



Einmal Auslesen, bitte

Der Nobelpreis für Physik ehrt Forschung über den Riesenmagnetowiderstand

Der deutsche Physiker Peter Grünberg und sein französischer Kollege Albert Fert entdeckten einen magnetischen Effekt, durch den sich die Speicherkapazität von Festplatten erheblich steigern ließ. Nun erhalten sie für ihre Leistungen den diesjährigen Physik-Nobelpreis. »

kurz&knapp

Literatur-Nobelpreis für Doris Lessing
Wirtschafts-Nobelpreis geht in die USA

DenkMal

Was macht Dynamit stoßenempfindlich?

- a) Sägemehl
- b) Watte
- c) Algen

Antwort

Alternative Nobelpreise

Lösungsansätze für globale Herausforderungen ausgezeichnet



Die mit insgesamt zwei Millionen Schwedischen Kronen - etwa 220 000 Euro - dotierten Right Livelihood Awards... »

Ig-Nobelpreise 2007

Vanille, Viagra und Wanzen im Bett

Forschung zum Lachen und Denken



Bevor am Montag der Reigen der "richtigen" Nobelpreise beginnt, laden uns die Ig-Nobelpreise traditionsgemäß ein, Ausgezeichnetes einmal unter anderer Perspektive zu sehen. Und Forscher in ihrer Arbeit zwar ernst, aber nicht bitterernst zu nehmen. »

Angemerkt!

Ohrfeige für Bush

Daniel Lingenhöhl kommentiert den Friedensnobelpreis für Al Gore



Kein Zweifel: Al Gores Film "Eine unbehagliche Wahrheit" über den Klimawandel und seine katastrophalen Folgen hat das... »

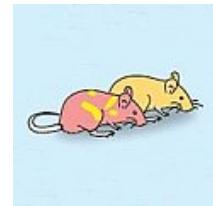
Anzeige



Bücher und mehr zur Wissenschaft

Kooperativer Genausfall-Einfall

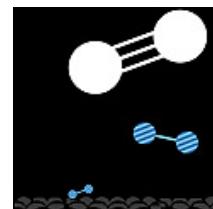
Revolutionäre Kombination zweier Gentechnik-Methoden ist nobelpreiswürdig



Den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin erhalten in diesem Jahr drei Genforscher. Mario Capecchi, Martin Evans und Oliver Smithies haben mit ihren bahnbrechenden Experimenten zur DNA-Rekombination und Stammzellforschung die Grundlagen für ein mittlerweile unverzichtbares Instrument forschender Biologen und Mediziner gelegt: die Knockout-Organismen. »

Oberflächlich

Gerhard Ertl erspähte die Geheimnisse der Oberflächenkatalyse



Im Auto, auf dem Acker, im Computer oder oben in der Atmosphäre - weit verbreitet finden die Prozesse statt, für die sich Gerhard Ertl interessiert. Der Physiker des Berliner Fritz-Haber-Instituts und diesjährige Chemie-Nobelpreisträger schuf die Grundlagen der modernen Oberflächenchemie, indem er den Ablauf wichtiger chemischer Reaktionen auf Oberflächen im Detail beschrieb. »

Ausgezeichnetes Engagement in Sachen Klimawandel

Friedensnobelpreis würdigt UN-Klimarat und Al Gore



Er wurde im Vorfeld bereits als heißer Kandidat gehandelt: Klimawandelsbotschafter Al Gore, der nun tatsächlich den Friedensnobelpreis für sein Engagement bekommen hat. Ihm zur Seite stellte das norwegische Nobelkomitee aber jene Organisation, deren penible Arbeit die Grundlage jeglicher Diskussion um Klimawandel und Bekämpfungsmaßnahmen geworden ist: den UN-Klimarat IPCC. »

Rezension

Klima mit System

Über "Erdsystem-Management" von Mojib Latif



Niemals zuvor wussten wir so viel über die komplexen Prozesse im Klimasystem. Trotzdem verändern wir es derzeit nachhaltig - zu unserem Nachteil. Um der Klimafalle doch noch zu entkommen, schlägt Mojib Latif ein aktives Erdsystem-Management vor, das er in seinem Hörbuch vorstellt. »

Einmal Auslesen, bitte

Der Nobelpreis für Physik ehrt Forschung über den Riesenmagnetowiderstand

Der deutsche Physiker Peter Grünberg und sein französischer Kollege Albert Fert entdeckten einen magnetischen Effekt, durch den sich die Speicherkapazität von Festplatten erheblich steigern ließ. Nun erhalten sie für ihre Leistungen den diesjährigen Physik-Nobelpreis.

Im September 1956 wurde das erste magnetische Festplattenlaufwerk vorgestellt: Auf fünfzig Speicherplatten mit einem Durchmesser von jeweils 61 Zentimeter ließen sich etwa fünf Megabyte speichern - Platz also für ein, vielleicht zwei mp3-komprimierte Lieder. Mittlerweile wirken solche Dimensionen und Speicherkapazitäten geradezu lachhaft. Unter einer 120 Gigabyte-Festplatte kommt den meisten kein Rechner ins Haus und für Laptop und tragbare Musikabspieler wird Handlichkeit verlangt.

Das Prinzip der Datenspeicherung hat sich trotz der enormen Fortschritte der vergangenen fünfzig Jahre nicht grundlegend geändert: In einem magnetischen Material werden kleinste Gebiete gezielt magnetisiert. Je nach Ausrichtung des Magnetfelds repräsentieren die Flächen den Wert null oder eins und ermöglichen damit, die Daten mit Hilfe einer binären Kodierung zu speichern. Soll auf die gespeicherten Daten zurückgegriffen werden, tastet ein Lesekopf die Magnetisierung ab und wandelt die Information in einen elektrischen Strom um, der dann vom System weiterverarbeitet werden kann.

Bis Mitte der 1990er Jahre wurden die Daten mit Hilfe von Induktionsspulen ausgelesen: Führ der Lesekopf über einen magnetisierten Bereich, entstanden durch Induktion elektrische Impulse. Mit der steigenden Datendichte wurde diese Methode allerdings unbrauchbar, da sich messbare Effekte nur bei einer bestimmten Stärke der Magnetfelder erzielen lassen. Und je kleiner und dichter die Informationen auf die Festplatte gepackt sind, desto kleiner und schwächer werden auch die einzelnen magnetischen Felder. Der Lesekopf musste also empfindlicher werden.

Ende der achtziger Jahre entdeckte der Physiker Peter Grünberg vom Forschungszentrum Jülich und unabhängig von ihm sein französisches Berufskollege Albert Fert der Universität Paris-Süd, dass sich der elektrische Widerstand von dünnen Schichten, die aus magnetischen Materialien bestehen, bereits durch Anlegen sehr kleiner äußerer Magnetfelder enorm ändert. Aus diesem Grund bekam der Effekt den Namen Riesenmagnetwiderstand oder kurz GMR (*Giant Magneto Resistance*).

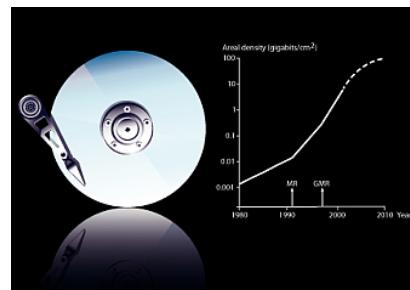
Die beiden verdanken ihren Fund nicht zuletzt dem raschen Fortschritt der Nanotechnologie im Bereich dünner Metallschichten. Denn damit der Effekt auftritt, bedarf es Lagen aus abwechselnd nichtmagnetischem und ferromagnetischem Material, die nur wenige Atome dick sind. Im Ferromagneten verhalten sich die einzelnen Atome vereinfacht wie kleine Stabmagnete, deren Nordpole alle in dieselbe Richtung zeigen. Hat die nichtmagnetische Zwischenschicht, die zum Beispiel aus Chrom oder Kupfer bestehen kann, aber eine bestimmte Dicke, so passiert etwas Seltsames: Die Magnetisierungen der ferromagnetischen Schichten orientieren sich plötzlich in entgegengesetzte Richtung.

Diese Anordnung ist sehr instabil und so führt bereits ein kleines äußeres Magnetfeld zu einem Übergang in einen geordneten Zustand, in dem die Nordpole aller Schichten wieder in eine Richtung weisen. Dadurch verkleinert sich der elektrische Widerstand der gesamten Struktur erheblich, da die den Strom leitenden Elektronen, die ebenfalls ein schwaches Magnetfeld mit sich tragen, auf ihrem Weg durchs Metall nicht mehr so stark gestreut werden. Je nach Stromstärke sendet der Lesekopf nun als Ausgangssignal eine null oder eins.

In nur etwa zehn Jahren schaffte es der auf dem Riesenmagnetwiderstand basierende Lesesensor aus den Laboratorien in den heimischen Computer. Zur Freude vieler Nutzer überwand die Speicherkapazität von Festplatten dank der neuen Technik Mitte der 1990er Jahre die Giga-Byte-Schwelle. Und selbst die neuesten Auslesetechniken basieren noch auf dem GMR-Effekt.

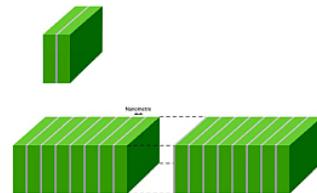
Maike Pollmann

© spektrumdirekt



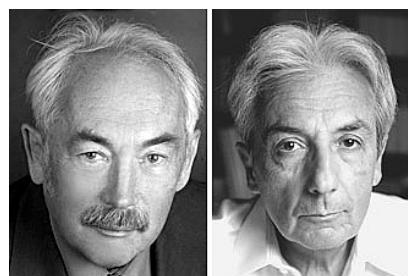
Steigende Speicherkapazität

Dank des GMR-Effekts überstieg die Speicherkapazität von Festplatten Mitte der 1990er Jahre die Giga-Byte-Schwelle. ©The Nobel Prize Committee



Sandwich

Schematische Darstellung der Schichtstruktur. Nanometerdicke Schichten aus Eisen (grün) werden durch ein nichtmagnetisches Material getrennt. Grünberg und sein Team benutzten einen Materialmix aus Eisen und Chrom. ©The Nobel Prize Committee



Die Preisträger

Peter Grünberg (links) und Albert Fert erhalten den diesjährigen Physik-Nobelpreis. ©B. Fert, Invisuphotof/Forschungszentrum Jülich

Kooperativer Genausfall-Einfall

Revolutionäre Kombination zweier Gentechnik-Methoden ist nobelpreiswürdig

Den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin erhalten in diesem Jahr drei Genforscher. Mario Capecchi, Martin Evans und Oliver Smithies haben mit ihren bahnbrechenden Experimenten zur DNA-Rekombination und Stammzellforschung die Grundlagen für ein mittlerweile unverzichtbares Instrument forschender Biologen und Mediziner gelegt: die Knockout-Organismen.

Auch durchaus preiswürdige Ideen führen manchmal zu nichts Handfestem - die heute mit dem Nobelpreis für Physiologie oder Medizin geehrten Gedanken gehören nicht dazu. Vielmehr werden die lebendigen Früchte der gekürten Arbeit mittlerweile in fast jeder Universität zwischen Kapstadt, Bangalore und Baltimore in unzähligen Laboren gehegt, gepflegt und gefüttert: die Knockout-Maus oder eine ihrer Verwandten. Am Entstehen dieser für forschende Biologie und Medizin unverzichtbaren Organismen haben wie üblich viele mitgewirkt, ausgezeichnet wurden nun die Bemühungen des US-Amerikaners Mario Capecchi und der beiden Briten Oliver Smithies und Sir Martin Evans.

Knockout-Organismen sind absichtlich geschaffene Mängelwesen: Ihrem und dem Chromosomensatz ihrer Nachkommen fehlt ein ganz bestimmter Erbgutabschnitt, den Forscher zuvor gezielt ausgeschaltet haben, um dann die Folgen dieses Ausfalls beobachten zu können und damit Rückschlüsse auf Bedeutung und Arbeitsweise des Gens zu ziehen. Die Erkenntnisse, die mit Maus und Co und ihren ausgeknipsten DNA-Abschnitten gewonnen wurden, füllen mittlerweile zahlreiche Bände. Sie haben die Entwicklung vieler Medikamente gegen eine große Zahl von Krankheiten denkbar gemacht.

Vor dreißig Jahren war das noch kühne Vision. Geträumt davon hatten auch damals schon manche, zwei Haupthindernisse stellten sich der Verwirklichung aber entgegen und ließen sie als schwer machbar, ja unmöglich erscheinen. An Problem Nummer Eins arbeiteten in den späten 1970er Jahren **Capecchi** und **Smithies**: Wie, so die Ausgangsfrage der Forscher, kann ein bestimmter Erbgutabschnitt in lebenden Zellen ohne massive Eingriffe durch einen anderen ausgetauscht werden?

Capecchi ging das Problem zunächst rustikal an: Er radikalierte frühere Methoden der versuchten Chromosomenmanipulation, indem er schlicht per Glaspipette defekten Zellen, denen ein bestimmtes Enzym-Gen fehlt, DNA-Abschnitte mit der funktionierenden Genvariante injizierte. Tatsächlich bauten relativ viele der so behandelten Zellen die eingeführte Variante in ihre Chromosomen ein - und übertrugen sie nach einer Teilung demnach auch an ihre Tochterzellen.

Der 1937 in Italien geborene und heute in den USA an der Universität von Utah forschende Capecchi hatte nun eine Versuchsreihe vor Augen, um zu beweisen, dass der gezielte Genaustausch auch in den Zellen von Säugern über den Mechanismus der homologen Rekombination erfolgt, für deren Entdeckung in Bakterien der US-Amerikaner Joshua Lederberg 1958 den Nobelpreis erhalten hatte. Bei dieser Rekombination lagern sich sequenzgleiche, also homologe DNA-Abschnitte eng aneinander und tauschen dann manchmal ihren Platz - ein von außen zugegebener Erbgut-Schnipsel kann so gelegentlich in das Chromosom eingebaut werden und das dort liegende Gen ersetzen.

Zeitgleich mit Capecchi auf dieselbe Idee war auf der anderen Seite des Atlantiks der Brite Smithies gekommen - beide stellte Anträge auf Forschungsfinanzierung, beide wurden zunächst, Stichwort kühne Vision, von den zuständigen Behörden abgewiesen. Beide machten aber unverdrossen weiter und belegten schließlich mit einer Reihe von Versuchen, dass die homologe Rekombination auch in Zellen höherer Lebewesen tatsächlich funktioniert: Im Jahr 1986 erbrachte Capecchi mit einer Publikation in *Cell* den Nachweis, ein defektes Gen für Antibiotikaresistenz in Säugerzellen per homologer Rekombination durch eine andere Version ersetzen zu können [1]. Wenige Monate zuvor hatte der heute an der Universität von North Carolina beschäftigte Smithies in *Nature* belegen können, dass kurze ringförmige DNA-Moleküle mit passenden Sequenzen sich punktgenau in das Erbgut menschlicher Zelllinien einbauen und dort homologe Gensequenzen verdrängen [2].

Damit war Ende der 1980er Jahre aber nur eine der zwei grundlegenden Schwierigkeiten auf dem Weg zu Knockout-Nager und Co ausgeräumt. Zwar konnten nun Gene in Zellen mit Ersatzsequenzen ausgetauscht werden - wie aber können ganze lebende, fortpflanzungsfähige Organismen produziert werden, die die ausgetauschten Erbgutvarianten auch an ihre Nachkommen weitergeben? Wie lassen sich also die Gene in Zellen der Keimbahn austauschen, die dann Geschlechtszellen produzieren und so letztlich genmodifizierten Nachwuchs entstehen lassen? Auf der Suche nach Antworten wandten sich Capecchi und Smithies Mitte der 1980er Jahre mit gutem Riecher an **Sir Martin Evans**.

Der heute 66-Jährige und an der Universität von Cardiff forschende Brite gilt als Entdecker der embryonalen Stammzellen und ist für diese und andere Leistungen schon

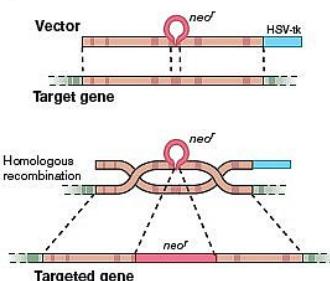


Nobelpreisträger Mario Capecchi und Oliver Smithies

Mario Capecchi (links) und Oliver Smithies (rechts) sind gemeinsam mit Martin Evans Nobelpreisträger für Physiologie oder Medizin 2007. Capecchi, 1937 in Italien geboren, arbeitet an der Universität von Utah. Der Brite Smithies, Jahrgang 1925, forscht an der Universität von North Carolina.

©Tim Roberts/PR Newswire/HHMI/Scanpix/Dan Sears

Homologe Rekombination



Homologe Rekombination

Die homologe Rekombination erlaubt den Genaustausch zwischen Erbgutabschnitten auf Chromosomen und Sequenzen von in die Zelle injizierten DNA-Abschnitten. Lange bekannt ist der Mechanismus in der Meiose, also bei der Entstehung von Keimzellen von eukaryontischen Organismen. Die bei diesem Vorgang beteiligten Enzyme können prinzipiell aber jedes Paar homologer Sequenzen als Substrat erkennen. In der Biotechnologie wird der Vorgang der homologen Rekombination genutzt, um zelluläre Gene durch Kopien zu ersetzen, in die zum Beispiel Mutationen oder neue Genabschnitte (im Bild als Beispiel "neo") eingebaut wurden. Schleust man solche DNA-Fragmente (im Bild: "Vector") in Zellen ein, so werden sie genau an der Stelle ins Genom integriert, an der sich zuvor das zelluläre Gen befand (im Bild "target gene", daher die Bezeichnung Gene Targeting). Wird dadurch ein funktionierendes Gen gezielt ausgeschaltet, spricht man von Knockout. Je nach Funktion des betroffenen Gens wird ein solcher Effekt jedoch erst im Gesamtorganismus phänotypisch erkennbar. Um Zellen mit erfolgreich verlaufender Rekombination zu selektionieren, kann das Gen beispielsweise durch Integration eines

2004 zum Ritter geschlagen worden. Sir Martin hatte zunächst mit Krebszelllinien von Mäuseembryonen gearbeitet, welche die damals verblüffende Eigenschaft aufwiesen, sich in Kultur nahezu in alle Gewebezelltypen verwandeln zu können. Das funktionierte offensichtlich auch im lebenden Organismus: Schon früh hatte Evans die zart-jugendlichen Karzinomzellen in Blastozysten injiziert, also sehr frühe Mauseembryonen - und entdeckt, dass die daraus entstehenden Tiere in nahezu allen Geweben mosaikartig auch Abkömmlinge der injizierten Karzinomzellen mit ihren abnormen Chromosomen enthielten. Sie hatten sich offenbar erfolgreich in den Entwicklungsprozess des Embryos eingeklinkt [3].

Neugierig geworden, untersuchte Evans nun auch die Blastozysten und erkannte in ihnen eine Gruppe von Zellen, die ebenso totipotent wie die embryonalen Krebszellen waren, ohne aber deren entarteten Charakter zu zeigen - eben die embryonalen Stammzellen. Schon bald gelang es Evans, diese Stammzellen genetisch zu verändern, indem er mit Hilfe von Viren kurze DNA-Abschnitte in sie hineinschleuste, um so genveränderte Mäuse zu erzeugen. Diese Methode war der gerade von Capecchi und Smithies entwickelten homologen Rekombinationstechnik allerdings unterlegen.

So entschlossen sich die heutigen Nobelpreisträger 1986 zur Kombination ihrer Forschungsansätze - der leistungsfähigen Methodik des gezielten Genaustausch sowie dem hervorragenden zellulären Vehikel, einzelne veränderbare Keimzellen zu einem genetisch modifizierten Gesamtorganismus zu machen. Das Ergebnis ist Legende: Die ersten Erfolge ließen nur rund drei Jahre auf sich warten, als gleich mehrere Arbeitsgruppen, die rechtzeitig auf den fahrenden Zug aufgesprungen waren, die allerersten Knockout-Mäuse präsentierten.

Seitdem steigt die Zahl der so entstandenen Mausformen exponentiell an: Die Funktion von mehreren tausend der etwa 22 400 Gene von Maus oder Mensch sind bereits in einem Knockout-Modell untersucht worden, viele mehr mit der grundlegend veränderten Methode des "Knock-In", bei der nicht gezielt Gene ausgeschaltet, sondern stattdessen inaktive, bekanntermaßen krankheitsauslösende Gene eingeschaltet werden. Das gezielte "Gene-targeting" - nur möglich mit den Resultaten der frischgebackenen Nobelpreisträger - hat Physiologie und Medizin revolutionär verändert, schließt das Nobelpreiskomitee denn auch zur Begründung ihrer Wahl.

Jan Osterkamp

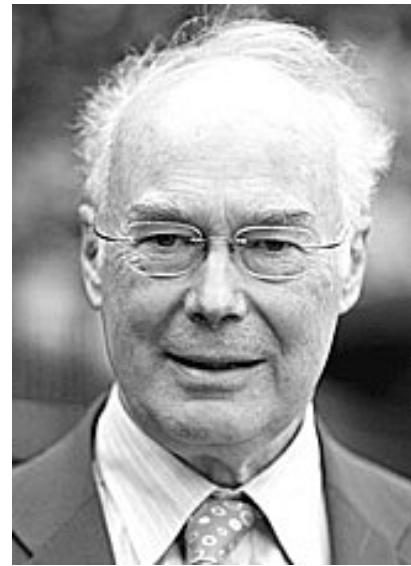
Quellen:

- [1] *Cell* 44: 419-428 (1986), *Abstract*
- [2] *Nature* 317: 230-234 (1985), *Abstract*
- [3] *Nature* 258: 70-73 (1975), *Abstract*

© spektrumdirekt

Markergens (Marker) funktionsunfähig gemacht werden. Vor allem an Mäusen wurde das Prinzip der homologen Rekombination häufig und mit Erfolg eingesetzt, um Gene auszuschalten (Knockout-Mäuse). Auch in der somatischen Gentherapie wird die homologe Rekombination eingesetzt, wobei man hier das Ziel verfolgt, bei Kranken veränderte, mutierte Gene durch homologe Rekombination mit nicht mutierten Genen zu ersetzen.

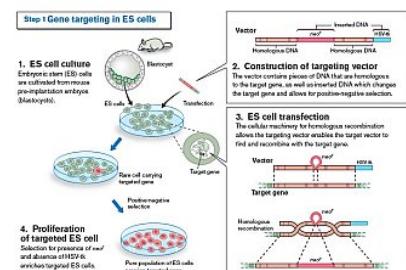
©The Nobel Prize Committee for Physiology or Medicine, Annika Röhl



Nobelpreisträger Sir Martin Evans

Sir Martin Evans, 2004 zum Ritter geschlagen, erhielt nun drei Jahre später den Nobelpreis für Medizin zusammen mit zwei Kollegen. Der Brite wurde 1941 geboren und arbeitet an der Universität von Cardiff in Wales.

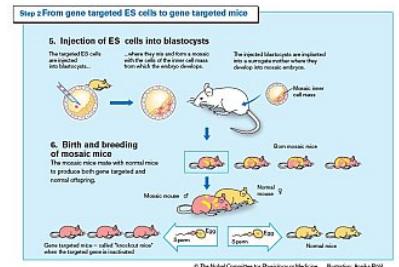
©The Press Association Limited



Homologe Rekombination in embryonalen Stammzellen

Der frischgebackene Nobelpreisträger Mario Capecchi ersetzte in seinem Grundlagenversuch erfolgreich ein ausgefallenes Gen für Antibiotikaresistenz per homologer Rekombination durch ein funktionierendes Gegenstück (neo^r, Schritt 1 bis 3). In zunächst einer von tausend Zellen gelang der Austausch bei den klassischen Versuchen - eine sehr hohe, für weitere Versuche völlig ausreichende Austauschfrequenz. Embryonale Stammzellen (entdeckt vom Laureaten Sir Martin Evans), die die Gene aufgenommen haben, könnten zum Beispiel anhand ihrer Resistenz gegen Antibiotika selektiert werden (Schritt 4) - nur der erste Schritt zur Produktion einer genveränderten Maus ...

©The Nobel Prize Committee for Physiology or Medicine, Annika Röhl



Gene Targeting: Von der Stammzelle zur Knockout-Maus

Injiziert man per homologer Rekombination genveränderte und selektierte Zellen in Blastozysten und implantiert sie in die Gebärmutter von Mäusen (Schritt 5), dann gebiert das Muttertier seinerseits fortpflanzungsfähigen Mosaikmaus-Nachwuchs - er trägt teilweise Zellen mit verändertem Erbgut. Daraus können dann erbgutreine Knockout-Mäuse gekreuzt werden (6).

©The Nobel Prize Committee for Physiology or Medicine, Annika Röhl

Oberflächlich

Gerhard Ertl erspähte die Geheimnisse der Oberflächenkatalyse

Im Auto, auf dem Acker, im Computer oder oben in der Atmosphäre - weit verbreitet finden die Prozesse statt, für die sich Gerhard Ertl interessiert. Der Physiker des Berliner Fritz-Haber-Instituts und diesjährige Chemie-Nobelpreisträger schuf die Grundlagen der modernen Oberflächenchemie, indem er den Ablauf wichtiger chemischer Reaktionen auf Oberflächen im Detail beschrieb.

Das Telefonklingeln dürfte für Gerhard Ertl ein besonderes Geburtstagsgeschenk gewesen sein. Denn der Anrufer aus Stockholm wollte dem Physiker, der am 10. Oktober 1936 in Bad Cannstatt das Licht der Welt erblickte, nicht zu seinem 71. Geburtstag gratulieren, sondern ihm schlicht mitteilen, dass er dieses Jahr die höchste wissenschaftliche Auszeichnung für Chemie erhält. Und zwar - was heutzutage eher selten geschieht - allein. Den von der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften mit umgerechnet 1,1 Millionen Euro dotierten Nobelpreis für Chemie des Jahres 2007 "für seine Studien von chemischen Verfahren auf festen Oberflächen" braucht Ertl mit keinen weiteren Kollegen zu teilen.

Die Auflösung

Das Nobelpreiskomitee würdigt damit Forschungen, deren technische Anwendung uns im Alltag ständig begegnet. Das Wort "Katalysator" ist schließlich jedem geläufig, der sich motorisiert auf unseren Straßen bewegt. Chemiker kennen es freilich deutlich länger - und denken dabei weniger an stinkende Abgase aus dem Autoauspuff. Den Begriff, in dem sich das griechische Wort *katalysis* für "Auflösung" verbirgt, hat 1836 der schwedische Chemiker Jöns Jakob von Berzelius (1779-1848) eingeführt, als er beobachtete, dass Stoffe an Reaktionen beteiligt sein können, ohne verbraucht zu werden. Die Erklärung hierfür fand sein deutscher Kollege Wilhelm Ostwald (1853-1932): Er definierte einen Katalysator als Stoff, der die Geschwindigkeit einer Reaktion erhöht, ohne im Endprodukt aufzutreten - eine Definition, die ihm 1909 den Chemie-Nobelpreis bescherte.

Biologen sind diese chemischen Wunderknaben wohl vertraut - schließlich wäre ohne Enzyme, wie die Biokatalysatoren heißen, Leben schlicht undenkbar. Doch auch ein Großteil chemischer Produkte lässt sich ohne Reaktionsbeschleuniger gar nicht oder nicht wirtschaftlich herstellen. Im Gegensatz zu biologischen Systemen, bei denen die Reaktionspartner gelöst sind, befinden sich bei industriellen Prozessen Katalysator und reagierende Teilchen meist in unterschiedlichen Aggregatzuständen: Der Katalysator ist ein Feststoff, an dessen Oberfläche die Reaktionspartner als Flüssigkeiten oder Gase binden. Und die Geheimnisse einer solchen "heterogenen Katalyse" zu ergründen, erweist sich als ziemlich vertrackt.

Dünger aus Luft

Die erste wirtschaftlich bedeutende heterogene Katalyse ist gleich mit zwei Nobelpreisträgern verknüpft: Der deutsche Chemiker Fritz Haber (1868-1934), dessen Renommee auf Grund seiner Beteiligung an der Giftgasproduktion im Ersten Weltkrieg arg gelitten hat, entwickelte zu Beginn des 20. Jahrhunderts die künstliche Synthese von Ammoniak (NH_3) aus elementarem Stickstoff (N_2) und Wasserstoff (H_2). Kurz darauf setzte Carl Bosch (1874-1940) das Verfahren bei der Badischen Anilin- & Soda-Fabrik - heute kurz BASF genannt - großtechnisch um. Haber erhielt 1918 den Chemie-Nobelpreis, Bosch zusammen mit Friedrich Bergius 1931.

Das Haber-Bosch-Verfahren trug reiche Frucht - ermöglicht es doch die Herstellung von Kunstdünger aus dem in der Luft reichlich vorhandenen Stickstoff. Für etliche Bakterien stellt die Ammoniaksynthese kein großes Problem dar, großtechnisch gelingt sie jedoch nur unter hohem Druck und hoher Temperatur sowie - mit einem Katalysator.

Haber und Bosch hatten noch keine Ahnung, was bei ihrer Reaktion wirklich im Einzelnen passiert; das Geheimnis lüftete erst Gerhard Ertl. Üblicherweise wird beim Haber-Bosch-Verfahren fein verteiltes Eisen als Katalysator eingesetzt. Ertl, der in Stuttgart und München studierte und von 1986 bis 2004 die Abteilung für Physikalische Chemie des Fritz-Haber-Instituts in Berlin leitete, platzierte eine reine und gleichmäßige Eisen-Oberfläche in eine Vakuumkammer und pumpte die beiden Gase Stickstoff und Wasserstoff in geringen, gut kontrollierbaren Mengen hinein.

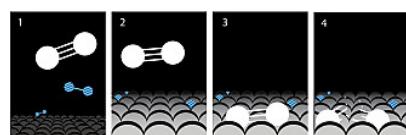
Dass sich hierbei die Wasserstoff-Moleküle umgehend aufteilen und in atomarer Form auf der Eisen-Oberfläche haften, wusste Ertl bereits. Die spannende Frage lautete: Was geschieht mit dem Stickstoff? Reagiert er in molekularer oder in atomarer Form mit seinem Reaktionspartner?

Als Ertl die Konzentration von N-Atomen auf der Oberfläche maß, stellte er fest, dass diese umso stärker sank, je mehr Wasserstoff er hineinpumpte. Damit war klar: Die atomare Form des Stickstoffs reagiert mit Wasserstoff. Wäre die Reaktion auf der Metallocberfläche mit Stickstoff-Molekülen erfolgt, dann hätte sich die Konzentration des atomaren Stickstoffs dort nicht verändert.



Gerhard Ertl

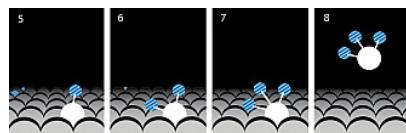
Gerhard Ertl vom Fritz-Haber-Institut in Berlin erhält den Nobelpreis für Chemie 2007 für seine Untersuchungen chemischer Reaktionen an Oberflächen. ©Max-Planck-Gesellschaft



Haber-Bosch-Verfahren: Stickstoff-Bindung

Die ersten Schritte des Haber-Bosch-Verfahrens: Molekularer Wasserstoff und molekularer Stickstoff binden an einer Eisen-Oberfläche (1-3). Die Spaltung der Stickstoff-Dreifachbindung (4) ist der langsamste und damit geschwindigkeitsbestimmende Schritt der Reaktion.

©Royal Swedish Academy of Sciences



Haber-Bosch-Verfahren: Ammoniak-Freisetzung

Auch die weiteren Schritte des Haber-Bosch-Verfahrens konnte Gerhard Ertl aufklären: Nach und nach lagern sich drei Wasserstoff-Atome an ein Stickstoff-Atom an (5-7), bis schließlich das fertige Ammoniak-Molekül die Oberfläche des Katalysators wieder verlässt (8).

©Royal Swedish Academy of Sciences

Ertl zeigte weiter, dass die Spaltung der Stickstoff-Moleküle der langsamste und damit der geschwindigkeits- bestimmende Schritt der gesamten Reaktion ist. Die Dreifachbindung zweier Stickstoff-Atome gehört zu den stärksten in der Chemie. Sind die Atome erst einmal getrennt, nehmen sie rasch Wasserstoff-Atome zur Bildung von Ammoniak auf. Will man das Haber-Bosch-Verfahren optimieren, muss man demnach an diesem entscheidenden Schritt eingreifen. Ertl konnte nachweisen, dass Kalium auf der Eisen-Oberfläche die Spaltung der Stickstoff-Moleküle beschleunigt.

Ertl wollte nun die weiteren Reaktionsschritte ebenfalls untersuchen. Hierbei machte er sich zu Nutze, dass die Reaktion auch rückwärts laufen kann. Er studierte daher, wie Ammoniak an der Eisen-Oberfläche haftet und dann schrittweise in seine Bestandteile Stickstoff und Wasserstoff zerfällt. Durch Verwendung des schweren Wasserstoff-Isotops Deuterium konnte er die Geschwindigkeiten und die Aktivierungsenergien der einzelnen Reaktionsschritte messen.

Abgasentgifter

Als weitaus schwieriger erwies sich das Studium der Kohlenmonoxid-Oxidation auf Platin-Oberflächen, da sie im Gegensatz zum Haber-Bosch-Verfahren nicht reversibel von stattet geht. Dieser im Autokatalysator ablaufende Prozess wandelt giftiges Kohlenmonoxid (CO) in Kohlendioxid (CO_2) um, bevor es den Auspuff verlässt.

Ertl konnte herausfinden, dass die scheinbar einfache Reaktion äußerst komplex abläuft: Die Geschwindigkeiten der einzelnen Schritte können je nach Bedeckung der Platin-Oberfläche mit den Reaktionspartnern variieren; mitunter führen diese Schwankungen zu einem chaotischen Verlauf.

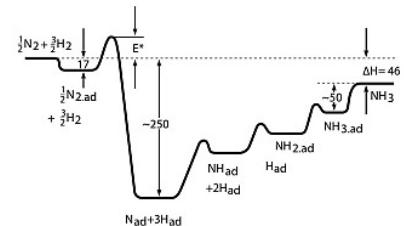
Auch die Temperatur ist hierbei entscheidend: Unterhalb von 150 Grad Celsius blockieren Kohlenmonoxid-Moleküle die Platin-Oberfläche für Sauerstoff und wirken so als Katalysatorgift. Daher bleibt der Katalysator nach dem Start des Motors noch wirkungslos.

Die Chemie der Oberfläche, wie sie Gerhard Ertl untersuchte, mischt bei zahlreichen Prozessen mit. Beispielsweise hängt von ihr die gesamte Halbleiterindustrie ab. Auch der Abbau der Ozonschicht lässt sich mit Oberflächenchemie erklären, da die entscheidenden Reaktionsschritte auf der Oberfläche kleiner Eiskristalle in der Stratosphäre ablaufen.

"Gerhard Ertl hat die Basis für das Verständnis von industriellen Katalysatoren und katalytischen Prozessen gelegt", betont Ferdi Schüth vom Max-Planck-Institut für Kohleforschung, ein Kollege des Nobelpreisträgers. "Sie kann uns helfen, so unterschiedliche Vorgänge wie das Rosten von Eisen und die Arbeitsweise von Brennstoffzellen oder von Katalysatoren in unseren Autos zu verstehen."

Andreas Jahn

© spektrumdirekt



Haber-Bosch-Verfahren: Aktivierungsenergien

Das Energiediagramm zeigt die einzelnen Schritte der Ammoniaksynthese. Bei jedem Schritt muss eine bestimmte Aktivierungsenergie überwunden werden. ©Royal Swedish Academy of Sciences



Oberflächenchemie

Oberflächenchemie mischt bei zahlreichen Reaktionen mit:

Der Autokatalysator oxidiert Kohlenmonoxid auf Platin.

Fluorkohlenwasserstoffe - beispielsweise aus Kühlanlagen - bauen die Ozonschicht durch Reaktionen an der Oberfläche kleiner Eiskristalle ab.

Rost entsteht, wenn eine Eisen-Oberfläche von Sauerstoff angegriffen wird.

Die Elektronikindustrie bedient sich der Oberflächenchemie zur Herstellung von Halbleitermaterial.

Kunstdünger enthält Ammoniak, der sich durch die Reaktion von Stickstoff und Wasserstoff auf einer Eisen-Oberfläche bildet.

©Royal Swedish Academy of Sciences

Ausgezeichnetes Engagement in Sachen Klimawandel

Friedensnobelpreis würdigt UN-Klimarat und Al Gore

Er wurde im Vorfeld bereits als heißer Kandidat gehandelt:

Klimawandelsbotschafter Al Gore, der nun tatsächlich den Friedensnobelpreis für sein Engagement bekommen hat. Ihm zur Seite stellte das norwegische Nobelkomitee aber jene Organisation, deren penible Arbeit die Grundlage jeglicher Diskussion um Klimawandel und Bekämpfungsmaßnahmen geworden ist: den UN-Klimarat IPCC.

Ende der 1970er Jahre kam Unruhe auf unter Forschern. Sie fürchteten, dass der Mensch mit seinen Aktivitäten mindestens lokal, wenn nicht gar global das Klima beeinflussen könnte. Zwar hatte es im Laufe der Erdgeschichte schon mehrfach starke Temperaturschwankungen gegeben, doch seit der Industriellen Revolution zeigten Messdaten einen ständigen Anstieg der Kohlendioxid-Konzentrationen - und dieses Treibhausgas, so die Schlussfolgerung, könnte dem Planeten in bislang unbekanntem Maße einheizen.

Doch die Daten und damit die wissenschaftliche Basis waren lückenhaft, die Prognosen für die Zukunft entsprechend unsicher. 1979 forderte daher die erste Weltklimakonferenz der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) eine "globale Kooperation, um die mögliche zukünftige Entwicklung des Klima zu untersuchen und das neue Wissen einzubringen in die Planung der Zukunft der Menschheit".

1985 luden das Umweltprogramm der Vereinten Nationen UneP, die Weltorganisation für Meteorologie und der Internationale Wissenschaftsrat ICSU zur Konferenz im österreichischen Villach - über die Rolle von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen in Klimaänderungen und daraus resultierenden Folgen. Man kam zu dem Schluss, dass in der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts ein globaler Temperaturanstieg auftreten könnte, der größer sei als jemals zuvor in menschlichen Lebzeiten. Eine Spezialistengruppe, die Advisory Group on Greenhouse Gases (AGGG) sollte regelmäßig den aktuellen Wissensstand hinsichtlich Klimawandels und seinen Konsequenzen erfassen.

1987 schließlich betonte der 10. Kongress der Weltorganisation für Meteorologie die Notwendigkeit für eine objektive, ausgewogene und international koordinierte wissenschaftliche Erfassung des Wissensstandes, wie sich die steigenden Treibhausgaskonzentrationen auf das Erdklima und die sozioökonomische Verhältnisse auswirkten. Die WMO und die UNEP wurden aufgerufen, ein entsprechendes Gremium zu schaffen: Die Idee des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), auch als UN-Klimarat bezeichnet, war geboren.

Ein globales Problem braucht globale Zusammenarbeit

Gegründet 1988 und mit Sitz in Genf, soll der IPCC vor allem vier Punkte bearbeiten. Zunächst geht es darum, bestehende Unsicherheiten und Lücken im bisherigen Wissensstand rund um die Klimaveränderung aufzudecken und kurzfristig Pläne zu entwickeln, wie diese geklärt oder geschlossen werden können. Darüber hinaus soll der UN-Klimarat auch die notwendigen Informationen liefern, mit denen sich daraus resultierende politische Maßnahmen bewerten lassen, sowie bestehende und geplante politische Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Treibhauseffekt überprüfen. Und schließlich soll er alle wissenschaftlichen und Umweltaspekte des Prozesses erfassen und deren Weitergabe zusammen mit weiteren relevanten Informationen an Regierungen und zwischenstaatliche Organisationen sicherstellen - damit diese bei den Planungen zur wirtschaftlichen Entwicklung und Umweltprogrammen berücksichtigt werden.

Der IPCC betreibt also nicht selbst Forschung, sondern agiert als Sammel- und Beratungsinstitution. Dafür ist er in drei Arbeitsgruppen aufgeteilt. Die erste kümmert sich um die wissenschaftlichen Fakten rund um das Klimasystem und seine Veränderungen. Die zweite beschäftigt sich mit den Auswirkungen auf Natur und Mensch, und die dritte entwirft und bewertet mögliche Lösungsstrategien.

Von dieser Arbeit dringt heute vor allem eines an die Öffentlichkeit: die regelmäßigen Sachstandsberichte oder Assessment Reports, die jeweils nach Arbeitsgruppen in Teilen präsentiert werden. 1990 erfuhren wir so zum ersten Mal, dass die Temperaturen im 21. Jahrhundert um 0,3 Grad pro Jahrzehnt steigen könnten - allerdings noch mit einer Unsicherheit von 0,2 bis 0,5 Grad. Außerdem prognostizierte man einen Anstieg des Meeresspiegels um sechs Zentimeter pro Dekade, wiederum mit einer Unsicherheit von drei bis zehn Zentimeter. Die Modelle basierten damals noch auf "Business as usual", berücksichtigten also keine potenziellen Einsparmaßnahmen, und wiesen noch viele Lücken auf hinsichtlich Kohlenstoff-Senken, Einfluss von Wolken und Aerosolen, der Eiskappen und der Ozeane.

2007 erschien nun der vierte dieser Sachstandsberichte, begleitet von heftigen Diskussionen rund um politische Einflussnahmen auf den Endbericht. Auch gab es Kritik an den Medien, die bestehende und von den Wissenschaftlern ausdrücklich angeführte Unsicherheiten nicht ausreichend dargestellt hätten. Die Botschaft aber war klar: Der



Al Gore

Der ehemalige Vizepräsident der USA, Albert Arnold Gore, erhält zusammen mit dem Intergovernmental Panel on Climate Change den Friedensnobelpreis 2007. ©Scanspix/Tom Hevezi

Mensch ist für den Klimawandel verantwortlich - die Wahrscheinlichkeit, dass die global gesammelten Anzeichen allesamt durch natürliche Schwankungen erklärbaren wären, beträgt nur noch zehn Prozent. Und selbst im besten Fall - bei entsprechenden Gegenmaßnahmen und positiven Entwicklungen - ist bis zum Jahr 2100 mit einer Erwärmung von 1,1 bis 2,9 Grad Celsius zu rechnen, im schlimmsten sogar mit 2,4 bis 6,4 Grad Celsius.

Klare Worte an die Weltgemeinschaft

Diese klare Botschaft weiterzugeben, ist auch Anliegen Al Gores, der sich den Friedensnobelpreis mit dem IPCC teilt. 1948 in Washington geboren, arbeitete Gore nach dem College und Militärdienst und einem kurzen Aufenthalt an der Vanderbilt-Universität als Journalist für *The Tennessean*, eine Tageszeitung in Nashville. Nach fünf Jahren begann er ein Jurastudium, das er jedoch 1976 zu Gunsten einer politischen Karriere aufgab.

Nach mehreren Jahren als Kongressabgeordneter für die Demokraten im Repräsentantenhaus wurde er zum Senator von Tennessee gewählt. Unter der Regierung Clintons von 1993 bis 2001 war Gore Vizepräsident. In diese Zeit fällt unter anderem das Kyoto-Protokoll, das von der US-Regierung zwar unterschrieben, doch nie ratifiziert wurde. Im Jahr 2000 war Gore selbst als Präsidentschaftskandidat angetreten, unterlag jedoch per eines umstrittenen Gerichtsentschlusses knapp seinem Konkurrenten George W. Bush von den Republikanern. Eine weitere Kandidatur 2008 schließt er bislang aus, hartnäckig halten sich jedoch Gerüchte über eine mögliche Rückkehr in die Politik.

Umweltthemen fanden dabei schon zu Beginn seiner politischen Karriere sein Interesse. 1992 veröffentlichte er sein Buch "Earth in Balance: Ecology and the Human Spirit", zahlreiche Vorträge und Aktivitäten weltweit folgten. Mit "An Inconvenient Truth" (2006, "Eine unbequeme Wahrheit") gelangte sein Engagement gegen den Klimawandel mehr als je zuvor in das globale Rampenlicht. Der Dokumentarfilm von Regisseur Davis Guggenheim erhielt neben anderen Auszeichnungen im Jahr 2007 den Oscar für den besten Dokumentarfilm und für den besten Song. Zum 7. Juli 2007 hatte Gore zusammen mit Kevin Wall von Save Our Selves die weltumspannenden Benefizkonzerte *Live Earth* organisiert, bei denen die Auftritte der Musiker begleitet wurden von Aufrufen verschiedener Stars, sich umweltbewusster zu verhalten und gegen den Klimawandel zu engagieren.

Über die Verleihung des Friedensnobelpreises fühlt er sich zutiefst geehrt, sagte Gore, insbesondere da er die Auszeichnung mit dem IPCC teile. "Wir stehen vor einem wahren globalen Notfall. Die Klimakrise ist keine politische Angelegenheit, sie ist eine moralische und geistige Herausforderung für jeden von uns. Sie ist aber auch unsere größte Chance, das globale Bewusstsein auf eine höhere Ebene zu heben." Sein Preisgeld wird er vollständig dem Bündnis für Klimaschutz spenden, einer überparteilichen gemeinnützigen Organisation, die in den USA und weltweit das Bewusstsein für die Dringlichkeit des Klimaproblems schärfen will.

Antje Findeklee

© spektrumdirekt

Literatur-Nobelpreis für Doris Lessing

Der Nobelpreis für Literatur 2007 geht an die englische Schriftstellerin Doris Lessing, "der Epikerin weiblicher Erfahrung, die sich mit Skepsis, Leidenschaft und visionärer Kraft eine zersplitterte Zivilisation zur Prüfung vorgenommen hat". Die Autorin lebt in London.

Doris Lessing wurde am 22. Oktober 1919 im heutigen Iran geboren. 1925 zog die Familie auf eine Farm in Simbabwe - damals Südrhodesien. Ihre Kindheit und Jugend beschreibt Lessing im ersten Teil ihrer Autobiografie "Under my Skin" ("Unter der Haut", 1994). Nachdem sie als 14-Jährige ihre Schulausbildung abgebrochen hatte, arbeitete sie als Kindermädchen, Telefonistin, Büroangestellte, Stenografin und Journalistin und publizierte erste Novellen. 1939 heiratete sie Frank Charles Wisdom, mit dem sie ihre beiden Kinder John und Jean bekam. Die Ehe wurde 1943 geschieden. 1945 heiratete sie ein zweites Mal: Gottfried Lessing, einen deutsch-jüdischen Emigranten, den sie in einer marxistischen Gruppe kennen lernte und der Vater ihres Sohnes Peter wurde. Als sich das Paar 1949 trennte, zog sie mit Peter nach London und etablierte sich als Schriftstellerin: 1950 erschien ihr erster Roman "The Grass is Singing" ("Afrikanische Tragödie", 1953), in dem sie das Verhältnis einer weißen Farmersfrau und ihrem schwarzen Diener behandelt.

Afrika und Rassengegensätze bleiben ein zentrales Thema ihres Schaffens wie ihres politischen Wirkens: Ihre harsche Kritik am südafrikanischen Regime endet in einem Einreiseverbot ab 1956, das erst 1995 wieder aufgehoben wird. Auch Südrhodesien untersagte ihr nach einem kurzen Besuch aus demselben Grund die Rückkehr. In "African Laughter: Four Visits to Zimbabwe" (1992, "Rückkehr nach Afrika", 1992) schildert sie, wie sie 1982 in das Land ihrer Kindheit und Jugend zurückkehrt.

Auch in ihre Romanreihe "Children of Violence" (Kinder der Gewalt) rund um die Protagonistin Martha Quest fließt ihr eigenes Leben ein. Das Werk sei bahnbrechend durch seine Darstellung von Gedankenwelt und Lebensbedingungen der emanzipierten Frau und sei eine moderne Entsprechung der großen weiblichen Bildungsromane des 19. Jahrhunderts, so das Nobelpreiskomitee. Den Durchbruch verschaffte ihr schließlich "The Golden Notebook" (1962, "Das Goldene Notizbuch", 1978), das von der Frauenbewegung begeistert aufgenommen wurde und die Auffassung vom Zusammenleben von Mann und Frau im 20. Jahrhundert geprägt habe.

Zu den bekannten Titeln zählt außerdem "Briefing for a Descent into Hell" (1971, "Anweisung für einen Abstieg zur Hölle", 1981) oder auch der Sciencefiction-Romanzyklus "Canopus in Argos: Archive" ("Canopus im Argos: Archive") von Anfang der 1980er Jahre. Immer wieder und insbesondere in den letzten Jahren hat sie sich mit diesem Thema des Lebens nach einer Weltkatastrophe beschäftigt. Einen Ausflug ins Genre der Psychothriller bietet hingegen "The Fifth Child" (1988, "Das fünfte Kind", 1988), in dem die verdrängte und verleugnete Aggression einer Frau durch einen unförmigen Jungen verkörpert wird. (af)

© spektrumdirekt



Doris Lessing

Die englische Schriftstellerin Doris Lessing erhält den Literatur-Nobelpreis 2007.

©Nobel Foundation

Wirtschafts-Nobelpreis geht in die USA

Der Wirtschaftspreis der Schwedischen Reichsbank, auch als Wirtschafts-Nobelpreis bezeichnet, geht 2007 an Leonid Hurwicz, Eric Maskin und Roger Myerson aus den USA. Die Königliche Schwedische Akademie der Wissenschaften zeichnet sie dafür aus, "die theoretischen Grundlagen des Mechanism Design" gelegt zu haben.

Mechanism Design untersucht, unter welchen Voraussetzungen ein bestimmtes wirtschaftspolitisches Ziel für alle Seiten optimal erreicht werden kann - von Handelsabkommen bis zur privaten Ebay-Auktion. Bevor Hurwicz die theoretischen Grundlagen dafür legte, untersuchte die Mikroökonomie solche Prozesse anhand der Mechanismen des Marktes. Doch sind die damit verknüpften Annahmen - wie perfekte Konkurrenz, vollständige Informationsverfügbarkeit, keinerlei Umwelteinflüsse auf Produktion und Konsum, Güter, die nur von einer Person konsumiert werden können - unrealistisch.

Leonid Hurwicz von der Universität von Minnesota definierte 1960 einen Mechanismus als ein Spiel, in dem die Teilnehmer untereinander oder über eine zentrale "Meldestelle" Botschaften austauschen. Außerdem war jeder Zusammenstellung von Botschaften bereits durch eine Regel von vorneherein ein spezifisches Ergebnis - wie eine Verteilung bestimmter Güter - zugeordnet. Je nach angenommenen Vorlieben ergeben sich dann aus den angewendeten Regeln mehrere mögliche Ergebnisse.

Eric Maskin vom Institute of Advanced Studies in Princeton und Roger Myerson von der Universität Chicago entwickelten das Konzept weiter, indem sie nach Mechanismen suchten, in denen alle möglichen Ergebnisse als optimal einzustufen wären. Mechanism Design spielt daher eine herausragende Rolle in allen Bereichen, in denen es um Verträge und Handel jedweder Form - in Wirtschaft wie Politik - geht.

Der Wirtschaftspreis der Schwedischen Reichsbank geht nicht auf Alfred Nobel zurück: Er wurde erst 1968 in Andenken an Nobel gestiftet und 1969 erstmalig verliehen: Ragnar Frisch und Jan Tinbergen bekamen in damals für die Entwicklung und Anwendung dynamischer Modelle in der Analyse ökonomischer Prozesse. Als momentan einziger Deutscher wurde 1994 Reinhard Selten von der Universität Bonn damit ausgezeichnet. Bislang findet sich keine Frau unter den Preisträgern. (af)

© spektrumdirekt

Alternative Nobelpreise

Lösungsansätze für globale Herausforderungen ausgezeichnet

Die mit insgesamt zwei Millionen Schwedischen Kronen - etwa 220 000 Euro - dotierten Right Livelihood Awards oder alternativen Nobelpreise gehen in diesem Jahr an vier Preisträger, die laut Jury "greifbare Lösungen zu drängenden globalen Problemen aufzuzeigen".

So wird der Jurist Christopher Weeramantry für "seine lebenslange bahnbrechende Arbeit für die Stärkung und Ausweitung des Völkerrechts" gewürdigt. Der 1926 in Sri Lanka geborene, ehemalige Vizepräsident des Internationalen Gerichtshofes wurde unter anderem bekannt für seinevehemente Ablehnung der Anwendung oder Drohung mit Nuklearwaffen.

Der zweite Preis geht an die Friedensaktivistin Dekha Ibrahim Abdi aus Kenia. Sie habe sich, so die Jury, "erfolgreich für Frieden und Konfliktlösung an vielen Krisenherden der Welt eingesetzt" und in unterschiedlichen ethnischen und kulturellen Situationen gezeigt, wie religiöse und andere Differenzen sogar nach gewalttätigen Konflikten versöhnt werden können und wie in einem kooperativen Prozess Frieden und Entwicklung erreicht werden könne.

Die 1964 in Wajir geborene Muslimin wuchs in einer Gemeinschaft verschiedener Religionen und ethnischen Gruppen auf, was sie in ihrer Arbeit grundlegend prägte. In den 1990er Jahren organisierte sie Gespräche verfeindeter Clans in ihrer Heimat im Norden Kenias, um einen blutigen Bürgerkrieg zu beenden. Auf diesen Auftakt unzählige, auch internationale Projekte und Auszeichnungen, darunter auch eine Nominierung für den Friedensnobelpreis im Jahr 2005. Der Koran bildet dabei die zentrale Grundlage ihrer Friedensarbeit.

Percy und Louise Schmeiser wählte die Jury, weil sie die Welt auf die Gefahren aufmerksam gemacht hätten, die von der zunehmenden Marktdominanz und dem aggressiven Marketing von Firmen ausgehe, die Saatgut gentechnisch manipulieren. Die Jury würdigte das kanadische Ehepaar "für ihren Mut bei der Verteidigung der Artenvielfalt und der Rechte der Bauern, und dafür, dass sie die derzeitige ökologisch und moralisch perverse Auslegung des Patentrechts in Frage stellen". Percy und Louise Schmeiser kämpfen seit Jahren gerichtlich gegen Monsanto und die Verunreinigung eigener Anbauprodukte durch fremdes, und in diesem Fall gentechnisch verändertes Saatgut.

Weiterhin wird die zur Grameen-Bank gehörende Organisation Grameen Shakti aus Bangladesch ausgezeichnet, "weil sie in Tausenden bangladeschischen Dörfern eine nachhaltige Beleuchtung und Energieversorgung möglich gemacht haben, die die Gesundheit, Bildung und Produktivität fördert." Grameen Shakti hatte ein Netz von lokalen Organisationsbüros geschaffen sowie Ingenieure und Techniker für erneuerbare Energien ausgebildet. Inzwischen wurden dadurch neben verschiedenen Windkraftanlagen, Biogaseinrichtungen und Solarwärmeanlagen vor allem über 110 000 kleinen Solaranlagen installiert, die in 30 000 Dörfern im ländlichen Raum eine grundlegende Energieversorgung bieten.

Die Right Livelihood Award Stiftung ist eine gemeinnützige schwedische Stiftung, die bisher 123 Preisträger aus 56 Ländern ausgezeichnet hat. Die Preisverleihung findet im Schwedischen Parlament mit Unterstützung von Parlamentariern aus allen politischen Parteien statt. Die Preise wurden 1980 von Jakob von Uexküll gegründet, um "jene zu ehren und zu unterstützen, die praktische und beispielhafte Antworten auf die dringendsten Herausforderungen unserer Zeit verwirklichen". Seitdem wird der Preis von privaten Spendern unterhalten. (af)

© spektrumdirekt

**Christopher Weeramantry**

Träger des Alternativen Nobelpreises 2007: Christopher Weeramantry, ausgezeichnet unter anderem für seinen lebenslangen Einsatz gegen Atomwaffen
©Christian Kaiser

**Dekha Ibrahim Abdi**

Die kenianische Friedensaktivistin Dekha Ibrahim Abdi erhielt den Alternativen Nobelpreis für ihren erfolgreich Einsatz "für Frieden und Konfliktlösung an vielen Krisenherden der Welt".
©Right Livelihood Awards



Percy und Louise Schmeiser

Das kanadische Ehepaar Percy und Louise Schmeiser kämpft seit Jahren gegen Monsanto und für die Rechte von Bauern in einem Markt, der zunehmend von gentechnisch verändertem Saatgut bestimmt wird.

©Right Livelihood Awards



Grameen Shakti

Grameen Shakti - Shakti bedeutet "Energie" - ist eine Organisation der Grameen-Bank und kümmert sich um umweltverträgliche Energieprojekte im ländlichen Raum.

©Right Livelihood Awards

Ig-Nobelpreise 2007

Vanille, Viagra und Wanzen im Bett

Forschung zum Lachen und Denken

Bevor am Montag der Reigen der "richtigen" Nobelpreise beginnt, laden uns die Ig-Nobelpreise traditionsgemäß ein, Ausgezeichnetes einmal unter anderer Perspektive zu sehen. Und Forscher in ihrer Arbeit zwar ernst, aber nicht bitterernst zu nehmen.

"Wenn das kein Ig-Nobelpreis wird" - als Ende Mai Forscher verkündeten, Viagra helfe Hamstern gegen Jetlag, griff die Presse natürlich begeistert zu. Wissenschaft, die zum Lachen anregt, findet immer ein Publikum. Das zeigt sich denn auch alljährlich in der Vergabe der Ig-Nobelpreise, die längst zu den Höhepunkten der Wissenschaftswelt und der Medien gehören. Bereits zum 17. Mal kürte die Jury in Harvard nun Forscher für ungewöhnliche Denkansätze und Studienprojekte. Doch Vorsicht: Genaues Studium könnte sich als runzelfördernd erweisen - für die Denkerstirn wie die Lachfältchen.

Falten, Runzeln und Co standen jedenfalls im Zentrum der Arbeiten von Lakshminarayanan Mahadevan von der Harvard-Universität und Enrico Cerdá Villalba von der Universität Santiago de Chile. Vielleicht mussten sie sich zu oft über trotz straffen Zerrenns knitternde Frischhaltefolien ärgern oder hatten vergeblich versucht, eigenhändig einen alten Sessel faltenfrei mit Möbelstoff zu beziehen, wer weiß. Als ordentliche Wissenschaftler analysierten sie das Problem in speziell gestalteten Experimenten und entwickelten daraus eine regelrechte Faltenformelsammlung, für die sie nun mit dem **Ig-Nobelpreis für Physik** gewürdigt werden.

Ökosystem Bett

Einen genaueren Blick auf Falten wirft schon seit Jahrzehnten auch Johanna van Bronswijk von der Universität Eindhoven. Doch interessiert sie sich dabei für einen ganz besonderen Lebensraum: das Laken und seine Begleiter. Penibelst hat sie die Lebewelt niederländischer Matratzen unter die Lupe genommen und kartiert - vom Bakterium bis zur Bettwanze. Nun wissen wir, dass wir unser Schlafgemach mit Milben, Insekten, Spinnen, Pseudoskorpionen, Krebstieren, Algen, Farnen und Pilzen teilen - da behauptet noch einer, Multikulti auf engem Raum sei zum Scheitern verurteilt. Frau van Bronswijk darf sich für ihre intimen, detaillierten Einblicke ins Ökosystem Bett über den **Ig-Nobelpreis für Biologie** freuen.

Doch gehört zu lebendigem Miteinander auch grundlegende Kommunikation. Und hier kann es Schwierigkeiten geben. So sollte man, das lernen wir von Juan Manuel Toro, Josep Trobalón und Núria Sebastián-Gallés von der Universität Barcelona, die Verständigungsmöglichkeiten von hoffentlich nicht im Bett gefundenen Ratten nicht überschätzen: Sie können rückwärts gesprochenes Japanisch schlicht nicht von rückwärts gesprochenem Holländisch unterscheiden. Für das Aufdecken dieser nagenden Unzulänglichkeit ernteten die drei Forscher den **Ig-Nobelpreis für Sprachwissenschaft**.

Statt missverständlicher Worte empfiehlt sich daher wohl der Einsatz chemischer Verhütungstechniken im Kampf gegen tödliche Gefahren. Hier will sogar die US-Luftwaffe inzwischen auf die Friedensbewegung setzen - "make love, not war", nehmen sie wörtlich: Ein speziell entwickeltes Gas soll gegnerische Soldaten in ablenkende Sextaumel stürzen. Fruchtlose Kriege durch furchtlose Triebe zu beenden, ist nach Ansicht der Jury ganz sicher den **Ig-Nobelpreis für Frieden** wert. Experimentier-Schauplätze gäbe es ja genug.

Vanille aus Kuhmist

Dass Düfte aber auch einen wenig sozialen Effekt haben können, merkt jeder, der einmal in Kuhmist getreten ist: Sein Umfeld rückt eher von ihm ab. Wenn die wüssten, welch Kostbarkeiten so mancher Mist bietet! Mayu Yamamoto vom japanischen Internationalen Medizinischen Zentrum hat darin einen Schatz gefunden, den wohl nur wenige vermutet hätten: Vanillearoma - und dafür auch gleich noch die nötige Extraktionsmethode aufgeschrieben. Für diese überhaupt nicht anrüchige Leistung erhält sie den **Ig-Nobelpreis für Chemie**. Und den Ruhm einer nach ihr benannten Eissorte bei Toscanini's Ice Cream, dem besten Eis-Dealer in Cambridge in Massachusetts. Leider wissen wir nicht, ob der Waffel auch Landluft entströmt.

Ebenso wenig wissen wir, ob Yamamoto seine Duftforschung gelegentlich den Appetit verschlug. Es mag ihn im Zweifelsfall trösten, dass auch andere Forscher an ihrer Arbeit gelegentlich schwer zu schlucken haben. Bibliothekare zum Beispiel. Nicht weil sie Bücher verschlingen, sondern ihnen der harmlose kleine Artikel "the" das alphabetische Ordnen in Listen Magenschmerzen bereitet. Für ihren Beitrag zu den Grundlagen und Ausprägungen des Konfliktes ehrte die Jury Glenda Brown aus Blaxland mit dem **Ig-Nobelpreis für Literatur**.

Ein wirklich harter Brocken ist das aber nicht, dürften Schwertschlucker finden. Ihre schneidige Kost war Gegenstand einer Untersuchung von Brian Witcombe, Radiologe

aus Gloucester, und Dan Meyer aus Antioch in Tennessee, Vorsitzender der Internationalen Schwertschluckervereinigung. 46 ihrer Mitglieder - überwiegend Männer - gaben Auskunft zu medizinischen Problemen im Zusammenhang mit dem Genuss einer mindestens zwei Zentimeter breiten und 48 Zentimeter langen Stahlklinge. Die Hälfte nannte Schmerzen im Hals und unteren Brustkorb, sechs hatten sich schon einmal Rachen oder Speiseröhre perforiert, und bei einem sei die Klinge schon einmal am Herz "vorbei geschrammt". Stahlharte Ergebnisse, die eines **Ig-Nobelpreises für Medizin** würdig sind.

Mysteriöser Suppenteller

Weiche Schonkost steht in dieser Künstlerriege daher wohl häufiger auf dem Speiseplan, was sie direkt für ein Forschungsprojekt von Brian Wansink von der Cornell-Universität qualifiziert hätte. Wir alle wissen, dass die Augen manchmal größer sind als der Magen - Wansink und seine Kollegen haben es uns unlängst bewiesen. Als sie à la Hogwarts die Suppenteller ihrer Freiwilligen unbemerkt ständig nachfüllten, schlürften diese eifrig auch dann noch weiter, als ihre nicht derart bedachten Nachbarn längst den Löffel abgelegt hatten. Für diesen Einblick in den offenbar nicht zu stillenden Appetit des Menschen erhalten sie den **Ig-Nobelpreis für Ernährungswissenschaften**.

Kuo Cheng Hsieh hingegen möchte eine andere Suppe ausgelöffelt wissen: Drängt der Hunger nach barer Münze und mündet in einem Banküberfall, so soll ein herabfallendes Netz dem Missetäter die Flucht vereiteln. Leider scheint ausgerechnet er als Erfinder dieses Patents abgetaucht, berichtet das Komitee der Ig-Nobelpreis-Verleiher, und verleiht ihm trotzdem den **Ig-Nobelpreis für Wirtschaft** - ganz ohne Haken und Ösen.

Womit wir am Ende und gleichzeitig am Anfang der preiswürdigen Arbeiten angelangt sind: dem **Ig-Nobelpreis für Luftfahrt**, verliehen an Patricia Agostino, Santiago Plano und Diego Golombek von der Nationaluniversität von Quilmes in Argentinien. Sie waren es, die uns vor wenigen Monaten Viagra als Mittel gegen Jetlag offenbarten - wenn auch bislang nur für Hamster und ostwärts gerichtete Flüge.

Und wie bei so vielen der hier vorgestellten Arbeiten steckt hinter der lustigen Botschaft ein durchaus ernstzunehmender Hintergrund: Die Suche nach Substanzen, mit denen sich die innere Uhr beispielsweise von Schichtarbeitern, aber auch Vielfliegern ohne schwere Nebenwirkungen beeinflussen ließe - schließlich ist Jetlag mehr als nur ein kleines Urlauberproblem. Vielleicht stecken wir in ein paar Jahren die blauen Pillchen mit ganz anderer Absicht als derzeit ins Handgepäck. Und lachen dann über unsere heutige Belustigung.

Antje Findeklee

Quellen:

- Nature 419: 579-580 (2002), [Abstract](#)
Physical Review Letters 90: 074302/1-4 (2003), [Abstract](#)
Proceedings of the National Academy of Sciences 101: 1806-1810 (2004), [Volltext](#)
Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde 116: 825-831 (1972)
Vakblad voor Biologen 53: 22-25 (1973)
Acta Botanica Neerlandica 27: 125-128 (1978)
Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes 31: 95-100 (2005),
[Abstract](#)
The Indexer 22: 119-122 (2001)
British Medical Journal 333: 1285-1287 (2006), [Volltext](#)
Obesity Research 13: 93-100 (2005), [Volltext](#)
Proceedings of the National Academy of Sciences 104: 9834-0839 (2007), [Abstract](#)

Ohrfeige für Bush

Daniel Lingenhöhl kommentiert den Friedensnobelpreis für Al Gore

Kein Zweifel: Al Gores Film "Eine unbequeme Wahrheit" über den Klimawandel und seine katastrophalen Folgen hat das US-amerikanische Volk über diese Thematik verständlich aufgeklärt und politisch wie ökonomisch Bewegung in den Klimaschutz durch die Vereinigten Staaten gebracht. Dafür gebührt dem ehemaligen Vize-Präsidenten der Regierung Clinton höchster Respekt. Doch rechtfertigt dies die Vergabe des Friedensnobelpreises an ihn - als hervorgehobene Persönlichkeit - und den Klimarat der Vereinten Nationen, den so genannten Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)?

"Gore und der IPCC haben schon sehr früh die Gefahren der globalen Klimaänderung erkannt. Wir möchten mit unserer Entscheidung die Aufmerksamkeit für dieses Thema weiter erhöhen", so Ole Danbom Mjøs, der Vorsitzende des Nobelkomitees, bei der Bekanntgabe der Preisträger. Und weiter: "Gore ist seit Jahren einer der weltweit führenden Umweltschützer." Das stimmt alles, und doch beschleicht einen ein eher ungutes Gefühl bei der diesjährigen Auswahl des ehrwürdigen Komitees.

Dies hängt jedoch weniger mit dem Thema an sich zusammen. Denn der Klimawandel mit seinen weitaus überwiegend negativen Folgen wird in den nächsten Jahren und Jahrzehnten das politische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenleben auf unserem Planeten maßgeblich mitbestimmen - inklusive neuer Verteilungskämpfe und sozialer Verwerfungen. Das zeichnet sich bereits heute in Ansätzen ab: Der Krieg in Darfur zum Beispiel ist nicht nur ethnisch und politisch begründet, sondern auch ökologisch, da zunehmende Wasserknappheit den Konflikt zwischen Nomaden und Bauern mit angeheizt hat.

Die Bewohner des vom Untergang bedrohten flachen Inselstaats Tuvalu im Pazifik haben bereits um Umweltasyl in Australien und Neuseeland nachgesucht, sollten ihre Eilande einst vom steigenden Meeresspiegel überflutet werden. Weltweit schreitet die Wüstenbildung voran und vertreibt Millionen Menschen von und aus ihrem Land. Seuchen breiten sich neu oder wieder in Regionen aus, in denen sie zuvor unbekannt oder erfolgreich bekämpft worden waren und wo steigende Temperaturen nun ihre Auftreten begünstigen. Und nach einem Bericht des Ökonomen und ehemaligen führenden Weltbank-Beraters Nicholas Stern für die britische Regierung könnte die Wirtschaft weltweit um ein Fünftel schrumpfen, müssten alle Kosten und Risiken durch die klimatischen Veränderungen gedeckt werden - ein Verlust, den Stern mit der Weltwirtschaftskrise der 1930er Jahre vergleicht.

Es ist also gut und sinnig, dieses Thema mit dem höchsten und wichtigsten Preis zu bedenken, der zur Verbesserung der Welt vergeben werden kann. Dennoch ist Al Gore - und mit Abstrichen auch der IPCC als von Wissenschaftlern beratenes politisches Komitee - der falsche Preisträger. Das liegt weniger an den Fehlern, die Gores Film aufweist und die längst von Kritikern sowie jetzt erst wieder von einem britischen Gericht angemahnt wurden. An den hehren Absichten des Politikers ist ebenfalls nicht zu zweifeln.

Zu den größten Versäumnissen der Regierungszeit unter Präsident Clinton zählt aber, dass die USA das Kyoto-Protokoll zwar unterschrieben, jedoch nicht ratifiziert haben - das einzige Abkommen bislang, dass die Reduzierung von Treibhausgasen international festlegt. Der Nachfolger im Weißen Haus, George W. Bush, nahm diese Einladung dankend an und erklärte bald nach Amtsantritt den Rückzug aus dem Vertragswerk. Weit gehende Pläne anderer Industriestaaten zur Reduzierung ihrer Emissionen bezeichnete die Clinton-Administration zudem als "zu ambitioniert".

Und auch in den sonstigen nationalen Anstrengungen der Clinton-Jahre - als deren grünes Gewissen Al Gore zählt - sieht man wenig Initiativen in Richtung eines sparsameren Ressourcenverbrauchs: So wurden die Pläne für eine wegweisende Kohlenstoff-Steuer zu den Akten gelegt, Mittel für den öffentlichen Nahverkehr gekürzt, die als Privatfahrzeuge immer beliebteren schweren Geländewagen von Verbrauchsstandards ausgenommen und so weiter. An den Hebeln der Macht hat Gore für das Klima deshalb wenig bewirkt, wobei ihm natürlich zugute gehalten werden muss, dass der Handlungsspielraum eines Vize-Präsidenten der USA relativ eingeschränkt ist. Aktuell kritisieren außerdem viele Umweltschützer und Menschenrechtsaktivisten aus der ganzen Welt seinen Einsatz für Kraftstoffe aus der Landwirtschaft, die häufig Naturlebensräume kosten und die Nahrungsmittelpreise nach oben treiben.

Sein Film immerhin hat die Diskussion in den USA über den Klimawandel weiter belebt und die Wissenschaft hinter der Thematik alltagstauglich gemacht. In die Kinos kam er allerdings auch erst 2006 - und damit ein Jahr, nachdem die Hurrikane "Katrina" und "Rita" sowie die Verwüstung New Orleans drastisch gezeigt hatten, welche dramatischen Folgen die Erderwärmung haben könnte: "Eine unbequeme Wahrheit" traf also bereits auf ein sensibilisiertes Publikum.

Konsequenter wäre es daher gewesen, das Nobelkomitee hätte beispielsweise Klaus Töpfer (von 1998 bis 2006 Direktor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen)

oder gar eine Umweltschutzorganisation wie Greenpeace mit dem Preis ausgezeichnet. Sie warnten schließlich schon vor dem Klimawandel, als dies noch unbequem war und nicht dem Zeitgeist entsprach. So aber muss der Titelträger Al Gore wohl vor allem als eines gelten: als schallende Ohrfeige für George W. Bush und dessen beharrliche Weigerung, einen Teil zum Klimaschutz beizutragen.

© spektrumdirekt

Frage**Was macht Dynamit stoßunempfindlich?**

- a) Sägemehl
- b) Watte
- c) Algen

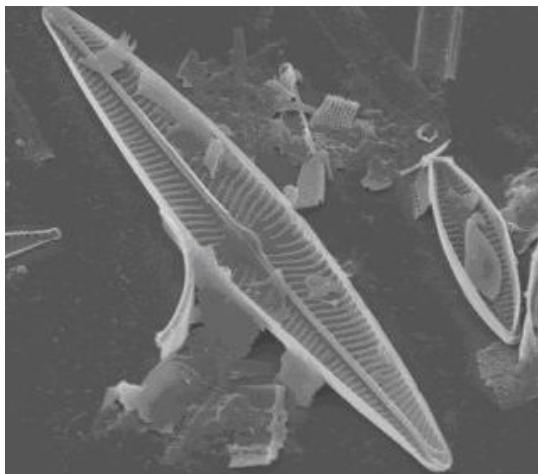
Antwort:

Die Schale von **Kieselalgen** (Diatomeen) macht Dynamit erschütterungsresistent.

Erklärung:

Wenn der Chemieprofessor mit einem Hammer den Hörsaal betritt, wissen zumindest schon die Profis, mit welchem Experiment der Prof gleich auffahren wird. Sobald der erste Student nach vorne gewunken wird - mit der Bitte, doch einmal mit voller Kraft auf den Tropfen zu schlagen - geht auch dem restlichen Auditorium ein Licht auf: Heute steht Nitroglycerin auf dem Lehrplan. Es gibt einen lauten Knall, denn der Stoff ist stoßempfindlich und hochexplosiv.

Das hat auch Alfred Nobel beim Experimentieren mit dem Sprengstoff des Öfteren zu spüren bekommen und machte sich schließlich zur Aufgabe, den gefährlichen Stoff zu "zähmen". Das gelang ihm tatsächlich, allerdings durch einen Zufall: Er transportierte Nitroglycerin in Blechkannen, die er zum Schutz vor Vibration in Erde aus fossilen **Kieselalgenschalen**bettete. Ein Behälter war undicht, der Sprengstoff lief in die Erde und wurde plötzlich resistent gegen Erschütterungen.



© Anna Siever

Kieselalgen (Diatomeen) sind von einer filigranen Schale aus Siliziumdioxid umgeben, die von zahlreichen Poren und Rillen durchsetzt ist. Sterben die Algen ab, sinken sie auf den Grund des Gewässers. Die Silizium-Panzer lagern sich im Sediment ab und bilden die so genannte Kieselerde.

Was macht Kieselerde zum Stoßdämpfer für Nitroglycerin? Durch die unzähligen Poren haben Diatomeenschalen eine sehr große Oberfläche. Wie Schwämme saugen sie den flüssigen Sprengstoff auf, dessen Moleküle in dem Labyrinth von Kerben räumlich voneinander getrennt werden. Der Zündstoff wird so gepuffert, dass die Energie eines Hammerschlags nicht mehr ausreicht, um die Mischung zur Explosion zu bringen.

Alfred Nobel nannte seinen Mix aus Kieselerde und Nitroglycerin Dynamit - nach dem griechischen Begriff *Dynamis* für "Kraft". Die Erfindung hat dem Schweden ein großes Vermögen eingebracht, das immer noch jährlich in Form des Nobelpreises denjenigen gestiftet wird, die "der Menschheit den größten Nutzen gebracht haben", wie es in seinem Testament heißt.

Nobel hat verschiedene Substanzen ausprobiert, um Nitroglycerin handhabbar zu machen. Er verwendete diverse saugfähige Materialien, wie zum Beispiel **Sägemehl** und **Watte**. Jedoch hatten die resultierenden Mischungen eine breiige Konsistenz, die sich für einen Sprengstoff weniger eignet als das pulvri ge Nitroglycerin-Kieselerde-Gemisch. Außerdem hat ein feuchter Brei den Nachteil, dass sich relativ viel des flüssigen Explosivstoffes an der Oberfläche befindet und daher nicht so gut vor Stößen geschützt ist.

Anna Siever

Klima mit System

Dass der Mensch den Klimawandel verursacht, ist in der Wissenschaft längst weit gehend Konsens. Doch spätestens seit Bundeskanzlerin Angela Merkel die globale Erwärmung auf ihre politische Agenda gesetzt hat, ist die Debatte über Auswege aus der Klimafalle auch in der Mitte der Gesellschaft voll entbrannt. Das Hörbuch "Erdsystem-Management" des renommierten Meteorologen Mojib Latif erscheint deshalb genau zum richtigen Zeitpunkt: Es erleichtert die Orientierung in dieser komplexen Klimadiskussion, bei der die vorgetragenen Argumente allzu oft mit eigenen Interessen verknüpft sind.

Sein Hörbuch versteht Latif, der am Leibniz-Institut für Meereswissenschaft an der Universität Kiel (IFM-GEOMAR) forscht, deshalb vor allem als eine Einführung. Um den "Klimawandel als globale Herausforderung" - so der Untertitel der CD - zu beschreiben, dürfen die wissenschaftlichen Grundlagen natürlich nicht fehlen. Der erste Teil stellt deshalb vor allem die Klimaforschung und ihre Methoden vor. Dabei präsentiert Latif sein Fach als interdisziplinäres Forschungsfeld und spannt gekonnt den Bogen von den Anfängen der modernen Klimaforschung bis zu den heute eingesetzten Computermodellen.

Selbstkritisch weist er zudem auf die Schwächen dieser Klimasimulationen hin, deren Zuverlässigkeit nicht allein wegen zu geringer Rechenleistung von Computern eingeschränkt wird. Auch die Rolle der Weltmeere werde durch die Modelle noch nicht zufriedenstellend erfasst, so der Meteorologe.

Wichtig ist Latif vor allem die Vielfalt jener Komponenten, die entscheidenden Einfluss auf das Klima ausüben. Neben den Meeren und der Atmosphäre zählen dazu die Eisflächen und andere geologische und chemische Prozesse. Gemeinsam bilden diese Einzelfaktoren das Erdsystem. Dass die einzelnen Komponenten dabei unterschiedlich schnell auf Veränderungen reagieren, erschwert zuverlässige Klimaproxgnosen zusätzlich. Bei ihren Computermodellen gehen Wissenschaftler deshalb stets von zuvor festgelegten Grundannahmen aus, was die in der Öffentlichkeit stets kritisierte Variation der Prognosen bewirkt.

Wichtigster Einflussfaktor im Erdsystem sei allerdings der Mensch, wie Latif betont. Verständlich beschreibt der Erzähler im zweiten Teil seines Hörbuchs, wie die steigenden Treibhausgas-Emissionen den anthropogenen Treibhauseffekt verursachen. Die Folgen sind schon heute zu spüren, umfassend bringt Latif den Hörer auf den aktuellen Forschungsstand. Sollte die Menschheit keine weiteren Anstrengungen unternehmen, um etwa ihre Kohlendioxid-Emissionen drastisch zu senken, prognostiziert der Kieler Wissenschaftler einen starken Anstieg des Meeresspiegels. In der Folge würden Wetterextreme - etwa Hurrikans und Taifune - wesentlich stärker ausfallen.

Dennoch macht der Klimaforscher seinen Hörer Mut. Die Menschheit sei schließlich schon einmal zu einem Konsens gekommen, als es galt, die weitere Zerstörung der Ozonschicht durch den Verbot von Fluorchlorkohlenwasserstoffen (FCKW) zu verhindern. Doch lässt sich auch der Klimawandel stoppen? Latif ist durchaus optimistisch, dass die Menschheit der Klimafalle nochmal entkommen kann - Erdsystem-Management heißt sein Lösungsvorschlag.

Dabei klingen Latifs Empfehlungen zunächst wie eine Radikalkur: Bis zum Jahr 2050 müsse der CO₂-Ausstoß in die Atmosphäre um 50 Prozent gesenkt werden, bis zum Jahr 2100 sogar um 90 Prozent. Die Industrieländer nimmt er dabei besonders in die Pflicht: Ihnen komme bei der Reduktion eine Vorreiterrolle zu, damit sie auch ärmeren Staaten die Möglichkeit zur Industrialisierung gewährten. Insofern sei das Kyoto-Protokoll nicht mehr als ein erster Schritt, weitere müssten folgen.

Insgesamt verspricht der dritte Teil des Hörbuchs "Die Bewältigung des Klimaproblems" aber mehr als er tatsächlich einhält. Der letzte Abschnitt umfasst nur drei Kapitel, in denen Latif etwa den Verbraucher zu einem bewussteren Umgang mit Energie auffordert und zu verstärkten Investitionen in erneuerbare Energien rät. Die Interessenskonflikte in der aktuellen Klimadebatte werden dagegen allenfalls gestreift.

Für Einsteiger enthält dieser Teil daher womöglich zu wenig Informationen, um aktiv am öffentlichen Diskurs teilzunehmen. Die Stärke des Hörbuchs, das ohne Booklet ausgeliefert wird, liegt deshalb vor allem in der Darstellung der wissenschaftlichen Grundlagen. Doch damit reiht sich die CD in eine Vielzahl anderer Publikationen zum gleichen Thema ein - einzig ihr Hörbuch-Format vermag sie da noch herauszuheben.

Christoph Marty
Der Rezessent studiert Wissenschaftsjournalismus in Dortmund.

Mojib Latif
Erdsystem Management, Audio-CD

SUPPOSE VERLAG

ISBN: 3932513827

 Dieses Buch können Sie im Science-Shop für **16,80** (D), 16,80 € (A) kaufen.
»

5x5-Bewertung

Inhalt	
Qualität	
Mehrwert	
Spaßfaktor	
Preis/Leistung	
Expertenwertung	19