibt es hier viel zu entdecken und attraktive Mitmachangebote.

Ich danke allen Partnern aus Schulen, Forschung, Wissenschaft und Wirtschaft, die diese Ausstellung gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung aufgebaut und unterstützt haben, und wünsche den Besucherinnen und Besuchern auf der Mainau erholsame und interessante Stunden zwischen Natur und Energie.

Prof. Dr. Annette Schavan, MdB
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2010

Die Zukunft der
Energie

DIE ZUKUNFT DER ENERGIE AUF DER INSEL MAINAU ENTDECKEN

Neugier ist der stärkste Antrieb. Neue Fragen sind stets der Ausgangspunkt für abenteuerliche Entdeckungen, bahnbrechende Entwicklungen und spannende Fortschritte.

Die Ausstellung „Entdeckungen 2010: Energie“ macht die Mainau vom 20. Mai bis 29. August 2010 zur Insel der Entdecker und lädt dazu ein, einen Ausblick auf die Zukunft der Energie zu wagen. Sie zeigt, wie die Menschheit in Zukunft den steigenden Energiebedarf decken kann, den Energieverbrauch mit Hilfe moderner Technologien weiter senkt und wie Energie in der Zukunft transportiert und gespeichert wird. In den 18 Pavillons werden zum Beispiel die Entwicklungsmöglichkeiten der regenerativen Energien – wie Wind- und Sonnenkraft – deutlich. Besucher der Ausstellung erfahren zudem, wie Autobatterien zu Sparkonten für Energie werden – und welchen Einfluss dies auf unser Mobilitätsverhalten haben könnte.

Die Ausstellung „Entdeckungen“ der Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee will zusammen mit Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik Lösungsmöglichkeiten aufzeigen. Die Frage nach einer nachhaltigen und zugleich sicheren und ökologisch unbedenklichen Energieversorgung rückt in den nächsten Jahrzehnten weiter in den Mittelpunkt der öffentlichen Diskussion. Insbesondere die Klima-Energie-Thematik hat zentrale Bedeutung für die Zukunft der Menschheit und für ihr Überleben.

EINLEITUNG

„Entdeckungen 2010: Energie“ zeigt facettenreich und interaktiv, wie diese Herausforderungen Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft zu neuen Entdeckungen und Entwicklungen antreiben.

Für Schulklassen bietet die Ausstellung ein eigenes Programm mit speziellen Führungen und Unterrichtseinheiten zu den Themen der Ausstellung an. Für Kinder, die allein oder mit ihren Eltern die Zukunft der Energie entdecken wollen, gibt es eine eigene „Energie-Rallye“ (S. 42). Jeweils am ersten Samstag der Monate Juni, Juli und August finden Aktionstage auf der Mainau statt – mit Experimenten und vielen anderen Mitmach-Möglichkeiten rund um das Thema Energie. Die Insel Mainau ist zudem einer von fünf Veranstaltungsorten bei der „Langen Nacht der Wissenschaft“ am 17. Juli 2010 in Konstanz, die zusammen mit der Stadt Konstanz, den Stadtwerken, der HTWG und der Universität Konstanz organisiert wird.

„Entdeckungen 2010: Energie“ ist Teil des Wissenschaftsjahres 2010 – Die Zukunft der Energie und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Die Ausstellungsreihe startete im letzten Jahr auf der Insel Mainau mit „Entdeckungen 2009: Wasser“ und findet 2011 ihren Abschluss mit einer Ausstellung zum Thema Gesundheitsforschung. Sie wird von der Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee und der Mainau GmbH veranstaltet.

20.287

20.287 Windkraftanlagen gab es in Deutschland Ende 2008. Sie bringen es auf eine Gesamtleistung von 23.894 Megawatt. Über das Jahr hinweg konnten damit 40,4 Terawattstunden Strom erzeugt werden, das entspricht 6,6 Prozent des Bruttostromverbrauchs.

ENERGIE IN ZAHLEN

INHALTSVERZEICHNIS

- 6 / EINLEITUNG
- 9 / ENERGIE IN ZAHLEN
- 10 / WOHER NEHMEN SIE DIE ENERGIE ZUR FORSCHUNG?
- 12 / ZURÜCK IN DIE ZUKUNFT
- 17 / DAS WISSENSCHAFTSJAHR 2010
- 21 / PAVILLONÜBERSICHT
- 40 / AIR_BORN(E): BAUEN AUF LUFT
- 42 / EXTRA-SEITEN FÜR KINDER: ENERGIE-RALLYE
- 44 / EXTRA-SEITEN FÜR KINDER: WAS IST ENERGIE?
- 46 / EXTRA-SEITEN FÜR KINDER: BLITZMERKER ENERGIEFORMEN
- 48 / FÖRDERER UND PARTNER
- 50 / WOHER NEHMEN SIE DIE ENERGIE ZUR FORSCHUNG?
- 51 / INFORMATIONEN/ ANGEBOTE FÜR SCHULEN
- 52 / IMPRESSUM



80%

80 Prozent des weltweiten Energiebedarfs werden heute durch fossile Brennstoffe gedeckt, beispielsweise aus Kohle, Erdöl und Erdgas.

132 kWh

132 kWh verbrauchen wir in Deutschland pro Kopf und pro Tag an Primärenergie, also zum Beispiel an Öl, Gas, Kohle, Wind- oder Wasserkraft. Klingt wenig. Wenn diese Energie in Form von doppelstöckigen Burgern verteilt würde, dann bräuchten wir pro Person 226 Hackfleischbrötchen am Tag. Wohl bekomm's!

ENERGIE IN ZAHLEN

20 Watt verbraucht unser Gehirn, wenn wir es beim Lesen oder Nachdenken beanspruchen. Das entspricht dem Verbrauch einer kleinen Glühbirne. Vielleicht geht uns auch deswegen manchmal ein Licht auf.

20 W

ENTDECKUNGEN
/DISCOVERIES
ENERGIE
/ENERGY

20
10

109.000.000 t

109.000.000 Tonnen CO₂ wurden durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2008 vermieden. Der Kohlendioxidausstoß in Deutschland belief sich im gleichen Jahr dennoch auf 748 Millionen Tonnen. Immerhin: Noch im Jahr 1990 wurden hierzulande eine Milliarde Tonnen Kohlendioxid produziert.

ENERGIE FÜR DIE FORSCHUNG

20%

20 Prozent der in der EU benötigten Energie werden, so der Plan, bis 2020 aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Dazu hat sich die EU verpflichtet. 2007 hatten die 27 Staaten der EU einen Anteil von sieben Prozent erreicht. Ziel der gemeinsamen Anstrengung ist es, den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2020 unter den Wert von 1990 abzusenken.

ENERGIE IN ZAHLEN

PROF. DR. THEODOR W. HÄNSCH



„Es ist in uns Menschen angelegt, dass wir verstehen wollen, wie unsere Welt funktioniert. Mein Antrieb heute ist es, junge Leute auf diesem Weg in der Wissenschaft zu begleiten. Ich will ihnen als Mentor aufzeigen, welche spannenden und interessanten Fragen es zu lösen gilt.“

Prof. Dr. Theodor W. Hänsch gilt als der bekannteste deutsche Forscher auf dem Gebiet der Quantenoptik. Für die Entwicklung der auf Laser gegründeten Präzisionsspektroskopie, insbesondere der optischen Frequenzkammtechnik, erhielt er im Jahr 2005 den **Nobelpreis für Physik** gemeinsam mit John L. Hall und Roy J. Glauber. Weil Forscherdrang nicht mit dem Rentenalter endet, hat Hänsch sich dafür eingesetzt und es geschafft, auch über sein jetziges Alter von 68 Jahren hinaus an der Ludwig-Maximilians-Universität forschen und lehren zu können. Zudem ist er weiterhin Direktor des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik in Garching. Hänsch setzt sich insbesondere für die Grundlagenforschung und die Förderung des Forschernachwuchses ein.

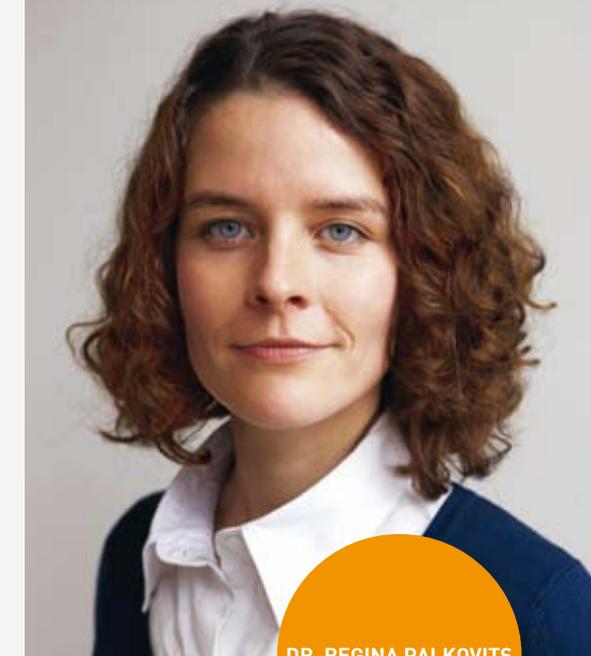
PROF. DR. GÜNTHER HASINGER



„Für mich glich der Einstieg in die Fusionsforschung vor einigen Jahren einem erfrischenden Sprung ins kalte Wasser, der zu neuen Taten antreibt. Diese potenzielle Energiequelle der Zukunft ist meine Berufung und mein Hobby.“

Prof. Dr. Günther Hasinger ist ein Tüftler. Schon in seiner Kindheit hat er mithilfe von Technikbaukästen selbst Radios gelötet. Später war er in seiner Musikband „Saffran“ nicht nur **Bassist und Querflötist**, sondern auch zuständig für die technischen Anlagen. Folgerichtig studierte Hasinger Physik, um Tontechniker zu werden. Schließlich machte aber seine Faszination für die Astrophysik endgültig einen Forscher aus ihm. Heute ist Hasinger wissenschaftlicher Direktor des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik, das sich der **Fusionsforschung** widmet. Nach dem Modell des Sonnenfeuers sollen dabei Wasserstoffisotope zu Helium verschmelzen und große Mengen Energie freisetzen.

DR. REGINA PALKOVITS



„Forschung muss man sportlich sehen. Experimente können wie im Speerwurf mal mit einer Punktlandung oder komplett im Aus enden. Wenn es mal nicht so klappt, ist für mich als Kampfsportlerin Karate mit seinen hochkomplexen Bewegungsabläufen die beste Entspannung.“

Dr. Regina Palkovits will die Zukunft aktiv und positiv nachhaltig mit gestalten und erneuerbare Energien weiter erschließen. So befasste sie sich bereits in ihrer Diplomarbeit etwa mit dem Bio-Abbau von Plastik und spickte dafür Kunststoffe mit speziellen Nanopartikeln. Am Max-Planck-Institut für Kohlenforschung versucht sie heute mittels **Katalysatoren** den Energieverbrauch bei der Nutzung fossiler Ressourcen oder erneuerbarer Rohstoffe zu senken. Ein weiterer Schwerpunkt ihrer Forschung gilt nachwachsender Biomasse zur Energiegewinnung und als chemischen Rohstoff.

ZURÜCK IN DIE ZUKUNFT

von Beatrice Lugger

Die Entwicklung der Menschheit ist eng an die Geschichte der Energie gekoppelt. Welche Energiequellen wie und wofür genutzt werden, wird auch künftige Lebenswelten prägen.

Das 18. Jahrhundert war beizeiten ein recht wunderliches. Wer etwa der hübschen Empfangsdame am Entrée eines gesellschaftlichen Ereignis ein Küsschen auf die Wange gab, konnte mit einem „elektrischen Kuss“ überrascht werden. Elektrisiermaschinen, die Elektrizität durch mechanische Reibung zweier verschiedener Materialien wie Holz, Glas oder Gummi erzeugen, wurden zur Belustigung in höfischen Salons, bei bürgerlichen Abenden und auf Jahrmärkten eingesetzt. Die Faszination für die Energie, die offenbar durch den Körper fließt, knistert und sogar mittels Funkenschlag Feuer entfachen kann, war groß. Allorten blitzte und zuckte es.

Gezuckt haben auch die Froschschenkel, die Luigi Galvani, seines Zeichens Anatomieprofessor in Bologna, um 1780 im Freien an Messinghaken aufhing, um mit ihnen atmosphärische Elektrizität zu belegen.

Die Froschmuskeln reagierten jedoch nicht nur bei aufziehenden Gewittern, sondern auch, wenn sie zufällig ein Eisengitter berührten. Galvani konstatierte:

„Ich beobachtete zwar ziemlich häufig Kontraktionen, aber keine, welche von dem verschiedenen Zustande der Atmosphäre und Elektrizität abhingen.“

Die Faszination für die Elektrizität ließ die Menschen damals sicher nicht ahnen, welche Folgen diese Entdeckungen einmal haben würden.

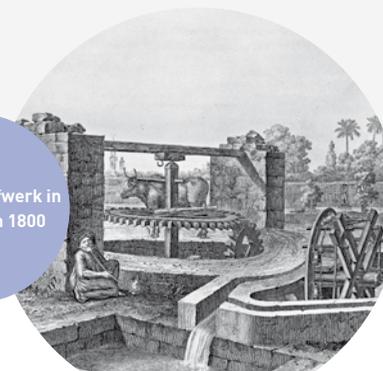
Tatsächlich kam das elektrische Zittern durch den Spannungsunterschied der beiden Metalle Messing und Eisen zustande. Galvani aber vermutete eine „tierische Elektrizität“. Immerhin brachten Galvanis Berichte den Physikprofessor an der Universität Pavia, Alessandro Volta auf die Idee für mehrere Versuchsreihen mit verschiedenen Metallen und Salzlösungen, die letztlich zur Erfindung der ersten elektrischen Batterie, der Voltaschen Säule, führten. Der Grundstein für die Speicherung und Nutzung des Elektronenstroms war gelegt.

Die Faszination für die Elektrizität ließ die Menschen damals sicher kaum ahnen, welche Folgen diese Entdeckungen einmal haben würden. Ab den 1880er Jahren wurde mit den ersten elektrischen Versorgungsnetzen in Berlin, London und New York Energie in noch nie dagewesener Form bequem nutzbar. Thomas Edisons Glühbirnen brachten helleres Licht, Radios in den 1930ern Musik, Waschmaschinen erleichtern seit den 1950ern den Alltag und heute holt uns der Computer die Welt ins Haus. Elektrogeräte sind nicht wegzudenkende Begleiter des modernen Lebens.

„Die Energienutzung ist eng an das Leben der Menschen gekoppelt“, weiß Helmuth Trischler, der im Deutschen Museum in München den Bereich Forschung leitet. Die älteste Energiequelle für den Menschen ist er selbst. Muskelkraft nutzt die durch Ernährung zugeführte Energie – letztlich von Pflanzen chemisch gespeicherte Sonnenenergie.

Eine zentrale Errungenschaft war schließlich das gezielte Entfachen von Feuer, das Wärme, Licht und warmes Essen brachte. Wind- und Wasserkraft haben vor allem vom Mittelalter an bis zum Ende des 19. Jahrhunderts Mahlwerke, Pumpen und Hämmer angetrieben. Ein erstaunlich nachhaltiger Energiemix, wie Trischler betont: „Den größten Teil in der Geschichte der Menschheit wurden erneuerbare Energien verwendet.“

Wasserschöpfwerk in Ägypten, um 1800





Glühlampe aus der Zeit Edisons, ca. 1880

„Es ist wichtig, dass wir mit der Energie, die immer kostbarer wird, intelligenter umgehen“, fordert Physiknobelpreisträger Theodor Hänsch.

Dagegen werden heute rund 80 Prozent des weltweiten Energiebedarfs mit den fossilen Brennstoffen Öl, Kohle und Gas abgedeckt. Mit dem Verbrennen der Jahrtausenden alten Stoffe wurden die Menschen immer mobiler und die Industrialisierung beschleunigt. Doch die Vorräte sind endlich und das verschwenderische Verbrennen führt zu einem immensen Kohlendioxidausstoß mit Folgen für das Weltklima.

„Es ist wichtig, dass wir mit der Energie, die immer kostbarer wird, intelligenter umgehen“, fordert etwa Theodor Hänsch, Physiknobelpreisträger des Jahres 2005. Allen voran habe das Einsparen von Energie das größte Potenzial. Der Direktor des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik hofft, dass in diesem Sinne auch sein Forschungsgebiet indirekt helfen kann, indem schnellere Datenströme etwa mehr Videokonferenzen und Online-Austausch ermöglichen und so Reisen vermeiden. „Grundsätzlich müssen wir auf das gesamte Spektrum möglicher Alternativen setzen, inklusive der Kernenergie als Zwischenlösung, bis wir hoffentlich andere Energieformen in großem Maßstab nutzbar machen können,“ meint Hänsch.

Große Hoffnungen werden in eine umfassende Renaissance erneuerbarer Energiequellen wie Wasserkraft, Windkraft oder Sonnenenergie gesetzt. Wind- und Wasserkraft treiben längst nicht mehr direkt Werkzeuge an. In hoch technisierten Anlagen wird Strom gewonnen und in das allgemeine Netz eingespeist. In ähnlicher Weise wird die Sonnenkraft selbst genutzt, sei es mittels Photovoltaik (Umwandlung in elektrische Energie) oder Solarthermie (Umwandlung in Wärmeenergie).

Eines der ehrgeizigsten Projekte in dieser Hinsicht heißt Desertec: Strom, gewonnen aus der Kraft der glühenden Saharasonne, könnte als dauerhafte Energiequelle Afrika und Europa versorgen. Auf rund 20.000 Quadratkilometern sollen Solarthermie-Kraftwerke das Sonnenlicht in Parabolrinnen-Spiegeln einfangen, Wasser verdampfen und Turbinen für die Stromerzeugung antreiben. „Europa könnte bis zum Jahr 2050 rund 15 Prozent seines Strombedarfs aus der Wüste beziehen“, skizziert Robert Pitz-Paal, stellvertretender Direktor des Instituts für Technische Thermodynamik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), das maßgeblich an der Entwicklung der Technologie für Desertec beteiligt ist, seine Vision. Zwar sind die Kosten pro Kilowattstunde per Solarthermie noch viel zu hoch, um mit der Elektrizität aus Kohle- und Kernkraftwerken mithalten zu können.



Thomas-Stahlwerk, 20. Jahrhundert



Solarpark

Aber Pitz-Paal ist überzeugt „wir werden in den kommenden 15 bis 20 Jahren finanziell wettbewerbsfähig werden“. Doch der Preis ist nicht alles. Mehrere Aufgaben haben die Solarforscher am DLR noch zu erledigen: Sie wollen die Effizienz steigern; klären, wie der Strom ohne große Verluste nach Europa gelangen kann – Hochspannungsleitungen, die mit Gleichstrom statt dem üblichen Wechselstrom arbeiten, könnten eine Lösung sein. Und nicht zuletzt müssen sie geeignete Speicher finden, die auch nachts, wenn die Sonne schläft, Energie bereitstellen. Gehandelt werden von Salz über Sand, Beton bis hin zur chemischen Speicherung die unterschiedlichsten Materialien.

Schon Jules Vernes schrieb 1874: „Wasser ist die Kohle der Zukunft.“

Vielleicht macht am Ende doch Wasserstoff das Rennen, als Energiespeicher der Zukunft. Viele Hoffnungen wurden schon in den Stoff gesetzt. Denn das Prinzip erscheint einfach. Wasser wird aufgespalten, Wasserstoff gespeichert und bei Bedarf mit Sauerstoff wieder zu Wasser verbrannt. Das klingt sauber und machbar. Schon Jules Vernes schrieb 1874: „Wasser ist die Kohle der Zukunft.“

Nun ist aber die Speicherung von Wasserstoff keine einfache Sache. Größere Mengen lassen sich verhältnismäßig gut bei sehr tiefen Temperaturen oder unter hohem Druck aufbewahren, doch für den breiten Einsatz im mobilen Bereich sind andere Speicherformen nötig. Am Max-Planck-Institut (MPI) für Kohlenforschung und am MPI für Metallforschung werden viel versprechende Speichermaterialien wie Metallhydride und so genannte MOFs untersucht, die sehr viel Wasserstoff einlagern können. Genutzt wird Wasserstoff als Energieträger häufig in Brennstoffzellen. Forscher am MPI für Festkörperforschung arbeiten daran, diese durch den Einsatz verbesserter Materialien zuverlässiger und kostengünstiger zu machen.

Eine Vision der Wasserstoff-Zukunft existiert bereits: Autos angetrieben von einer Brennstoffzelle und einem Elektromotor anstelle des klassischen Verbrennungsmotors. Doch es gibt noch keine Serienproduktion und es fehlt ein flächendeckendes Netz an Wasserstoff-Tankstellen.

Holger Hanselka hält es für realistisch, dass im Jahr 2020 über eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren werden.

„Es kommen auch Hybridsysteme aus Batterie und Brennstoffzelle, womöglich noch gekoppelt mit einem Range extender, der die Reichweite des Fahrzeugs erhöht, in Frage“, meint Holger Hanselka, Hauptkoordinator des Forschungsverbunds Systemforschung Elektromobilität der Fraunhofer Gesellschaft. Der Verbund will das Elektroauto auf die Straße bringen und setzt dafür auf das Know-how seiner Mitarbeiter von gleich 33 Instituten.

Am Institut für Chemische Technologie etwa will Jens Noack mittels sogenannter Redox-Flow-Batterien aus flüssigen Elektrolyten ein elektrisches Tanksystem schaffen, „das nur wenige Minuten für ein komplettes Wiederaufladen benötigt“. Knapp 100 Kilometer weit solle man dann fahren können. Dank solcher und vieler anderer Innovationen des Forschungsverbundes hält Hanselka es für realistisch, „dass im Jahr 2020 über eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren werden und wir ein entsprechendes Betankungsnetz mit verschiedenen Möglichkeiten haben.“

Mit in den Mix der mobilen Zukunft werden weiterhin Autos gehören, die mit Kraftstoffen aus Biomasse angetrieben werden. Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) setzt man auf Biokraftstoffe der zweiten Generation. „Wir verwenden weitgehend trockene Biomasse, nichts, das in Konkurrenz zur Nahrungserzeugung Fläche verbraucht“, beschreibt Nicolaus Dahmen, Projektleiter Bioliq am KIT. In Frage kommen restliches Stroh und



Holz aus Land- und Forstwirtschaft sowie der Landschaftspflege. Die Biomasse kann in kleinen dezentralen Anlagen zu einem speziellen Öl-Gemisch, das sie BioSyncrude nennen, energetisch verdichtet werden. In einer zentralen Anlage soll daraus schließlich Kerosin, Diesel oder Otto-Kraftstoff für Verbrennungsmotoren werden.

In der Summe aber wird vermutlich Elektrizität eine zunehmend wichtige Rolle spielen. Selbst in der Geothermie wird längst nicht nur mehr an die direkte Nutzung der Wärme aus der Tiefe gedacht. Am Deutschen Geoforschungszentrum verwandelt beispielsweise Ernst Huenges die thermische Energie in mechanische, die wiederum Strom erzeugt – in Deutschland bei einer Wassertemperatur von 120 bis 150 Grad Celsius mit einem satten Energieverlust von 90 Prozent. Aber genau das wollen Huenges und sein Team wesentlich verbessern und er erklärt: „Immerhin ist von dieser Energiequelle wirklich reichlich vorhanden.“

Theodor Hänsch zeigt sich vielen gegenwärtigen Programmen gegenüber vorsichtig und warnt davor, allzu schnell mit heutiger Technologie Großprojekte etwa der Solarenergie oder Windenergie zu starten. „Wir dürfen die Grundlagenforschung nicht vernachlässigen, mit der man vielleicht ganz neue Ansätze findet, die uns am Ende enorm weiterführen können,“ gibt er zu bedenken. Mit Grundlagenforschung gebe man jungen Leuten die Möglichkeit, mit ganz neuen Ideen die Zukunft vielleicht anders zu gestalten.

Die friedliche Nutzung der so genannten Kernfusion ist eine Idee, die Physiker seit mehr als 50 Jahren umtreibt und sich als wahre Herkulesaufgabe erweist.

Wer weiß, womöglich gelingt es die Sonne auf die Erde zu holen? Nach dem Modell der Sternenfeuer sollen Wasserstoffisotope zu Helium verschmelzen und dabei große Mengen Energie freisetzen. Die friedliche Nutzung der so genannten Kernfusion ist eine Idee, die Physiker seit mehr als 50 Jahren umtreibt und sich als wahre Herkulesaufgabe erweist. Für die Verschmelzung müssen die Atome ihre Elektronenhüllen abstreifen, ein Plasma bilden. Auf Erden setzen die Forscher die Wasserstoffisotope Deuterium und Tritium ein, denn diese verschmelzen leichter als die Sonnenoriginale. „Dennoch müssen wir das Plasma auf 200 Millionen Grad erhitzen, damit die Fusionsreaktion ablaufen kann“, erklärt Günther Hasinger, Wissenschaftlicher Direktor des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik. Weil der ultra-dünne Brennstoff bei jedem Materialkontakt sofort abkühlt, müssen die Physiker das Plasma berührungsfrei in Magnetfeldern einschließen.

Derzeit wird unter deutscher Beteiligung in Frankreich der internationale Experimentalreaktor ITER, lateinisch „der Weg“, gebaut. Mitte der 2020er Jahre wollen die Forscher damit zehnmal mehr Energie durch Kernfusion gewinnen, als sie zur Heizung des Plasmas einsetzen. Sind sie erfolgreich, soll DEMO, ITERs Nachfolger, etwa ab 2040 den ersten Strom erzeugen. Richtige Kraftwerke könnten schließlich etwa ab 2050 ans Netz gehen. Wenn es gelingt, diese Energiequelle zu nutzen, wäre eine wirtschaftliche, sichere und umweltverträgliche Stromquelle gefunden. Doch all dies ist ergebnisoffen, wie Theodor Hänsch betont – „Aber es wäre natürlich ein Traum.“



Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2010

Die Zukunft der
Energie

**DAS WISSEN-
SCHAFTSJAH
R 2010**

DAS WISSENSCHAFTSJAHR 2010 – DIE ZUKUNFT DER ENERGIE

 Bundesministerium für Bildung und Forschung

Der weltweit steigende Energiebedarf stellt die Menschheit vor die wohl größte Aufgabe seit Beginn des Industriezeitalters. Einerseits werden positive wirtschaftliche und neue technologische Entwicklungen benötigt, andererseits gilt es mehr denn je, dem Klimawandel und seinen Folgen entschlossen entgegenzutreten. Wie also kann der weltweit steigende Bedarf an Strom und Wärme gedeckt und gleichzeitig der Lebensraum bewahrt werden? Die Antwort kann nur in einer sicheren, bezahlbaren und zugleich klimaverträglichen Energieversorgung bestehen.

Vielfältig und kreativ – Energieforschung in Deutschland

Aus diesem Grund widmet sich das Wissenschaftsjahr Energie diesem Themenbereich. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung, Wissenschaft im Dialog und die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren zeigen gemeinsam mit vielen Partnern aus Forschung, Wissenschaft, Wirtschaft und Kultur einer breiten Öffentlichkeit, wie engagiert und kreativ zugleich Energieforscherinnen und -forscher an immer neuen Lösungen für eine nachhaltige Energieversorgung arbeiten und präsentieren dies auf www.zukunft-der-energie.de.

Das Spektrum reicht von der Entwicklung neuer Speicherformen und intelligenter Leitungssysteme bis hin zur Suche nach neuen, regenerativen Energiequellen. Dabei zeigt sich, dass Energieforschung nur in interdisziplinärer Teamarbeit erfolgreich ist. Unterschiedliche

wissenschaftliche Bereiche müssen eng zusammenarbeiten. Bei der Entwicklung neuer Akkus beispielsweise finden sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Chemie, Physik, Ingenieur- und Materialwissenschaften zusammen. Ähnlich fachübergreifend gestaltet sich die Forschung nach völlig neuen Energieformen, wie zum Beispiel die Gewinnung von Strom aus fester und flüssiger Biomasse.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler widmen sich aber auch nicht-technologischen Fragestellungen, wie die der Akzeptanz neuer Technologien. Energietechniken wie Kernenergie, Windkraft oder das Verbringen von Kohlendioxid in leere Erdgaslager werden gesellschaftlich kontrovers diskutiert. In diesen Fällen ist es Aufgabe der Forschung, den Bürgerinnen und Bürgern Argumente für die Abwägung von Chancen und Risiken aufzuzeigen.

Vier Themenfelder im Wissenschaftsjahr Energie

Vier thematische Bereiche sind im Wissenschaftsjahr 2010 – Die Zukunft der Energie vorgesehen, um die gesamte Bandbreite der Energieforschung zu veranschaulichen.

- **Lösungen für einen verbesserten Klima- und Umweltschutz:** Hier geht es um die Frage, wie die fossilen Energieträger Kohle, Erdöl und Erdgas umweltschonender und verantwortungsbewusster nutzbar werden.
- **Fragen der Energieeffizienz:** Der intelligente Einsatz unserer Energiereserven ist ein Schlüssel zur Senkung des weltweiten Energieverbrauchs. Forscherteams arbeiten zum Beispiel an energiesparenden Leuchtdioden-Lampen und an intelligenten und verlustarmen Stromnetzen. Eine effizientere Nutzung ist zugleich auch der Schlüssel, um Klima und Umwelt zu schonen.

- **Regenerative Energieformen:** Wie lassen sich Sonne, Wind, Wasser, Erdwärme und Biomasse besser nutzbar machen? Was kann die Forschung dabei von der Natur lernen? Und: Wie sieht der klimafreundliche Energiemix der Zukunft aus? Auf diese Fragen suchen Expertinnen und Experten Antworten. Möglichst noch in diesem Jahrhundert soll das riesige Reservoir erneuerbarer Energiequellen unseren gesamten Bedarf an Strom und Wärme decken.

- **Internationale Zusammenarbeit:** Die Energieversorgung aller Menschen zu sichern, muss das Ziel internationaler Zusammenarbeit sein – im Einklang mit dem Klimaabkommen gegen die drohende Erderwärmung.

Die Wissenschaftsjahre – Mit neuem Ansatz

Mit großem Erfolg machen die Wissenschaftsjahre seit zehn Jahren die Welt der Forschung allen Menschen in Deutschland zugänglich. Standen in der Vergangenheit einzelne Disziplinen oder Persönlichkeiten im Mittelpunkt, widmet sich das Wissenschaftsjahr 2010 erstmals einem fächerübergreifenden und komplexen Thema, das von entscheidender Bedeutung für die Zukunft unserer Gesellschaft ist.

Unter dem Motto „Neugier ist der stärkste Antrieb“ sollen vor allem Jugendliche für die Forschung begeistert werden. Denn Elan und Engagement der jungen Generation sind die Grundlage der Innovationen von morgen. Eine Vielzahl von Veranstaltungen, Workshops und Wettbewerben sowie faszinierende Erlebniswelten im Internet geben dem Forschungsnachwuchs Gelegenheit, Neues zu entdecken und sich inspirieren zu lassen. Die Ausstellung „Entdeckungen 2010: Energie“ auf der Insel Mainau ist einer der Höhepunkte des Wissenschaftsjahres 2010.

Labor trifft Schulbank - Die Forschungsbörse für den Nachwuchs

Dank eines neuen Services im Internet haben Schulklassen und ihre Lehrkräfte erstmals in einem Wissenschaftsjahr die Gelegenheit, Forscherinnen und Forscher direkt zu sich ins Klassenzimmer einzuladen oder den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern bei der Arbeit im Labor über die Schulter zu schauen. Mit der Forschungsbörse können Treffen online vereinbart werden. Die Aktion findet bundesweit statt.

Expertinnen und Experten aus Hochschulen oder Forschungsabteilungen stellen im Internet ihren beruflichen Werdegang oder Arbeitsalltag vor. Ein Kalender gibt Auskunft darüber, wann sie Zeit für einen Besuch haben. Teilnehmen kann, wer in der Energieforschung beschäftigt ist. Sämtliche Informationen für Interessenten, für die Klassen und ihre Lehrkräfte finden sich auch unter www.zukunft-der-energie.de.

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2010

Die Zukunft der Energie

ENTDECKUNGEN
/DISCOVERIES

ENERGIE
/ENERGY

20
10

PAVILLON- LONS

PAVILLONVERZEICHNIS

01 / STIFTUNG LINDAUER NOBELPREISTRÄGERTREFFEN AM BODENSEE

02 / BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG

03 / DEUTSCHES MUSEUM UND RACHEL CARSON CENTER

04 / SOLARCOMPLEX AG

05 / UNIVERSITÄT KONSTANZ, PHOTOVOLTAIK-ABTEILUNG

06 / KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE (KIT)

07 / ENBW ENERGIE BADEN-WÜRTTEMBERG AG

08 / BASF - THE CHEMICAL COMPANY

09 / RWE AG

10 / MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E. V.

11 / HELMHOLTZ-ZENTRUM POTSDAM – DEUTSCHES GEOFORSCHUNGSZENTRUM GFZ

12 / MAX-PLANCK-INSTITUT FÜR PLASMAPHYSIK (IPP)

13 / US MINISTERIUM FÜR ENERGIE

14 / FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E. V.

15 / STADTWERKE KONSTANZ GMBH UND HOCHSCHULE KONSTANZ

16 / DEUTSCHE TELEKOM AG

17 / DYNAMIKUM SCIENCE CENTER PIRMASENS

18 / GRÜNE SCHULE MAINAU



Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee

ENERGIE IN UNSEREM ALLTAG

Der weltweite Energieverbrauch steigt stetig, und wir sind noch weit davon entfernt, ohne Kohle, Öl und Gas – die fossilen Brennstoffe – auszukommen. Die Vorkommen sind jedoch begrenzt, und bei der Verbrennung wird klimaschädliches CO₂ frei. Lösungen für dieses zentrale globale Problem der künftigen Energieversorgung stellen Wissenschaft und Forschung vor große Herausforderungen.

In der Ausstellung „Entdeckungen“ präsentieren führende internationale Forschungseinrichtungen und Unternehmen ihre Lösungen für die Energieversorgung der Zukunft. Der Einführungspavillon der Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee gibt Ihnen einen Überblick über die Thematik – und stellt Fragen: Welche Energiequellen werden heute genutzt und wofür? Welche Schadstoffe werden dabei produziert? Und wie sieht es mit Ihrem persönlichen Engagement aus?

Hier erfahren Sie, wieso neue Ideen gebraucht werden und wie diese aussehen können. Lassen Sie sich inspirieren, wie Ihr Verhalten nachhaltiger werden kann und sehen Sie, wie die Natur die Forscher inspiriert – machen Sie sich bereit für die Entdeckungen, die Sie in der Ausstellung erwarten!



Bundesministerium für
Bildung und Forschung

ENERGIE FÜR DIE ZUKUNFT

Tiefgreifende Klimaveränderungen, begrenzte Ressourcen und ein gestiegener Energiebedarf stellen die Menschheit vor die wohl größte Herausforderung der kommenden Jahrzehnte. Wie schaffen wir es, Strom und Wärme sicher, wirtschaftlich und umweltschonend zu erzeugen? Dieser Frage widmet sich das Wissenschaftsjahr 2010: Die Zukunft der Energie.

Der Pavillon des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) informiert über die Energieforschung in Deutschland und über die Veranstaltungen und Mitmachangebote des Wissenschaftsjahres. Vorgestellt werden unter anderem die „Energieroute der Museen“ und die Kinderausstellung „Here Comes the Sun“, das Ausstellungsschiff MS Wissenschaft und der bundesweite Tag der Energie 25. September. Die Initiative Haus der Kleinen Forscher zeigt Kindern an Aktionstagen (immer am ersten Samstag eines Monats), wo überall Energie drin steckt und was man mit ihr machen kann. Als Erinnerung an den Besuch des BMBF-Pavillons gibt es für die kleinen und großen Forscher ein Foto mit prominenten deutschen Energieforschern.

Der Pavillon ist zudem Ausgangspunkt für die „Energie-Rallye“ (siehe auch S. 42) für Kinder von 8 bis 12 Jahre.



PAVILLON
03

Deutsches Museum und Rachel Carson Center

MIT VOLLDAMPF WAR GESTERN

Energie ist die Basis menschlichen Lebens und „Treibstoff der Zivilisation“. Lange Zeit nutzte der Mensch Energie vor allem in Form von Nahrung für Mensch und Tier, Biomasse, Wind und Wasser. Erst seit dem 19. Jahrhundert kamen im großen Maßstab nicht-regenerierbare Energiespeicher wie Kohle hinzu, später auch Erdöl und Erdgas. Damit stand nun wesentlich mehr Energie zur Verfügung. Dies veränderte das Gesicht der Welt: Die intensive Nutzung fossiler Energie ermöglichte den heutigen Wohlstand der westlichen Welt, ist aber auch maßgeblich für Probleme wie den menschengemachten Klimawandel verantwortlich. Seit den 1970er Jahren wurde der steigende Energieverbrauch zunehmend problematisiert. Weltweit wird heute nach alternativen Energiepfaden gesucht.

Das Deutsche Museum gehört zu den international führenden Standorten der Erforschung unserer von Wissenschaft und Technik geprägten Kultur. Zusammen mit der LMU München ist es am Rachel Carson Center beteiligt, einem Internationalen Kolleg für Geisteswissenschaftliche Forschung zum Thema „Natur als kulturelle Herausforderung“. Der gemeinsame Pavillon zeichnet die Geschichte der Energienutzung in vier Phasen nach und zeigt Chancen und Probleme auf.

Deutsches Museum  Rachel Carson Center

Foto © SZ Photo

solarcomplex AG

HEIZEN MIT DEM, WAS MAN HAT

Bioenergiedörfer sind Orte, die sich strom- und wärmeseitig weitgehend aus heimischen erneuerbaren Energien versorgen. Die Bodenseeregion ist bundesweit führend, mit den Orten Mauenheim, Lipperstreu, Schlatt, Randegg und Lautenbach.

Bei der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien werden deutlich weniger klimaschädliche Treibhausgase freigesetzt als bei der Verbrennung von Öl, Gas und Kohle.

Bioenergiedörfer leisten einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz und zur regionalen Wertschöpfung. Die Energiekosten fließen nicht mehr ab, sondern verbleiben vor Ort, Energiepflanzen und Holzhackschnitzel kommen aus der Region.

In den Strassen werden Wärmenetze verlegt, durch welche die Gebäude versorgt werden. Die bisherigen Heizungsanlagen werden stillgelegt. Zur Abdeckung der Grundlast bei Strom und Wärme dienen Biogasanlagen, welche mit Mist und Gülle sowie Energiepflanzen beschickt werden. Das methanhaltige Biogas wird in einem Blockheizkraftwerk zu Strom und Wärme umgewandelt. Die Biogasanlage liefert ganzjährig eine fast gleichbleibende Grundlast, die Holzenergie deckt im Winterhalbjahr den Spitzenbedarf ab.

solarcomplex:

Foto © www.kuhnleknodler.de

PAVILLON
04

PAVILLON
05

Universität Konstanz,
Photovoltaik-Abteilung

EINFACH DIE SONNEN- STRAHLEN EINFANGEN

Die zukünftige Energieversorgung muss durch regenerative Energiequellen erfolgen. Fossile Brennstoffe und auch Uran für Kernenergie sind nicht unerschöpflich und die Umweltschäden durch diese Art der Energiegewinnung werden immer deutlicher. Stromerzeugung aus Sonnenlicht (Photovoltaik) ist eine Alternative.

Solarzellen wandeln Sonnenlicht direkt ohne Umwege in elektrischen Strom um. Keine Generatoren oder sonstige bewegliche Teile sind dazu notwendig. Der Anteil der Lichtenergie, den eine Solarzelle in elektrische Energie umwandelt, heißt Wirkungsgrad.

Heute werden hauptsächlich Solarzellen aus kristallinem Silizium verwendet, da sie im Vergleich zu anderen Materialien einen relativ hohen Wirkungsgrad ermöglichen. Mehrere Technologien, wie z. B. die Dünnschichttechnologie, stehen dabei mit der kristallinen Silizium-Solarzelle im Wettbewerb um die kostengünstigste Stromerzeugung.

Die Kosten für die photovoltaische Stromerzeugung sind in den letzten Jahren stark gesunken und haben wesentlich zum Boom der Photovoltaik beigetragen. Zuwachsraten von ca. 50% jährlich werden dazu führen, dass Photovoltaik-Strom schon bald eine bedeutende Rolle im nachhaltigen Energiemix spielen wird.

Universität
Konstanz



Foto © Rolf Disch SolarArchitektur

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

KRAFTSTOFF AUS STROH – DAS KARLSRUHER BIOLIQ®-VERFAHREN

Kraftstoff aus Holz, Heu oder Stroh – wie geht das? Forscher am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben ein thermochemisches Verfahren entwickelt, bei dem aus biologischen Reststoffen ein synthetischer Kraftstoff entsteht. Wie das geht, erfahren die Besucherinnen und Besucher im Ausstellungspavillon zum Karlsruher bioliq-Verfahren. Am Touchscreen-Table kann der in fünf Stufen verlaufende Herstellungsprozess zu BTL-Kraftstoffen (Biomass-to-Liquid) vom Strohballen bis zur Zapfsäule nachvollzogen werden. Die Technologie des wichtigen Prozessschrittes zur Energieverdichtung der Biomasse wird an einem Anlagenmodell verständlich. Die verschiedenen Zwischenprodukte und das Endprodukt aus den fünf Herstellungsschritten sind als Probenmuster ausgestellt. Bilder und Proben von biogenen Reststoffen zeigen, aus welcher trockenen Biomasse neben Holz, Stroh und Heu die BTL-Kraftstoffe hergestellt werden können. Kinder können testen, ob Sie durch Sehen, Fühlen und Hören erkennen, um welche biologischen Reststoffe es sich handelt.

Weiterführende Links:

www.kit.edu

<http://iwrwww1.fzk.de/bioliq/>


Karlsruher Institut für Technologie

Foto © KIT

PAVILLON
06

WASSERKRAFT – ENERGIE IN BEWEGUNG

Welchen Beitrag leistet die Wasserkraft zur klimaschonenden Energieerzeugung, wie funktioniert ein Wasserkraftwerk und welche Bedeutung kommt den Pumpspeicherkraftwerken angesichts der zunehmenden Energiegewinnung aus Windkraft zu?

Antworten auf diese und weitere Fragen finden interessierte Besucher im Pavillon der EnBW Energie Baden-Württemberg AG. Mit Text- und Filmbeiträgen, Infografiken und Exponaten bietet die Ausstellung neben zahlreichen Informationen zur Wasserkraft im Allgemeinen auch einen Überblick, in welchen Regionen die EnBW bereits Wasserkraftwerke betreibt und welche Potentiale für einen weiteren Ausbau bestehen.

Beim drittgrößten deutschen Energieversorgungsunternehmen EnBW hat die Stromerzeugung aus regenerativer Wasserkraft eine lange Tradition. Mit 66 eigenen Wasserkraftwerken und zahlreichen Beteiligungen verfügt die EnBW über insgesamt rund 3300 Megawatt Leistung aus regenerativer Wasserkraft. Ein Exponat des Neubaus des Wasserkraftwerks Rheinfelden zeigt das derzeit bundesweit größte Bauprojekt in der Wasserkraft. Das neue Kraftwerk wird künftig rund 600 Mio. kWh CO₂-freien Strom jährlich erzeugen und damit den Anteil erneuerbarer Energien am EnBW-Energiemix weiter steigern.

FORSCHEN FÜR DIE ENERGIEKONZEPTE VON MORGEN

BASF - The Chemical Company forscht in vielen Bereichen, die zu einer effizienten Energiegewinnung und Energienutzung beitragen. Unsere neuen Materialien helfen, Solarzellen im Alltag vielseitiger und kostengünstiger einsetzbar oder Lithium-Ionen-Akkus leistungsfähiger und Lichtquellen energiesparender zu machen. Mit einem internationalen Team von Forschern und Entwicklern erarbeitet die BASF dabei Lösungen für eine Vielzahl von Herausforderungen der Zukunft.

Eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ist der steigende Energiebedarf der wachsenden Weltbevölkerung. Wegen der begrenzten Verfügbarkeit von fossilen Brennstoffen ist es eine der wichtigsten Aufgaben, neue Energiequellen zu erschließen und den Energieverbrauch im Alltag zu senken. Der Chemie kommt dabei eine immer größere Bedeutung zu.

In ihrem Pavillon bietet die BASF den Besuchern der Ausstellung die Möglichkeit, zu erfahren, wie sich ihr Alltag verändern wird: Sehen Sie, wie in der Zukunft Wohnungswände zu Lichtquellen oder Zeitungen zu Displays werden. Erleben Sie, wie BASF-Forscher dazu beitragen, die Batterien oder Solarzellen der nächsten Generation zu entwickeln.



RWE AG

VORWEG GEHEN MIT DER KRAFT DES WINDES

Seit Jahrhunderten hat der Mensch die Kraft des Windes genutzt. Die Windmühlen der Neuzeit sind Hightech-Anlagen und dienen der Stromerzeugung. Eine einzige Windturbine zu Lande kann umgerechnet über 1.000 Haushalte im Jahr mit Strom versorgen. Ein Windrad auf dem Meer bringt es sogar auf rund 5.000 Haushalte im Jahr. Anlagen mit dieser enormen Leistung bis zu 100 Kilometer vor der Küste – vor ein paar Jahren war das noch undenkbar. Heute plant und baut RWE Innogy solche Offshore-Parks, die zu den größten der Welt gehören. Denn auf dem offenen Meer wehen die Winde wesentlich stärker und gleichmäßiger als an Land.

Windenergie – ein rundum spannendes Thema, das im RWE-Pavillon von allen Seiten beleuchtet wird. Großformatige Bilder zeigen wie ein Windpark auf hoher See entsteht. Kurze Filme erläutern wissenswertes über Fundamente, Verkabelung und die Konstruktion von Windparks. Außerdem lädt ein Windparkmodell zum Mitmachen ein. Mit Windreglern können Windturbinen auf dem Meer, an Land und auf Hausdächern angetrieben werden. Schauen Sie im RWE-Pavillon vorbei und testen Sie selbst, wie die einzelnen Turbinen auf unterschiedliche Windstärken reagieren.

PAVILLON
09

VORWEG GEHEN

Foto © Guy Woodland



100 µm

PAVILLON
10

Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V.

ZUKUNFT GESTALTEN MIT GRUNDLAGEN-FORSCHUNG

Eine sichere und nachhaltige Energie-Versorgung ist eine der wichtigsten gesellschaftlichen Aufgaben der kommenden Jahrzehnte. Die Grundlagenforschung wird dabei eine entscheidende Rolle spielen, denn langfristig ist ein Umbau unseres Energiesystems erforderlich: Neue Energiequellen müssen erschlossen, die Möglichkeiten zur Speicherung von Energie erweitert werden. Nicht zuletzt muss der CO₂-Ausstoß drastisch sinken.

Wasserstoff (H₂) könnte im Energiemix der Zukunft ein wichtiger Energieträger werden: Brennstoffzellen machen es möglich, die im Wasserstoff gespeicherte Energie als elektrische Energie zu nutzen – als Abfallprodukt entsteht nichts als Wasser. Gerade auch beim Autofahren könnte die Kombination aus Wasserstoff und Brennstoffzelle eine Alternative zu den heute üblichen Verbrennungsmotoren bieten. Zuvor müssen jedoch die bekannten Brennstoffzellen optimiert und geeignete Speicher für Wasserstoff entwickelt werden. Daran arbeiten Materialwissenschaftler in der Max-Planck-Gesellschaft. Lernen Sie neue, vielversprechende Materialien kennen und finden Sie heraus, welche Eigenschaften diese erfüllen müssen, um die Wasserstoff-Energiewirtschaft voranzubringen.



MAX-PLANCK-GESellschaft

Foto © Max-Planck-Institut für Metallforschung/Michael Hirscher

Helmholtz-Zentrum Potsdam –
Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ

STROM AUS DER STECKDOSE? STROM AUS DER ERDE!

Elektrizität ist unverzichtbar für unseren Lebensalltag. Nur etwa 18 % unseres Stroms allerdings wird nachhaltig erzeugt, der Rest stammt aus fossilen Energien.

Eine nach menschlichen Maßstäben unerschöpfliche Energiequelle ist unser Planet selbst. Eine dünne Kruste von nur etwa 30 Kilometern Dicke trennt uns vom Feuerball Erde, der im Kern Temperaturen zwischen 5000 und 6000 °C aufweist.

Die Nutzung der Geothermie zu Heizzwecken ist mittlerweile in einigen Teilen der Welt Routine. Diese Wärme aber zu Stromerzeugung zu nutzen, gerade in Bereichen mit niedrigeren Erdtemperaturen, ist technisches und wissenschaftliches Neuland. Das Deutsche GeoForschungsZentrum GFZ erprobt dieses in seiner Geothermielabor Groß Schönebeck nordöstlich von Berlin.

Dort werden in 4,3 km Tiefe Temperaturen um 150 °C angetroffen. Es ist möglich, auch bei diesen vergleichsweise niedrigen Temperaturen aus Erdwärme Strom zu erzeugen. Weil Geothermie ganzjährig rund um die Uhr zur Verfügung steht und nicht von Wind und Wetter abhängt, ist sie damit tauglich für die elektrische Grundlast und kann Kohle-, Gas- oder Atomstrom ersetzen.

GFZ
Helmholtz-Zentrum
POTSDAM

Foto © GFZ

Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)

FUSIONSFORSCHUNG – DAS SONNENFEUER AUF DIE ERDE HOLEN

Das Feuer der Sonne auf die Erde holen, das ist das Ziel der Fusionsforscher. Unerschöpflich wäre der Brennstoff für ein Kraftwerk, das – ähnlich wie Sonne und Sterne – Energie aus der Verschmelzung leichter Atomkerne gewinnt. Weltweit arbeitet man daran, diese neue, umweltfreundliche Energiequelle zu erschließen. Es muss gelingen, den Brennstoff – ein Wasserstoff-Plasma – auf Zündtemperaturen über hundert Millionen Grad zu halten: Dazu schließt ein magnetischer Käfig den heißen Brennstoff berührungsfrei ein.

Wie nah ist die Wissenschaft ihrem ehrgeizigen Ziel gekommen? Lernen Sie die großen Anlagen kennen, die in Garching und Greifswald betrieben werden. Erfahren Sie mehr über das europäische Programm und den entscheidenden nächsten Schritt, den die weltweite Fusionsforschung gemeinsam geht – den internationalen Testreaktor ITER.

Experimentieren Sie schließlich selbst mit dem Objekt der Fusionsforscher, dem Plasma. In Leuchtstoffröhren, Funken, Blitzen und den Sternen findet man es – ein heißes ionisiertes Gas, in dem sich Elektronen von ihren Atomkernen gelöst haben. Versuchen Sie, die geladenen Teilchen durch magnetische Felder zu lenken! Schaffen Sie es, den Plasmafaden aufzudrehen?

IPP Max-Planck-Institut
für Plasmaphysik

Foto © SOHO (ESA & NASA)

PAVILLON
11

PAVILLON
12

US Ministerium für Energie

ENDLICH ENERGISCH REGIEREN

Die Wissenschaftsinstitutionen der Vereinigten Staaten, wie z. B. Department of Energy (DOE), National Institutes of Health (NIH) und National Science Foundation (NSF) sind damit beauftragt, die Lebensqualität mittels wissenschaftlicher und technischer Innovationen zu verbessern, die Umweltverschmutzung einzudämmen und die Umwelt zu schützen. In diesem Pavillon wird gezeigt, wie wir die Entwicklung von genügenden und nachhaltigen Energiequellen durch Forschung und Entwicklung vorantreiben. Erleben Sie die aufregenden Exponate und entdecken Sie das weite Feld der Energieforschung. Die übergeordnete Aufgabe des Department of Energy besteht darin, die nationale und wirtschaftliche Sicherung der Energieversorgung für die USA zu gewährleisten sowie wissenschaftliche und technologische Neuerungen zu fördern.



Foto © Envision Solar International, Inc.

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der
angewandten Forschung e. V.

MIT NEUER ENERGIE

Wind, Sonne, Wasser, Biomasse – immer mehr Energie wird aus erneuerbaren Quellen gewonnen. Schon heute stammen in Deutschland mehr als 16 Prozent des Stroms aus regenerativen Energien. Zwei Gründe treiben die Nachfrage nach erneuerbaren Energien an: Die Erdöl- und Erdgasvorräte neigen sich langsam dem Ende zu, das treibt die Preise in die Höhe. Zudem zeigen Untersuchungen der UNO, dass der Ausstoß des Treibhausgases CO₂ drastisch gesenkt werden muss, um eine Erwärmung der Erde um mehr als zwei Grad Celsius zu vermeiden. In Zukunft sollen Solaranlagen, Windparks und Blockheizkraftwerke die Rolle von Öl-, Kohle- oder Atomkraftwerken übernehmen. Damit die Energieversorgung rund um die Uhr gewährleistet bleibt, müssen sich nicht nur die Erzeuger von alternativen Energien geschickt vernetzen, sondern auch neue Energiespeicher entwickelt werden – wie zum Beispiel Redox-Flow-Batterien. Diese Akkus lassen sich auch in Elektrofahrzeugen einsetzen. So werden die Stromer zu mobilen Energiespeichern. Wichtig ist es auch, Energie effizienter zu nutzen. Massive Einsparmöglichkeiten gibt es vor allem bei Gebäuden. Etwa ein Drittel des Energiebedarfs in Deutschland wird für das Heizen und Kühlen von Wohnhäusern und Bürogebäuden benötigt. Eine Möglichkeit, den Energiebedarf zu senken, ist die passive Kühlung von Gebäuden mit Phasenwechselmaterialien. Fraunhofer verfügt über vielfältige Kompetenzen, um die technologischen Voraussetzungen für die Energieversorgung der Zukunft zu schaffen.



Foto © Fraunhofer



PAVILLON
15

Stadtwerke Konstanz GmbH und Hochschule Konstanz

WISSEN, WO WAS LÄUFT

Im Pavillon der Stadtwerke Konstanz GmbH wird ein Smart Metering-System präsentiert. Dieses entstand im Rahmen eines Forschung + Entwicklung Kooperationsprojektes zwischen der Stadtwerke Konstanz GmbH und der Fakultät Informatik der HTWG Konstanz.

Smart Meter („intelligente“ Zähler) sind elektronische Stromzähler, mit denen es möglich ist, Zählerstände einzelner Haushalte vom Energieversorger über die Ferne auszulesen. Die Daten werden zentral in einem Betriebsführungs- und Wartungssystem gespeichert. Kunden können dann über ein web-basiertes Kundenportal aktuelle Zählerstände und Verbrauchsdaten – bis auf die Minute genau – abrufen. Kunden werden zum Sparen animiert, die Unternehmen sparen Verwaltungsaufwand und können das Netz besser planen.

Neben dem Einsatz der intelligenten Zähler zur Messung des Stromverbrauchs kann zudem der Wasser-, Gas- und Wärmeverbrauch eines Haushalts damit erfasst werden. Das Smart Metering-System bildet somit die Basis zur Realisierung eines intelligenten Hauses (Smart Home). Werden die Energieverbraucher- und Erzeuger einzelner Haushalte mit dem Leitsystem des Energieversorgungsunternehmens verbunden, stellt dies den ersten Schritt zur Realisierung eines intelligenten Energienetzes dar, dem „Smart Grid“.



Foto © Stadtwerke Konstanz

Deutsche Telekom AG

WILLKOMMEN IM „HAUS DER VERÄNDERUNGEN“

Große Veränderungen fangen klein an – und viele kleine Schritte tragen dazu bei, unserer Verantwortung für die Umwelt gerecht zu werden. Mit der Entwicklung innovativer Produkte und intelligenter Dienste unterstützt die Deutsche Telekom alle, die sich für eine bessere Zukunft engagieren. Dabei spielen die Ideen des Forschungsinstituts der Telekom, der Telekom Laboratories, eine große Rolle. Hier entstehen Lösungen, die Lebensqualität mit Energieeffizienz verbinden.

Im „Haus der Veränderungen“, dem Pavillon der Telekom, wird eine Auswahl von Forschungsprojekten zum Anfassen präsentiert: Von der digitalen Zeitung über die Heizungssteuerung per Handy und den Download von Musik aus dem Internet bis hin zum Grünen Büro. Konzepte, mit denen die Kommunikation in Zukunft nicht nur einfacher und bequemer wird, sondern gleichzeitig auch noch hilft, Energie zu sparen. Per Abstimmungssystem können die Besucher mitentscheiden, ob sie diese neuen Konzepte nutzen werden und so einen Beitrag zum Klimawandel leisten. Praktische Energiespartipps für den Alltag ergänzen die Konzepte im „Haus der Veränderungen“. Denn viele kleine Schritte können eine Menge bewegen.

www.laboratories.telekom.com/entdeckungen2010



Grafik © Triad



PAVILLON
16

Wer sich seine Telefonrechnung als E-Mail schicken lässt und digital speichert, spart damit den Blatt Papier pro Monat. Bei allen 68,8 Mio. Kunden der Deutschen Telekom wären das insgesamt 206,4 Mio. Blatt Papier. Das rettet 152 ausgewachsene Urwaldbäume.

People who register to have their telephone bill sent by e-mail instead of regular mail and store it digitally save three sheets of paper a month. For all of Deutsche Telekom's 68.8 million customers, this would be 206.4 million sheets of paper, which would save 152 mature rainforest trees.

Ein Wasserkocher spart 40% Energie im Vergleich zu Wasser, das auf einer elektrischen Herdplatte erhitzt wurde. Wolltes use 40 percent less energy than is needed to heat water on an electric hob.

Der Toaster verbraucht beim Erhitzen von Brotchen nur ein Drittel der Energie im Vergleich zum Backofen. Warming bread rolls in a toaster uses a third of the energy needed to cook them in the oven.





Dynamikum Science Center Pirmasens

ENTDECKEN - ERFORSCHEN - MITMACHEN - VERSTEHEN

Naturwissenschaft erscheint oft kompliziert, trocken und langweilig. Dass dieser Schein trügen kann, beweist das Dynamikum in Pirmasens. Es ist das erste und bislang einzige Science Center in Rheinland-Pfalz. Das Mitmachmuseum lädt Besucher jeglichen Alters dazu ein, die verschiedensten Phänomene aus Natur und Technik selbst zu erforschen.

Leitgedanke des Dynamikum ist die Physik und Biologie der Bewegung, die in den acht Themenbereichen „Antritt“, „bewegte Masse“, „Dreh“, „Bewegungsmaschinen“, „schnelle Natur“, „Menschenkräfte“, „Denken in Bewegung“ und „Tanz der Welt“ im Mittelpunkt steht. Als ein außerschulischer Lernort der ganz besonderen Art führt das Dynamikum alle Generationen zusammen und zeigt, wie viel Spaß und Freude in Wissenschaft stecken kann.

An einer spannenden Auswahl an Exponaten können die Besucher im Pavillon des Dynamikum schon jetzt zum Forscher werden: mit einem Luftkissenfahrrad gleiten, Kreiselkräfte spüren, eine dreidimensionale Knobelei im XXL-Format lösen oder Energieübertragung am Pendelmodell erleben.

DYNAMIKUM
Science Center
Pirmasens

Foto © Axl Klein | dogtreatpix.com

Grüne Schule Mainau

DER ENERGIE AUF DER SPUR

Energie ist ein Thema, über das jede Generation gut informiert sein sollte. Denn nur wer versteht, woher unsere Energie kommt und wie wir sparsam damit umgehen, kann einen aktiven Beitrag zur Lösung der anstehenden Energieprobleme leisten. Gerade bei Kindern und Jugendlichen muss ein Verständnis für die gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen geschaffen werden - damit sie einmal nachhaltige Lösungen dafür finden. Früh übt sich, wer ein Forscher werden will!

Im Pavillon der Grünen Schule Mainau, dem außerschulischen Lernort auf der Insel Mainau, begeben sich die Kinder und Jugendlichen auf die Spuren der Energie und des Nachhaltigkeitsbegriffs: Was heißt es nachhaltig zu handeln und wieso macht das Sinn? Was ist ein fossiler Energieträger, was sind regenerative Energien und welche Auswirkungen haben die Nutzung dieser auf die Umwelt? Wie gewinnen Organismen Energie und wie viel Energie benötigt eine Person durchschnittlich am Tag? All diese und weitere Themen werden auf „be-greifbare“ Weise erläutert.

In Ergänzung zur Ausstellung im Pavillon bietet die Grüne Schule Mainau auf Anmeldung ca. 2-stündige Energieprojekte zu den Themen „Formen der Energie“, „Energieverbrauch“, „Energieproduktion“ und „Nachhaltigkeit“ an. Mehr Informationen auf Seite 51.

Grüne Schule Mainau



LENNART-BERNADOTTE-STIFTUNG



AIR_BORN(E): BAUEN AUF LUFT

18 Pavillons, mittels Drucksensoren aus leicht komprimierter Luft erbaut, beheimaten für die Sommermonate 2010 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.



ENERGIE-RALLYE

Energie-Rallye für Entdecker!

Willkommen zu einem Ausstellungsbesuch der besonderen Art: Die Energie-Rallye führt dich durch unsere Ausstellung „Entdeckungen 2010: Energie“. Damit kannst du die Pavillons selbst erkunden.

13 spannende Fragen müssen auf dem Weg durch die Pavillons beantwortet werden. Nebenbei erfährst du interessante Sachen rund um das Thema Energie.

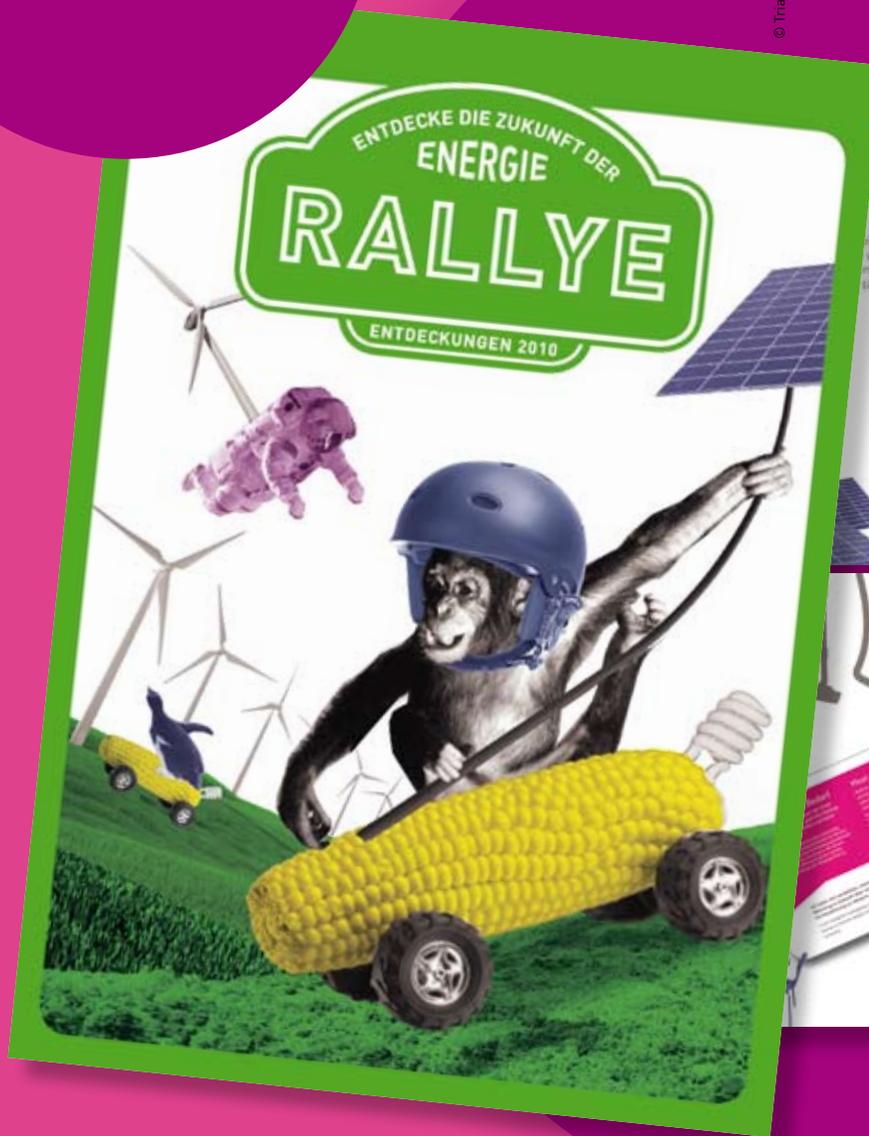
Im Pavillon 2, dem Pavillon des Bundesministeriums für Bildung und Forschung solltest du dir zuerst das kostenlose Rallye-Startpaket abholen, dazu gehören **Stift, Schreibblock und ein cooles Halsband**. Die Rallye richtet sich an Entdecker im Alter von 8 bis 12 Jahren – und alle anderen, die Spaß am Entdecken und Erforschen haben! Den Zeitpunkt suchst du selbst aus, denn die Rallye kann jederzeit begonnen werden. Sie dauert zwischen 30 und 45 Minuten.

Einfach im Pavillon 2 das Startpaket abholen und die Zukunft der Energie entdecken!

Und wer nach der Rallye noch mehr über erneuerbare Energien wissen möchte, der kann zuhause selbst experimentieren. Denn das Rallye-Startpaket enthält **einfache Experimente für zuhause**.

Jeder Teilnehmer hat die Möglichkeit, mit seinen Lösungen bei einer Verlosung mitzumachen. Es gibt **tolle Preise** zu gewinnen! Der Postkasten im Pavillon der Grünen Schule (Nr. 18) wartet schon!

Die Rallye wird mit freundlicher Unterstützung von Microsoft realisiert.



© Triad Berlin, Illustration: Silke Meyer



EXTRA-SEITEN FÜR KINDER

STATION 2 Pavillon 2

Wie hoch sind die Temperaturen im Erdkern?

- Z Zwischen 20 und 300 °C
- E Zwischen 500 und 1000 °C
- D Zwischen 5000 und 6000 °C

Suche die Antwort in Pavillon 1 und lege dem Natur-Buchstaben die richtige Lösung beifügen!

ZIEL

Fertig? Dann trage die Buchstaben des Lösungsworts auf der Postkarte ein und werfe sie in den Briefkasten beim Pavillon 2.

Zu gewinnen gibt es tolle Buchpreise, ein Geoline-Abo, Experimentiersets und vieles mehr. Weitere Infos dazu: www.mainau-entdeckungen.de

Einsendeschluss ist der 30. August 2010!

Viel Glück!

Was ist kWh?

Kilowattstunde (kWh) ist die am häufigsten verwendete Einheit für Energie oder Arbeit.

- 1 Kilowatt = 1000 Watt
- Mit der Energiemenge 1 kWh kann man zum Beispiel:
 - 7 Stunden fernsehen
 - 5 Stunden am Computer arbeiten
 - 25 Minuten staubsaugen

In Deutschland verbraucht jeder Mensch im Jahr 2000 durchschnittlich über 2000 kWh Energie pro Tag. Mit dieser Energie könnte man 1 Mio. Tafeln Schokolade 1 Meter hochheben!

Wenn du mehr zur Energieforschung wissen willst, dann gehe in Pavillon 2 oder auf www.mainau-entdeckungen.de

Eine Kuh produziert täglich ca. 10 – 20 kg Mist.

Aus dieser Biomasse kann im Laufe eines Jahres so viel Energie gewonnen werden wie aus

- S 10 l Heizöl
- R 300 l Heizöl
- D 1000 l Heizöl

Die Antwort findest du im Altklassenzettel der Grünen Schule – achte auf den roten Buchstaben!

Übrigens: Du kannst dir selber eine Mini-Biogastanlage bauen, mit Küchenabfällen. Wer das will, findet da im zweiten Teil dieses Blocks. Weitere Infos: www.mainau-entdeckungen.de



WAS IST ENERGIE? EXTRA-SEITEN FÜR KINDER

Kostet ganz schön viel Energie: Boxtraining.



Geheimnisvolle Macht: Energie ist unsichtbar – und unverzichtbar

Was ist schön warm auf der Haut und macht gute Laune? Die Strahlen der Sonne! Nach dem langen, dunklen Winter bekommen wir sie nun wieder häufiger zu sehen. Die Sonne bringt etwas zur Erde, das wir hier massenhaft und immer brauchen: Energie.

Ohne Energie würde keine Blume wachsen, kein Auto fahren, kein Mensch laufen. Du brauchst Energie, wenn du radfährst, schwimmst, denkst. Aber auch, wenn du tief und fest schläfst. Ohne Energie könnte kein Mensch leben, auch kein Tier. Und keine Maschine würde funktionieren. Energie ist immer irgendwo und irgendwie da.

GEHEIMNIS- VOLLE MACHT

Aber was ist das genau, Energie? Das ist sogar für Fachleute nicht leicht zu beantworten. Man kann Energie selbst nicht sehen oder anfassen. Wir bemerken sie erst, wenn sie etwas bewirkt: Wenn Energie des Stroms aus der Steckdose eine Lampe leuchten lässt, dann sehen wir das. Wenn ein Glas von einem Tisch kracht, steckt Energie dahinter. Du kannst Energie auch spüren: Wenn der Wind dir das Haar zerzaust, die Sonne auf der Haut brennt, der Fußball dich am Kopf trifft. Auch das Dröhnen eines Motorrads oder das Glimmern einer Silvesterrakete sind deutliche Zeichen: Da ist überall Energie im Spiel!

Sie ist etwas Besonderes, denn sie kann nicht verschwinden. Und sie kann nicht geschaffen werden. Energie wird nur umgewandelt – von einer Form in eine andere. Wenn jemand also sagt: „Ich bin müde und hab meine ganze Energie verbraucht“, dann stimmt das nicht ganz. Die Energie ist nicht verbraucht – nur woanders. Beim Spielen habt ihr mit der Energie vielleicht Bälle geschossen. Die Energie ist dabei aus eurem Körper in den Ball gegangen, genauer: in seine Bewegung. Nach dem Kicken meldet sich der Hunger, auf einen großen Teller Nudeln zum Beispiel. Die geben wieder Schwung! Denn in den Nudeln steckt – na, was? Genau: Energie! Im Körper werden daraus wieder Muskelkraft und Wärme.

Die Texte auf diesen Doppelseiten wurden uns freundlicherweise vom Wissenschaftsjahr 2010: Energie zur Verfügung gestellt. Mehr Informationen findet ihr unter www.zukunft-der-energie.de.

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung
Wissenschaftsjahr 2010
Die Zukunft der
Energie



Auch die Energie, die uns Windräder oder Kohlekraftwerke zur Verfügung stellen, ist dort nicht entstanden. Selbst wenn man das manchmal so sagt. Sie wandeln die Energie aus dem Wind und der Kohle nur um. Und zwar so, dass daraus Strom wird. Mit dem betreiben wir unsere Geräte und Maschinen: Stecker in die Steckdose, anschalten – und der Wasserkocher köchelt, der Computer rechnet und der Fernseher zeigt Bilder.

Auch wenn man es nicht merkt, hinter allem steckt die geheimnisvolle Macht der Energie. Um sie dreht sich 2010 eine Menge: Es ist das Jahr der Energie. Massenhaft Ausstellungen, Treffen und Projekte gibt es dazu. Also, geben wir Gas und schauen uns diese spannende Sache mal genauer an!



DREI ??? ZU ENERGIE

Was ist das?

Die Fähigkeit, etwas zu tun.

Wozu ist sie gut?

Für so gut wie alles. Ohne Energie wächst nichts. Nichts lebt, nichts dreht sich, fährt oder rutscht und so weiter, und so weiter...

Was hat Energie?

Alles. Aber nur aus wenigen Dingen können wir Energie gewinnen. Zum Beispiel aus Kohle, Erdöl, Erdgas oder Sonnenlicht, Wind und fließendem Wasser.



Beim Radeln wird's heiß.
> Wärmeenergie

**BLITZMERKER:
ENERGIEFORMEN**



Die Radlampe leuchtet.
> elektrische Energie

Die Beine treten kräftig.
> Bewegungsenergie

Das Rad flitzt über den Weg.
> Bewegungsenergie

Gerade noch so – nun ganz anders: Energie ist ein Verwandlungsgenie. Sie hat viele Gesichter, sogenannte Energieformen, zum Beispiel:

Wärme-Energie:

Mühsam kletterst du Stufe für Stufe den Sprungturm hinauf. Du fängst an zu schwitzen. Ganz klar, dein Körper wandelt seine Reserven gerade in Wärme-Energie um. Und in eine andere Form auch noch:

Lage-Energie:

Auf dem Sprungbrett eines Drei-Meter-Turmes hat man einen guten Überblick. Und eine besondere Energie: Lageenergie. Beim Runterspringen wird man immer schneller. Die Lageenergie wandelt sich in:

Bewegungs-Energie:

Der Turmspringer beim Salto, ein Rennwagen auf der Strecke oder ein Radfahrer beim Strampeln – bei allen

zeigt sich Bewegungsenergie. Die Sportler haben vorher was gegessen und der Rennwagen Sprit getankt. In beidem ist:

Chemische Energie:

Sie steckt in vielen Dingen – zum Beispiel auch in deinem Frühstück. Wer isst, nimmt Energie auf. Die Bestandteile der Nahrung braucht zum Beispiel das Gehirn beim Denken, deine Muskeln brauchen sie etwa beim Radfahren. Ist dabei der Dynamo an, wandelt er Bewegungsenergie um in:

Elektrische Energie:

Am Fahrrad lässt sie das Licht scheinen, zu Hause den Fön pusten und die Herdplatten glühen. Auch dein ferngesteuertes Auto würde ohne Elektrizität keinen Mucks machen – geschweige denn dein Computer oder die Spielekonsole.

**WUSSTEST DU,
DASS...?**



**WAS IST ENERGIE?
EXTRA-SEITEN
FÜR KINDER**

... Menschen immer wieder Maschinen bauen wollten, die keine Energie brauchen? Solche, die einmal angestoßen werden und dann immer laufen. Perpetuum mobile (gesprochen: Per-pe-tu-um mo-bi-lee) wird solch eine Maschine genannt. Das stammt aus dem Lateinischen und heißt so viel wie „immer in Bewegung“. Manche Konstruktionen sahen einem Wasserrad ähnlich, bei anderen kreiste eine Kugel auf einer Bahn. Doch so ausgeklügelt die Geräte auch waren: Keines war ein echtes Perpetuum mobile. Irgendwie ging immer ein bisschen Energie verloren. Wenn so ein Gerät den Anschein erweckte, ewig zu laufen, so bekam es doch immer mal neue Energie – zum Beispiel Wärme oder Licht. Das ist auch kein Wunder. Denn es ist unmöglich, ein Perpetuum mobile zu bauen. Schade eigentlich!

**Kalorienbomben und Co. –
Wie man Energie misst**

Sahnetörtchen werden oft „Kalorienbomben“ genannt. Denn sie enthalten eine Menge Energie. Und die Energie von Lebensmitteln geben Fachleute in Kalorien (kurz: cal) an oder in Joule (gesprochen: Dschuhl, kurz: J). Elektrische Energie wird oft in Kilowattstunden angegeben (kurz: kWh). Eine Kilowattstunde entspricht 3,6 Millionen Joule. Mit einer Kilowattstunde Strom kannst du mehr als 200 Frühstückseier kochen.

WIE MAN ENERGIE MISST



FÖRDERER UND PARTNER

BEIRAT

Die Realisierung der Ausstellung ist nicht zuletzt der Unterstützung unserer Partner zu verdanken. Stiftung und Kuratorium danken insbesondere dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das die Ausstellung im Rahmen des Wissenschaftsjahres 2010 – Die Zukunft der Energie ermöglicht.

Förderer der Ausstellung „Entdeckungen 2010: Energie“

Hauptförderer:
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Förderer:
Mainau GmbH
Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee

Schirmherrschaft

Prof. Dr. Annette Schavan, Bundesministerin für Bildung und Forschung

Organisation

Veranstalter
Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee

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

Der Dank der Stiftung gilt in besonderer Weise dem wissenschaftlichen Beirat mit seinem Vorsitzenden **Professor Bernhard Graf, Direktor des Instituts für Museumsforschung** in Berlin, der unser gemeinsames Projekt mit Professionalität und Engagement vorangetrieben und ermöglicht hat.

Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats

Prof. Dr. Bernhard Graf (Sprecher des Beirats)
Leiter des Instituts für Museumsforschung
Stiftung Preußischer Kulturbesitz

Dr. Wolfgang Breh
Leiter der Geschäftsstelle, KIT-Zentrum Energie

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka
Direktor des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit

Dr. Regina Palkovits
Max-Planck-Institut für Kohlenforschung

Prof. Dr. Helmut Trischler
Museumsleiter Bereich Forschung,
Deutsches Museum



UNSER DANK GILT ZUDEM ALLEN AUSSTELLERN:

BASF SE / Bundesministerium für Bildung und Forschung / Department of Energy, USA / Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ / Deutsches Museum München / Deutsche Telekom AG, Laboratories / Dynamikum Science Center Pirmasens / EnBW Energie Baden-Württemberg AG / Fraunhofer-Gesellschaft / Grüne Schule Mainau / Internationale Bodenseekonferenz IBK / Karlsruher Institut für Technologie KIT / Max-Planck-Gesellschaft / Max-Planck-Institut für Plasmaphysik / RWE AG / solarcomplex AG / Stadtwerke Konstanz in Zusammenarbeit mit der HTWG Konstanz / Stiftung und Kuratorium der Lindauer Nobelpreisträgertagungen in Zusammenarbeit mit TRIAD Berlin Projektgesellschaft mbH / Universität Konstanz /

DANK

Kuratorium und Stiftung der Nobelpreisträgertagungen danken insbesondere **Dr. Andreas Gundelwein** (Koordination), **Elisa Mussack** (Koordination) und **Christian Rapp** (Kommunikation) für das enorme Engagement.

Dank gebührt ebenfalls der Mainau GmbH und ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, unserem Grafiker Andreas Mayer (Stuttgart), den Architekten Dirk Hebel und Tobias Klauser (Zürich) sowie Ossian Vogel (Evolutions GmbH/Stockach).

Die Ausstellungsreihe wäre ohne das Engagement der Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee kaum möglich gewesen. Für seine Unterstützung bei der Planung des Projektes danken wir Prof. Dr. Jürgen Uhlenbusch, dem langjährigen Vize-Präsidenten des Kuratoriums für die Tagungen der Nobelpreisträger in Lindau.



ENERGIE FÜR
DIE FORSCHUNG

PROF. DR.
ROBERT PITZ-PAAL

„Ich tanke Energie mit meiner Familie – meinen vier Kindern und meiner Frau, die mir den Rücken frei hält. Zugleich sind meine Kinder für mich ein wichtiger Antrieb für meine Forschung. Ich möchte ihre Zukunft nachhaltig sichern.“

Prof. Dr. Robert Pitz-Paal ist ein naturverbundener Mensch, der bevorzugt mit dem Fahrrad zur zehn Kilometer entfernten Arbeit fährt. Dabei nutzt er selbstverständlich neueste Technik und hört während der Radtour Podcasts. Als stellvertretender Institutsdirektor und Abteilungsleiter **Solarforschung** am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt fördert er durch Innovationen aktiven Umweltschutz. Eine von Pitz-Paals Visionen ist die **Desertec-Initiative**. Danach könnte Europa bis zum Jahr 2050 rund 15 Prozent seines Strombedarfs aus der Wüste beziehen.



PROF. DR.
CAROLA GRIEHL

„Die Neugier, die in jedem Wissenschaftler einfach da sein muss, um unbekannte Welten zu betreten, richtet sich bei mir auf die Algen. Sie waren nun mal die ersten Organismen, die den Sauerstoff auf die Erde gebracht und unser Leben ermöglicht haben.“

Prof. Dr. Carola Griehl freut sich sogar im Urlaub auf der Nordseeinsel Amrum neben der Sonne und dem Meer ganz besonders über ihre geliebten **Algen**. Zwar sind Algen für die alleinige Energieerzeugung in Deutschland kein Thema. Kosteneffiziente Technologien könnten aber die Gewinnung hochwertiger Produkte für die Pharma- und Kosmetikindustrie mit der Energiegewinnung in Form von Biodiesel oder Biogas aus der hochwertigen Biomasse koppeln. Genau dies will Griehl als Leiterin des Innovationslabors Algenbiotechnologie der Hochschule Anhalt erreichen.

RUND UM DIE AUSSTELLUNG

Ausstellung „Entdeckungen 2010: Energie“ Angebote für Schulen

Öffnungszeiten:

Die Ausstellung ist täglich von 10.00 Uhr bis 18.00 Uhr geöffnet. Park und Gärten der Insel Mainau sind von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang geöffnet. Änderungen vorbehalten.

Eintrittspreise:

Einzelpersonen und Familien zahlen den regulären Eintritt für die Insel Mainau: Erwachsene: 15,90 Euro/ Schüler und Studierende: 8,50 Euro/ Kinder: (bis einschließlich 12 Jahre): Freier Eintritt/ Reisegruppen (ab 10 Personen) pro Person: 12,90 Euro

Schulklassen erhalten kostenfreien Eintritt zur Ausstellung. Hierzu ist eine vorherige Anmeldung unter Tel. + 49 (0) 7531-303-0 erforderlich.

Die „Grüne Schule Mainau“ als außerschulische Umweltbildungseinrichtung bietet im Rahmen der Ausstellung vier verschiedene Projekte zum Themenkomplex Energie an: Energieverbrauch, Formen der Energie, Nachhaltigkeit, Energieproduktion.

Für Schulklassen ist das Angebot kostenfrei, Dauer ca. 2 Stunden. Mehr Informationen unter www.mainau-entdeckungen.de/grueneschule2010 (Absprachen und Anmeldung bitte unter Tel. +49 (0) 7531-303-253)

Unterrichtseinheiten rund um das Thema Energie sind kostenlos über www.mainau-entdeckungen.de/unterricht2010 zugänglich. Die vier Themen der vorbereiteten Unterrichtseinheiten finden sich in eigenen Pavillons auf der Ausstellung auf der Insel Mainau wider: Windkraft, Biosprit, Geothermie, Solarenergie.

Kurzführungen durch die Ausstellung werden für Schulklassen und Gruppen jeweils zur vollen Stunde angeboten. Dafür ist eine Voranmeldung unter Tel. +49 (0) 7531 /303-253 erforderlich.

Auch die Energie-Rallye ist für Schulklassen geeignet (mehr Informationen auf S. 42).

IMPRESSUM

Stiftung Lindauer Nobelpreisträgertreffen am Bodensee

Vorsitzender des Vorstands:

Prof. Dr. h.c. Wolfgang Schürer

Geschäftsführer: Nikolaus Turner

Lennart-Bernadotte-Haus

Alfred-Nobel-Platz 1

88131 Lindau

Tel. + 49 (0) 8382 277 31-0

Fax + 49 (0) 8382 277 31-13

info@lindau-nobel.de

Koordination Ausstellung:

Dr. Andreas Gundelwein/ Elisa Mussack

Redaktion: Christian Rapp, Elisa Mussack

Gestaltung/Layout: Andreas Mayer, Stuttgart

Druck: werk zwei Print+Medien Konstanz GmbH

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

Informationen zur Ausstellungsreihe unter

www.mainau-entdeckungen.de

Bildnachweise:

Seite 2: Peter Badge
Seite 4: Bundesministerium für Bildung und Forschung
Seite 7: A.P./ photocase.com [Kind]
Seite 7: misterQM/ photocase.com [Energie]
Seite 8: eva serrabassa/ istockphoto.com
Seite 10/11: Wissenschaftsjahr Energie
Seite 12: eva serrabassa/ istockphoto.com
Seite 13: Deutsches Museum München
Seite 14: Deutsches Museum München [Stahlwerk]
Seite 15: U.S. Air Force/ Airman 1st Class Nadine Y. Barclay
Seite 16: earthlinge/ photocase.com
Seite 17: eva serrabassa/ istockphoto.com
Seite 20: Flemming/ Entdeckungen 2009
Seite 41: Flemming/ Entdeckungen 2009, DRKH Architecture
Seite 43: Event Promotion
Seite 44: Corinna Probst
Seite 45: Felix Alim [Auto], Hafizov Ivan [Computer], pampspix [Händel]/ istockphoto.com
Seite 47: esemelwe [Windrose]/ istockphoto.com
Seite 49: muffinmaker/ photocase.com
Seite 49: Flemming/ Entdeckungen 2009
Seite 50: Wissenschaftsjahr Energie
Titel: Flemming/ Entdeckungen 2009

KONSTANZER LANGE NACHT

17. Juli 2010
ab 18 Uhr



DER WISSENSCHAFT

Freier Eintritt
zu allen Veranstaltungen

ENERGIE

Vorträge, Versuche, Führungen u. v. m.
Kinder- und Familienprogramm
Kostenloser Shuttle-Bus
Abschlussfest auf der Mainau

Schirmherrin:
Frau Bundesministerin
Annette Schavan



www.konstanzer-wissenschaftsnacht.de

Ein Projekt des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung
WISSENSCHAFTSNACHT 2010
**Die Zukunft der
Energie**

Initiatoren:



Veranstalter:



Förderer:



SÜDKURIER



AKTIONSSAMSTAGE FÜR FAMILIEN MIT KINDERN

An drei Samstagen lädt die Ausstellung kleine Forscher und ihre Familien zu besonderen Aktionen ein! Partner wie die Initiative Haus der kleinen Forscher oder Jugend Forscht und die Aussteller präsentieren dann spannende Experimente und Bastelstationen für die Jüngsten.

Das detaillierte Programm finden Sie auf www.mainau-entdeckungen.de/aktion2010
Die Termine: 5. Juni / 3. Juli / 7. August



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

ORGANISATION



SCHUTZ-
GEBÜHR 1 €