Deutsches Museum

Das Magazin aus dem Deutschen Museum **2/2012** | 7 Euro | B 9797

4750201202

Die menschengemachte Erde Das Anthropozän sprengt die Grenzen von Natur, Kultur und Technik

Eine Stimme gegen das Schweigen Vor fünfzig Jahren erschien Rachel Carsons Buch *Silent Spring*

Revolution auf sechzehn Beinchen Mit dem Intel 4004 begann 1971 der Siegeszug der Mikroprozessoren

KULTUR & TECHNIK

Mensch und Natur

Strategien zur Beziehungspflege

Anzeige Auktionshaus

LIEBE LESERIN,
LIEBER LESER,

es ist eine schwierige Beziehung, die in diesem Magazin verhandelt wird. Denn tatsächlich haben wir bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts die in der Genesis notierte Auforderung »Macht euch die Erde untertan« allzu wörtlich genommen. Einen Höhepunkt erreichte der daraus legitimierte Wille zur Kontrolle der Natur zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Und tatsächlich schien es ja auch, als könnten die neuen Erkenntnisse und Errungenschaften der Wissenschaft, insbesondere der Chemie, Probleme wie Hunger und Krankheiten aus der Welt schaffen. Doch sehr rasch wurde deutlich, dass es keine einfachen Antworten und Lösungen gibt. Katastrophen, die durch allzu unbedachten und euphorischen Umgang mit neuen Errungenschaften der Wissenschaft ausgelöst wurden, sollten uns Demut lehren.

Andererseits verdanken wir den Wohlstand, den wir heute genießen dürfen, den Fortschritten in Naturwissenschaft und Technik, den Entdeckungen und Erfindungen von Menschen ebenso wie tatkräftigen Unternehmern, die aus Ideen marktreife Innovationen und Produkte gemacht haben. Noch vor wenigen Generationen wären viele der Annehmlichkeiten, die wir heute nicht mehr missen wollen, undenkbar gewesen. Denken Sie allein an die Errungenschaften im Bereich des Gesundheitswesens und unsere damit verbundene höhere Lebenserwartung.

Die Kernbotschaft der Umweltbewegung ist in den Grundlagenwissenschaften längst angekommen: Übernehmt Verantwortung für das, was ihr tut. Bedenkt die Auswirkungen eures Handelns auf diese und die kommenden Generationen. In meiner Funktion als Nanophysiker und Generaldirektor des Deutschen Museums hatte ich in den vergangenen Jahren die Gelegenheit, mich auf zahlreichen Veranstaltungen mit Kollegen aus den gesellschafts- und geisteswissenschaftlichen Disziplinen über die Konsequenzen naturwissenschaftlicher Forschung auszutauschen. Chancen und Risiken werden auch in den Naturwissenschaften, besonders in der Nanotechnologie, seit Jahren intensiv diskutiert. Auch das Deutsche Museum ist an dieser Debatte beteiligt.

Die Frage, in welchem Zustand wir die Erde den nachfolgenden Generationen überlassen wollen, sollte jedoch keineswegs nur in den Zirkeln der Experten diskutiert werden. Die Zukunft des Menschen und der Erde geht uns alle an. Jeder Einzelne kann und sollte sich dazu eine Meinung bilden. Das Deutsche Museum bietet mit seinen Ausstellungen und Veranstaltungen die Möglichkeit, das persönliche Wissen zu erweitern, um tragfähige Argumente für eigene Ansichten und Antworten zu sammeln.

Auch die Beiträge in der aktuellen Ausgabe unseres Mitgliedermagazins laden dazu ein, liebgewonnene Ansichten auf den Prüfstand zu stellen. Egal ob Technikfan oder Ökofreak – wagen Sie doch einmal einen Perspektivenwechsel!

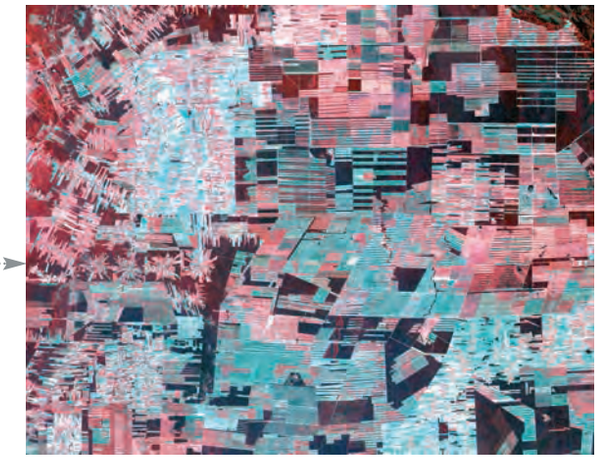
Herzlichst Ihr

Wolfgang M. Heckl
Generaldirektor

Abbildungen: Deutsches Museum; istockphoto.com/Franz-W. Franzelin (Titel)

6

Die ökologische Initiation der Deutschen begann mit dem Menetekel vom »Waldsterben«.



12

Seit ungefähr 300 Jahren verändert der Mensch die Erde so nachhaltig, dass Wissenschaftler schon von einem neuen Erdzeitalter sprechen: dem Anthropozän.

18

Die amerikanische Biologin Rachel Carson plädiert in ihren Büchern für den respektvollen Umgang mit der Natur.

26

Eine Welt, in der die Sonne gnadenlos und ungefiltert scheint, schildert der Film *Hell*.

34

MikroMakro zum Thema »Die Natur und wir«: vom Fischtisch über junge und alte Naturfreunde bis hin zu Pflanzenschutzmitteln.

38

In Jordanien gelingt Wissenschaftlern, woran Politiker seit Jahrzehnten scheitern. Friedliche Zusammenarbeit über Grenzen hinweg.

44

Der erste kommerzielle Mikroprozessor Intel 4004 wurde für Rechenmaschinen der Busicom Corporation entwickelt.

52

Der Ingenieur Clemens von Bechtolsheim erfand die Milchzentrifuge.

Abbildungen: istockphoto.com/Bart Sadowski; Paramount Pictures; F. Odenthal; Intel; NASA; WFIWC Archives; Michael Wirth; akg-images

MENSCH UND NATUR

6 **Die Zukunft des Grünen**
Die Umwelt braucht neue, kreative Ideen | **Von Frank Uekötter**

12 **Die menschengemachte Erde**
Das Anthropozän | **Von Reinhold Leinfelder, Christian Schwägerl, Nina Möllers, Helmuth Trischler**

18 **Eine Stimme gegen das Schweigen**
Rachel Carson und ihr Buch *Silent Spring* | **Von Nancy Langston**

22 **Wissen überschreitet Grenzen**
Interview mit Christof Mauch und Helmuth Trischler | **Von Sabrina Landes**

26 **Angst vor der Sonne**
Der Film *Hell* erzählt von einer zerstörten Welt | **Von Alexa Weik von Mossner**

32 **Digitale Erkundungen der Umwelt**
Das Portal www.environmentandsociety.org | **Von Kimberley Coulter**

MAGAZIN

38 **Physiker als Friedensforscher**
Das SESAME-Projekt in Jordanien | **Von Frank Odenthal**

44 **Revolution auf sechzehn Beinchen**
40 Jahre Mikroprozessor | **Von Frank Dittmann**

48 **Nikolas Tesla und die Energie aus dem All**
Die geheimnisvolle Maschine des Erfinders | **Von Erik Eckermann**

52 **Wie die Milch ins Schleudern geriet**
Die Geschichte der Milchzentrifuge | **Von Sebastian von Bechtolsheim**

55 **Weitsichtiger Unternehmer**
Robert Bosch | **Von Hans-Erhard Lessing**

STANDARD

3 **Editorial**

34 **MikroMakro**
Die Seiten für junge Leser

25 **Kaleidoskop**

57 **Deutsches Museum intern**
59 Neues aus dem Freundes- und Förderkreis

64 **Schlusspunkt**

66 **Vorschau, Impressum**

Die Zukunft des Grünen

Die ökologische Initiation der Deutschen begann mit dem Waldsterben. Die Bilder kahler und verdorrter Äste wiesen wie ein Menetekel auf die Kehrseiten des Wachstums: die Verschmutzung von Wasser, Böden und Luft. Plötzlich war es »in«, sich um Umweltfragen zu kümmern, und die Umweltbewegung wurde zur vielleicht erfolgreichsten Protestbewegung der bundesdeutschen Geschichte. Inzwischen drohen die damaligen Erfolge jedoch zum Ballast zu werden. Die Umweltbewegung wird sich von einigen Feindbildern verabschieden müssen, um neue, kreative Strategien zu entwickeln. **Von Frank Uekötter**

Stell Dir vor, es geht um die Umwelt, und alle wissen Bescheid. Kaum ein Tag vergeht, ohne dass in den Medien über grüne Themen berichtet wird und Entscheidungsträger die einschlägigen Probleme diskutieren. In aller Regel spricht daraus die tiefe Sorge um den bedrohten Planeten Erde. Längst reicht das Ökologische über die Sphäre des Politischen hinaus und drückt der Lebenswelt seinen Stempel auf. Der kluge Verbraucher sorgt heutzutage bei seinem Eigenheim für eine ordentliche Wärmedämmung, achtet beim Einkauf aufs Biosiegel und spült sorgfältig die eigenen Joghurtbecher, bevor er sie zum Recycling gibt. Man kann in der Bundesrepublik geradezu das Entstehen eines neuen Patriotismus im grünen Gewand konstatieren: Deutschland, das Land der Windräder, das die Welt mit hocheffizienten Umwelttechnologien versorgt. Auf wenige Dinge reagieren Bundesbürger so empfindlich wie auf den Hinweis, dass ein anderes Land in puncto Umweltbewusstsein voraus sei.

All das macht es nicht leicht, ein echtes Gespräch über Umweltthemen zu beginnen. Während in den USA um Klimawandel und andere Themen regelrechte Kulturkämpfe ausgefochten werden, herrscht in Deutschland ein freundliches Einvernehmen. Selbst bei der Atomkraft, jahrzehntelang Gegenstand heftiger Auseinandersetzungen, gibt es seit dem vergangenen Jahr einen parteienübergreifenden Konsens. Natürlich soll Umweltschutz nicht zu viel kosten und keine großen Umstände machen, aber das ist ein Thema fürs Kleingedruckte und soll selbstverständlich nicht vom Wert der guten Sache ablenken. Und das grüne Deutschland ist ja nicht nur eine Autosuggestion. Wer mit Aktiven aus anderen Ländern spricht, bemerkt nicht selten, dass man für die Probleme der deutschen Umweltbewegung kein rechtes Verständnis bekommt: Mensch, ihr habt große Umweltverbände, eine starke grüne Partei und tolle Gesetze – worüber sorgt ihr euch eigentlich? Und doch muss man nur mal ein wenig an der Oberfläche kratzen, um Zweifel am grünen Deutschland zu bekommen. Und das nicht nur, weil man Joghurtbecher eigentlich gar nicht spülen sollte.

Seit dem 1. Januar 2011 gibt es den Treibstoff E10 an deutschen Tankstellen. Dem Sprit sind zehn Prozent Bioethanol beigemischt. Der ökologische Wert von Kraftstoffen, die aus Biomasse hergestellt werden, ist umstritten. Allerdings boykottierten Autofahrer in Deutschland das Alternativbenzin vor allem aus Sorge um den Motor. In den USA gibt es diese Ängste nicht. Dort gehören Kraftstoffe mit zehn Prozent Ethanolbeimischung längst zum Standard.

Vor gut einem Jahr gab es da zum Beispiel eine öffentliche Debatte, die so gar nicht zum ökologisch bewegten Deutschland passen wollte. »E10« hieß die Reizvokabel: ein Treibstoffzusatz aus regenerativen Quellen, der als »Öko-Plörre« (*Bild-Zeitung*) die Gemüter erregte. Tatsächlich gibt es seit einigen Jahren wachsende Kritik am Anbau von Energiepflanzen: Sie konkurrieren mit der Nahrungsmittelproduktion, fördern Monokulturen, und der Klimaeffekt ist selbst bei gut funktionierender Produktionskette nicht sehr groß. Nur war davon in der erregten öffentlichen Debatte kaum etwas zu hören. Im Mittelpunkt stand vielmehr die Frage, welches Auto den neuen Kraftstoff tatsächlich ohne Probleme verträgt. Da gab es unterschiedliche Informationen, und das mag der Deutsche halt nicht.

Grün, grüner, am grünsten?

Der Streit um E10 verschwand aus den Schlagzeilen, als in Japan die Erde bebte und die Atomkatastrophe von Fukushima alle Aufmerksamkeit auf sich zog. Dennoch lohnt es sich, die Aufregung um das vermeintliche Öko-Benzin etwas näher zu betrachten. Dabei geht es nicht nur um die Frage, ob die Deutschen ihr Auto nicht doch noch etwas mehr lieben als die bedrohte Natur. Die Irritation entsprang vor allem der Tatsache, dass Befürworter wie Kritiker mit ökologischen Argumenten hantierten: Erstere betonten die nötige Abkehr

Abbildungen: istockphoto.com/Bart Sadowski; wikipedia

Dieser Aufkleber, in den siebziger und achtziger Jahren auf Autos, Fahrrädern und Taschen allgegenwärtig, symbolisierte die Verbindung des Atomprotests mit einem Lebensgefühl junger Menschen. Es war cool, sein Umweltbewusstsein zu zeigen. Nach Fukushima gab es einen neuerlichen, vielleicht aber auch den letzten Boom des Atomprotests in Deutschland.

von fossilen Energiequellen, Letztere die Folgen für Landschaften und Ökosysteme, und beide Seiten argumentierten mit dem Klimaschutz, nur eben auf unterschiedliche Weise. Und es war ja nicht der einzige Fall, in dem plötzlich Grün gegen Grün stand. Quecksilber aus Energiesparbirnen, Windräder gegen Vogelschutz, Proteste gegen neue Bahnstrecken und Stromleitungen – irgendwie ist es in der Umweltdebatte unübersichtlich geworden.

Dabei war man von der ökologischen Sache doch eigentlich Eindeutigkeit gewohnt. Wie sonst will man erklären, dass Umweltprobleme den Impuls zur einzigen erfolgreichen Parteiengründung der alten Bundesrepublik gaben? Für die Grünen der achtziger Jahre war jedenfalls ganz klar, wonach die bedrohte Natur verlangte: Atomkraftwerke sollte man abschalten, Energie aus Wind und Sonne gewinnen und Autos zumindest mit Katalysatoren ausstatten. Und natürlich schrieb man solche Forderungen auf Umweltschutzpapier. Dagegen standen Wachstumsdenken, Tempowahn und ungehemmte Verschmutzung. Die Welt war einfach.

Daraus sprach nicht nur die Naivität, die wohl jeder sozialen Bewegung in ihren Anfängen innewohnt. In den achtziger Jahren gab es schließlich noch jede Menge Umweltprobleme, bei denen man nicht lange nachdenken musste, um das ökologisch Richtige zu erkennen. Man musste überhaupt nichts von der Sache verstehen, um zu ahnen, dass man Robbenbabys nicht erschlagen und giftige Dünnsäure nicht einfach in die Nordsee kippen sollte – beides Praktiken, die ziemlich schnell verboten wurden, nachdem sie einer kritischen Öffentlichkeit nachdrücklich vor Augen geführt wurden. Die Regenbogenkämpfer von Greenpeace, die sich mit einigem Geschick auf die mediale Inszenierung solcher Probleme verstanden, wurden schlagartig populär. Der Bundesbürger verstand und überwies eine Spende.

Die Problemlöser aus der Ökoecke

Es gab aber nicht nur Probleme, die geradezu zum Himmel schrien, sondern auch probate Lösungen. Beides fügte sich nahtlos aneinander: Wer gegen das Waldsterben war, der war für die Abgasreinigung bei Kohlekraftwerken und Kraftfahrzeugen. Problem und Lösung kamen gewissermaßen als Paket, und die Verbindung besaß eine derart zwingende Logik, dass bald nur noch über das Tempo gestritten wurde. So hatte der ökologische Protest eine heilsame Wirkung, die inzwischen kaum noch jemand bestreitet. Technisch gesehen wären sowohl die Rauchgasentschwefelung bei Großkraftwerken wie die Autokatalysatoren schon in den siebziger Jahren problemlos möglich gewesen und blieben nur aus Kostengründen ungenutzt. Der Durchbruch gelang erst, als in den achtziger Jahren die bedrohten Wälder parteienübergreifend Furore machten.

So umwehte die ökologische Bewegung zunächst der Nimbus des Erfolgs. Keine andere soziale Bewegung der bundesdeutschen Geschichte eroberte so rasch die Herzen so unterschiedlicher Menschen wie die Umweltbewegung in den achtziger Jahren – auch wenn so mancher Vollblut-Öko durch den Vollbart brummte, dass die Ökologisierung doch zumeist arg oberflächlich blieb. Vor allem im Kampf gegen Umweltverschmutzung gab es eine spektakuläre Serie von Erfolgen: Das verbleite Benzin wurde nach und nach verboten, Fabriken und Gemeinden bauten Kläranlagen, und schädliche Stoffe verschwanden aus Lebensmitteln und Produktionsverfahren. Zivilgesellschaft und Staat verständigten sich auf eine Art Aufgabenteilung: Umweltverbände klagten Missstände an, Behörden reagierten mit dem klassischen Ordnungsrecht. So weit, so gut.

Eine Bewegung findet sich neu

Aber irgendwann gingen der Umweltbewegung die Probleme aus, bei denen man auf diesem Weg zum Ziel kam. Flächenverbrauch, Bodenerosion und Wohlstandsmüll sind nur drei von etlichen Herausforderungen, bei denen eine endgültige Lösung illusorisch war: Man konnte die Probleme zwar bekämpfen und eingrenzen, aber eben nicht in einer Weise, die sie ein für allemal erledigte. Nichts verdeutlichte dies nachdrücklicher als die Diskussion über die Erwärmung des Erdklimas durch Treibhausgase, die seit Mitte der achtziger Jahre zur bundesdeutschen Umweltdebatte gehört. Der Klimawandel hing aufs Engste mit dem westlichen Lebensstil zusammen, und dieser entzog sich weitgehend einer staatlichen Regulierung. Es war und ist nicht verboten, ein großes Haus weit draußen vor der Stadt zu besitzen, jeden Tag mit dem Geländewagen zur Arbeit zu fahren und dreimal im Jahr nach Mallorca zu fliegen, und doch ist derlei ökologisch gesehen eine ziemliche Schweinerei.

Von der Sache her hätte es deshalb nahe gelegen, am Ende der ökologischen achtziger Jahre auf neue Strategien und Themen zu setzen: weniger Verbote, mehr Gestaltung, weniger Staat, mehr Themen der Lebens- und Arbeitswelt.

Tatsächlich gab es Anzeichen für entsprechende Neuorientierungen. Ingenieure entdeckten Ökoeffizienz als neues Paradigma; aus dem Protest gegen Autobahnprojekte entwickelte sich eine aktiv gestaltende Verkehrspolitik, die dem öffentlichen Nahverkehr neue Impulse verlieh. Und doch scheint es, dass die Umweltbewegung diesen Wandel von Strategien und Denkmustern letztlich nicht konsequent genug betrieb. Immer wieder schimmerte das Erfolgsrezept der achtziger Jahre durch: öffentliche Kampagnen und staatliche Politik.

Die erprobten Rezepte wurden jedoch nicht nur durch den andersartigen Charakter der neuen Probleme infrage gestellt, sondern auch durch den Wandel des geografischen Bezugsrahmens. Die ökologischen achtziger Jahre waren eine bundesdeutsche Besonderheit. Kein anderes westliches Land erlebte in dieser Zeit einen Aufschwung grüner Themen. Die Strukturen, die sich im Zuge dieses Booms entwickelten, waren deshalb zumeist eminent bundesdeutsch: Verbände, Forschungseinrichtungen, Zeitschriften. Just in jener Zeit, in der sich die Umweltpolitik internationalisierte, konsolidierte sich die Ökoszene im geografischen Rahmen der Bundesrepublik. So steckt in der vermeintlich globalisierten Öko-Rhetorik nicht selten ein nationalstaatliches Kalkül, so etwa beim vielzitierten »Umweltschutz schafft Arbeitsplätze«, bei dem der Gedanke an Exportchancen für deutsche Ingenieurstechnik meist nicht fernliegt.

Artenschutz und Klimawandel

Die Internationalisierung der Umweltpolitik wurde von mehreren Seiten vorangetrieben. Am meisten Gewicht gewann die Europäische Union. Seit der Einheitlichen Europäischen Akte von 1987 besaß die Gemeinschaft eine ausdrückliche Zuständigkeit für die Umweltpolitik, die sich bald in einigen ambitionierten Richtlinien niederschlug.

Inzwischen ist die Umweltpolitik nach der Agrarpolitik der am stärksten von europäischen Vorgaben geprägte Politikbereich – allerdings ohne dass sich dies im Bewusstsein der Bundesbürger oder in den Strukturen der Umweltverbände sonderlich niedergeschlagen hätte.

Wie kann man den Klimawandel im Alltag erkennbar machen? Der kondensierte Wasserdampf über diesem Moskauer Kraftwerk ist sichtbar, nicht jedoch das Treibhausgas Kohlendioxid. Zwischen 2008 und 2010 stieg der Ausstoß klimaschädlicher Treibhausgase mal wieder um fünf Prozent.

Die Kompetenz der Nationalstaaten wurde zugleich von einer Serie internationaler Vereinbarungen herausgefordert. Mit dem Montreal-Protokoll zum Schutz der Ozonschicht von 1987 begann eine globale Umweltdiplomatie, als deren wichtigste Themen die biologische Vielfalt und der anthropogene Klimawandel zu gelten haben. In schöner Regelmäßigkeit berichten die Medien nun über Gipfeltreffen zu ökologischen Themen: Johannesburg 2002, Kopenhagen 2009, Durban 2011, Rio 2012 – Fortsetzung folgt.

Die Ergebnisse der internationalen Umweltpolitik klaffen freilich weit auseinander. Das Montreal-Protokoll erwies sich tatsächlich als effektiver Weg zu einem Verbot schädlicher Stoffe, auch wenn es aufgrund der Trägheit atmosphärischer Prozesse noch einige Zeit dauern wird, bis das Ozonloch über der Antarktis verschwindet. Dagegen ist beim Klimawandel trotz regelmäßiger Gipfeltreffen noch immer keine erfolgversprechende Lösung in Sicht. Das Kyoto-Protokoll von 1997,

Abbildungen: OOA Fonden/smilingsun.org; istockphoto.com/Subic

Aufnahme von 2009 aus dem Bayerischen Wald: So stellte man sich in den achtziger Jahren die Zukunft des Waldes vor. Tatsächlich wurden diese Bäume jedoch nicht vom Säureregen dahingerafft, sondern von Insekten. Der Wald hat weiterhin Probleme, sie sehen aber anders aus als die Klischees der Waldsterbensdebatte.

Nach jahrzehntelangem Kampf gilt seit Anfang dieses Jahres ein europaweites Verbot der Käfighaltung von Hühnern. Die Frage nach dem Wohl der Kreatur im Massenstall ist damit jedoch nur zum Teil beantwortet.

ursprünglich als erster Schritt zu einem effektiven globalen Klimavertrag gedacht, wurde im Laufe zahlloser Verhandlungsrunden immer mehr verwässert. Vermutlich wären die globalen Klimaverhandlungen längst kollabiert, wenn die Europäische Union nicht wiederholt mit lebenserhaltenden Maßnahmen ausgeholfen hätte. Auch bei der internationalen Umweltpolitik war die Sachebene jedoch nur ein Teil der Geschichte. Der andere Teil war der Mythos der Begriffe: »Kyoto« wurde zum Symbol für globale Klimaverantwortung. Jeder umweltbewegte Mensch stand selbstverständlich hinter dem Kyoto-Protokoll, und wer Zweifel äußerte, fand sich rasch im gesellschaftlichen Abseits. Das änderte sich auch nicht, als sich dessen Ratifizierung über sieben Jahre hinzog und die Verhandlungen über ein Folgeabkommen stockten. Erst sollte der Gipfel von Kopenhagen 2009 den ersehnten »Global Deal« beschließen, dann Durban 2011. Inzwischen lautet die Zielvorgabe 2015.

So stolpert man in der Umweltdebatte immer wieder über dasselbe Phänomen: Einmal eingeschlagene Lösungswege haben sich von der Sache her als überholt erwiesen, führen ein seltsames Nachleben. Die jährlichen Klimagipfel binden Aufmerksamkeit und Energien, die man besser in andere Wege investieren könnte. Und doch fällt es uns schwer, von den Rezepten der Vergangenheit Abschied zu nehmen. Eine Klimapolitik ohne »Kyoto«? Da schaudert es den Otto Normalöko.

Man könnte es die Rache der Geschichte nennen: Wenn wir über Umweltprobleme reden, dann geht es eben nicht nur um die Sache selbst, sondern auch um einen Vorrat von Begriffen und Denkmustern, der sich historisch entwickelt hat. Neue Ideen und Wege ersticken da allzu leicht unter dem Alpdruck der guten ökologischen Gewohnheit. Zum Beispiel beim Waldsterben: Seit den achtziger Jahren dominiert im Umweltdiskurs das Bild der vom Säureregen bedrohten Bäume, obwohl die realen Probleme inzwischen ganz anders aussehen. Der alljährliche Bericht zum Zustand des Waldes wird mit den immergleichen Kommentaren von Politikern und Umweltfunktionären zur Kenntnis genommen. Der Begriff suggeriert eine Gewissheit, die von der Sache her längst obsolet ist.

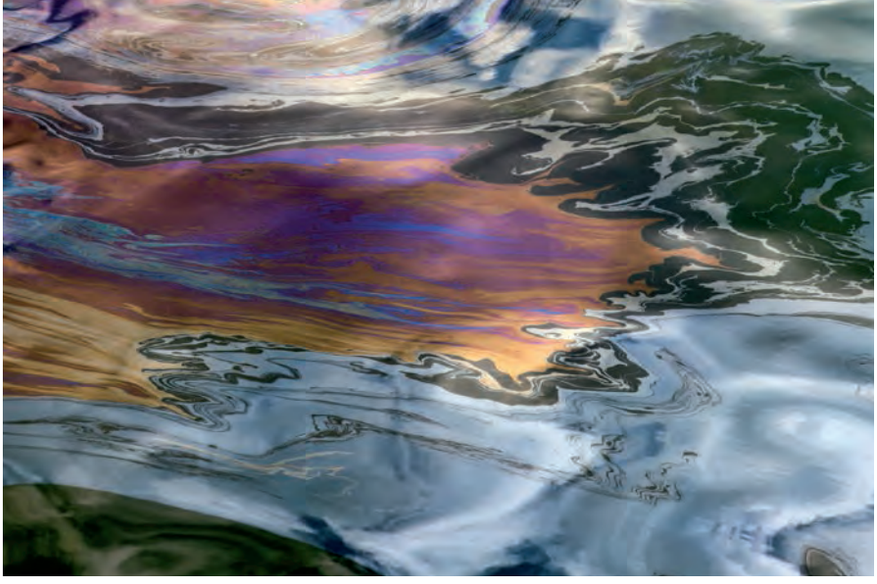
Kreative Ideen statt Ökofundamentalismus

Die Zeit der Eindeutigkeit ist in der Umweltdebatte vorüber. Das Dumme ist nur, dass wir die grüne Sache noch immer als eine solche verstehen. In einer unübersichtlichen Welt suggerieren ökologische Maximen eine trügerische Sicherheit. Nur so konnte die Mülltrennung wohl zu einem bundesdeutschen Fetisch werden: Das tägliche Sortieren gilt als gelebtes ökologisches Bekenntnis. Der umweltbewusste Deutsche hat Lösungen. Nur passen sie halt nur sehr bedingt zu den Problemen.

Es hilft jedoch alles nichts: Wer sich an Rezepte und Begriffe der Vergangenheit klammert, befördert auf Dauer nur die eigene Verkrampfung. Die Erfolge der achtziger Jahre sind nicht zu wiederholen, ja die Erinnerung an diese Boomzeiten lenkt das Denken in die falsche Richtung. Die Lösungen und Denkmuster jener Zeit unterliegen wie alles Irdische dem Gesetz vom abnehmenden Grenznutzen.

All das wirkt auf den ersten Blick verwirrend. Aber zugleich verbirgt sich dahinter auch eine großartige Chance, die Umweltdebatte neu zu beleben. Wenn das ökologisch Gute nicht mehr einfach feststeht, sondern erst noch gefunden und aktiv gestaltet werden muss, dann gibt es hier nämlich eine grandiose Chance zum Entdecken und Experimentieren. Darin bestand schließlich ein nicht ganz uner-

Abbildungen: istockphoto.com/Alexander Spörr; istockphoto.com/Ryan Rodrick Beiler



Öl auf Wasser. Was ästhetisch durchaus seinen Reiz hat, schadet der natürlichen Umwelt massiv. Nach der Katastrophe der Bohrplattform wurden tonnenweise Chemikalien versprüht, um das Öl von der Oberfläche zu bekommen. Was das Öl danach in den Tiefen des Meeres anrichtete, wissen freilich nicht einmal die Experten.

hebliches Manko der ökologischen achtziger Jahre: Seinerzeit besaß die Umweltbewegung bei aller Beliebtheit auch einen unangenehmen dogmatischen Zug. Schon damals klafften die Popularität des Anliegens und die der Bewegung deutlich auseinander, und seither ist die Kluft eher noch größer geworden. Während sich eine große Mehrheit der Bundesbürger für umweltbewusst hält, stehen die Umweltbewegungen im Zwielicht: als wohlmeinende, aber arg nervige Individuen, die der breiten Öffentlichkeit mit ihren Mahnungen auf den Keks gehen.

Natürlich spiegelt es Zynismus und Borniertheit wider, wenn Umweltaktivisten als Gutmenschen bespöttelt werden. Und doch wäre eine Umweltbewegung mit Zukunft gut beraten, auf einen anderen Impuls zu setzen: den des mutigen, umsichtigen Experimentierens. Ansätze gibt es dazu mehr als genug. Da entscheiden sich zum Beispiel Bürger dafür, einen Windpark in kommunaler Eigenregie hochzuziehen, statt solche Projekte anonymen Investoren aus der Ferne zu überlassen. Menschen reduzieren ihren Fleischkonsum und fragen genauer nach, woher ihr Essen kommt. Vielflieger kompensieren ihren Klimaeffekt, indem sie für Initiativen spenden, die mit Aufforstungs- und anderen Projekten Kohlendioxid binden. Und natürlich schaut der kluge homo oecologicus dabei genauer hin: Hat das Klimaprojekt, dem ich mein Geld überweise, tatsächlich den gewünschten Effekt?

Die Naivität, mit der man in den achtziger Jahren das ökologisch Gute postulierte, lässt die neue Umweltbewegung freudig hinter sich. Es ist eher eine Mischung aus Tatkraft und gesunder Skepsis: Auch Umweltprojekte haben Nebenwirkungen und Skandalpotenzial – aber das ist kein Grund zur Verzweiflung, sondern mahnt vielmehr zur Wachsamkeit und gedanklichen Offenheit.

Wissen ist die Schlüsselressource des neuen ökologischen Zeitalters, Umsicht und Neugierde sind seine Kardinaltugenden und unangenehme Fragen sind für die neue Umweltbewegung kein Tabu, sondern eine Herausforderung. Ist es zum Beispiel wirklich hilfreich, von »Klimaflüchtlingen« zu reden, oder richtet derlei unterm Strich mehr Schaden an, indem damit unterschwellig ganze Regionen für unbewohnbar erklärt werden? Was der alten Umweltbewegung als Tabu gilt, ist für die neue Umweltbewegung eine spannende intellektuelle Herausforderung. Auch die neue Umweltbewegung braucht den starken Staat. Sie braucht sogar einen klügeren Staat – denn mit einfachen Verboten ist es im 21. Jahrhundert nicht mehr getan. Und doch verschieben sich die Akzente von der Politik zur Gesellschaft. Der kluge ökologische Konsument wird zum Motor der Veränderung, indem er Transparenz und Verantwortung einklagt. Nur tut er all dies nicht verbissen, sondern neugierig und optimistisch, denn er weiß, dass nicht jedes Stück Fleisch das Ergebnis von Tierquälerei sein muss. So entsteht die Umweltbewegung neu: als Frage nach dem guten Leben.

Historisch gesehen ist das auch gar nicht so überraschend. Letztlich ging es bei der ökologischen Frage stets um mehr als nur um Grenzwerte und Filter: Die Idee eines Lebens im Einklang mit der Natur zieht sich durch die Geschichte der Menschheit und ist inzwischen eine der letzten wirklich populären Utopien. Allerdings ist sie in den vergangenen Jahrzehnten allzu oft in schwülstiger Rhetorik oder abstrakten Szenarien erstarrt. Wenn man die ökologische Frage als Teil einer Suche nach dem guten Leben versteht, ergeben sich Wege zu einer fröhlichen, lustbetonten Umweltdebatte. Starre Regeln sind dazu da, mit cleveren neuen Ideen überwunden zu werden. Die Zeiten, in denen ein kratziger Wollpullover die einzige modische Option war, sind glücklicherweise vorüber.

Natürlich gibt es keinerlei Gewissheit, dass sich die Umweltdebatte so verändern wird. Es mangelt nicht an wissenschaftlichen Studien, die die Trägheit und Gedankenlosigkeit des westlichen Konsumenten dokumentieren. Aber auch Konsumenten lernen und irgendwann werden Innovationen zur Selbstverständlichkeit: Haltbarkeitsdatum, Herkunftsnachweis, Verzeichnis der Zutaten – all das musste vor gar nicht so langer Zeit gegen heftige Widerstände durchgeboxt werden. Und im digitalen Zeitalter scheitert die Transparenz auch nicht mehr am begrenzten Platz auf der Packung.

Vielleicht wird man unsere Gegenwart deshalb einmal als eine Zeit des Übergangs beschreiben. In Konturen deutet sich ein neues ökologisches Zeitalter an, mit neuen Begriffen, neuen Denkansätzen, neuen Verhaltensweisen – nur verstehen wir es noch nicht, weil wir noch immer mit den Schablonen der Vergangenheit hantieren. Im Lichte unserer bisherigen Erfahrungen ist die grüne Zukunft verwirrend. Schon deshalb, weil sie eine Menge Spaß machen könnte. Die Umweltdebatte wird wieder spannend. ■

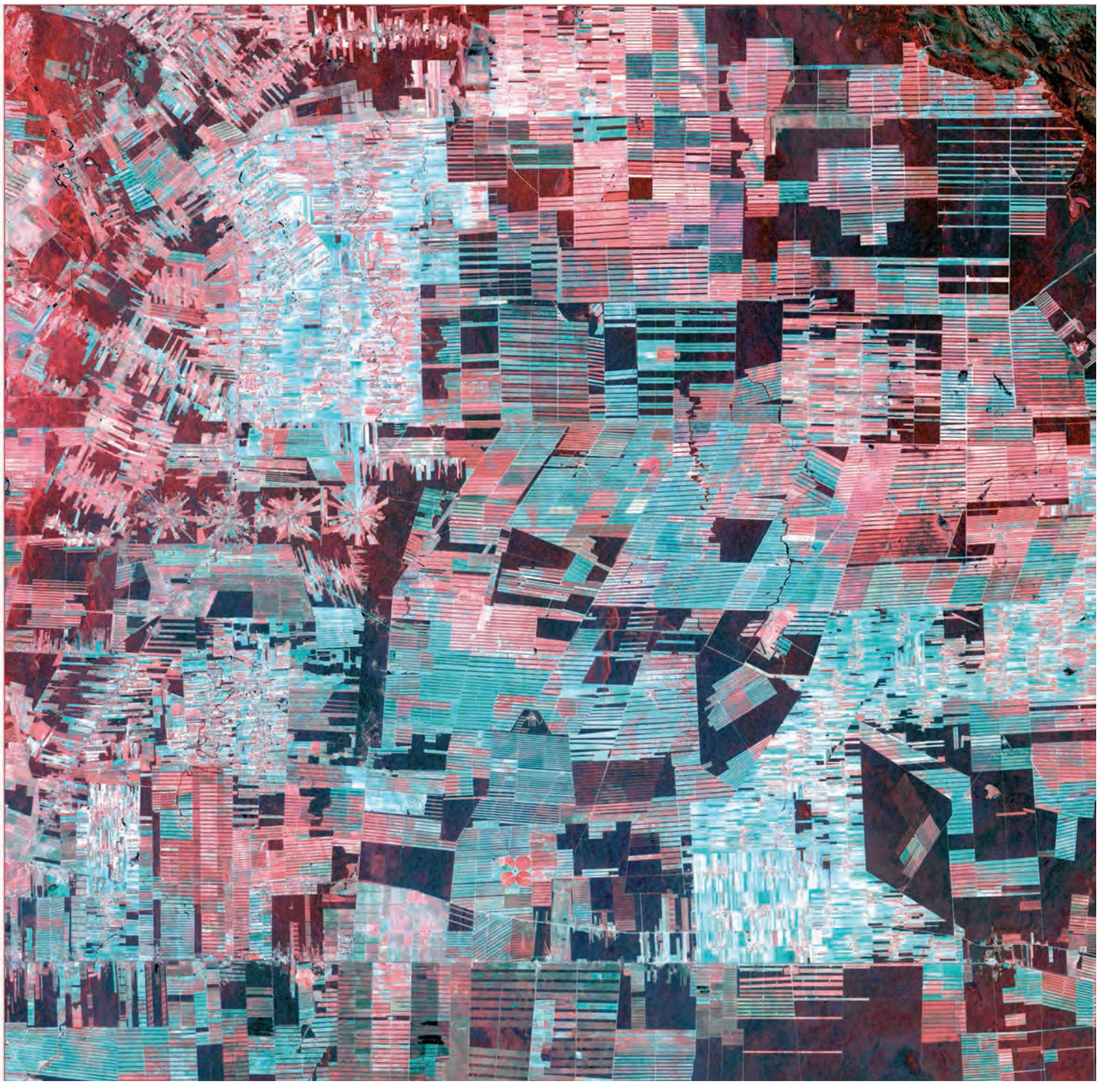
Zum Thema

Frank Uekötter, *Am Ende der Gewissheiten. Die ökologische Frage im 21. Jahrhundert*, Frankfurt 2011.

DER AUTOR

PD Dr. Frank Uekötter ist Dilthey-Fellow der VolkswagenStiftung und LMU-Fellow am Rachel Carson Center. Sein Buch *Am Ende der Gewissheiten* wurde von der Redaktion »Jahrbuch Ökologie« zum Umweltbuch des Monats Februar 2012 gewählt.

Abbildungen: istockphoto.com/iShootPhotos, LLC; Campus Verlag



Die menschengemachte Erde

Das Anthropozän sprengt die Grenzen von Natur, Kultur und Technik.

Von Reinhold Leinfelder, Christian Schwägerl, Nina Möllers und Helmuth Trischler

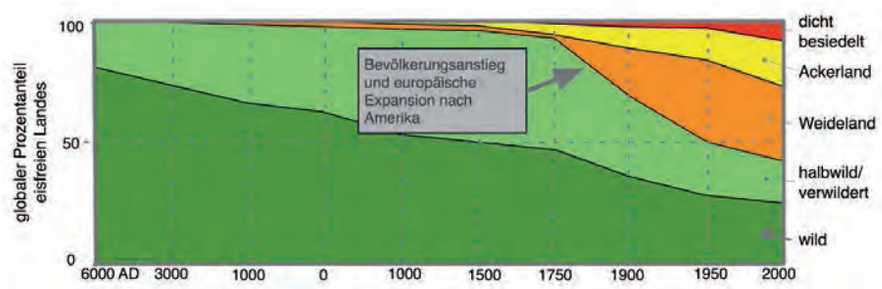
Linke Seite: Aus dem Jahr 2000 stammt die Satellitenaufnahme des bolivianischen Regenwaldes. Die intakten Waldgebiete erscheinen leuchtend rot. Die grünlichen Flächen markieren Kahlschläge, die als riesige Schneisen in den Urwald hineinragen.

In der kulturellen Tradition der westlichen Welt wurde lange Zeit relativ scharf zwischen Natur und Kultur sowie zwischen biologisch Lebendigem und technisch Geschaffenem unterschieden. Diese Dualismen sind bis heute prägend dafür, wie Menschen sich selbst und die Welt wahrnehmen. Früher diente die Unterscheidung zwischen Natur und Kultur eher dazu, das »höherwertige« menschliche Tun von der »minderwertigen« Natur abzugrenzen. Heutzutage kommt die Trennung in Natur und Kultur auch in umgekehrter Weise zum Ausdruck, etwa wenn vermeintlich »unberührten« Wildnisgebieten im Gegensatz zu Städten ein höherer ökologischer Wert beigemessen wird.

Doch seit einigen Jahrzehnten verlieren die alten Grenzziehungen ihre Bedeutung, ja es lässt sich fragen, ob sie nicht schon länger durch künstliche Gegensätze eher negative Wirkungen entfaltet haben. Vom Klimawandel bis zur synthetischen Biologie ist die Erde von heute von Phänomenen geprägt, die es schwer machen, klare Grenzen zwischen Natur und Kultur sowie zwischen Leben und Technik zu erkennen.

Eine Projektion aktueller Trends in die Zukunft führt zu dem Ergebnis, dass die Erde künftig noch deutlich stärker vom Menschen geprägt sein wird, als es ohnehin schon der Fall ist. Wenn die Bevölkerungszahl von heute sieben Milliarden bis zum Jahr 2100 auf zehn Milliarden steigt und diese Menschen die Ressourcen der Erde immer weiter auf die derzeitige Art und Weise nutzen, entsteht eine »Menschen-Erde«, auf der menschliche Bedürfnisse und die menschliche Infrastruktur eine dominante Stellung im Erdsystem einnehmen. Dies kommt im relativ neuen Begriff Anthropozän zum Ausdruck, der auf den Atmosphärenchemiker und Nobelpreisträger Paul J. Crutzen zurückgeht. Die Anthropozän-Idee ist zuallererst eine wissenschaftliche Hypothese. Sie besagt, dass die vom Menschen initiierten Veränderungen sich bereits in geologisch sichtbarer Form niederschlagen und von ausreichend langfristiger Natur sind, um sie auf der Zeitskala der Erdgeschichte zu verorten. Zugleich lässt sich das Anthropozän als Beginn einer neuen Gesamtsicht von der Rolle des Menschen auf der Erde interpretieren, einer Gesamtsicht, die in einem offenen kollektiven Prozess erst noch entwickelt wird.

Der Mensch hat das Erdsystem schon seit seinem Entstehen als biologische Art vor rund 250.000 Jahren genutzt und



Der Meteorologe und Nobelpreisträger Paul J. Crutzen brachte den von dem italienischen Geowissenschaftler Antonio Stoppani (1824–1891) geprägten Begriff des Anthropozäns in die öffentliche Diskussion ein. Crutzens These: Das Holozän, als klimatisch weitgehend stabile Zwischeneiszeit, sei durch die Folgen menschengemachter Veränderungen beendet. Als Indikatoren für ein neues Erdzeitalter nennt Crutzen u. a. die Folgen der massiven Veränderungen sämtlicher Lebensräume durch den Menschen seit Beginn der Industrialisierung ab ca. 1800. Die Grafik verdeutlicht diese Transformation der Biospäre. Die Auswirkungen menschlicher Eingriffe sind mittlerweile auf etwa 75 Prozent der eisfreien Erdoberfläche deutlich sichtbar. (Grafik nach *Nature* vom 12. 5. 2011)

verändert. Während diverser Eis- und Zwischeneiszeiten des Pleistozäns war Homo sapiens als Jäger so effektiv, dass er mehrere Arten ausrottete. Im nacheiszeitlichen Holozän schaffte der Mensch einen steilen Aufstieg zu einer wichtigen Kraft im Erdsystem. Er entwickelte Ackerbau, Viehzucht, Städtebau, Handel und Verkehr. Er begann dabei, Stoffströme zu verändern und seine Umwelt regional grundlegend umzugestalten, etwa durch die Abholzung im Mittelmeerraum und die Kultivierung weiter Landstriche für seine Ernährung. Seit Beginn der Industrialisierung, also in den vergangenen rund 250 Jahren, haben sich die Effekte menschlichen Tuns in doppeltem Sinn globalisiert. Sie treten zum einen auf der ganzen Welt auf und zum anderen erreichen sie, wie etwa der anthropogene Klimawandel, eine globale Skala.

Vom »Biom« zum »Anthrom«

Aktuelle Zahlen illustrieren, wie realistisch die Anthropozän-Hypothese ist. So ist bereits heute nur noch ein Viertel der eisfreien Landoberfläche in einem menschlich eher unbeeinflussten Zustand. Statt in Biomen, also natürlichen Lebensräumen, leben wir heute hauptsächlich in »Anthromen« (Erle Ellis), in menschengemachten Kulturlandschaften. Der Mensch lagert durch Landwirtschaft und Bautätigkeit fast dreißig Mal mehr Sediment und Gestein um, als es im Schnitt der letzten 500 Millionen Jahre ohne sein Zutun der Fall gewesen ist. Er gestaltet ganze Wassersysteme um und trocknet Binnenmeere wie den Aralsee aus. Die Sedimentfracht der Flüsse wird von zehntausenden menschengemachten Staudämmen abgefangen und gelangt nur noch zu einem geringen Teil in die Meere. Dort ziehen sich die Flussdelten mangels Sedimenten zurück, was an vielen Orten den Meeresspiegel stark steigen lässt. Plastikpartikel werden zum neuen Sedimenttyp. In manchen Regionen des Pazifiks kom-

Abbildungen: NASA; Nature

Michael Zeno Diemer schuf das Diorama eines mitteldeutschen Tagebaubetriebs für Braunkohle mit Brikettfabrik für das Deutsche Museum. Die Szene illustriert eindrucksvoll, wie der Mensch mit Hilfe von Technik Landschaften innerhalb weniger Jahre umgestaltet.

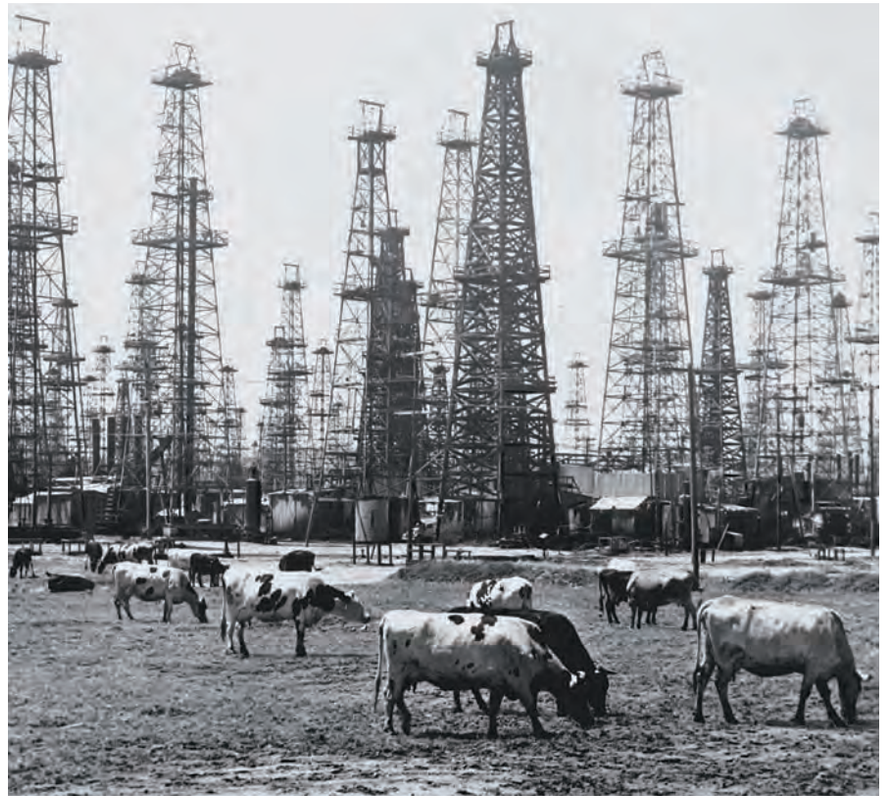
men heute auf ein natürliches Planktonteilchen 50 Plastikteilchen, die von Fischen mit Plankton verwechselt und gefressen werden – mit verheerenden Folgen.

Die Hälfte des kontinuierlich verfügbaren Süßwassers wird inzwischen in der einen oder anderen Form vom Menschen genutzt, was massive Änderungen in Fließmustern zur Folge hat. Eine weitere geologische Umgestaltung stellt der menschliche Umgang mit Rohstoffen für die Industrieproduktion dar. Aluminium, Seltene Erden, Phosphat und viele andere Stoffe werden aus konzentrierten Lagern extrahiert und über die Entsorgung von Elektroschrott und Abraum global neu verteilt. Mengenmäßig noch mehr ins Gewicht fallen die Abgase aus der Gewinnung und Verbrennung fossiler Energieträger und aus der industrialisierten Landwirtschaft: Der Gehalt von Kohlendioxid und Methan in der Atmosphäre war seit 400000 Jahren nicht höher, der menschengemachte Stickoxid- und Schwefeldioxidausstoß übersteigt nun natürliche Quellen. Selbst wenn ab sofort kein Erdöl, kein Erdgas und keine Kohle mehr verbrannt würden, würde es wegen der langen atmosphärischen Verweildauer von CO_2 tausende bis zehntausend Jahre dauern, bis wieder vorindustrielle Werte erreicht wären.

Die Ausrottung von Tieren im Pleistozän erweist sich heute nur als Auftakt für ein viel gewaltigeres Geschehen: Die Aussterberate von Tier- und Pflanzenarten ist derzeit 100- bis 1000-fach höher als im früheren Mittel. Der Mensch hilft zugleich durch globale Transportvorgänge vielen Arten, sich weltweit über ihre bisherigen Areale hinaus auszubreiten. Menschliches Tun verändert massiv die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften und damit langfristig sogar den fossilen Bestand der Zukunft. Ähnlich langfristig wirken Atombombentests und Unfälle in Kernkraftwerken mit ihrer Signatur von Radionukliden.

Das Anthropozän-Konzept: von der Umwelt zur Unswelt

Solche und andere Neuerungen im globalen Stoffkreislauf haben Paul J. Crutzen veranlasst, das Wirken der Menschen nicht mehr nur auf der Skala von Jahren und Jahrzehnten, sondern auf der geologischen Skala zu betrachten. Im Jahr 2000 hat er zusammen mit dem US-amerikanischen Biologen Eugene Stoermer vorgeschlagen, die laufende Erdepoche, das nacheiszeitliche Holozän, für beendet zu erklären und das menschliche Wirken im »Anthropozän« zu fassen. Was als Idee begann, hat nun weltweit einen breiten und vielfältigen Forschungsprozess initiiert. Eine Arbeitsgruppe der Internationalen Kommission für Stratigraphie (ICS), dem Hauptgremium für Schichtenkunde, hat eine offizielle Prüfung begonnen und will 2017 ein erstes Votum vorlegen.



Die historische Abbildung zeigt Fördertürme auf einem Ölfeld in Texas um 1960 als Insignien des industriellen Komplexes. Davor friedlich grasende Kühe.
Natur versus Technik? Nur scheinbar! Zum einen gelten heute auch in der Landwirtschaft die Spielregeln industriellen Wirtschaftens. Zum anderen wird durch die massenhafte Haltung von Tieren zum Verzehr mittlerweile fast ebenso viel CO_2 produziert wie durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe.

Zugleich beginnt eine Reihe von Institutionen mit dem Nachdenken über die Weiterungen des Anthropozän-Konzepts für die menschliche Selbstwahrnehmung und das menschliche Handeln. Bereits im frühen 20. Jahrhundert hatten der katholische Philosoph Teilhard de Chardin sowie der russische Geologe Wladimir Wernadski ähnliche Überlegungen angestellt. Sie sprachen von der »Noosphäre«, der Sphäre der Kommunikation und des Wissens, als neuem und gleich bedeutendem Element zusätzlich zu Geosphäre und Biosphäre. Sie hoben die enorme Gestaltungskraft her-

Abbildungen: Deutsches Museum

vor, die dem Menschen seit dem 20. Jahrhundert für die Erde der Zukunft zuwächst. Das wirft die Frage auf, was es bedeutet, das Holozän zu verlassen und künftig im Zeitalter des Menschen zu leben.

Auch in der Geschichtswissenschaft ist das Anthropozän bereits Forschungsgegenstand. Prominente Historiker wie John McNeill und Dipesh Chakrabarty diskutieren darüber, wann der Beginn der »Unswelt« sinnvoll angesetzt werden kann: bei der sogenannten neolithischen Revolution vor rund 10 000 Jahren, als die Menschen zu Ackerbau und Viehzucht übergingen; bei der industriellen Revolution vor rund 250 Jahren, die u.a. den Wandel von einer auf solarer Energie zu einer auf fossiler Energie beruhenden Wirtschaft brachte; oder in den Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg, als der Konsum vor allem in der westlichen Welt geradezu explodierte. Welches dieser Epochenschemata man auch immer als besonders sinnvoll erachtet, in jedem Fall verändert die Perspektive des Anthropozäns die Einschätzung der maßgeblichen Triebkräfte und Weichenstellungen der Menschheitsgeschichte.

Der Mensch als Zerstörer und Gestalter

In manchen Veröffentlichungen klingt es so, als handle es sich beim Anthropozän nur um einen neuen Sammelbegriff für all das, was als »Umweltproblem« gilt, also die Summe aller ökologischen Frevel. Solche Katastrophenszenarios hat man schon oft gelesen, sie verleiten gerne dazu, sich frustriert abzuwenden. Das Anthropozän wäre unter diesem Blickwinkel etwas, was es zu verhindern gilt. Die heutigen Umweltschutzbemühungen ließen sich als Versuch auffassen, im Holozän zu verbleiben. Eine solch enge Sichtweise des Anthropozäns blendet aber die gewaltigen kulturellen, technischen und auch ökologischen Leistungen des Menschen aus. Landwirtschaft, Städtebau, Medizin und Wissenschaft haben über die Jahrhunderte neben allen krisenhaften und problematischen Seiten ein extrem positives Potenzial des Menschen vorgeführt, seinen Lebensraum zu gestalten. Die Welt ist voll von technischen Meisterleistungen wie Brücken, Satelliten, Computer und Internet; die Kunst erlebt gerade heute einen ungeahnten Höhenflug. Kulturlandschaften, von den renaturierten Isarauen bis zu den Reisfeldern Asiens, sind Ausdruck einer gärtnerischen Fähigkeit. Oftmals liegt die

1955 wurde der Stausee Mooserboden in den Hohen Tauern in Österreich fertiggestellt. Im See sammelt sich das Schmelzwasser des Pasterzengletschers am Großglockner, um die Turbinen des Kraftwerks Kaprun anzutreiben. Im Lauf des 20. Jahrhunderts wurden weltweit zehntausende von Stauseen angelegt: eine gewaltige Umgestaltung von Landschaft.

Biodiversität solcher Kulturlandschaften über der von menschlich weniger beeinflussten Gebieten.

Über das Internet und andere Infrastrukturen, die den Menschen global vernetzen, entsteht ein ständiger Wissens- und Erfahrungsaustausch, der künftig kollektive Denk- und Entscheidungsprozesse erleichtern wird.

Vorteile und Herausforderungen des Anthropozän-Konzepts

Das Anthropozän bietet einen Rahmen für solche offenen Prozesse. Es offeriert eine neue Perspektive auf die Welt, jedoch kein neues Weltbild, keine Weltanschauung. Es schärft den Blick dafür, was bisherige Gesamtsichten der Erde (wie der geistergläubige Animismus, die deterministische Schöpferwelt, der technik- und fortschrittsgläubige Industrialismus, aber auch der »holozän-konservative« klassische Naturschutz) geleistet haben und was nicht. Kern des Konzepts ist die Einsicht, dass der Mensch nicht von einer fremden, durch ihn gestörten Umwelt isoliert und umgeben ist, sondern dass er Teil dieser Umwelt ist, die damit vielleicht besser »Unswelt« genannt werden könnte. Der Anthropozän-Gedanke hat also das Potenzial, den Dualismus (gute) Natur versus (böser) Mensch samt seiner Technik und Kultur zu überwinden und stattdessen Natur-Kultur-Technik-Gesellschaft als interagierendes, wenn auch hochkomplexes Gesamtsystem zu sehen. Daraus resultiert eine immens hohe Verantwortung jedes Einzelnen, sich in diese Unswelt in geeigneter Weise einzubringen, sie zu nutzen und mitzugestalten.

Für den einzelnen Menschen können sich aus politischen, ethischen und philosophischen Diskursen, die auf der Grundlage des Anthropozän-Konzepts stattfinden, durchaus konkrete Schlussfolgerungen für das eigene Leben ergeben. So könnte es immer wichtiger werden, die Wechselwirkung des eigenen Handelns (und Nichthandelns) mit dem Erdsystem wahrzunehmen. Konsum oder Nicht-Konsum und Obergrenzen für Verbrauch sind wichtige Themen, wenn sich in kürzester Zeit neue Produkte aus dem Entwicklungslabor von Elektrofirmen oder Pflanzenzüchtern millionen- und milliardenfach vermehren. Es geht um neue Prioritäten, vielleicht auch um neue Statussymbole, insbesondere aber um das Bewusstsein, dass sich eine globale Weltgesellschaft aus lokalen Gesellschaften und Individuen speist. Lokales

Abbildung: istockphoto.com/Claudia Dewald

Die Kraftmaschinenhalle im Deutschen Museum zeigt die Geschichte der Energieerzeugung.

Die Anthropozän-Ausstellung

Für die Jahre 2014/2015 plant das Deutsche Museum eine große Sonderausstellung , die in enger Kooperation mit dem Rachel Carson Center konzipiert wird. Weitere Partnerschaften zeichnen sich ab, vor allem mit dem Haus der Kulturen der Welt in Berlin, das in den kommenden beiden Jahren das Thema des Anthropozäns in den Mittelpunkt seines Gesamtprogramms rücken wird.

Mit dieser Ausstellung werden mehrere Ziele verfolgt. So sollen

- die Einmaligkeit der heutigen Phase am Beginn planetarer Gestaltung vermittelt,
- das Bewusstsein für Zeitskalen und Dimensionen der Umweltveränderungen gestärkt,
- eingefahrene Denkschemata der Nachhaltigkeitsdebatte überwunden,
- die zentrale Rolle von Wissenschaft und Technologie sowie die Bedeutung interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Natur-, Technik-, Sozial- und Geisteswissenschaften für die Welt von morgen hervorgehoben,
- Faszination für menschliche Erfindungs-/Lernfähigkeit geweckt und
- ein Horizont für persönliche Verantwortung, Mitbestimmung und Lebensstilwahl eröffnet werden.

Ein denkbares Grundprinzip ist die Gestaltbarkeit durch das Publikum, um den offenen Charakter des Anthropozäns zum Ausdruck zu bringen. Neben wichtigen Fakten, die zum Verständnis der unterschiedlichen Phänomene des Anthropozäns vermittelt werden, sollen die Besucher und Besucherinnen durch verschiedene Formen der direkten Partizipation zum Nachdenken über die »Unswelt« angeregt werden.

Durch den Einsatz zum Beispiel von Smartphone-Technologien und Social Media bieten sich für die Anthropozän-Idee spannende Möglichkeiten, die Ausstellung über das Museum hinaus in die Gesellschaft und andere Aktionsformate zu tragen. So ist denkbar, dass Besucherinnen und Besucher eine eigene Version »ihrer« Ausstellung erstellen und in sozialen Netzwerken mit anderen teilen, einen digitalen »Selfmade-Katalog« erstellen oder auch ihre eigene Meinung in Echtzeit in die Ausstellung einbringen. Mit ihrem Blick auf den anthropozänen Planeten – seine historische Entstehung, seine gegenwärtige Lage und seine zukünftige Gestaltung – will die Ausstellung sowohl informieren als auch hinterfragen und zum Handeln animieren.

In einer Ausstellung, die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft miteinander verbindet, spielen historische Exponate eine wichtige Rolle. Technologien der Vergangenheit, mit denen die Menschen das Anthropozän geprägt, ja erschaffen haben, wie die Dampfmaschine oder das Haber-Bosch-Verfahren zur industriellen Herstellung von Ammoniak, verdeutlichen den menschlichen Eingriff in die ehemals als natürlich empfundene Umwelt und werfen die Frage nach unserem Technik-, Menschen- und Naturbild auf. In jedem Fall werden auch in der Anthropozän-Ausstellung in der bewährten Tradition des Deutschen Museums Objekte im Mittelpunkt stehen, historische Exponate aus seinen reichen Schatzkammern und aktuelle Artefakte aus den Laboratorien von Wissenschaft und Industrie. Die auf Originalobjekten basierende Ausstellung bietet zudem die große Chance, das bislang noch recht theorielastige Konzept des Anthropozäns zu konkretisieren und mit handfestem Leben zu füllen. Sie führt den Besucherinnen und Besuchern ganz unmittelbar vor Augen, was es heißt, die menschengemachte Unswelt für künftige Generationen verantwortlich zu gestalten.

Anregungen für die Gestaltung der Zukunft

Die Globalität, die Verschränkung von natur-, technik-, sozial- und geisteswissenschaftlichen Fragen und der Zeithorizont des Anthropozäns eröffnen vielfältige Darstellungsmöglichkeiten für eine Sonderausstellung. Um die dem Anthropozän eigenen systemischen Verschränkungen zu verdeutlichen, will die Ausstellung die einzelnen Teilthemen weniger »sektoral« als integrativ vermitteln. Nicht statisch gefasste Einzelthemen wie Klima, Ernährung, Urbanisierung, Biodiversität etc. sollen im Mittelpunkt stehen, sondern eine handlungorientierte Bündelung von Themen. Die grundlegende Verschränkung der Probleme in der »Unswelt« ist auch eine Chance, um neue, integrative Lösungen zu entwickeln. Kategorien, die dabei im Vordergrund stehen, sind der Mensch als Zerstörer, aber auch als Gestalter; der anthropozäne Planet, der tiefgreifend durch den Menschen geformt und verändert wird; historisch gewachsene Konsummuster und Lebensstile; die Zeit als wichtiger Faktor im Anthropozän und die Zukunft als Herausforderung, aber auch als Chance für die Menschheit und ihre politischen Institutionen, sozialen Netzwerke und persönlichen Lebensträume.

Auch wenn die Ausstellungsplanungen erst begonnen haben: Mit dem Anthropozän greifen das Deutsche Museum und das Rachel Carson Center gemeinsam ein wichtiges politisches, wissenschaftliches, gesellschaftliches und kulturelles Thema auf. Sie nehmen ihre Aufgabe als Vermittler und Denkanstöße gebende Institutionen ernst und bieten der Öffentlichkeit die Möglichkeit, an vorhandenem Wissen teilzuhaben, sich eine Meinung zu bilden, Fragen zu stellen, Antworten abzuwägen und entscheidungsfähig zu sein. So werden die Grundlagen geschaffen, um das heutige Wirken des Menschen auf der Erde zu verstehen, verschiedenste Haltungen dazu einzunehmen und in einen offenen Gestaltungsprozess für Optionen und Szenarien der Zukunft einzutreten. Für das Anthropozän ist nicht nur die Frage nach der Zukunft von Wissenschaft und Technik zentral, sondern auch deren Einbettung in einen Gesamtprozess, in dessen Verlauf sich die überkommenen Grenzen von Natur und Kultur auflösen. ■

Abbildungen: Deutsches Museum; NASA; privat

Vom Weltraum aus gesehen ist es im Mittleren Westen der USA nachts ziemlich hell. Das Bild wurde am 29. 11. 2011 von der Raumstation ISS aus aufgenommen.

Handeln innerhalb eines globalen Ethos, das wäre das hohe Ziel für eine zukunftsfähige, langzeitverantwortliche Gestaltung des zukünftigen Anthropozäns – schließlich soll es kein geologisches Event sein, vergleichbar einem Meteoriteneinschlag oder einer Klimastörung, sondern ein langandauerndes Erdzeitalter werden.

Falsch angewandt könnte das Anthropozän-Konzept allerdings auch missverstanden und damit kontraproduktiv werden. Es meint eben nicht die Auflistung aller Übel, die der Mensch mit der Natur angestellt hat. Es ist auch kein größenwahnsinniges Konzept, das behauptet, die Zukunft in allen Details vorhersagen zu können, und auf simplistische Aktionen setzt, wie etwa einem in seinen systemischen Auswirkungen undurchdachten dauerhaften Einblasen von Aerosolen in die Atmosphäre, um Sonneneinstrahlung zu verringern und dadurch das Klima abzukühlen. Es geht vielmehr um das Durchdringen aller möglichen Auswirkungen unseres derzeitigen und zukünftigen Handelns.

Vereinfachende Lösungen, wie beispielsweise Biotreibstoffe sind weder effizient noch klimaneutral und stehen in Konkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion, mit ökosystemaren Bodendienstleistungen und können sogar die Klimaerwärmung durch Landnutzungsänderungen vorantreiben. Bioenergie ist jedoch durchaus sinnvoll, wenn sie am Ende von Wirtschaftsketten steht und etwa Biomüll ohne effizienzfressende Zwischenschritte direkt verstromt wird. Es geht nicht um die Akzeptanz all dessen, was die Wissenschaft und Technik leisten könnte, sondern um echte Partizipation der Bevölkerung an der Gestaltung des Anthropozäns.

Technik ist menschengemacht und erfordert deshalb eine gesellschaftliche Diskussion über Entwicklung, Anwendung und Nutzen in unserer gegenwärtigen und zukünftigen Welt. Um im Anthropozän die richtigen Entscheidungen zu treffen, ist es wichtig, dass die Menschen Gelegenheit bekommen, über ihr Verhältnis zur Technik, Natur und Kultur nachzudenken. Dazu benötigen wir sowohl ein Verständnis von Naturwissenschaft und Technik, Geschichte und Gesellschaft als auch die Fähigkeit zum kritischen Hinterfragen wissenschaftlicher Daten und Positionen. Um auf die Frage, was wir wollen, eine Antwort zu finden, müssen Szenarien und alternative Visionen entwickelt werden, die reflektiert und ausprobiert werden müssen. Das Museum bietet dazu einen einzigartigen Raum des Lernens und Begreifens, aber auch des Ausprobierens und visionären Gestaltens. ■

Prof. Dr. Reinhold Leinfelder
ist Geologe und Geobiologe. Er forscht und lehrt am Rachel Carson Center, an der Humboldt-Universität und an der Freien Universität in Berlin zu den Themen Wissenstransfer, Biodiversität und Anthropozän. Er ist Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU).

Christian Schwägerl
ist Biologe, Wissenschaftsjournalist und Buchautor. Er hat in seiner publizistischen Laufbahn für führende Medien gearbeitet. 2010 erschien sein Anthropozän-Buch *Menschenzeit – Zerstören oder Gestalten?* Im April 2012 erscheint sein neues Buch *11 drohende Kriege. Künftige Konflikte um Technologien, Rohstoffe, Demographie und Ernährung.*

Dr. Nina Möllers
ist Historikerin und wissenschaftliche Mitarbeiterin am Deutschen Museum. Sie hat im Rahmen des Projekts »Objekte des Energiekonsums« die Ausstellung »Kabelsalat« kuratiert (siehe *Kultur & Technik* 1/2012) und leitet nun das Projektteam der Anthropozän-Ausstellung.

Prof. Dr. Helmuth Trischler
ist Wissenschafts- und Technikhistoriker. Er leitet den Bereich Forschung des Deutschen Museums und ist (gemeinsam mit Prof. Dr. Christof Mauch) Direktor des Rachel Carson Centers.

Eine Stimme
gegen das Schweigen

Vor 50 Jahren erschien Rachel Carsons Buch »Silent Spring« und löste in der Öffentlichkeit große Besorgnis über chemische Rückstände in Lebensmitteln und in der Umwelt aus. Das Buch trug zum Entstehen der modernen Umweltschutzbewegung bei, die wiederum zur Gründung der US-Umweltschutzbehörde, zur Verabschiedung von Gesetzen zur Reinhaltung von Luft und Wasser sowie zum Artenschutz und zum Verbot mehrerer Pestizide, darunter DDT, führte. **Von Nancy Langston, Übersetzung: Michaela Grabinger**

Dem Historiker Mark Hamilton Lytle zufolge war Rachel Carson nicht nur eine Wissenschaftsjournalistin, die die Komplexität der Natur in geradezu lyrischer Sprache darzustellen vermochte, sondern auch eine Rebellin, weil sie »eine ganze Generation von Amerikanern dazu ermunterte, über die fundamentalen Werte, von denen die Beziehung zwischen Mensch und Natur bestimmt wird, neu nachzudenken«.

Rachel Carson wurde am 27. Mai 1907 im ländlichen Flussstädtchen Springdale, Pennsylvania, geboren und wuchs dort in ärmlichen Verhältnissen auf. Trotz der Armut der Familie gelang es Rachels Mutter, in ihrer Tochter bei ausgedehnten Spaziergängen eine große Liebe zur Natur zu wecken, die ein Leben lang anhalten sollte.

1929 machte Carson ihren Abschluss am Pennsylvania College for Women (heute Chatham College), studierte dann am Woods Hole Marine Biological Laboratory und erhielt 1932 ihren Master der Zoologie von der Johns Hopkins University. Sie leitete Sommerseminare an der Johns Hopkins Summer School und wurde 1931 Dozentin für Zoologie an der University of Maryland, noch während sie an ihrer Dissertation schrieb.

Nach dem Tod des Vaters 1935 musste Carson ihre Promotion abbrechen. Um die Mutter, zwei Geschwister und zwei Nichten zu unterstützen, nahm sie 1936 eine Stelle als Wasserbiologin bei der US-Fischereibehörde in Washington an. Fünfzehn Jahre lang arbeitete sie in diesem Amt sowie in dessen Nachfolgebehörde, dem Amt zum Schutz von Natur und Artenvielfalt, und stieg dort zur Leiterin der Öffentlichkeitsarbeit auf. 1941 publizierte sie ihr erstes Buch *Under the Sea-Wind*. 1952 folgte *The Sea Around Us* und 1955 erschien *The Edge of the Sea*. Alle drei Bücher behandelten das komplexe Ökosystem Meer in lyrischer Prosa und machten Carson nicht nur als Naturwissenschaftlerin, sondern auch als Schriftstellerin berühmt.

DDT und die Ideologie der Kontrolle

Zwischen 1935 und 1952 erfuhr Rachel Carson von ersten Studien, die sich mit den nachhaltigen Auswirkungen des Insektizids Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) auf die Umwelt beschäftigten. 1945 bot sie *Reader's Digest* einen Artikel über die von DDT ausgehenden Gefahren an. Der Artikel wurde zwar abgelehnt, doch Carsons Besorgnis über die Che-

Bild oben: Weltweit wurde das Insektizid DDT seit den 1940er Jahren eingesetzt. Um eine flächendeckende Verbreitung zu erzielen, sprühte man die Chemikalie von Flugzeugen aus auf die Landschaft.

mikalie blieb bestehen und wurde schließlich zum Hauptthema ihres 1962 erschienenen Meisterwerks *Silent Spring* (Der stumme Frühling).

Den leichtsinnigen Umgang mit DDT und vielen anderen Chemikalien führte Carson auf die sich ausbreitende Ideologie einer Kontrolle der Natur mittels Technik zurück: synthetische Hormone im Nahrungsmittelsystem, synthetische Pestizide in Feldfrüchten oder synthetische Stoffe im Haushalt. Die chemischen Wundermittel waren Produkte dessen, was der Anthropologe James C. Scott »Ideologie der Hochmoderne« nennt – »eine starke, man kann sogar sagen muskelstrotzende Abart des Vertrauens in den naturwissenschaftlich-technischen Fortschritt, der Produktionserweiterung, der zunehmenden Befriedigung menschlicher Bedürfnisse, der Beherrschung der Natur (auch der menschlichen) und vor allem der rationalen Durchplanung der Gesellschaftsordnung in Übereinstimmung mit einem wissenschaftlichen Verständnis der Naturgesetze«.

Wie der Historiker Edmund Russell in *War and Nature* darlegt, hatten die Kriege in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts den Glauben an die Ideologie des totalen Sieges so sehr gestärkt, dass Landwirtschaftsexperten nach einem »totalen Krieg gegen die dem Menschen feindlichen Insekten« riefen, und zwar »mit dem erklärten Ziel der völligen Vertilgung anstelle bloßer Kontrolle«.

Der Zweite Weltkrieg schuf zudem politische Netzwerke, die Carson zutiefst beunruhigten. Durch den Krieg waren mächtige Allianzen zwischen zivilen Universitätswissenschaftlern, der Armee und der Industrie entstanden. Die explosionsartige Zunahme von DDT und ähnlichen Pestiziden war nach dem Krieg aufgrund enger ökonomischer Verbindungen zwischen dem Militär und der chemischen Industrie ermöglicht worden. Die chemischen Betriebe profitierten von dem im Krieg zur Verstärkung der Insektizidforschung eingesetzten Kapital und Sachverstand, und zahlreiche Wissenschaftler hatten mit der Ansicht, die Menschheit befinde sich in einem Überlebenskampf gegen die Insekten, zu einer Ideologie der Kontrolle über die Natur beigetragen, die nicht nur Rachel Carson verurteilte.

Anfang der sechziger Jahre wurde DDT mit Hilfe spezieller Sprühflugzeuge großflächig ausgebracht. Über hundert Millionen Quadratkilometer Felder wurden damals mit Pestiziden besprüht – ein Sechstel der kultivierten Fläche der USA. Die Flugzeuge konnten riesige Landstriche von der Luft aus rasch und effizient behandeln; dabei gerieten die zu Boden schwebenden Chemikalien allerdings auch über Grundstücksgrenzen hinweg und belasteten die Bewohner der Vorstädte, was zu heftigen Protesten gegen die Chemikalien führte. Zwar setzten viele Eigenheimbewohner in ihren Häusern und Gärten selbst giftige Chemikalien ein, hatten dabei aber zumindest das Gefühl, dass es ihre Entscheidung war, ob gesprüht wurde oder nicht. Auf die Sprühflüge konnten die Hausbesitzer dagegen keinerlei Einfluss nehmen, wodurch das Gefühl schwand, im eigenen Haus sicher zu sein.

Rachel Carson (1907–1964) verfasste mehrere Bücher und begeisterte damit ein breites Publikum für das Ökosystem der Meere. Berühmtheit erlangte Carson aber vor allem durch ihr letztes Werk: *Silent Spring*.

Abbildungen: WFIWC Archives; wikipedia

»Wer hat die Entscheidung gefällt für die ungezählten Legionen von Menschen, die nicht nach ihrer Meinung gefragt wurden – wer hat das Recht, für sie zu entscheiden, dass eine Welt ohne Insekten über alles geht, selbst wenn es zugleich eine von Unfruchtbarkeit bedrohte Welt ist, in der keine Vogelschwinge in anmutigem Flug mehr kreist. Die Entscheidung liegt bei dem vorübergehend mit vollen Machtmitteln ausgestattetem Vertreter des Staates; er hat sie autoritär zu einem Zeitpunkt gefällt, als Millionen Menschen, für die Schönheit und die wohlgeordnete Welt der Natur noch immer eine tiefe und zwingende Bedeutung besitzen, in ihrer Aufmerksamkeit erlahmten.« *Rachel Carson, »Der stumme Frühling«*

Mit den Sprühflügen kam es zu einem von dem Philosophen Carl Cranor so bezeichneten »toxischen Hausfriedensbruch«. Die zuständigen Bundesbehörden behaupteten beharrlich, die Risiken würden durch wissenschaftliche Kontrollmaßnahmen minimiert und unterhalb vertretbarer Grenzwerte gehalten, doch das beruhigte die allerwenigsten Verbraucher. Konsumenten, die in der Zeit vor der Veröffentlichung von *Silent Spring* mehr über die potenziellen Risiken in Erfahrung bringen wollten, stießen allerdings häufig auf eine Mauer des Schweigens.

Drei Formen des Stummseins

Carsons Buch wandte sich gegen dieses Schweigen. Drei Hauptformen des Schweigens sind zentrales Thema ihres Werks. An erster Stelle steht natürlich die drohende Stille, die im Titel angesprochen wird. Die Ausbreitung chemischer Schadstoffe, so befürchtete Carson, würde zu einer radikal verarmten Welt führen, in der nur noch wenige Vögel sängen.

Die zweite Art des Schweigens, die Carson beunruhigte, war das Mundtotmachen von Wissenschaftlern. Sie lernte viele in Bundesbehörden tätige Wissenschaftler kennen, die großes Unbehagen gegenüber den Risiken der neuen synthetischen Chemikalien empfanden, aber selten darüber sprachen, weil sie befürchteten, ihre Fördermittel, ihre Stelle oder ihre Glaubwürdigkeit zu verlieren. Carson begann, die immer enger werdenden Beziehungen zwischen Bundesbehörden, Wissenschaft und den Unternehmen, die von den neuen Chemikalien profitierten, zu hinterfragen – Beziehungen, die es Kritikern schwermachten, ihrer Besorgnis Ausdruck zu verleihen.

Die dritte Form des Schweigens, die sich durch Carsons Werk zieht, ist das von vielen Frauen ihrer Generation erlebte Schweigen. Während der Arbeit an *Silent Spring* litt sie an einer Krebserkrankung, die schließlich zum Tod führte, sprach ihre eigenen Erfahrungen aber in ihren Publikationen kaum je an. Al Gore, ehemaliger Vizepräsident der Vereinigten Staaten, merkte an: »Während sie *Silent Spring* schrieb, stand sie eine radikale Brustamputation durch, gefolgt von einer Strahlenbehandlung. Zwei Wochen lang war sie fast blind und wurde unzählige Male operiert.« Zwei Jahre nach dem Erscheinen des Buchs starb Rachel Carson an Brustkrebs. Neue Forschungsergebnisse lassen einen Zusammenhang zwischen dieser Krankheit und dem Kontakt mit toxischen Chemikalien vermuten. Carson hat also gewissermaßen buchstäblich um ihr Leben geschrieben. Ihre Freunde schwor sie darauf ein, ihre Erkrankung geheim zu halten, weil sie der chemischen Industrie keine Munition liefern wollte, die gegen sie verwendet werden könnte.

Persönliche Verbindungen

Als ich im Jahr 2000 zum ersten Mal eine Lehrveranstaltung über Rachel Carsons *Silent Spring* abhielt, lud ich eine bereits graduierte Studentin in das für Erstsemester gedachte Seminar ein. Maria war am Fox River in Wisconsin aufgewachsen, an dessen Ufern sich eine Papiermühle an die andere reiht. In ihrer Kindheit hatten die Abfallstoffe der Mühlen, die der Fluss mit sich führte, so sehr gestunken, dass man in der Stadt Green Bay dazu übergegangen war, Parfum ins Wasser zu schütten. Doch auch mit Parfum ließ sich die giftige Verunreinigung nicht kaschieren. In den sechziger Jahren hatten die Papierfabriken kohlefreies Durchschlagpapier hergestellt, das mit bestimmten Industriechemikalien, sogenannten polychlorierten Biphenylen (PCB), beschichtet war. Da nur einige wenige Wissenschaftler den Verdacht gehegt hatten, die PCB könnten gravierende hormonelle Auswirkungen auf Föten und Kinder haben, unterstanden die Chemikalien damals im Grunde keiner Kontrolle. Viele der in den Papierfabriken eingesetzten PCB waren im Fox River gelandet und hatten sich im Fettgewebe der Fische angereichert.

Marias Familie war jeden Freitagabend in ein gemütliches Gasthaus zum Fischessen gegangen – eine in Wisconsin gepflegte Tradition, »Fish Fry« genannt. An heißen Sommertagen hatten sie im kühlen Wasser der Green Bay geplanscht, dort, wo der Fox River in den Lake Michigan mündet. Jetzt, Jahrzehnte später, war der Fluss zu einer Giftmülldeponie geworden, voll mit toxischen Chemikalien, die unter anderem Störungen in Hormonsystemen hervorrufen.

Aufgrund ihrer Forschungstätigkeit wusste Maria, dass Kinder im Säuglingsalter besonders sensibel auf Chemikalien reagieren. Hätte sie ihr Baby gestillt, dann hätte sie dadurch möglicherweise die körpereigene PCB-Konzentration – entstanden durch den jahrzehntelangen Aufenthalt am Fox River – reduzieren können. Die Schadstoffe hätte sie dann jedoch an die Tochter weitergegeben – mit ungewissen Folgen. Wie konnte sie ihr Kind stillen mit einem Körper, der

Rachel Carson widersprach den Ideologien der 1950er und 1960er Jahre, die eine totale Kontrolle der Natur propagierten. Der Mensch müsse stattdessen in enger Beziehung zur Natur leben, um gesund zu bleiben und sich wohlzufühlen.

Das Geburtshaus von Rachel Carson in Springdale im US-Bundesstaat Pennsylvania.

einer Giftmüllhalde glich? Wie konnte sie aber ihrer Tochter andererseits die gesundheitlichen Vorteile vorenthalten, die die Muttermilch nun einmal für Babys hat?

Marias Dilemma führte den Teilnehmern meines Seminars die wichtigsten Argumente Rachel Carsons vor Augen. Ihre Geschichte enthüllte die engen Verbindungen zwischen ökologischer und menschlicher Gesundheit. Seit dem Zweiten Weltkrieg haben sich in Kunststoffen, Arzneimitteln und Pestiziden enthaltene synthetische Chemikalien sowohl im Körper des Menschen als auch in Ökosystemen ausgebreitet, häufig mit gravierenden gesundheitlichen und ökologischen Konsequenzen, und dennoch ist eine staatliche Kontrolle dieser Substanzen weitgehend ausgeblieben. Warum? Carson nannte als Hauptgrund den modernen Glauben, der Mensch könne sich erst von der Natur isolieren und sie dann kontrollieren. Im Gegensatz dazu rief sie zu einem ökologischen Verständnis von Gesundheit auf. Die Sicherheitsnachweise sollten von denjenigen erbracht werden, die von den synthetischen Stoffen profitieren wollen.

Das Beziehungsgeflecht Mensch-Natur

Rachel Carson beschreibt in *Silent Spring*, wie unsere Körper in dynamischen ökologischen Beziehungen zu uns selbst und zu den Lebenswelten stehen, mit denen wir verbunden sind. Carsons Vorstellung nach ist der Mensch eng mit der Natur verbunden. Gesundheit und Wohlbefinden entstehen in Beziehung zu umfassenderen, natürlichen Prozessen. *Silent Spring* stellt Gedanken infrage, die Steven Kroll-Smith und Worth Lancaster als »die von der Aufklärung inspirierte Idee, Körper und Umwelt seien zwei grundsätzlich voneinander getrennte Realitäten« bezeichnen. Die beiden Autoren schreiben: »Üblicherweise werden Körper und Umwelt als zwei voneinander getrennte, eigenständige Entitäten gedacht. Das Pronomen ›mein‹ vor dem Wort ›Körper‹ weist auf ein besitzanzeigendes Interesse am menschlichen Körper hin, das sich von dem typischen Artikel ›die‹ vor dem Wort ›Umwelt‹ unterscheidet. ›Mein Körper‹ und ›die Umwelt‹ sind linguistische Signale dafür, dass hier von zwei ontologisch eigenständigen Dingen die Rede ist. In einer mit einzelnen Kategorien beschriebenen Welt wissen wir einfach alle, wo unser Körper endet und die Umwelt beginnt.« Jede Risikoabwägung beruhe auf dieser ontologischen Annahme des Getrenntseins. »Durch die Annahme eines kategorischen Unterschieds zwischen Körpern und Umwelt können Regulierungsbehörden eine ›Genehmigung zum Schadstoffausstoß‹ und das Recht auf die Kontaminierung der Umwelt erteilen, solange die Belastung unterhalb der Schwelle bleibt, ab der Umweltgifte den menschlichen Körper beeinträchtigen.« Diese Argumentation geht stillschweigend davon aus, dass der menschliche Körper und die Umwelt so sehr voneinander getrennt sind, dass man Boden, Wasser und Luft verseuchen kann, ohne die Menschen zu verseuchen.

Zum Thema

Rachel Carson, *Der stumme Frühling,* München 2007.

Nancy Langston, *Toxic Bodies: Hormone Disruptors and the Legacy of DES,* New Haven 2011.

Der Dominoeffekt

Diese Grundannahme des Getrenntseins wird in Carsons Werk stark infrage gestellt. Rachel Carson zeigte auf, inwiefern synthetische Chemikalien das für eine gesunde Umwelt unabdingbare Geflecht genetischer, immunologischer, neurologischer, hormoneller und ökologischer Wechselbeziehungen verändern. Vor allem aber erinnerte sie daran, dass der Mensch und die restliche Natur nicht voneinander getrennt werden können: gemeinsam oder gar nicht. Ein hormonell aktives Medikament, das von einer Frau eingenommen wird, wandert durch ihren Körper, ins Abwasser und in den Fluss, wo es zu Geschlechtsveränderungen bei Fischen führen kann. Ein Häufchen Kuhdung gelangt in einen Fluss und mit ihm die Steroide, mit denen das Tierfutter versetzt war. Flussabwärts von der Kuhweide schwimmen Fische in dieser chemischen Brühe – und werden von Pelikanen gefressen oder von Menschen verspeist. Biologen, die den Zustand des Flusses untersuchen, finden Wassersysteme vor, die durch mysteriöse Nebenwirkungen von Chemikalien verändert wurden, die als endokrine Disruptoren agieren, und zwar sowohl in Wildtieren als auch im Menschen.

Rachel Carson zeigte, dass wir alle, ob arm oder reich, Stadt- oder Landbewohner, menschlich oder nicht menschlich, toxischen Chemikalien ausgesetzt sind, die unsere Wasserscheiden überwinden, die Generationengrenzen überschreiten und das Land mit dem Wasser, den Fisch mit dem Vogel und die Umwelt mit dem Menschen verbinden. ■

DIE AUTORIN

Nancy Langston
ist Umwelthistorikerin an der Universität von Wisconsin-Madison. Sie lehrt außerdem am Department of Forest and Wildlife Ecology und am Nelson Institute for Environmental Studies.

Abbildungen: www.rachelcarson.org; wikipedia; privat

Wissen überschreitet Grenzen

Der Analyse einer schwierigen Beziehung widmen sich die Forscherinnen und Forscher am Rachel Carson Center for Environment and Society in München. Sie untersuchen das Verhältnis zwischen dem Menschen und seiner Umwelt – und nehmen dabei vor allem historische, soziologische und kulturelle Fragen in den Blick. Christof Mauch und Helmuth Trischler erläutern im Interview Motivation, Aufgaben und Perspektiven des Münchner Umweltzentrums. **Interview: Sabrina Landes**

Wenn man heute von »Umwelt« spricht, denken die meisten von uns zuerst ans Klima. Es scheint, dass Umweltthemen darüber hinaus derzeit kaum Konjunktur haben. Was hat Sie beide bewogen, ein Forschungszentrum für Umweltfragen zu gründen?

Trischler: In diesem Jahr hat das Bundesforschungsministerium das Themenjahr »Zukunftsprojekt Erde« ausgerufen, das Jahr 2012 wird also ganz unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit stehen. Das macht deutlich, dass die Umwelt in der öffentlichen Diskussion nach wie vor eine äußerst wichtige Rolle spielt. Auch als wir vor dreieinhalb Jahren die ersten Ideen für unser Zentrum entwarfen, war die Diskussion um eine Energiewende und eine nachhaltigere Gesellschaft sehr präsent, und seit der Katastrophe in Fukushima gibt es ohnehin wieder eine breite öffentliche Debatte. Ein Zentrum für Umweltfragen passt da sehr gut in die Landschaft.

Der Begriff Umwelt wird oft synonym gesetzt mit Natur. Was verstehen Sie unter Umwelt?

Trischler: Unser erstes Projektproposal hieß »Natur als kulturelle Herausforderung«. Genau darum geht es uns. Um das Verhältnis zwischen Menschen und Natur, zwischen Menschen und Umwelt. Umwelt ist nicht nur alles das, was uns umgibt. Die Umwelt ist selbst ein handelnder Akteur. Wir erleben das eindrucksvoll bei Naturkatastrophen. Die Natur steht mit uns in einem Wechselverhältnis, in einem Dialog, wenn man so will. Der Mensch reagiert auf die Natur und die Natur reagiert auf den Menschen. Wir wirken auf unsere Umwelt ein. Aber die Umwelt wirkt auch auf uns zurück. Wir müssen lernen, dieses Wechselverhältnis besser zu verstehen und in unserem Handeln ernst zu nehmen.

»Umweltgeschichte hat eine große Zukunft.«

Christof Mauch ist Inhaber des Lehrstuhls für Nordamerikanische Kultur-, Sozial- und Politikgeschichte an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Zusammen mit Helmuth Trischler leitet er das Rachel Carson Center (RCC) in München.

Mauch: Natur als kulturelle Herausforderung zu sehen bedeutet, dass neue zeitliche Dimensionen ins Blickfeld kommen. Die Produktion fossiler Flüssigstoffe wie Öl braucht Jahrmillionen, aber zum Konsum braucht der Mensch nur einen Bruchteil. Anders als Politik- oder Sozialhistoriker müssen Umwelthistoriker Wege finden, um unendlich lang andauernde Naturtransformationen ebenso wie extrem plötzliche Naturbewegungen, wie Erdbeben und deren Folgen, in ihre Geschichten einzubeziehen.

Es gibt hierzulande zahlreiche Institute, die sich ebenfalls mit Umweltfragen befassen. Was unterscheidet Sie von diesen Einrichtungen?

Trischler: Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass wir die Problemlösungskompetenz der Geisteswissenschaften in die Umweltdebatte einbringen: als eine Ressource, die wir mobilisieren können, um über unsere Rolle in dem Beziehungsgeflecht Mensch und Umwelt nachzudenken. Hinzu kommt, dass wir konsequent international ausgerichtet sind. Wir wollen die Geisteswissenschaften in Deutschland stärken, indem wir die

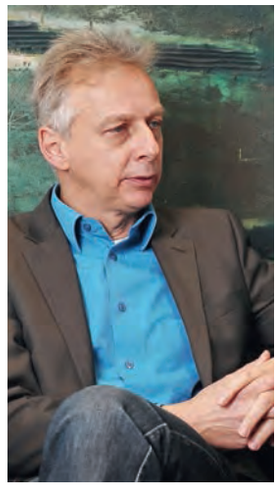
Zwischen 1348 und 1350 verfasste Konrad von Megenberg sein *Buch der Natur*, das als erstes deutschsprachiges Kompendium des Wissens über die Natur gilt. In der Illustration »Vom Regenbogen« wölben sich zwei Regenbögen über einer kreisförmig angelegten Landkarte, die das geozentrische Weltbild der damaligen Zeit verdeutlicht.

führenden internationalen Köpfe ins Land holen. Grundsätzlich neu an unserem Ansatz ist die Verknüpfung der unterschiedlichen Disziplinen der Geistes- und Kulturwissenschaften mit den Natur- und Ingenieurwissenschaften, die in der Umweltforschung üblicherweise dominieren. Und wir greifen Themen auf, die in der öffentlichen Wahrnehmung zuweilen eher untergehen – die aber für das Verständnis der Zusammenhänge von Bedeutung sind.

Mauch: Wenn wir zurückschauen, sehen wir, dass die Vergangenheit voller Lehren steckt. Hurricane Katrina hat zum Beispiel gezeigt, dass der Bau immer höherer Dämme keine Generallösung zum Schutz vor Naturkatastrophen ist. Der weitaus heftigere Hurricane Betsy hatte im Jahr 1965 viel weniger Todesopfer gefordert als Hurricane Katrina im Jahr 2005. Dabei waren Milliarden Dollar in den US-Katastrophenschutz gesteckt worden, allerdings waren andere Schutzmaßnahmen in Vergessenheit geraten: In früheren Zeiten wurden die Häuser von New Orleans auf Stelzen gebaut, der öffentliche Nahverkehr war intakt und bot Fluchtmöglichkeiten, es existierte ein Netz von Schutzräumen, und in den niedrig gelegenen Stadtteilen baute man keine Siedlungen. All dies ignorierten die Planer, weil sie an die Macht des neuen Damms glaubten. Hier zeigt ein Blick zurück, auf den Umgang des Menschen mit der Natur in der Vergangenheit, wie konkret eine bessere Zukunft aussehen könnte.

Mit welchen Themen beschäftigen Sie sich?

Trischler: In diesem Semester befassen wir uns vor allem mit der Umweltethik, also mit normativen Fragen. Da kommen Ethiker und auch Theologen zu Wort. Wir fragen nach der Rolle der Religion – wobei wir nicht nur die Kirchen beleuchten, sondern alle Religionen im Blick haben. Mit Ethik und Moral sind wir auch rasch in aktuellen politischen Diskussionen: bei Fragen zur Nachhaltigkeit oder zu Ernährungsweisen, um zwei Beispiele zu nennen. In einem Projekt etwa untersuchen wir Esskulturen, dazu kooperieren wir mit unterschiedlichen Akteuren aus der Politik, der Wirtschaft und Nichtregierungsorganisationen. Für 2013 planen wir eine internationale Konferenz zur Umweltgeschichte mit drei Leitthemen, für die die Stadt München steht: Food, Water, Energy.



»Die Natur steht mit uns in einem Wechselverhältnis, in einem Dialog, wenn man so will.«

Helmuth Trischler ist Leiter des Bereichs Forschung am Deutschen Museum.

Mauch: Ein zweiter großer Themenbereich ist das umweltbezogene Wissen. Bei einer Konferenz, »Salmon Voices«, haben wir im vergangenen Jahr Fischer aus Kanada und Norwegen eingeladen, die über ihre lokalen Erfahrungen mit Fischkulturen und Fischwanderung berichteten und sich mit Akteuren aus der Industrie über die Möglichkeiten nachhaltiger Fischwirtschaft austauschten.

Wirken diese Arbeiten auch in die Öffentlichkeit hinein?

Trischler: Sicherlich, das ist ein wichtiger Aspekt! Unsere Aufgabe ist es allerdings nicht, Aktionen zu planen, sondern wir dokumentieren und publizieren die Ergebnisse unserer Untersuchungen. Das machen wir nach wie vor in klassischen Medien – aber wir nutzen auch intensiv die verschiedenen digitalen Formate: Wir stellen Filme, Quellen, historische Fakten oder Diskussionen ins Netz. Es ist unser Ziel, erste Anlaufstation für Informationen rund um Fragen der Umwelt und Gesellschaft zu sein.

Namensgeberin des Forschungszentrums ist die Biologin Rachel Carson. Was war die Intention dieser Namensgebung?

Mauch: Für unser internationales Institut haben wir bewusst keinen deutschen, sondern einen in aller Welt bekannten Namen gewählt, den Namen einer beeindruckenden Wissenschaftlerin, die ihre Zeit nicht im Elfenbeinturm verbrachte, sondern ihre ökologische Botschaft von der Zerstörung der Natur durch DDT in die Öffentlichkeit hineintrug. Es gibt vielleicht kein ein-

Abbildungen: Heike Geigl; prometheus-Archiv

Die zwölf Meter hohe Skulptur »Template« (Schablone), die der Konzeptkünstler Ai Weiwei für die Documenta 2007 bauen ließ, brach kurz nach der Eröffnung durch ein Unwetter zusammen und wird seither in dieser neuen, durch die Naturgewalt erzwungenen Form in Ausstellungen gezeigt. Das Kunstwerk besteht aus 1001 Türen und Fenstern traditioneller Gebäude der Ming- und Qing-Dynastie, die dem chinesischen Modernisierungseifer zum Opfer gefallen waren.

flussreicheres Buch in der Geschichte der USA als *Silent Spring*. Die Disziplin der Umweltgeschichte wäre ohne Carson und ohne die Umweltbewegung, die sich in den 1960er Jahren formierte, nicht denkbar. Wie Rachel Carson möchte auch das Carson Center die Erkenntnisse aus der Wissenschaft in die Breite der Öffentlichkeit hinaustragen.

Trischler: Das RCC hat in diesem Jahr einen internationalen Schüler- und Studierendenwettbewerb ausgelobt, zu dem Arbeiten über das Erbe Rachel Carsons eingereicht werden sollen: Was gibt sie uns heute, wie sehr ist ihre Arbeit heute noch präsent, wie anschlussfähig ist sie an aktuelle Diskussionen? Das ist eine von zahlreichen Aktionen, die wir im Rachel-Carson-Jahr 2012 planen.

Sie haben innerhalb weniger Jahre ein ehrgeiziges Programm auf die Beine gestellt. Wie konnte das gelingen?

Trischler: Das liegt an den engagierten Wissenschaftlern im RCC, aber auch daran, dass wir es verstanden haben, viele junge Doktoranden an uns zu ziehen, die große Freude daran haben, hier zu arbeiten. Außerdem haben wir es geschafft, ein internationales Promotionsprogramm zu initiieren, mit derzeit über 20 Promovierenden. Über das Heranholen junger kreativer, begeisterter Nachwuchswissenschaftler haben wir uns eine wichtige Ressource erschlossen. Ich denke, dass wir aber auch von den Vorarbeiten profitieren konnten: Wir verfügten beide bereits über ein großes Netzwerk, das wir beim Aufbau des Centers einbringen konnten. Dadurch ist es uns relativ rasch gelungen, das RCC im lokalen wie auch im internationalen Raum zu profilieren.

Welche Rolle spielt dabei das Deutsche Museum, das neben der LMU einer der Partner des RCC ist?

Trischler: Mit dem Deutschen Museum haben wir einen Partner an der Seite, der die Vermittlung in den öffentlichen Raum übernehmen kann. Wir haben bereits einige kleinere Ausstellungen dazu gemacht – eine große Ausstellung zum Thema »Anthropozän« wird es im Jahr 2014 geben.

Was verspricht sich umgekehrt das Deutsche Museum von der Arbeit des RCC?

Trischler: Für das Deutsche Museum ist das Forschungszentrum eine Möglichkeit, Ausstellungen zum Thema Umwelt auch im Rahmen der »Zukunftsinitiative Deutsches Museum« mit auf den Weg zu bringen. Die Ausstellung zum Energiekonsum (siehe *Kultur & Technik* 1/2012) ist ein kleiner Vorgeschmack auf die geplanten künftigen Ausstellungen zu den Themen »Lebenswissenschaften und Umwelt«. Das Rachel Carson Center trägt dazu bei, dass diese auf einem breiten wissenschaftlichen Fundament aufbauen können. Außerdem stärkt unsere Arbeit auch die Rolle des Deutschen Museums als Forschungsmuseum.

Sie investieren viel Zeit und Energie in die Arbeit am Rachel Carson Center. Was motiviert Sie?

Trischler: Ich bin Historiker und nehme meinen Beruf ernst, aber ich glaube auch, dass wir historisches Wissen für aktuelle Diskussionen verfügbar machen sollten. Dabei kann es um konkrete Innovationsprozesse gehen, vor allem aber um die generelle Frage, wie wir Wissenschaft und Technik besser für nachhaltige Lösungen unserer aktuellen Probleme nutzen können.

Mauch: Wenn ich hier über den Korridor gehe, begegne ich täglich Kollegen, die aus allen Teilen der Welt und aus sehr unterschiedlichen Fachbereichen kommen. Dieses Modell einer systematischen Internationalisierung und Interdisziplinarisierung kann etwas von einer Wissenschaftswelt ohne Grenzen antizipieren: Umweltprobleme kennen im Zeitalter der Globalisierung keine Grenzen. Ich hoffe daher auch, dass von unserem kleinen Kosmos RCC eine Faszination ausgeht, die in Zukunft vielleicht die Forschungssituation insgesamt verändert. Das ist das eine. Zum anderen bin ich davon überzeugt, dass Umweltgeschichte eine Disziplin ist, die eine große Zukunft hat. Historiker erklären gesellschaftliche und politische Veränderungen, Naturwissenschaftler erklären die Veränderungen in der Natur, Umwelthistoriker nehmen beide Veränderungen in Augenschein und verbinden sie miteinander. ■

Abbildung: Wolfgang Staudt

Männliche Zikaden erzeugen Geräusche, um Weibchen anzulocken oder vor Gefahren zu warnen.

DIE GERÄUSCHEMACHER

Singende Insekten

Grillen, Heuschrecken und Zikaden sind die Hauptakteure der Ausstellung »Singende Insekten«, die seit März in der Zoologischen Staatssammlung München gezeigt wird. Diese Insekten erzeugen Laute von teilweise beträchtlicher Lautstärke, die sie zur Kommunikation und insbesondere bei der Balz einsetzen. Dabei kommen Mechanismen zum Einsatz, wie z. B. das Aneinanderreiben von Körperteilen, Klopfen, Klicken oder das Ausstoßen von Luft. Grillen, Heuschrecken und Zikaden kommunizieren über geräuscherzeugende Mechanismen in teilweise beeindruckender Lautstärke. Die Ausstellung erklärt die verschiedenen Techniken, organischen Besonderheiten und sozialen Zwecke.

Bis 25. Mai 2012,
Montag bis Freitag
10 bis 16 Uhr

Zoologische Staatssammlung München,
Münchhausenstr. 21,
81247 München,
Haltestelle S2 Obermenzing

www.zsm.mwn.de

ANTIKE KULTUREN

Im Licht des Südens

Immer schon haben weiträumige Kulturkontakte und die mit ihnen verbundenen Neuerungen das gesellschaftliche Leben, die politischen und religiösen Vorstellungen Europas, die Mode und die Lebensweise beeinflusst und auf unterschiedliche Weise verändert, d. h. Europa in neue Epochen geführt. Die neue Sonderausstellung der Archäologischen Staatssammlung widmet sich der Begegnung und dem Kulturtransfer zwischen dem Mittelmeerraum und Nordeuropa in der Antike und zeigt erstmalig, wie sich seit der Steinzeit durch Warenhandel seltene und kostbare Werkstoffe, aber auch religiöse Ideen oder besondere Lebensstile vom mediterranen Süden über die Alpen hinweg nach Mitteleuropa verbreiten konnten und sehr unterschiedliche Kulturen und Territorien über mehr als 6000 Jahre einen regen kulturellen Austausch pflegten.

Über 400 einzigartige mediterrane Exponate aus 17 berühmten italienischen Museen, darunter Rom, Florenz, Ancona oder Perugia werden erstmalig prominenten Objekten aus dem nordalpinen Raum, den großen Museen in Wien, Zürich, Stuttgart und der Archäologischen Staatssammlung München, gegenübergestellt.

Stirnziegel mit Medusenhaupt. Cerveteri (Italien), letztes Viertel 6. Jh. v. Chr.

Bis 27. Mai 2012
Dienstag bis Samstag,
9 bis 17 Uhr

Sonntag 10 bis 18 Uhr

Archäologische Staatssammlung München
Lerchenfeldstraße 2
80538 München

www.archaeologie-bayern.de

Anzeige

RADSPIELER

Seit 1841

macht

Wohnungen schön!

Möbel aus eigener Werkstatt und von führenden zeitgenössischen Herstellern, Einrichtungen, Stoffe, Geschirr und Glas, Teppiche.

F. Radspieler & Comp. Nachf.
Hackenstraße 7
80331 München
Telefon 089/235098-0
Fax 089/264217
mail@radspieler-muenchen.de
www.radspieler.com

Abbildungen: istockphoto.com/Robert Dant; Museo Archeologico Nazionale di Firenze/Alessandro Pareti

Angst vor der Sonne

Apokalyptische Zukunftsszenarien haben zu allen Zeiten Konjunktur. Die jeweiligen Auslöser der befürchteten Katastrophen passen sich dabei den gerade aktuellen Trends an. In den achtziger und neunziger Jahren waren es die Gefahren aus dem All, heute sind es die Folgen der Umweltzerstörung, die das Leben auf Erden zur Hölle machen. Filme wie »Hell« oder »The Road« erzählen vom alltäglichen Horror in einer Welt, in der der Mensch dem Menschen zum Wolf wird. **Von Alexa Weik von Mossner**

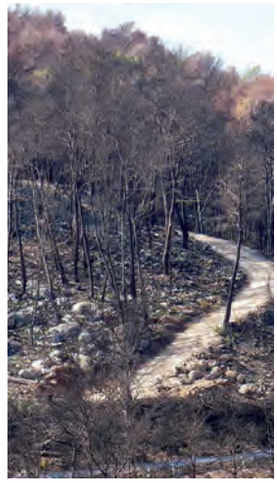
Unbarmherzig verbrennt die Sonne im Film *Hell* das Land (Bild links). Der Film *The Road* erzählt hingegen von einer Welt, in der die Sonne nicht mehr scheint (Bild unten links). In beiden Filmen erlebt der Zuschauer den Zusammenbruch menschlicher Zivilisation als Folge einer Umweltkatastrophe.

Kaum eine Erzählgattung ist so gut dazu geeignet, sich zukünftige Welten zu erträumen, wie Science-Fiction. Als Kind der industriellen und wissenschaftlichen Revolution des frühen 19. Jahrhunderts war Science-Fiction-Literatur von Anfang an darauf bedacht, Konstellationen des Möglichen zu entwerfen. Schriftsteller wie Jules Verne, H. G. Wells und später Isaac Asimov, Aldous Huxley, Ray Bradbury und George Orwell projizierten technische und wissenschaftliche Errungenschaften, aber auch gesellschaftliche und ökologische Entwicklungen in die Zukunft und spekulierten, wie das Leben des Individuums sich unter den neuen Gegebenheiten verändern würde, sei es zum Besseren, wie in Vernes spekulativen Abenteuergeschichten, oder zum Schlechteren, wie in den Dystopien von Huxley, Bradbury und Orwell.

Der Science-Fiction-Film, der ab dem frühen 20. Jahrhundert die Menschen faszinierte, war zwar maßgeblich beeinflusst von seinen literarischen Vorgängern, aber von Anfang an dazu gezwungen, sich auf seine eigene Weise der Herausforderung zu stellen, künftige Welten zu erträumen. Die Tatsache, dass der Film als visuelles Medium seine Geschichten in Bildern erzählen musste, war und ist noch immer Vor- und Nachteil zugleich. Einerseits kann der Filmemacher seine Zuschauer mit fantastischen Bildern überwältigen, wo der Romanautor ganz und gar auf die Fantasie des Lesers angewiesen ist. Andererseits ist er damit auch an die technischen Grenzen des Machbaren gebunden, wo der Romanautor frei ist, sich auch noch die fantastischsten Neuerungen und Entwicklungen auszudenken.

Über die Jahrzehnte hinweg haben Filmemacher daher versucht, sich durch eine geschickte Nutzung der filmischen Mittel über die Grenzen des gegenwärtig Möglichen hinwegzusetzen, sei es durch Kameraeinstellungen, Kulissenbau, Schnitttechniken oder den Einsatz visueller Effekte in der Nachbearbeitung. Seit der Erfindung des Tonfilms können sie die Zuschauer zudem auch noch mit Mitteln des Sounds, der Geräusche, der Musik und vielen anderen filmischen »Tricks« ihre Zukunftswelten geradezu körperlich spüren lassen. Ganz zu schweigen von den technischen Möglichkeiten der Computeranimation, die gerade spekulativen Filmgenres zu völlig neuen Möglichkeiten verholfen hat.

Der Schweizer Regisseur Tim Fehlbaum hat mit dem Film *Hell* aus dem Jahr 2011 ein besonders interessantes Beispiel dafür geliefert, wie ein Filmemacher eine zukünftige Welt audiovisuell erschaffen kann und mit welchen Schwierigkeiten er dabei umgehen muss. Eher Endzeit-Thriller als klassischer Science-Fiction, spielt Fehlbaums Film in der nahen Zukunft – im Jahr 2016 – und erzählt in beeindruckenden Bildern, wie radikal veränderte Umweltbedingungen sich auf den einzelnen Menschen und eine ganze Gesellschaft auswirken – Umweltbedingungen, so extrem und lebensfeindlich, dass unsere heutigen Lebensumstände dagegen paradiesisch erscheinen. Der Filmtitel gibt darauf schon einen ersten Hinweis, denn *Hell* meint nicht nur die augenschmerzende, lebensgefährliche Intensität der den ganzen Film beherrschenden, strahlend hellen Sonne, sondern eben auch »Hölle«. Im Jahr 2016 ist die Sonneneinstrahlung so stark geworden, dass sie das Leben auf der Erde zur höllischen Erfahrung werden lässt.



Verbrannte Wälder auf Korsika dienten dem Schweizer Regisseur Tim Fehlbaum als Kulisse für sein Endzeitdrama *Hell*.

Was den Film so interessant macht, ist nicht nur die Tatsache, dass er sich als deutsch-schweizerische Koproduktion an ein Genre heranwagt, das – allein schon aus Budgetgründen – in der Hauptsache US-amerikanischen Filmemachern vorbehalten ist. Interessant ist der Film auch, weil Fehlbaum und sein Team aus der Not eine Tugend machen, indem sie eine Zukunftsvision schaffen, die nahezu ohne Computeranimation auskommt. Das bedeutet allerdings auch, dass die Filmemacher darauf angewiesen waren, real existierende Landschaften zu finden, die sich eigneten, eine zerstörte Welt zu verbildlichen, sei es, dass sie selbst durch reale Umwelteinflüsse gezeichnet waren, oder, dass sie vor Ort so umgestaltet werden konnten, dass ein post-apokalyptischer Gesamteindruck mit einer nahezu toten Biosphäre entstand.

Wenn eine zerstörte Welt zum Filmstar wird

In der Sprache der Filmleute bedeutet Setting die gesamte Auswahl der Schauplätze, in der sich die Akteure, also die Schauspieler, bewegen. In der Regel richtet sich diese Auswahl nach den Erfordernissen der Handlung, die erzählt werden soll. Die Schauplätze bilden den Hintergrund, vor dem die Action stattfindet. Es gibt aber auch den Fall, dass der Schauplatz selbst Akteur wird. Genau das passiert in *Hell*, denn hier entwickelt die imaginäre zukünftige Welt, in der sich die menschlichen Akteure bewegen, eine eigenständige, bedrohliche Kraft und bringt so die Menschen zu bestimmten

Abbildungen: Paramount Pictures; Dimension Films

Im abgedunkelten Auto sind die Protagonisten von *Hell* unterwegs, bis ihnen eine Schranke den Weg versperrt. Es folgt ein Alptraum, der die Grenzen unserer Moralvorstellungen sprengt.

Handlungsweisen. Der Schauplatz spielt hier also eine wichtige Rolle, ist sozusagen selbst ein *Star*.

Aber wie haben die Macher von *Hell* es geschafft, dass die Zuschauer im Kino so gepackt werden von den Bildern einer apokalyptischen Welt, die der Regisseur hier und heute, mitten in Europa vorgefunden hat. Was passiert da eigentlich, wenn solche Zukunftsfantasien in eine Welt von heute versetzt werden?

Um die Antwort zu finden, ist zunächst ein kleiner Exkurs nötig: Filmkenner werden sich bei Betrachtung von *Hell* an einen anderen Film erinnert fühlen, nämlich *The Road* von dem Amerikaner John Hillcoat aus dem Jahr 2009. In Hillcoats Film – einer gelungenen Adaption von Cormac McCarthys Pulitzerpreis-gekrönten Endzeit-Roman – ist ein Vater mit seinem kleinen Sohn unterwegs, ebenfalls in einer postapokalyptischen Welt, aber in diesem Fall nahezu ohne Sonne: kalt, grau, nass und feindlich. Beiden Filmen gemeinsam ist die Etablierung einer extrem lebensfeindlichen Welt als Dreh- und Angelpunkt für die Geschichte und die Entwicklung ihrer Helden. Auch bei Hillcoats Film war klar, dass wegen der relativ geringen Budgetierung keine teuren Studiobauten möglich gewesen wären, um die Vorstellungen zu verwirklichen, die die Regisseure von den fiktiven Räumen und Landschaften hatten. Es kamen also auch für diesen Film nur real existierende Schauplätze infrage (die im Fall von *The Road* später teilweise noch am Computer bearbeitet wurden). Die sorgfältige Suche und Auswahl dieser Drehorte war damit in beiden Filmen ganz entscheidend, um die Szenerien, die im Drehbuch beschrieben waren, in gefilmte Bilder umzusetzen, so dass sie auf die Zuschauer im Kino real wirken – die Science-Fiction sozusagen Realität wird.

In *Hell* spielt ein Großteil der Handlung inmitten von Wäldern. Szenen in grellem Licht wechseln in rascher Folge mit Szenen in Staub und Düsternis oder kompletter Dunkelheit. Mit dieser Technik der schnellen Schnittfolge ist es für den Zuschauer unmöglich, den exakten geografischen Ort zu erkennen, an dem die Szenen in Wirklichkeit gedreht wurden. Verstärkt wird dieser Effekt noch durch die Benutzung von sehr starken Scheinwerfern und Reflektoren am Drehort und der von Kameramann Markus Förderer sorgfältig kalkulierten Überbelichtung des Filmmaterials beim Dreh und in der Postproduktion. Weil aber auch einige Szenen in der Morgen- oder Abenddämmerung spielen und bei diesen Lichtverhältnissen Orientierung leichter möglich ist, war es für das Team von *Hell* notwendig, reale Drehorte zu finden, die optisch dem entsprachen, was das Drehbuch an zerstörten, künftigen Welten vorgab. Wie auch das Team von *The Road* fand Regisseur Fehlbaum für *Hell* Drehorte in Regionen, die von Naturkatastrophen heimgesucht worden waren – in diesem Fall Bergwälder auf der Insel Korsika, die 2009 von verheerenden Bränden zerstört worden waren, und verschiedene Schauplätze im Bayerischen Wald, wo durch die Borkenkäferplage große Waldflächen nur noch aus Baumleichen bestehen. Um die Szenerien noch gespenstischer wirken zu lassen, wurden die Baumstämme zusätzlich mit schwarzer (biologisch abbaubarer) Farbe besprüht. Von Roland Emmerich, dem deutschen Spezialisten für Katastrophenfilme, der in Hollywood lebt und der bei *Hell* als Mitproduzent fungierte, stammte dann noch die Empfehlung, vor jeder Aufnahme feine Staub- und Sandteilchen in die Szenerie blasen zu lassen, um den permanenten Eindruck größter Trockenheit und Dürre zu erwecken.

In *The Road* reisen Vater und Sohn nach einer nicht näher beschriebenen Katastrophe auf der Suche nach Nahrung durch ein düsteres Szenario. Die meisten Tiere und Pflanzen sind vernichtet. Jeder kämpft gegen jeden.

Die Filmemacher machten sich also zunutze, dass reale, gegenwärtige Orte, die von Katastrophen heimgesucht worden waren, den Vorstellungen entsprachen, die sie von post-

apokalyptischen Zukunftswelten hatten – und schafften damit neue Welten im Film. Beim Zuschauer löst diese Verschränkung von realer zerstörter und fiktiver zerstörter Welt ein unbestimmtes Gefühl von Irritation aus. Diese Irritation verstärkt sich zwangsläufig, wenn im Film klar wird, dass der katastrophale Zustand der Umwelt noch weitere grauenvolle Folgen hat: In Ermangelung anderer Möglichkeiten haben einige der Überlebenden begonnen, sich vom Fleisch ihrer Mitmenschen zu ernähren.

Hier ergibt sich ein großer Unterschied zwischen dem amerikanischen und dem deutschen Film: Auch in *The Road* jagen Menschen Menschen, um nicht zu verhungern, aber sie tun es archaisch, brutal und zügellos. In *Hell*, so merkwürdig das klingen mag, läuft der Kannibalismus geordnet, sozusagen nach den Regeln der Metzgerinnung ab. Diese unterschiedlichen Erzählweisen sind vor allem abhängig von der Perspektive: Während *The Road* aus komplett männlicher Sicht erzählt wird, der des Vaters, wird *Hell* aus weiblicher Sicht, aus der Sicht der jungen Heldin des Films erzählt.

Gefährdete Körper: Kannibalismus und Moral in *Hell*

Die Protagonisten in *Hell* sind zwei Schwestern, Marie und Leoni, gespielt von Hannah Herzsprung und Lisa Vicari. Zusammen mit Maries Freund Phillip sind sie unterwegs in die Berge, auf der Suche nach Nahrung und Wasser und nach einem Fleck Erde, wo es sich vielleicht noch aushalten lässt. Wir begegnen dem Trio zum ersten Mal in einem heruntergekommenen Wagen, erbärmlich schwitzend, obwohl sie die Scheiben wegen der alles verbrennenden Sonne mit Packpapier von innen bis auf einen Sichtschlitz verklebt haben. Diese Hitze und das unerträglich grelle Licht der Sonne sind unentrinnbar. Auch wenn sich die Menschen mit Kleiderschichten, Kappen, Handschuhen, Gesichtsmasken oder Tüchern und dunklen Skibrillen gegen die erbarmungslose Sonne zu schützen versuchen, sie finden keine Linderung. Die tödlich veränderte Umwelt diktiert ihr Leben, alles ist nur noch darauf ausgerichtet, die elementaren Dinge zu finden, die sie zum Überleben brauchen.

Die flüchtigen Blicke aus dem Wagen auf die Welt draußen, im blendenden Licht, im Staub, im Dreck, machen dem Zuschauer klar, dass das Trio dieser Welt entfliehen muss.

Auch im Bayerischen Wald fand Tim Fehlbaum ideale Bilder für seinen Film: Ganze Waldstriche sind in den vergangenen Jahren dem Borkenkäfer zum Opfer gefallen. Ein ideales Szenario für *Hell*.

Weil aber nach dem Zusammenbruch aller Strukturen außer dem Mangel an Wasser auch der Mangel an Benzin lebensbedrohlich ist, haben sie Glück, dass an einer verlassenen Tankstelle ein junger Mann namens Tom, gespielt von Stipe Erceg, einen Deal mit ihnen machen kann: Er gibt ihnen einen Rest Benzin, sie geben ihm von ihrem knappen Wasservorrat. Zunächst jedoch begegnen sie ihm mit Misstrauen und Angst. In ihrer ökologisch zerstörten Welt ist die Angst allgegenwärtig, weil die Katastrophe nicht nur den Zusammenbruch aller Infrastrukturen zur Folge hat, sondern vor allem das Ende jeglicher Form von menschlicher Solidarität. Tom wird schließlich von den dreien mitgenommen.

Genau wie *The Road* vermittelt *Hell* eine klare Botschaft: Eine ökologische Katastrophe würde unsere menschliche Fähigkeit zu moralischen Integrität auf die brutalstmögliche Probe stellen.

Im realen Leben wird perverses Verhalten in der Regel von der Gesellschaft klar geächtet, in der Fiktion verhält es sich anders. Zumindest Teile der Gesellschaft finden dann großes Vergnügen daran, perverses Verhalten zu beobachten. Die Filmwissenschaft hat sich mit diesem Paradox genauer beschäftigt und herausgefunden, dass zum Beispiel in Psychothrillern und Horrorfilmen ganz gezielt die Faszination an

Abbildungen: Paramount Pictures; Dimension Films

Das Filmteam am Set an einer heruntergekommenen Tankstelle in Gardelegen.

dunklen und amoralischen Geschichten bedient wird, dass dabei aber entscheidend ist, wie die Zuschauer geführt werden. Auf welche Weise lädt der Film sie dazu ein, den entsprechenden Handlungen zu folgen? Als kühle Beobachter? Als Mitfiebernde? Als mitleidende Opfer?

Hell ist ein Film, der viele Elemente des Horrorfilms und des Psychothrillers enthält, aber er »lädt« den Zuschauer niemals ein, die perversen Handlungen aus Sicht der Kannibalen mitzuerleben. Die Menschenfresser, die in dem Film gezeigt werden, sind Antagonisten der moralisch Handelnden. Die Handlung wird so erzählt, dass die Zuschauer Sympathie und eine Art Zusammengehörigkeitsgefühl mit den moralisch denkenden und handelnden Figuren entwickeln können. Um diesen Effekt zu erzielen, muss es dem Film gelingen, uns als Zuschauer dazu zu bringen, uns die Handlungen, Gedanken und Gefühle des integren Protagonisten zu eigen zu machen. Wir sind dann auf seiner Seite, sehen und erleben, was im Film geschieht, aus seiner Perspektive. Dies kann sich nur entwickeln, wenn die moralisch-ethischen Grundstrukturen des Films so angelegt sind, dass der Zuschauer sich mit den Handlungen und Zielen der Protagonisten identifizieren kann.

Genau das geschieht in *Hell*. Die Zuschauer sympathisieren von Anfang an mit den Personen, die selbst in den kritischsten Situationen moralisch handeln. Helden eben, die lieber verhungern würden, als ihre Mitmenschen zu töten und zu verspeisen. Helden, die Gewalt nur anwenden, wenn es darum geht, sich selbst zu verteidigen. Der Film wirft damit aber auch die interessante Frage auf, wie menschliche Moral und die Veränderung der Umwelt sich gegenseitig beeinflussen. Der Komplex des Kannibalismus ist dabei von besonderem Interesse.

Hell ist in seiner Gesamtanlage ein klassischer Genrefilm. Entsprechend ist der Handlungsablauf so konstruiert, dass alles auf einen – in diesem Fall blutigen – Showdown hinausläuft. Das Thema Kannibalismus wird dabei auf faszinierende Weise dargestellt. Ähnlich wie Regisseur Hillcoat in *The Road* geht auch Fehlbaum in *Hell* davon aus, dass der Mensch zum Raubtier seiner selbst wird, wenn andere Mittel zum Überleben nicht mehr existieren. Fehlbaum greift diese These auf überraschend neue Weise auf. Wenn nach etwa 20 Filmminuten die beiden Schwestern mit ihren Begleitern, Phillip und Tom, jäh auf einer einsamen Waldstraße stoppen müssen, weil eine demolierte Schranke die Weiterfahrt verhindert, werden einige Zuschauer vielleicht eine Verbindung zu einer unheimlichen Jagdszene am Anfang des Films herstellen. Die Situation im Wald ist die Gleiche, und es ist schnell klar, dass die gesperrte Straße kein Zufall, sondern Teil eines hinterhältigen Plans ist. Kurz darauf wird Leonie entführt, die beiden Männer fliehen panisch, und Marie macht sich voller Sorge und Angst auf die Suche nach ihrer kleinen Schwester. Wir erleben, wie sie, von der erbarmungslosen Sonne schier verbrannt, durch einen toten, verkohlten Wald irrt, bis sie schließlich in einer einsamen Kapelle Schutz und Kühlung findet. Dort trifft sie auf die Bäuerin Elisabeth, gespielt von Angela Winkler, die der verzweifelten jungen Frau Wasser gibt und ihr anbietet, in ihrem nahe gelegenen Bauernhof erst einmal zur Ruhe zu kommen.

Marie erfährt, dass auch hier, fern der großen Städte, die fatalen Veränderungen der Umwelt die Menschen in große Not gebracht haben. Aber irgendwie scheint man noch genug zum Überleben zu finden, denn als Marie von der Bäuerin zum Abendessen eingeladen wird und die beiden erwachsenen Söhne kennenlernt, wird ihr klar, dass das, was aufgetischt wird, Menschenfleisch sein muss – die Beobachtungen, die sie bis dahin auf dem Hof machen konnte, lassen keinen anderen Schluss zu. Sie will fliehen, aber vergebens. Und so endet auch sie in dem zum Bauernhof gehörigen Schlachthaus. Dort ist auch schon Phillip, ihr Freund, dessen ganz im professionellen Stil durchgeführte Schlachtung sie hilflos und vor Entsetzen gelähmt miterleben muss.

In diesen Szenen erreicht der Horror ohne Zweifel seinen Höhepunkt, und doch unterscheidet er sich ganz fundamental von ähnlichen Situationen und Szenen in *The Road*. Denn in *Hell* fließt kaum sichtbar Blut und der eigentliche Akt des Tötens geschieht in geradezu humaner Weise. Es sind keine bluttriefenden Bilder, die beim Zuschauer Abscheu und Entsetzen auslösen, sondern es ist die schockierende Normalität und Gleichgültigkeit, mit der diese bäuerliche Familie andere Menschen schlachtet, ausweidet, fachgerecht zerlegt und schließlich verspeist. Sie tut dies alles mit der gleichen Routine und Professionalität, wie sie es vermutlich in besseren Zeiten mit ihren Kühen, Kälbern und Schweinen getan hatte: Phillip wird zuerst mit einem Elektroschock betäubt, dann

mit einem Bolzenschuss-Apparat getötet, und sein Körper wird anschließend geradeso »verarbeitet«, wie man es mit einem geschlachteten Tier schon immer gemacht hat. Die Bäuerin erklärt es Marie auch ganz ungerührt: Als Frau und Mutter ist es ihre Aufgabe, für die Familie zu sorgen, und deswegen haben sie und ihre Söhne ganz einfach das nicht mehr vorhandene Schlachtvieh durch Menschen ersetzt. Angesichts der Umstände hält die Bäuerin ihr »perverses« Verhalten für durchaus moralisch akzeptabel.

Angela Winkler spielt diese Bäuerin überzeugend, und Regisseur Fehlbaum hat die Figur so angelegt und geführt, dass die Zuschauer nicht umhin können, zu Beginn Mitgefühl für sie zu entwickeln, zumal sie ja Marie Hilfe und Schutz anbietet (und im Übrigen auch gar nicht vorhat, Marie ebenfalls zu schlachten, sondern sie und ihre kleine Schwester ihren Söhnen als künftige Ehefrauen zuführen möchte). Entsprechend groß sind das Entsetzen und die Abscheu, als dem Zuschauer plötzlich klar wird, was sich auf dem einsamen Bauernhof abspielt.

Wenn auch das Ende der Geschichte eher klischeehaft erscheint – das in Verschlägen gehaltene menschliche »Vieh« wird gerettet, den beiden Schwestern gelingt eine hochdramatische Flucht und es gibt ein ebenso unvermeidliches wie unglaubwürdiges Happy End – dem Zuschauer wird vermutlich am tiefsten im Gedächtnis bleiben, wie in *Hell* mit den Themen Umwelt und Kannibalismus umgegangen wurde. Zuschauer, die sich für Tierrechte interessieren, könnten in *Hell* noch eine weitere Dimension entdecken: Schließlich werden die Tötungspraktiken, die im Zusammenhang mit Menschen als schrecklich empfunden werden, bei Säugetieren wie Kühen, Kälbern oder Schweinen von den meisten Menschen akzeptiert. Abgesehen von seinem Interesse für die Zusammenhänge zwischen Mensch und Umwelt und dem zutiefst negativ geprägten Blick in die Zukunft bleibt *Hell* jedoch merkwürdig unpolitisch. Über die Ursachen der dramatisch veränderten Umweltbedingungen lässt der Regisseur die Zuschauer im Unklaren.

Hell hat den Förderpreis Deutscher Film gewonnen, hat das Prädikat »Besonders wertvoll« von der Deutschen Film- und Medienbewertung erhalten und ist am Ende doch in den Stereotypen des Genrefilms verhaftet geblieben, statt das Potenzial auszunutzen, das das Thema »Ökokatastrophe« ohne Zweifel bietet. In einem Interview hat Fehlbaum erklärt, dass es ihm besonders wichtig gewesen sei, »dass der Film eine gewisse deutsche Identität hat« und dass es in deutschen Kinos einmal »einen apokalyptischen Film […] gibt, der dann aber nicht in Amerika irgendwo in der Wüste spielt, sondern hier auf der Autobahn, also mit den Autobahnschildern, die so aussehen wie in Deutschland, und mit Natur, die aussieht wie ein deutscher Wald.«

Werbung für den Film *Hell.*

Kritikerlob für atmosphärische Dichte

Obwohl nur mäßig erfolgreich an der deutschen Kinokasse, wurde Fehlbergs Film hoch gelobt für die gelungene Art, wie er die Elemente des klassischen amerikanischen Genrekinos in einem deutsch-schweizerischen Film umgesetzt hat, ebenso wie für die atmosphärische Dichte seiner Bilder. In seiner Filmkritik für *Welt Online* versichert Peter Zander, dass *Hell* es »locker« mit »Vergleichsapokalypsen aus den USA« wie *The Road* aufnehmen könne. Jörg Schöning von Spiegel Online lobt besonders die »radikal feminine Perspektive« des Films sowie die gegenwartsnahe Inszenierung.

Ohne Zweifel ist es Fehlbaum gelungen, einen faszinierenden und spannenden Film zu inszenieren, der von einer völlig veränderten Umwelt in ganz naher Zukunft erzählt. Bedauerlich ist, dass er kaum eine Verbindung herstellt zwischen unserer jetzigen und der zerstörten Welt seines Films. Damit vergibt der Film die Chance, die Zuschauer für ihre eigene Rolle und ihren Anteil an solch einer radikalen Veränderung der Umwelt zu sensibilisieren. Was bleibt, ist dennoch die Hoffnung, dass die kraftvolle filmische Umsetzung eines zukünftigen Desasters, das unsere heutige Welt zerstört hat, im Zusammenspiel mit der hochemotionalen Geschichte dazu beiträgt, die Zuschauer zum Nachdenken anzuregen über ihr Leben hier und heute. Vielleicht schärft ein Film dieser Art eben doch den Blick auf unsere gegenwärtig vorhandenen Umweltrisiken, weil er uns eine sterbende Welt vor Augen führt und ihre letzten Bewohner, die Angst vor der Sonne haben müssen – und vor ihren Artgenossen.

DIE AUTORIN

Alexa Weik von Mossner
Dr. Alexa Weik von Mossner ist Literatur- und Filmwissenschaftlerin an der Universität Fribourg in der Schweiz sowie Affiliate am Rachel Carson Center for Environment and Society (RCC) an der LMU München. Sie ist Kuratorin der Umweltfilmreihe *Green Visions* im Kulturzentrum Gasteig, ein Gemeinschaftsprojekt von RCC, MVHS, ÖBZ und Ecomove International.

Abbildungen: Paramount Pictures; privat

Digitale Erkundungen der Umwelt

www.environmentandsociety.org – ein neues Portal für Umwelt und Gesellschaft.

Von Kimberly Coulter, Übersetzung: Felix Mauch

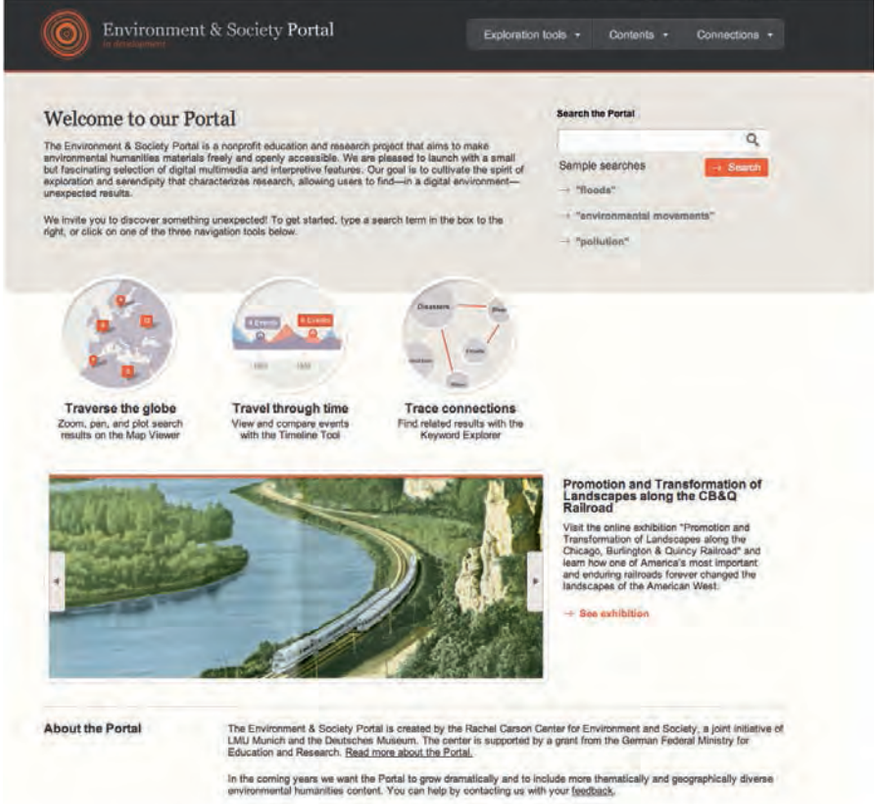
In Ergänzung zu Museen oder Archiven bietet ein Online-Wissensportal sowohl Wissenschaftlern als auch allgemein Interessierten weltweit die Möglichkeit, Quellenbestände zu entdecken, auf sie zuzugreifen und darüber hinaus eigene Erfahrungen mit anderen zu teilen – und dies, ohne direkt vor Ort sein zu müssen. Ein derartiges Portal trägt dazu bei, sowohl disziplinäre als auch nationale Grenzen zu überschreiten, es erleichtert den Einstieg in komplexe Themen und regt dazu an, sich interaktiv zu beteiligen. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, muss ein solches Portal wissenschaftlich seriöse und benutzerfreundliche Inhalte präsentieren, die es über einen reinen Datencontainer erheben. Darüber hinaus bietet es neue Verknüpfungen und Perspektiven. Dieser Facettenreichtum entspricht dem dynamisch wachsenden Feld der Environmental Humanities, die in erster Linie das Beziehungsgeflecht von Mensch und Natur in den Fokus ihrer Forschungsinteressen gerückt haben.

Das »Environment & Society«-Portal ist eines der wichtigsten Projekte des Rachel Carson Centers und nimmt dessen zentrales Ziel auf, die internationale Vernetzung der Geisteswissenschaften zu stärken. Das seit Januar 2012 online verfügbare Portal stellt internationalen Wissenschaftlern, Studierenden und der allgemeinen Öffentlichkeit digitalisierte Materialien aus verschiedenen Gebieten der geisteswissenschaftlichen Umweltforschung frei zugänglich zur Verfügung.

Das englische Portal (www.environmentandsociety.org) nimmt thematisch relevante Beiträge aus zahlreichen Sprachen (mit englischer Kurzfassung) auf. Inhaltliche Schwerpunkte sind die sechs Forschungsfelder des Rachel Carson Centers: Naturkatastrophen und Risikokulturen, Umweltwissen und Wissensgesellschaften, Landschaftswandel, Ressourcenverbrauch und Naturschutz, ökologischer Imperialismus und schließlich Umweltethik, -politik und -bewegungen. Es wäre vermessen, einen allumfassenden Forschungskanon bieten zu wollen. Vielmehr ist das Portal als ein dynamisches, wachsendes und interaktives Medium konzipiert.

Als Einstieg in die Suche bietet das Portal den Nutzern sowohl originär digitale als auch bereits publizierte und speziell für den Onlinezugang digitalisierte Inhalte an. Dabei steht weniger die systematische Erschließung spezifischer Themen im Vordergrund. Vielmehr liegt der Fokus auf repräsentativen Einzelereignissen und charakteristischen Prozessen, welche die Wechselbeziehung von Mensch und Natur reflektieren und zum Nachdenken anregen. Durch Themenvorschläge der internationalen Fellows des Rachel Carson Centers, institutioneller Partner und der Online-Community erhält das Portal stetig Zuwachs.

Neugierige werden viele Überraschungen erleben. In der Multimedia-Bibliothek des Portals finden sich die unterschiedlichsten Dokumente. Sie reichen von einem Podcast zur Katastrophe in Fukushima über umwelthistorische Artikel aus Fachzeitschriften oder Filmbeiträge bis zu kommentierten historischen Quellenbeständen – etwa einem Einblattdruck aus dem 17. Jahrhundert, der Flutkatastrophen an Rhein und Elbe beschreibt. Studierende können kurze Beschreibungen ökologisch prägnanter Ereignisse synchron wie diachron vergleichen und miteinander in Beziehung setzen. An lokalen Umweltereignissen Interessierte finden in der Sektion Arcadia, ein in Zusammenarbeit mit der European Society for Environmental History entwickeltes Editionsprojekt, übersichtliche Beiträge zahlreicher Autoren aus aller Welt. Online-Ausstellungen zu ausgewählten Themen regen die Nutzer zu weiteren Erkundungsreisen durch die Umweltgeschichte an. So wirft die erste Ausstellung des Portals unter dem Titel »Promotion and Transformation of Landscapes along the CB & Q Railroad« Schlaglichter auf die Umgestaltung der amerikanischen Landschaft durch den Bau der Eisenbahnen im 19. Jahrhundert. Die Dokumente



Die Website des »Environment & Society«-Portals mit den drei angebotenen Suchfunktionen.

zur Chicago, Burlington & Quincy-Eisenbahn entstammen der Newberry Library in Chicago, einer der Partnerinstitutionen des Portals.

Selbstverständlich schöpft das Portal vor allem auch aus den riesigen Beständen des Deutschen Museums. In Kürze präsentiert eine weitere Online-Ausstellung die bisher unveröffentlichten Tagebücher des Polarforschers Alfred Wegener aus dem Archiv des Deutschen Museums. Rechtzeitig zum Rachel-Carson-Jubiläumsjahr thematisiert eine Ausstellung auf der Basis von Dokumenten der Beinecke Rare Book and Manuscript Library der Yale University den internationalen Einfluss Rachel Carsons und ihres Buches *Silent Spring*. Unter dem Titel »Hazardous Chemicals« wird in naher Zukunft eine weitere Ausstellung der Geschichte prekärer Stoffe wie DDT, Quecksilber oder Blei nachspüren.

Wie lässt sich mit solch heterogenen Inhalten eine spannende Plattform entwickeln? Wie zu neuen Erkundungen und Entdeckungen animieren? Hierfür wurden drei interaktive Suchwerkzeuge entwickelt: ein Kartenviewer, der »benachbarte« Inhalte auf einer Landkarte anzeigt, eine Timeline, die Suchanfragen in zeitlicher Abfolge veranschaulicht und gruppiert, und ein Keyword Explorer, der Nutzern die Gelegenheit bietet, ihre thematische Suche zu verfeinern.

Allen Inhalten sind, soweit möglich, eine spezifische Zeitangabe, geografische Koordinaten und mehrere thematische Schlagwörter zugeordnet. Damit werden alle Elemente des Portals durch die interaktiven Suchwerkzeuge erfassbar. Die Instrumente unterstützen die Nutzer bei der Recherche nach Materialien, geografischen Orten sowie Ereignissen und zeigen thematische Verknüpfungen an. Das Portal wird so zu einem Entdeckungserlebnis. Durch neu hinzukommende Inhalte werden sich die Navigation weiter verfeinern und die Materialien je nach Interesse in ganzen Gruppen ordnen und miteinander verflechten lassen.

DIE AUTORIN

Dr. Kimberly Coulter
leitet das geisteswissenschaftliche Onlineprojekt »Environment & Society Portal« am Rachel Carson Center in München.

Hinter den Kulissen kümmert sich eine spezielle Arbeitsgruppe am Rachel Carson Center um das Portal. Das internationale Team mit unterschiedlichen akademischen und beruflichen Qualifikationen aus Geografie, Geschichte, Kulturwissenschaften und den Informationstechnologien organisiert die Inhalte und das Datenmanagement. Für jedes Inhaltselement werden Metadaten erhoben, die es mit Hilfe des Content-Management-Systems Drupal erlauben, Querverbindungen und Zusammenhänge zwischen den einzelnen Datensets herzustellen. Für die Nutzung des Keyword Explorers ist beispielsweise ein kontrolliertes Vokabular thematischer Suchbegriffe erstellt worden, das ein hohes Maß an Flexibilität garantiert und so vordefinierte Suchwege vermeidet.

Das Portal basiert auf der Unterstützung und Mitarbeit einer starken Online-Community. Da fachliche Autorschaft und wissenschaftliche Verlässlichkeit von hoher Bedeutung sind, wird auf das Wissen von ausgewiesenen Fachspezialisten zurückgegriffen. Alle Inhalte werden zudem einem gründlichen Lektorat unterzogen. Den Autoren wird eine Creative-Commons-Lizenz (CC BY-SA) zugeordnet, die es vereinfacht, die originär digitalen Inhalte zu verbreiten, zu übersetzen oder in neuen Kontexten wiederzuverwenden. Auf jeder Seite des Portals werden Rückmeldefunktionen angeboten; zusätzliche Optionen, etwa Inhalte über soziale Netzwerke zu teilen, sind in Vorbereitung. Nicht nur Fachwissenschaftler, sondern auch die interessierte Öffentlichkeit sind zur Mitarbeit eingeladen – einschließlich der Leser von *Kultur & Technik*!

Da sich im Internet immer mehr Informationen abrufen und personalisierte Suchprozesse durchführen lassen, gehen unerwartete oder sogar überraschende Zusammenhänge oftmals verloren. Das »Environment & Society«-Portal stellt gerade diese Verknüpfungen in den Mittelpunkt und bietet den Nutzern die Möglichkeit, räumliche, zeitliche oder thematische Beziehungsmuster zu entdecken. In unserer internetbasierten Wissensgesellschaft hat die Form der Strukturierung von Informationen einen großen Einfluss auf die Verbreitung und Nutzung von Wissen. Hier kann das Portal mit seinen vielfältigen Möglichkeiten nicht zuletzt auch wichtige Impulse geben, die herkömmlichen Grenzen zwischen Geistes- und Sozialwissenschaften und Natur- und Ingenieurwissenschaften zu überschreiten und Diskussionen zu unseren aktuellen Umweltproblemen anzuregen.

Abbildung: www.environmentandsociety.org

Die Natur und wir

Sauberes Wasser, nährstoffreiche Erde und reine Luft – das brauchen Pflanzen, Tiere und Menschen zum Leben und um gesund zu bleiben. Aber jeden Tag wird weltweit eine Menge Müll produziert, Schmutzwasser, Abgase und viele andere Umweltprobleme gefährden die Natur und das Klima. Zudem wächst die Weltbevölkerung rasend schnell und braucht immer mehr Strom, Wasser und Nahrung. Umweltschutz, Energiesparen und Recycling werden also in Zukunft immer wichtiger – für jeden Einzelnen von uns. **Von Caroline Zörlein**

Es ist gar nicht so einfach, umweltschonend zu fischen. Am sogenannten Fischtisch in der Ausstellung Umwelt kannst du das als Kapitän eines Fischerboots selber ausprobieren. Insgesamt vier Spieler können bei diesem Spiel dabei sein.

Mehr Chancen für Meeresfische

Außen eine knusprige, goldgelbe Panade, innen weiß-zartes Fleisch – so essen die meisten Kinder Fisch am liebsten: als Fischstäbchen. Ursprünglich war es ein Kabeljau, der hierzulande auch Alaska-Seelachs genannt wird. Er ist der Lieblingsfisch der Deutschen. Aber auch andere Meeresbewohner landen seit einigen Jahren immer häufiger auf unseren Tellern. Fast 16 Kilogramm Fisch isst jeder Deutsche pro Jahr. 90 Millionen Tonnen Lachs, Hering, Thunfisch und Co. werden jährlich weltweit aus den Meeren gefangen. Große Fischereiboote, sogenannte Trawler, pflügen mit hochmodernen Netzen durch die Ozeane. Dabei sind sie besonders gründlich und fangen riesige Mengen. Von solchen intensiven Fangaktionen müssen sich die Fischschwärme in den Weltmeeren erst wieder erholen. Das geschieht nur, wenn noch genügend Jungfische im Wasser zurückbleiben, um sich fortpflanzen zu können. Andernfalls schrumpfen die Schwärme und der Kabeljaubestand ist in Gefahr: Man spricht dann von Überfischung. Leider geht es vielen Fischbeständen so. Damit wir in Zukunft genügend gesunden Fisch genießen können, ist es daher wichtig, nur so viel davon zu fangen, wie auch nachwachsen kann. Bereits ein Viertel aller Fischbestände weltweit gilt als überfischt. Darunter leiden nicht nur die Meerestiere und -pflanzen, sondern letztlich auch die Menschen, die vom Fischfang leben: Die Fischerei lohnt sich nicht mehr und wird auf Dauer unwirtschaftlich. Vor allem Menschen in ärmeren Regionen sind dadurch in ihrer Existenz bedroht.

Ein interaktives Spiel in der Umweltabteilung im Deutschen Museum verdeutlicht die Zwickmühle, in der Fischerei und Ozeane stecken: Am »Fischtisch« werden vier Besucher selbst jeweils zum Kapitän eines Fischerbootes. Während ihrer Fahrt müssen sie in kurzer Zeit so viel Fisch wie möglich fangen, aber auch die Erholungszeit der Meeresbewohner beachten und die Konkurrenten im Auge behalten. Gewonnen hat der Spieler, der nicht nur die größte Ausbeute gefangen hat, sondern auch besonders nachhaltig gefischt hat. Nachhaltig bedeutet in diesem Fall, dass die Fischbestände wieder nachwachsen können. Und was kann man selber tun, um die Meeresflora und -fauna zu schonen? Der World Wildlife Fund (WWF) informiert im Internet darüber, welche Fischsorten und -bestände bereits überfischt sind und auf was man besser verzichten sollte. Und das Fisch-O-Meter der Verbraucherzentrale Hamburg zeigt, wie groß Kabeljau, Hering und Co. mindestens sein sollten, wenn sie auf der Fischtheke liegen. Fische, die aus umweltverträglicher und verantwortungsvoller Fischerei stammen, erhalten das Umweltsiegel MSC (Marine Stewardship Council).

So essen die meisten Kinder Fisch am liebsten: als Fischstäbchen.

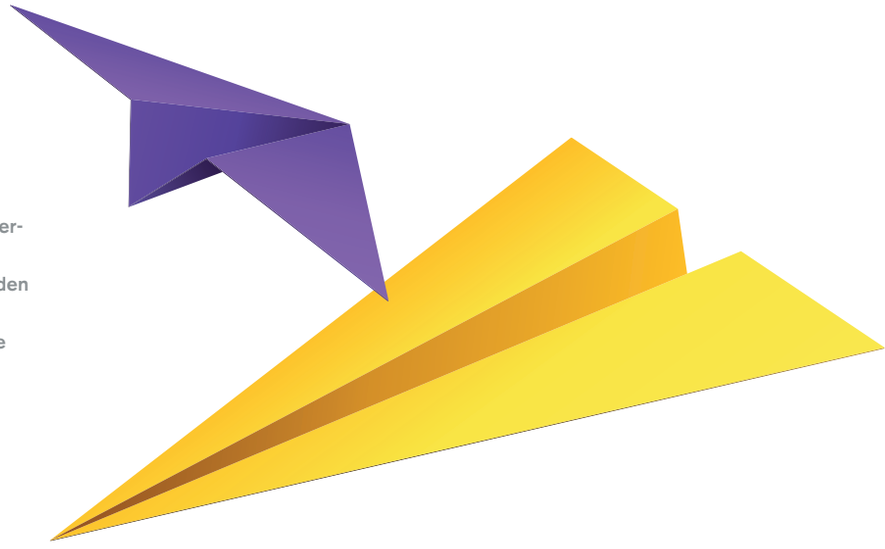
fischratgeber.wwf.de
www.fisch-o-meter.de

Hüttenzauber mit Hightech

Wer einmal in den Alpen gewandert ist, freut sich über eine Unterkunft, eine warme Mahlzeit oder eine erfrischende Apfelschorle. Gebirgshütten sind Oasen in der Felsenwüste. Immer mehr Berghütten nutzen heute bereits umweltfreundliche Quellen wie die Sonnenenergie, um Strom zu gewinnen. **Ein Vorzeigebeispiel** in Sachen Hütten-Hightech ist die Monte-Rosa-Hütte: Sie liegt im schweizerischen Tessin auf mehr als 2800 Metern Höhe und besitzt sogar ein hauseigenes Sonnenkraftwerk. 100 Solarpanels liefern Strom, der zum Beispiel auch in Batterien gespeichert wird. Die Hüttenräume und das Duschwasser lassen sich mit Hilfe der Sonne beheizen. Die Monte-Rosa-Hütte kann bis zu 90 Prozent ihres Strombedarfs selbst erzeugen. Lediglich zum Kochen – das geschieht mit Gas – muss der Helikopter Gaskartuschen hinauftransportieren. Dass die Berghütte so gut mit ihrer Energie haushalten kann, liegt auch an einem ausgeklügelten digitalen Steuerungssystem – immerhin sind im Gebäude mehr als sechs Kilometer Stromkabel verlegt. **Frisches Wasser** kommt aus einer Kaverne, 40 Meter oberhalb der Hütte. Das Schmelzwasser aus der Umgebung der Hütte wird im Sommer gesammelt und gespeichert. Alle Geräte im Haus sind für einen wassersparenden Betrieb ausgelegt. Die produzierten Abwässer werden mittels einer eigenen Kläranlage gereinigt. 120 Menschen können auf der Monte-Rosa-Hütte schlafen. **Der Bau der Berghütte** war besonders kompliziert, da die Arbeiter nur während der kurzen Sommersaison tätig werden konnten. Der Transport der Materialien efolgte ausschließlich per Hubschrauber. Im Spätsommer 2008 begannen die Arbeiten – im Frühjahr 2010 wurde die Hütte dann in Betrieb genommen.

Abbildungen: Michael Wirth; Heike Geigl; istockphoto.com/Bogdan Ionescu; Monte-Rosa-Hütte

Niklas Kroner-Weigl engagiert sich in der Schülerinitiative »Plant-for-the-Planet«. Mit Papierflugzeugen protestiert Niklas mit seinen Freunden vom Bund Naturschutz auch gegen die geplante dritte Startbahn am Münchner Flughafen.



Interview:

Bäume pflanzen für die Zukunft

Naturschutz ist nicht nur wichtig, sondern macht auch Spaß. MikroMakro sprach mit Niklas Kroner-Weigl: Er ist 13 Jahre alt und engagiert sich bei der Jugendorganisation des Bund Naturschutz (JBN) für die Umwelt.

Wie kamst du darauf, dich für Umwelt- und Naturschutz einzusetzen?

Meine Lehrerin hat sich sehr bemüht, uns etwas über die Erderwärmung und die damit verbundenen Folgen zu erzählen. Damals war ich ungefähr elf. Zuerst habe ich gar nicht hingehört, da ich zu viel Angst vor dem Klimawandel und seinen Folgen hatte, aber dann habe ich gemerkt, dass diese Katastrophen sich nur aufhalten lassen, wenn man selbst etwas dagegen tut. Ich habe ein Praktikum beim JBN absolviert, was mir sehr, sehr viel Spaß gemacht hat.

Was hast du während deines Praktikums dort gemacht – und bist du immer noch für den Umweltschutz aktiv?

Was mir sehr viel Spaß gemacht hat, war die Protestaktion gegen die dritte Startbahn am Münchner Flughafen. Die JBN hat damals Papierflieger entworfen, die auf der Demo verteilt wurden. Ich durfte auch selbst einen entwerfen. Wenn man ihn nach der Anleitung faltet, steht auf jeder Fläche etwas. Ich habe auch schon eine Seite auf der Website der JBN erstellt: »Klimawandel erklärt«. Es war sehr interessant zu sehen, wie eine Website »backstage« funktioniert. Das hat sehr viel Spaß gemacht, da ich ja auch schon viel über dieses Thema wusste. Aktiver bin ich zurzeit bei der weltweiten Schülerinitiative »Plant-for-the-Planet«. Das ist eine reine Kinderorganisation, die in über 100 Ländern aktiv ist. Etwa zehntausend Kinder sind dabei. Wir halten Vorträge, zum Beispiel vor der UNO oder dem Europäischen Parlament. Plant-for-the-Planet pflanzt aber vor allem Bäume, um dem Klimawandel entgegenzuwirken und so die Zukunft aller Kinder zu retten. Auf unserem Baumzähler befinden sich bereits über zwölf Milliarden Bäume. Wir haben auch eine Demo selbst organisiert. Die Polizei hat für uns eine gesamte Seite der Sonnenstraße gesperrt, und wir sind im Rahmen der weltweiten Protestaktion »iMatter March« vom Stachus bis zum Rindermarkt marschiert.*

Was können wir alle tun, um umweltbewusster zu leben?

Es gibt viele kleine Dinge, die jeder von uns tun kann: zum Beispiel weniger Fleisch essen, öffentliche Verkehrsmittel benutzen oder Fahrrad fahren, Bio-Obst und -Gemüse kaufen und was aus der Region kommt. Man kann einen Wasserkocher benutzen, um Wasser aufzukochen, die Heizung runterdrehen oder Bäume pflanzen. Natürlich kann man auch große Dinge tun, wie auf erneuerbare Energien wechseln oder ein Elektro- oder Hybridauto kaufen. Aber auch – und vor allem – die kleinen Dinge können große Wirkung erzielen.

Hast du schon einen Berufswunsch?

Was genau, weiß ich noch nicht, aber ich möchte auf jeden Fall etwas Naturwissenschaftliches studieren und dann auch etwas in der Richtung arbeiten.

*Niklas beim iMatter March: http://youtu.be/gtzX_JTDsZ8

DIE DUNKLE SEITE DES LICHTS

Wer einmal versucht hat, in München, Hamburg oder Köln die Milchstraße am Sternenhimmel zu entdecken, weiß: Es ist zu hell für diese nächtliche Beschäftigung. So richtig dunkel wird es in Deutschland kaum noch: Straßenlaternen, die Beleuchtung von Gebäuden in Großstädten, Leuchtreklamen und die Flutlichter von Industrieanlagen erhellen die Nächte. Experten sprechen von Lichtmüll. Himmelsforscher bauen ihre Observatorien deshalb längst fernab dicht besiedelter Gebiete. Denn um Städte bilden sich sogenannte Lichtglocken, die den Himmel kilometerweit erleuchten. Vor allem Insekten sind Opfer von diesen künstlichen Lichtquellen: Jede Straßenlampe kostet in einer Sommernacht im Durchschnitt etwa 150 Insekten das Leben.

Abbildungen: JBN; privat; istockphoto.com

Von Naturfreunden und Wandervögeln

Während der industriellen Revolution, die in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts begann, wuchsen die Städte. Viele Menschen fanden dort Arbeit, aber ihre Welt wurde immer enger und grauer. Man sehnte sich nach Natur und Weite. Künstler wie Caspar David Friedrich haben dieses Empfinden in Bildern wie »Wanderer über dem Nebelmeer« festgehalten. Die unberührte, wilde Natur faszinierte die Menschen. Ab Mitte des 19. Jahrhunderts gründeten sich immer mehr Gebirgs- und Wandervereine wie der Alpenverein oder die Naturfreunde. Die »Wandervögel« beispielsweise gibt es seit 1901. Der Schüler Karl Fischer gründete den Verein »Wandervogel-Ausschuss für Schülerfahrten«. Solche Vereine haben viel Pionierarbeit geleistet: Wanderwege, Wegweiser und Karten angelegt oder Schutzhütten errichtet. Auch heute genießen viele Menschen die Abgeschiedenheit der Natur als Ausgleich zur hektischen Großstadt.

Pflanzenschutz – Zwei Seiten der Medaille

Wucherndes Unkraut, knabbernde Raupen und saugende Läuse sind für den Hobbygärtner nur eine lästige Plage. Doch fallen sie über Weizenfelder, Apfelplantagen oder Reisterrassen her, ist schnell ein großer Teil der Ernte vernichtet. Für den Landwirt steht der Lohn mühevoller Arbeit auf dem Spiel. Und ohne seine Ernte bleiben wiederum die Supermarktregale leer. Mit Hilfe von Pflanzenschutzmitteln, auch Pestizide genannt, kann der Bauer seine Pflanzen vor den verschiedensten Schädlingen schützen. Wichtig dabei ist, dass möglichst keine nützlichen Insekten gefährdet werden. Und auch für den Menschen, der Obst und Gemüse verzehrt, müssen die Stoffe unbedenklich sein. Heutige Pestizide können diesen Spagat deutlich besser leisten als noch ihre Vorgänger: Sie bewahren Pflanzen sehr gezielt vor Schädlingen. Forscher können Wirkstoffe beispielsweise inzwischen genau auf die Schwachstellen der gefräßigen Plagegeister abstimmen. Trotzdem können Pestizidreste und andere Schadstoffe über die Früchte manchmal in großer Menge in den menschlichen Körper gelangen. Wichtig ist, Obst und Gemüse immer gut zu waschen, um sich vor Rückständen auf Trauben, Erdbeeren, Äpfeln oder Zitrusfrüchten zu schützen – auch Schälen hilft. Besonders außerhalb der Saison häufen sich die Belastungen. Am besten greift man sowieso lieber zu Obst und Gemüse, das zur jeweiligen Jahreszeit auch in der heimischen Region wächst.

MITMACHEN UND GEWINNEN!

Wir verlosen wieder spannende Bücher.

Rätselfragen:

Welche Fischsorte gilt in der Nordsee als »überfischt«?
a) Walfisch **b)** Kabeljau **c)** Krabbe

Welche Energiequelle nutzt die Monte-Rosa-Hütte?
a) Sonnenenergie **b)** Atomenergie **c)** Windenergie

Sende deine Lösung per E-Mail an:
mikromakro@publishnet.de

oder per Post an: Redaktion »MikroMakro«, Günderodestraße 24, 81827 München

Einsendeschluss ist der 15. Mai 2012.

Bitte schreibe uns auch dein Alter (!) und die Adresse.

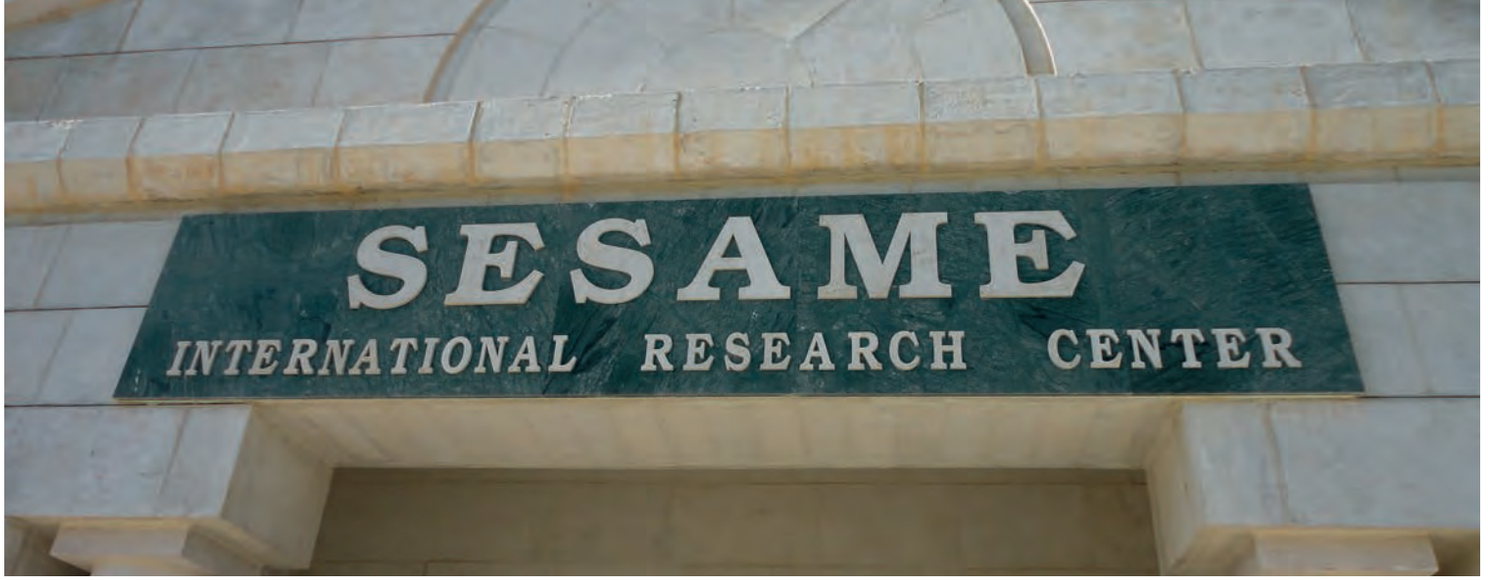
Lösungen des Rätsels aus Kultur & Technik 1/2012

Worfür braucht man einen Generator?
Antwort b: zur Stromerzeugung.

Was bedeutet Stand-by?
Antwort a: Ein elektrisches Gerät befindet sich »in Bereitschaft«.

Gewonnen haben:
Adrian Pitschel, Alexander Hanzalik, Nico Uszkoreit

Abbildungen: wikipedia; Michael Wirth



Physiker als »Friedens«-Forscher

In Jordanien entsteht der erste Teilchenbeschleuniger des Nahen und Mittleren Ostens. Nebenbei schaffen Wissenschaftler, woran Politiker seit Jahrzehnten scheitern: Sie bringen die Konfliktparteien der Region als Kooperationspartner an einen Tisch. **Von Frank Odenthal**

Der Blick schweift über karges Land. Staubtrockene Hügelketten, nur vereinzelt sind grüne Farbtupfer aus Pinien und Gestrüpp zu erkennen, der Horizont scheint unendlich weit entfernt. Der Nordwesten Jordaniens ist ein malerischer Flecken Erde. Von hier ist es nicht mehr weit bis zum Jordantal, und hinüber ins Westjordanland und nach Israel. Am Rande von Allaan, einem emsigen Provinzstädtchen vor den Toren der Hauptstadt Amman, ist ein Gebäude zu erkennen, das inmitten der Einöde so futuristisch anmutet, als probe die NASA hier für eine erste Marsmission. Beim Näherkommen sieht die leuchtend blaue Dachkonstruktion jedoch eher wie die eines Discount-Supermarkts oder einer schwedischen Möbelkette aus. Über dem Portal, einem antiken Tempel nachempfunden, glänzt eine Marmortafel in der morgendlichen Sonne: SESAME – International Research Center.

Professor Mohammed Yasser Khalil kann von seinem Büro aus hinüber zu den Hügellandschaften des Westjordanlands schauen. »Eigentlich eine wunderschöne Aussicht«, sagt er, »von hier scheint alles ganz friedlich. Dabei ist man vom Frieden so weit entfernt wie eh und je.« Khalil ist Teilchenphysiker und seit 2008 Verwaltungsdirektor des SESAME-Projekts. Dort drüben, sagt er, scheitere eine Generation Politiker nach der anderen daran, endlich Frieden in der Region zu schaffen, und zwar auf beiden Seiten. Er selbst sei in Alexandria in Ägypten geboren und aufgewachsen, habe dann die Universität von Alexandria und die Penn State University in den USA besucht. Und auf ägyptischer Seite, versichert er, sähen es die Menschen ganz genauso. »Vielleicht muss der Impuls zum Frieden von anderer Seite kommen. Vielleicht von uns Wissenschaftlern.«

Professor Mohammed Yasser Khalil sieht von seinem Büro aus hinüber zu den Hügellandschaften des Westjordanlands. Khalil hofft, dass Wissenschaftlern gelingt, woran Politiker seit Jahrzehnten scheitern: verfeindete Nachbarn in einem Kooperationsprojekt friedlich zusammenzubringen.

Tatsächlich war es eine Initiative von Physikern, denen gelang, woran Politiker und Diplomaten seit Jahrzehnten beständig scheitern: die Länder der Region, auch jene, die sich seit langer Zeit in offener Feindschaft und sogar als Kriegsparteien gegenüberstehen, für ein gemeinsames Projekt zu begeistern und als Kooperationspartner und in friedlicher Absicht an einen Tisch zu bringen. Das SESAME-Projekt: Die Liste der teilnehmenden Länder liest sich wie eine Aufzählung des Weltsicherheitsrates aktueller und potenzieller Krisenherde: Israel, Iran, die palästinensische Autonomiebehörde, Pakistan, Bahrain, Jordanien, Ägypten, Zypern und die Türkei. Ein Beitritt des Irak steht unmittelbar bevor, zudem hat China Interesse signalisiert.

Das Besondere dabei: Das Engagement der Wissenschaftler wird von den Regierungen der Mitgliedsländer ausdrücklich gebilligt, die Forschungsministerien sind geradezu Feuer und Flamme für das SESAME-Projekt.

Ein Teilchenbeschleuniger für den Orient

Doch worum geht es bei SESAME überhaupt? Das Akronym steht für »Synchrotron Light for Experimental Science and Applications in the Middle East«. Es handelt sich – einfach gesagt – um einen Teilchenbeschleuniger. Eine Quelle für Synchrotronlichtstrahlen, wie sie in vielen westlichen Industrieländern und inzwischen auch in einigen Schwellenländern betrieben werden. Allerdings ist SESAME der erste seiner Art im gesamten Nahen und Mittleren Osten.

Die Idee eines Teilchenbeschleunigers inmitten der arabischen Welt geht auf CERN zurück, die Mutter aller Teilchenbeschleuniger, größter und teuerster, der je gebaut wurde. Ein Team von Wissenschaftlern, angeführt von dem italienischen

Manche behaupten, es sei die größte Fahne der Welt: Die riesige Landesflagge Jordaniens weht in 124 Metern Höhe über der Altstadt Ammans.

Physiker Sergio Fubini, wies während einesWorkshops 1997 auf das Fehlen einer Synchrotronstrahlenquelle im gesamten Vorderen Asien hin und schlug eine internationale Initiative, ähnlich einer solchen, aus der auch CERN im Jahre 1954 hervorgegangen war, vor. Just zu dieser Zeit beschloss man in Deutschland, die in Berlin betriebene Synchrotronanlage BESSY 1, die bereits etwas in die Jahre gekommen war, durch eine neue, leistungsstärkere Anlage zu ersetzen. Fubini hatte mittlerweile in den deutschen Physikern Herwig Schopper, dem ehemaligen Generaldirektor von CERN, und Gus Voss vom Hamburger DESY (Deutsches Elektronen-Synchrotron) zwei prominente Mitstreiter für seine Idee gewonnen. Deren Fürsprache erbrachte, dass sich die Bundesregierung zu einer Schenkung des BESSY-1-Moduls – immerhin ein Aggregat mit einem geschätzten damaligen Wert von 60 Millionen US-Dollar – als Basiskomponente für einen Teilchenbeschleuniger im Nahen Osten bereiterklärte.

1999 wurden die inzwischen konkreten Pläne zum Bau von SESAME der UNESCO vorgelegt, unter deren Schirmherrschaft das Projekt durchgeführt werden sollte. Keine drei Jahre später, im Mai 2002, beschloss der Exekutivausschuss der UNESCO den Baubeginn des SESAME-Centers in Allaan, nordwestlich der jordanischen Hauptstadt Amman. Noch im selben Jahr wurde das BESSY-1-Modul in den Nahen Osten verschifft.

Bislang strahlen in der weiten, hellen Halle, die ein wenig an den Neubau eines Schwimmbads erinnert, allerdings nur die Neonröhren von der Decke. Gerade einmal ein Drittel der Anlage sei eingebaut, erklärt Professor Khalil. BESSY 1, sagt er, sei ein Glücksfall; doch müsse man die Module modernisieren, aufrüsten, wenn man später konkurrenzfähig sein wolle. 2015 soll SESAME in Betrieb genommen werden, sofern bis dahin alles reibungslos verläuft. Ein pünktlicher Start sei allerdings keineswegs gesichert, so Khalil. Schon einmal habe man einen Starttermin verschieben müssen, damals, im Jahr 2010, als sich abzeichnete, dass der geplante Starttermin 2011 nicht eingehalten werden könne.

Dabei erfreut sich das Projekt von Beginn an der Unterstützung einer Vielzahl von Organisationen und Instituten weltweit. Neben dem BESSY-1-Modul wurden weitere zentrale Bestandteile für den neuen Teilchenbeschleuniger gespendet, allein die Daresbury Laboratories aus Großbritannien stifteten Komponenten im Wert von über zwölf Millionen US-Dollar. Hinzu kamen Beiträge der UNESCO, der Europäischen Union, der USA. Der Staat Jordanien stellte das Grundstück in Allaan kostenlos zur Verfügung und übernahm den Bau des Gebäudes und der nötigen Infrastruktur sowie die Kosten zur Modernisierung von BESSY 1. Und zur Ausbildung von Fachkräften, die zum Betrieb und zur Instandhaltung unerlässlich sind, werden von Hochschulen und Instituten weltweit großzügige Stipendien vergeben. »Über mangelnde Unterstützung aus der internationalen Wissenschaftsgemeinde können wir uns nicht beschweren«, fügt Professor Khalil hinzu.

Und die fiebert dem Start von SESAME entgegen, vor allem in den Mitgliedsländern. »Seitdem die Ausrichtungen der ersten drei Strahlenmessstationen feststehen, die 2015 in Betrieb genommen werden sollen, sind bereits eine Vielzahl von Anträgen auf Forschungszeit bei uns eingegangen«, verrät Khalil. Darüber werde dann im »SESAME-Council«, einer Art Verwaltungsrat, zu dem jedes Mitgliedsland zwei Abgesandte abstellen darf und der über die Nutzung der Anlage entscheidet, beraten. »Die Forscher der Region, aber

Abbildungen: Frank Odenthal; Sesame

Die Rainbow Street mit ihren Bars und Cafés ist beliebt bei der jungen Szene Ammans wie auch bei den vielen ausländischen Besuchern der Stadt.

auch die vielen Studenten der Universitäten müssen demnächst nicht mehr nach Europa oder in die USA ziehen, um an einem Teilchenbeschleuniger arbeiten zu können. Wir wollen die talentiertesten Köpfe bei uns behalten.«

Tatsächlich gilt das Phänomen des Braindrain längst als eines der schwerwiegendsten Probleme vieler Entwicklungsländer. Die Länder wenden ihre knappen Mittel auf, um einer möglichst großen Zahl der Bevölkerung eine gute Schulbildung zu ermöglichen, doch verlieren sie die gut ausgebildeten Menschen anschließend an die finanzstarken Firmen und Institute in den Industrieländern, die ihnen neben einer guten Bezahlung auch exzellente Perspektiven für ein berufliches Fortkommen bieten können. »Bislang konnten wir da nicht mithalten«, sagt Khalil, »doch SESAME könnte den jungen Leuten ganz neue Anreize bieten.«

Internationales Science-Valley im Nahen Osten

Dr. Maher Attal von der nahe gelegenen Al-Balqa Universität von Amman leitet den Einbau der hochsensiblen technischen Gerätschaften. Auf einem Rundgang durch die Halle erklärt er den Stand der Arbeiten. Der Raum wird von einem großen weißen Klotz dominiert, der an ein überdimensioniertes Schneckenhaus aus Styropor erinnert. An manchen Seiten führen Gänge hinein, an anderen sind runde Aussparungen zu erkennen. »Hier sollen einmal Elektronen beschleunigt werden«, erklärt Attal, während er sich einem der Eingänge des Schneckenhauses nähert, »und zwar auf eine Geschwindigkeit von 99,998 Prozent der Lichtgeschwindigkeit«.

Dann, hinter einer der vielen weißen Wände, taucht unvermittelt das Herzstück der Anlage auf, wie Attal die kreisförmige Anordnung von roten, metallischen Kästen, jeder einzelne so groß wie ein Arztkoffer, die mit dicken Kabeln miteinander verbunden sind, nennt: BESSY 1. »Das ist der Booster. Hier werden die Elektronen auf 0,8 GeV beschleunigt, wenn sie aus der Teilchenquelle, dem Mikrotron, kommen.« GeV, das bedeute Gigaelektronenvolt, eine Maßeinheit für die Energie von Elementarteilchen. »Je größer das Elementarteilchen, desto mehr Energie muss aufgewendet werden, um es zu beschleunigen.« Dr. Attal redet langsam; es scheint ihm wichtig, von seinen Zuhörern verstanden zu werden. »Dann gelangen die Elektronen auf die äußere Bahn, den Speicherring. In dieser 133 Meter durchmessenden, ringförmigen Röhre werden sie auf bis zu 2,5 GeV beschleunigt.« Zum Vergleich: Beim großen Bruder CERN sollen Protonen, die um ein Vielfaches größeren Bestandteile von Atomkernen, auf bis zu 14 Teraelektronenvolt (TeV) beschleunigt werden, einem annähernd zehntausendfachen Wert.

Auf dem Speicherring wechseln sich gerade Abschnitte mit leicht gekrümmten Abschnitten ab. »Die Elektronen«, so Attal, »geben bei jeder Richtungsänderung Energie in Form von hochenergetischem Licht ab, das Synchrotronlicht oder -strahlung genannt wird.« Es ist eine Strahlung mit einer sehr hohen Frequenz, was nichts anderes bedeute, als dass sehr viele Lichtteilchen, Photonen genannt, pro Sekunde abgegeben werden. Damit, erklärt Attal, könne man Materialstrukturen in viel kleineren Dimensionen erkunden als mit herkömmlichen Mikroskopen und auch sehr viel detailreicher darstellen. Die Anwendungen reichen von der Molekularbiologie und Medizin, der Chemie und Physik über Materialforschung bis hin zum Energiesektor, etwa bei der Entwicklung effizienterer Solarmodule. »Sogar in der Archäologie kann Synchrotronstrahlung hilfreich sein, etwa bei der Altersbestimmung prähistorischer Funde oder bei der Wiederherstellung in kleinste Einzelteile zerfallener antiker Kostbarkeiten.«

Interdisziplinär soll es zugehen bei SESAME. Und international. Institute und Universitäten, erklärt Dr. Attal, würden ihre Forschungsteams für ein bis zwei Wochen hierher schicken, um sich gemeinsam mit Forschern aus anderen Ländern auszutauschen. Auch die konkreten Arbeiten an den Messstationen, so Attal, sollen im ständigen Austausch miteinander und natürlich über Ländergrenzen hinweg stattfinden. »Die Teams werden gemischt sein, Israelis werden mit Palästinensern, Türken mit Zyprioten, Iraner mit Pakistanern zusammenarbeiten. Alle Beteiligten profitieren.«

Und wenn es nach dem Willen der jordanischen Regierung geht, werden sich Unternehmen aus aller Welt, vor allem aber aus der arabisch-muslimischen Welt, rund um Amman ansiedeln. Unter dem Stichwort »Clusterbildung« kann man die Pläne hierzu in den Hochglanzbroschüren, die am Eingang des Gebäudes ausliegen, nachlesen. Bald, sagt Attal, bestehe dann kein Grund mehr, den Teilchenbeschleunigern in Europa, Japan oder den USA nachzureisen.

Noch ist erst ein Drittel der Anlage errichtet. Doch zumindest der Booster, das Herzstück von BESSY 1, steht bereits an seinem Platz.

Das geschäftige Zentrum Ammans. Im Hintergrund die König-Hussein-Moschee, das zentrale Gebetshaus der Stadt.

Grundlagenforschung werde fortan auch in der Region möglich sein.

Die Frage nach seiner eigenen Herkunft, seinem Geburtsort, man spürt es, behagt Dr. Attal weniger. Er sei mit sechs Jahren nach Jordanien gekommen, besitze den jordanischen Pass. Doch geboren wurde er in Palästina, in der Westbank, in einem kleinen Ort bei Ramallah. Also sei er Palästinenser. Was in ihm vorgehe, wenn er daran denke, künftig mit israelischen Forschern zusammenzuarbeiten? Für einen Moment verharrt Attal schweigend. Dieses Projekt, SESAME, sei doch einem großen Haus vergleichbar, sagt er dann; sollte es plötzlich in Flammen stehen, würden dann nicht alle, die darin wohnen, hinauslaufen und gemeinsam versuchen, das Feuer zu löschen?

Neue Chancen für Forschung in der Region

Auf der anderen Seite des Jordan, in einem geräumigen Büro im Weizmann-Institut in Rehovot bei Tel Aviv, überblickt Professor Irit Sagi das östliche Mittelmeer. Hier hat sie einen Lehrstuhl für Molekulare Biophysik inne, erforscht die Strukturen von kristallinen Proteinen und Enzymen. Sie gehört der israelischen Delegation des SESAME-Projekts seit Planungsbeginn an und war bis 2009 Mitglied im wissenschaftlichen Beirat. Über das Projekt, sagt sie, könne sie nur Positives berichten. »Bislang mussten wir regelmäßig in die USA oder nach Frankreich reisen, um unsere Forschungen voranzubringen.« Bald eine Quelle für Synchrotronstrahlen vor Ort zu haben, sei daher einfach wunderbar. Ihre Vorfreude auf die Fertigstellung der Anlage in Jordanien ist ihrer Stimme anzuhören; und ebenso euphorisch klingt sie, wenn sie von ihren Erfahrungen mit den anderen Forschern spricht, mit denen sie bei den jährlichen Treffen der SESAME-Mitgliedsländer zusammenkommt.

»In all den Jahren seit Beginn der Bauarbeiten hat es nie Probleme mit den Kollegen aus den anderen Ländern gegeben.« Auch nicht mit der palästinensischen Delegation, ergänzt sie, als wolle sie der Nachfrage vorweggreifen. »Zwar wurden wir anfangs am Grenzübergang nach Jordanien mit Argusaugen beobachtet und unsere Papiere mit großer Hingabe kontrolliert und unser Gepäck durchleuchtet.« Doch auch das habe sich inzwischen gelegt. Die Visa werden von den jordanischen Behörden inzwischen pünktlich und anstandslos erteilt. Und auch auf der Allenby-Brücke über den Jordan, dem Grenzübergang auf der direkten Landverbindung zwischen Jerusalem und Amman, gebe es nun keine Probleme mehr. »Dort kennt man uns schon, wir werden im Schnelldurchgang verarztet«, lacht Sagi.

Ob sie sich um das SESAME-Projekt Sorgen mache wegen der unruhigen politischen Verhältnisse? Ach, sagt sie, das sei doch nichts Neues. In Israel sei man daran gewöhnt, in einem Umfeld zu arbeiten, das ständig zwischen den Extremen schwankt, up and down, so sei es doch seit Jahrzehnten hier im Nahen Osten. Und dieses Projekt, glaubt sie, trage vielleicht sogar ein wenig zur Normalisierung bei.

In Shafa Badran, einem der neu erschlossenen Stadtteile im Nordosten der Millionenstadt Amman, hat Professor Khaled Toukan, der Generaldirektor von SESAME, sein Büro bezogen. Noch ist der Vorort nicht an das städtische Busnetz angeschlossen, und auch den Taxifahrern der Hauptstadt sind die neu entstandenen Stadtteile noch kein Begriff. Daher unterhält das SESAME-Projekt einen eigenen Shuttleservice, einen voluminösen Pick-up mit einem hauseigenen Fahrer, der die internationalen Besucher bei Bedarf zum Amtssitz des Generaldirektors hinausfährt.

Abbildungen: Frank Odenthal

Im Suk, dem pulsierenden Markt von Amman, scheint die Zeit stillzustehen. Der Geruch von Nüssen und Gewürzen weht durch die Gassen.

Die Sekretärin, eine junge Frau, die den Hidschab trägt, die bei muslimischen Frauen weltweit verbreitete Form der Verschleierung, die das Gesicht ausspart, aber das gesamte Haupthaar verdeckt, meldet den »Besuch aus Deutschland«. Professor Toukan wirkt auf den ersten Blick nicht wie die anderen Wissenschaftler des Projekts; weniger hemdsärmelig, eher wie ein Staatsmann, gewohnt zu repräsentieren. Er hat an der University of Michigan und am Massachusetts Institute of Technology Kernenergietechnik studiert. Neben seiner Forschertätigkeit setzt er sich schon seit Jahren für die Belange der Wissenschaft in der Politik ein. Von 2001 bis 2002 war er jordanischer Forschungsminister, später dann Bildungsminister (2002 bis 2008) und seit 2011 ist er Minister für Energie und Bodenschätze. Inzwischen hat er neben der Leitung des SESAME-Projekts auch den Vorsitz der Jordanischen Atomenergiekommission inne.

Die erste Frage scheint sich daher wie von selbst zu stellen: Ist der neue Teilchenbeschleuniger auch zur Entwicklung von Nukleartechnik geeignet? – »Sie wollen wissen, ob wir eine Atombombe bauen wollen?« Er lacht schallend, sozusagen entwaffnend, und die Spannung, die sich für die Dauer eines Augenblicks aufzubauen drohte, ist wie weggeblasen. »Da kann ich Sie beruhigen. Neue Erkenntnisse zur Nutzung von Kerntechnik sind bei SESAME nicht zu erwarten.«

Es sei bedauerlich, ergänzt Toukan, dass jeder zunächst an eine missbräuchliche Nutzung der Anlage denke, sobald er von dem Projekt und den teilnehmenden Staaten höre. Dabei sei die Initiative zu SESAME von Beginn an von Wissenschaftlern ausgegangen. Und Wissenschaftlern, behauptet er, gehe es vornehmlich um die Sache, nämlich darum, die Forschung voranzutreiben. Ob damit auch Begehrlichkeiten in der Politik geweckt werden, darauf hätten die Forscher nur geringen Einfluss. »Wir haben hier bei SESAME eindeutige Statuten, die einen Missbrauch ausschließen. Jeder, der die Anlage nutzen möchte, muss dies beim »SESAME-Council«, dem Kontrollgremium des Projekts, beantragen und seine Pläne erläutern. Militärische Forschung ist von vornherein ausgeschlossen, daran bestand nie ein Zweifel.« Außerdem, so Toukan weiter, gebe es das Bekenntnis aller Staaten, das gewonnene Wissen mit allen anderen Mitgliedsstaaten teilen zu wollen. Und es gebe die Pflicht zur Veröffentlichung. Jedes Forscherteam müsse die Protokolle und die Ergebnisse seiner Arbeit offenlegen; so könne die gesamte wissenschaftliche Welt die Forschung bei SESAME einsehen und überwachen. »Dass sich ein paar delinquente Wissenschaftler in einem unbeobachteten Moment an den Bau einer Atombombe machen, ist also sehr unwahrscheinlich.« Wieder dieses schallende Lachen, und auch beim Fragesteller verfliegen allmählich die Bedenken.

Zuversicht hinsichtlich der Finanzierung

Bei aller Euphorie, schiebt Toukan nach, blieben bis 2015 noch einige Hindernisse zu umschiffen. Vor allem die Frage der Finanzierung. Ursprünglich habe man mit jährlichen Unterhaltskosten von einer Million US-Dollar gerechnet, sobald die Anlage in Betrieb gehe. Inzwischen rechne man mit bis zu fünf Millionen Dollar pro Jahr. Außerdem seien Zusagen der EU und der USA zur Aufstockung der Mittel noch nicht umgesetzt worden. »Ein bürokratisches Problem«, so Toukan. Trotzdem sei er zuversichtlich, die fehlenden Mittel zusammenzubekommen. »Denn inzwischen haben wir ja auch die Politik auf unserer Seite, zumindest in den Wissenschaftsministerien.« Das, behauptet er, lasse sich auch an den Mitgliedsbeiträgen ablesen, die regelmäßig und pünktlich überwiesen würden.

Es sind ausgerechnet die Staaten, die auf der politischen Bühne ansonsten kaum Willen zur Zusammenarbeit erkennen lassen, die die höchsten Beiträge leisten. Allein die Türkei

und Israel haben im Zeitraum von 1999 bis 2009 schon 823 Millionen bzw. 793 Millionen US-Dollar zum Budget des Projekts beigetragen; es folgen Ägypten mit 555 Millionen und der Iran mit 500 Millionen US-Dollar. Der Palästinensischen Autonomiebehörde wurde wegen knapper Mittel ein wohl eher symbolischer Beitrag von bislang 50 Millionen US-Dollar zugestanden.

Wie geht es weiter?

Doch die hohen Beiträge dieser Staaten, auf die Professor Toukan als Zeichen des Willens zur Zusammenarbeit und des Engagements für SESAME verweist, sind es, die sich als die Achillesferse des Projekts erweisen könnten. Bereits heute, drei Jahre vor Ende der Bauphase, steht das Projekt auf finanziell wackeligen Beinen. Welche Folgen hätte es, würde die Türkei oder ein anderer der zahlungskräftigen Mitgliedsstaaten seine Beiträge einfrieren mit dem Verweis auf geänderte politische Rahmenbedingungen? Welche Konsequenzen wird die Anerkennung Palästinas als Vollmitglied der UNESCO, immerhin Schirmherr und wichtiger Geldgeber des Projekts, und der daraufhin verkündete Zahlungsstopp Israels und der USA an die UN-Organisation haben? Professor Toukan beruft sich für einen solchen Fall auf die Zusagen aller Mitgliedsländer, die eigenen Beiträge gegebenenfalls aufzustocken, um Budgetlöcher zu stopfen. Doch wie belastbar sind solche Versprechungen bei unruhigen politischen Wetterlagen?

Professor Toukan jedenfalls bleibt optimistisch. »Wir haben die Golfkriege und die zweite Intifada überstanden, ohne dass sich am Willen der Staaten zur gemeinsamen Forschung etwas geändert hätte. Immer waren es die Wissenschaftsgemeinden in den Ländern, die auf eine Zusammenarbeit gedrungen haben.«

Zurück im Zentrum Ammans zeigt sich, wie schnell sich die politische Weltkugel mitunter dreht. Das Staatsfernsehen meldet einen israelischen Luftschlag auf Ziele im Gazastreifen. Menschentrauben haben sich vor den Bildschirmen der Teehäuser in der Altstadt gebildet, die Stimmung ist angespannt, einige gestikulieren wild, erhitzen sich. Es scheint wie ein Wunder, dass Jordanien, obwohl inmitten einer Weltregion gelegen, die seit Jahrzehnten als Pulverfass bezeichnet wird, als Hort des Friedens und der Stabilität gilt. Immerhin

Der Teilchenbeschleuniger, im hügeligen Nordwesten Jordaniens errichtet, soll 2015 in Betrieb genommen werden.

wird der Anteil der jordanischen Bevölkerung, die als Flüchtlinge aus den besetzten palästinensischen Gebieten herüberkamen, auf über fünfzig Prozent geschätzt. Die Bilder vom Arabischen Frühling andernorts hatten zwar auch in Amman einige Hundert Menschen auf die Straßen getrieben, doch der Protest verebbte, bevor er sich zu einem Flächenbrand auswachsen konnte. Man ist zufrieden mit dem jordanischen König Abdullah II.

Doch der Konflikt zwischen Israel und den Palästinensern ist nur einer der Krisenherde der Region. Welche Auswirkungen hätte es, sollte im Nachbarland Syrien – Damaskus liegt nur eine halbe Tagesreise von Amman entfernt – ein offener Bürgerkrieg ausbrechen? Wie entwickelt sich der Streit zwischen Israel und dem Iran nach dem jüngsten Bericht der internationalen Atomenergiebehörde zum iranischen Atomprogramm? Wie geht es mit den jungen Demokratien des Arabischen Frühlings weiter? Wie stabil ist das saudische Königshaus, der südliche Nachbar Jordaniens?

Wer in solchen Zeiten von einer gemeinsamen, einer freundschaftlichen Partnerschaft aller Länder der Region erzählt, läuft Gefahr, als Utopist abgetan oder als Träumer verlacht zu werden. Dabei, so scheint es, könnte sich die Welt ein Beispiel nehmen an den Wissenschaftlern in der jordanischen Wüste. Bleibt zu hoffen, dass sich deren Pläne für den ersten Teilchenbeschleuniger im Nahen Osten nicht doch als auf Sand gebaut erweisen. ■

Zum Thema
www.sesame.org.jo

DER AUTOR

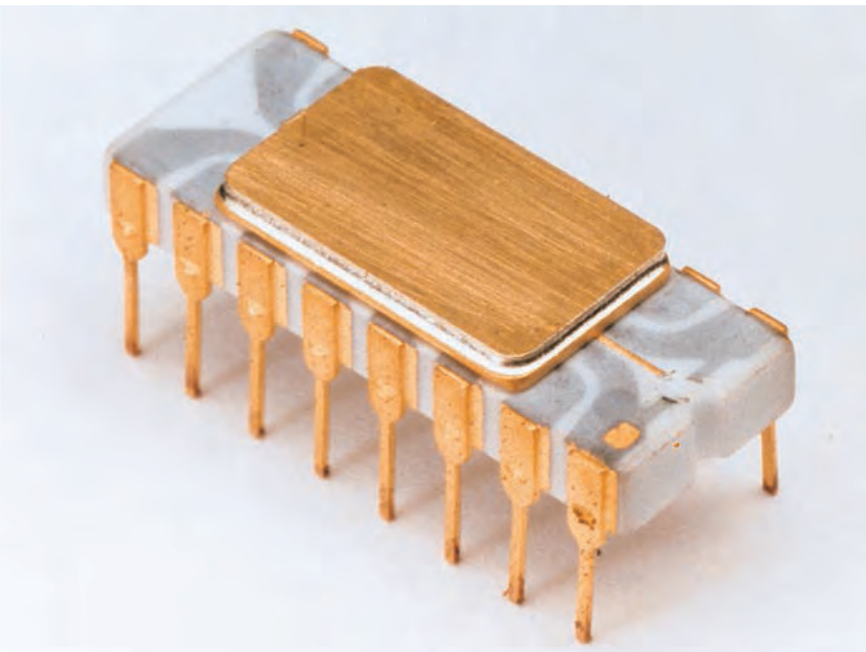
Frank Odenthal
1971 in Köln geboren, lebt als freier Journalist und Schriftsteller in der Nähe von Basel. Nach seinem Studium der Volkswirtschaftslehre in Köln und Liverpool hat er sich auf Themen der Entwicklungshilfe und des Umweltschutzes spezialisiert und publiziert seitdem in diversen Tageszeitungen und Zeitschriften. Einige seiner Kurzgeschichten wurden in Literaturmagazinen veröffentlicht. Im Sommer 2011 ist sein Debütroman *Krabbenmond* im Mohland-Verlag erschienen.

Abbildungen: Frank Odenthal

Revolution auf sechzehn Beinchen

Vor 40 Jahren brachte Intel den Mikroprozessor 4004 auf den Markt.

Von Frank Dittmann



Der Intel 4004 von 1971 war der erste frei verkäufliche Mikroprozessor der Welt.

Wir verkünden eine neue Ära in der integrierten Elektronik« warb eine Anzeige im Fachmagazin *Electronic News* vom 15. November 1971. Das kalifornische Unternehmen Intel stellte hier seinen 4-Bit-Mikroprozessor 4004 vor. Im Rückblick war die in Aussicht gestellte Revolution keineswegs übertrieben, sondern übertraf die damaligen Vorstellungen bei weitem. Bekanntlich ist aus dem kleinen Unternehmen im Silicon Valley ein weltweit agierender Hightech-Gigant geworden. Vor einigen Monaten nahm Intel die besagte Anzeige zum Anlass, auf seine Wurzeln zurückzublicken, und feierte den 40. Geburtstag des ersten serienmäßig, in Massenproduktion hergestellten, frei verkäuflichen Mikroprozessors der Welt.

Von der Röhre zum integrierten Schaltkreis

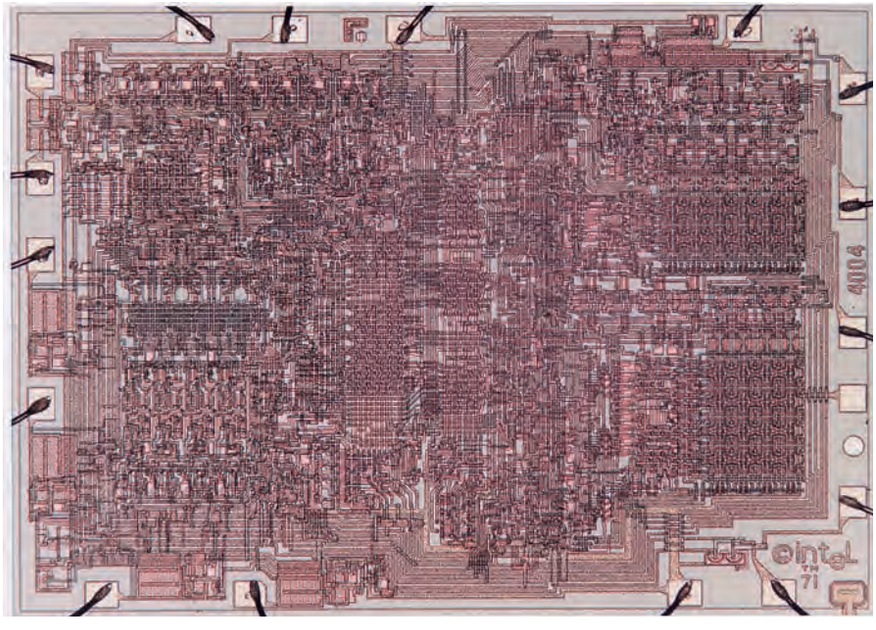
Ein Mikroprozessor enthält einen Halbleiterchip von der Größe eines Fingernagels, auf dem sich zunächst Tausende Transistoren befinden – beim modernsten Intel-Prozessor Core i7-3960X sind es mittlerweile über zwei Milliarden (siehe Abb. S. 45). Diese arbeiten als winzige Ein-Aus-Schalter und realisieren damit binäre Verknüpfungen. Solche Schaltfunktionen lassen sich prinzipiell mit Elektronenröhren aufbauen. So besaß beispielsweise der erste elektronische Universalrechner aus dem Jahre 1946, der ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), etwa 18 000 Röhren, beanspruchte eine Fläche von über 80 m^2 und hatte eine Anschlussleistung von ca. 170 kW. Allein diese Zahlen machen deutlich, warum man intensiv nach einem alternativen Bauelement suchte, das bei höherer Zuverlässigkeit weniger Platz und Energie verbrauchte als eine Röhre.

Bereits seit den 1920er Jahren gab es verschiedene Vorschläge für verstärkende Halbleiterbauelemente. Der Durchbruch erfolgte 1947/48, als in den Bell-Labs John Bardeen und Walter H. Brattain einen Verstärkungseffekt an den auf einem Germaniumblock aufgesetzten Spitzen entdeckten. Patentiert wurde die Anordnung als Punktkontakttransistor (US-Patent 2.524.035). William B. Shockley, Leiter des Teams, zu dem auch Bardeen und Brattain gehörten, entwickelte nun das Konzept des Flächentransistors (US-Patent 2.569.347). 1956 wurden alle drei Physiker mit dem Nobelpreis für Physik geehrt. In den Folgejahren entwickelte sich der Halbleitermarkt rasch, da mit Transistoren kleinere und leichtere Schaltungen zu realisieren waren.

Der Wunsch nach Miniaturisierung ist so alt wie die Elektronik selbst. Bereits 1926 hatte die Firma Loewe unter Mitarbeit von Manfred von Ardenne eine Dreifachröhre vorgestellt, in der drei Systeme in einem Glaskolben integriert waren. Nach der Entdeckung des Transistoreffekts markierte die Erfindung des integrierten Schaltkreises 1958/59 durch Jack Kilby von Texas Instruments (US-Patent 3.138.743) und

Abbildungen: Intel

Heute passen leistungsstarke Rechner in jede Westentasche. Möglich wurde das durch die rasante Entwicklung des Mikroprozessors. Mit dieser Anzeige von 1971 macht Intel die neue Ära publik.



Intels erster Prozessor besitzt 2300 Transistoren, die als Ein-Aus-Schalter arbeiten und auf diese Weise binäre Verknüpfungen herstellen.

Robert Noyce von Fairchild Semiconductor (US-Patent 2.981.877) einen weiteren technischen Meilenstein. Statt Transistoren, die man zuvor aus Siliziumplättchen herausgeschnitten hatte, in Schaltungen wieder zusammenzulöten, konnte man sie nun auf einem Halbleiterchip vereinigen. Während Kilby mit Germanium gearbeitet und die Bauelemente mit Bonddrähten verbunden hatte, stellte Noyce etwa ein halbes Jahr nach ihm einen Schaltkreis aus Silizium vor. Dank eines von Jean Hoerni entwickelten Verfahrens konnten auf dem Chip Transistoren hergestellt werden, die isoliert voneinander waren und dann mittels aufgedampfter Leitungen elektrisch verbunden wurden. Im Millenniumsjahr 2000 erhielt Kilby gemeinsam mit dem Deutsch-Amerikaner Herbert Kroemer und dem Russen Zhores I. Alferov den Nobelpreis für Physik für seinen Beitrag zur Entwicklung des integrierten Schaltkreises (IC). Da der Nobelpreis nicht posthum vergeben wird, blieb Noyce, der bereits 1990 im Alter von 62 Jahren gestorben war, diese Ehre verwehrt.

In den 1960er Jahren stieg die Nachfrage nach elektronischen Komponenten rasch. Nach dem Start von Sputnik 1 durch die Sowjetunion 1957 hatten die beiden Supermächte einen technologischen Wettlauf begonnen und die US-amerikanische Elektronikindustrie verlangte nach den neuen Bauelementen, u. a. um für die NASA kleine Computer bauen zu können. Verständlich, dass Unternehmen wie Texas Instruments in Dallas, Motorola in Phoenix und andere ins Halbleitergeschäft einstiegen.

Im kalifornischen Santa Clara Valley entstand Mitte der 1950er Jahre das Shockley Semiconductor Laboratory als Halbleiterproduzent. William Shockley war 1955 von der Ostküste nach Kalifornien zurückgekehrt, wo er aufgewachsen war, und gründete in der Nähe der Stanford University ein Unternehmen, um die neuen Halbleiterbauelemente weiterzuentwickeln und zu produzieren. Nach Differenzen mit Shockley verließ 1957 eine Gruppe von acht Mitarbeitern, darunter Robert Noyce, Gordon Moore und Jean Hoerni, das Labor und gründete Fairchild Semiconductors. Das neue Unternehmen leistete wichtige Beiträge zur Herstellungstechnologie von Siliziumtransistoren, die sich bald auch als praktikable Basistechnologie für Silizium-Schaltkreise erwies. Aber Noyce hatte auch neue Managementmethoden eingeführt. So lehnte er Hierarchien und deren Symbole wie protzige Firmenwagen, eigene Büros für die Chefs und ausgefeilte Dresscodes ab, wie sie in den Unternehmen an der Ostküste üblich waren. Alle Mitarbeiter von Fairchild sollten durch das gemeinsame Gefühl verbunden sein, Neuland zu erobern und sich mit den Zielen des Unternehmens zu identifizieren.

Das beschauliche Santa Clara Valley erlebte bald einen regelrechten Halbleiterboom – nicht zuletzt durch die Mitarbeiter von Fairchild, die das Unternehmen verließen und wiederum eigene Firmen gründeten, wie z. B. Jean Hoerni und drei weitere der ursprünglich acht »Abtrünnigen« von Shockley. Bald machte der Begriff »Fairchildren« die Runde, und sie waren es auch, die das Santa Clara Valley zum legendären Silicon Valley machten.

1968 verließen auch Robert Noyce und Gordon M. Moore das Unternehmen Fairchild und gründeten die Firma Intel Corporation (**Int**egrated **El**ectronics Corporation). Die beiden Gründer sahen ihre Herausforderung darin, neue Halbleiterspeicher zu entwickeln, die die damaligen Magnetkernspeicher ersetzen konnten. 1970 gelang Intel der wirtschaftliche Durchbruch mit dem 1103, dem ersten kommerziell erhältlichen dynamischen Halbleiterspeicher (Dynamic Random Access Memory, DRAM). Auf einer Chipfläche von 10 mm² waren über 3000 Transistoren integriert, die

1024 Bits (1 Kbit) speichern konnten. Zwei Jahre später war der 1103 bereits zum meistverkauften Halbleiterspeicher aufgestiegen und Intel entwickelte sich innerhalb von wenigen Jahren zu einer der erfolgreichsten Halbleiterfirmen.

Der erste kommerzielle Mikroprozessor

1969 fragte der japanische Tischrechnerhersteller Business Computer Corporation (Busicom) bei Intel an, ob man dort den Chipsatz für einen neuen Tischcomputer mit Drucker entwickeln könne. Die Intel-Geschäftsleitung stimmte zu, obwohl das Projekt eigentlich außerhalb der Hauptproduktionslinie lag. Eine im Haus verfügbare Technologie sollte zusätzliches Geld in die Kasse spülen. Im Juni 1969 sandte Busicom ein Team von drei Mitarbeitern zu Intel. Hier ist besonders Masatoshi Shima zu nennen, der maßgeblichen Anteil am Erfolg des Projekts hatte. Bei Intel lag die Entwicklungsarbeit zunächst in den Händen von Marcian E. »Ted« Hoff jr., der von Stanley Mazor unterstützt wurde. Die Busicom-Ingenieure hatten zwölf Schaltkreise vorgesehen. Hoff schlug eine Lösung mit nur vier Komponenten vor, in deren Zentrum der 4004 stand. Dieser Baustein vereinte alle wichtigen Rechen- und Steuerfunktionen eines Computers auf einem Chip. Hinzu kam ein Festwertspeicher für das Programm (4001 als 2-KB-ROM), ein 320-Bit-RAM für die Daten (4002) sowie ein Schaltkreis für Ein- und Ausgabefunktionen (4003). Nach einiger Diskussion stimmte das Management von Busicom dem Vorschlag zu. Doch Hoff wurde bald abgezogen und in ein anderes, von der Intel-Führung höher priorisiertes Projekt versetzt. Dieses hatte die Entwicklung eines Prozessors für ein intelligentes Computerterminal zum Ziel und führte schließlich zu einem anderen, leistungsfähigeren Prozessor – dem 8008. Nach dem Wechsel von Hoff übernahm Federico Faggin, ein gebürtiger Italiener, den es als Ingenieur für die noch junge Digitaltechnik nach Kalifornien verschlagen hatte, die Entwicklung. In intensiver Arbeit konnte er gemeinsam mit Shima und Mazor den Chipsatz fertigstellen, der dann im Busicom Calculator 141-PF zum Einsatz kam.

Offensichtlich war man sich bei Intel zunächst der Bedeutung des 4004 nicht recht bewusst. Nur so lässt sich erklären, dass Hoff abgezogen, danach sechs Monate nicht am Projekt gearbeitet wurde und es schließlich der neu eingestellte Faggin übertragen bekam. Außerdem war man der Meinung, dass sich der Chipsatz lediglich für Tischrechner eigne, und überließ Busicom die Exklusivrechte. Bald aber setzte sich die Ansicht durch, dass Kunden, die Mikroprozessoren kauften, auch Halbleiterspeicher brauchen. Als Busicom Mitte des Jahres 1971 in finanzielle Schwierigkeiten geriet, handelten die Geschäftspartner neue Bedingungen aus. Das japanische Unternehmen erhielt einen Preisnachlass und im Gegenzug gab es seine Exklusivrechte auf den 4004 zurück. Intel konnte den Chip nun selbst vermarkten und erst dadurch wurde die anfangs erwähnte Anzeige möglich.

Der erste kommerzielle Mikroprozessor Intel 4004 wurde für Rechenmaschinen der Busicom Corporation entwickelt.
Der Busicom 141-PF, auch als NCR 18-36 verkauft, war das erste Produkt, das mit einem Mikroprozessor ausgestattet wurde und tatsächlich »Intel Inside« hatte, wie es bis heute in der Werbung heißt.

Viele weitere Mikroprozessoren folgten

Der 4004 war ein Prozessor mit einer Verarbeitungsbreite von vier Bit und einer Taktfrequenz von 750 kHz. Er bestand aus 2300 »MOSFET-Transistoren« (MOSFET, Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) und wurde von 1971 bis 1981 produziert. Aber er war keineswegs der erste Mikroprozessor. Die Idee, eine Recheneinheit auf einem Chip zu realisieren, kam bereits Ende der 1960er Jahre auf und wurde vor allem im militärischen Bereich verfolgt. Mit der LSI-Technologie (LSI, Large Scale Integration) stand eine leistungsfähige Herstellungstechnologie zur Verfügung. Texas Instruments (TI) hatte 1970 an einem Mikroprozessor gearbeitet und bald auch patentiert (US-Patent 3.757.306). Allein der Umfang der Patentschrift von 82 Seiten macht deutlich, dass Mikroprozessoren damals die Grenzen der klassischen Technik sprengten. Der Schaltkreis wurde von TI nie vertrieben. 1972 aber brachte das Unternehmen den ersten Taschenrechner mit einem integrierten Schaltkreis auf den Markt.

Ebenfalls 1972 stellten die Intel-Entwickler um Hoff und Faggin mit dem erwähnten 8008 den ersten 8-Bit-Mikroprozessor vor, der bereits 3500 Transistoren besaß. Die ersten dieser Schaltkreise fanden u. a. in wissenschaftlichen Rechenmaschinen des japanischen Unternehmens Seiko Verwendung. 1974 kam der Nachfolger 8080 mit 2 MHz auf den Markt. Er gilt heute als erster vollwertiger Mikroprozessor.

Abbildungen: Intel; privat

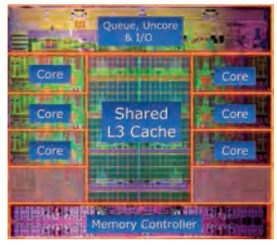
1973 brachte NEC den ersten in Japan entwickelten und produzierten Ein-Chip-Mikroprozessor auf den Markt. Das erste europäische Mikroprozessorsystem wurde 1974 auf der Messe electronica in München vorgestellt. Systemseitig von den Olympia-Werken für den Einsatz in Terminals, Tischrechnern und automatischen Schreibmaschinen konzipiert und realisiert von den Halbleiterherstellern AEG-Telefunken, General Instruments und SGT-Ates war der Kern des 4-Chip-Satzes ein 8-Bit-Prozessor mit 800 kHz.

Da Mikroprozessoren aufwendige Schaltungen auf einem Stück Silizium zusammenfassten, ließen sich Steuerungsaufgaben in der Industrie, aber auch im Verkehrs- und im Kommunikationsbereich mit viel weniger Bauelementen realisieren. Verständlich, dass auch andere Firmen auf das Feld drängten. 1974 gab es 19 verschiedene Prozessoren unterschiedlicher Hersteller, darunter Texas Instruments, Motorola – bekannt als langjähriger Zulieferer für Apple – und Zilog. Dieses Unternehmen war 1974 von Federico Faggin, Masatoshi Shima und Ralph Ungermann gegründet worden, nachdem diese Intel verlassen hatten. Dabei nutzten sie die Erfahrungen mit dem 8080 und entwickelten den kompatiblen, aber leistungsfähigeren Z80, der 1976 auf den Markt kam. Später kamen 16-Bit- (Z8000) und 32-Bit-Prozessoren (Z80000) hinzu. Der Z80 erlangte eine größere Bedeutung, da der preiswerte Prozessor in vielen Anwendungen zum Einsatz kam, so in Spielautomaten wie Pac Man, in vielen bekannten Homecomputern (z. B. dem Amstrad CPC oder dem Sinclair ZX Spectrum), und in West und Ost mehrfach geklont wurde. So war der Z80 Vorbild für die Standardprozessoren, die bis 1989 im Ostblock verwendet wurden. Beispielsweise wurde zwischen 1980 und 1989 in Erfurt der Klon U880 vom VEB Mikroelektronik »Karl Marx« hergestellt und in der DDR in vielen Bereichen – vom Heimcomputer bis zur Maschinensteuerung – eingesetzt.

Aufgrund des relativ niedrigen Preises und der einfachen Handhabbarkeit interessierten sich bald auch Elektronikbastler für Mikroprozessoren. 1975 kam mit dem Altair 8800 ein Bausatz auf den Markt, aus dem sich Amateure einen Computer bauen konnten. Damit war die Tür zu einem neuen Markt von Heimcomputern aufgestoßen, dessen Bedeutung damals nicht absehbar war. 1980 realisierte der Großrechnerhersteller IBM, dass mit dem Homecomputer ein neuer Markt für Rechentechnik entstanden war und zwar unbeeinflusst – oder besser unkontrolliert – von Big Blue. In aller Eile suchten die IBM-Entwickler Bauteile für einen IBM-PC. Als zentrale Recheneinheit, die sogenannte CPU, wählten sie den 16-Bit-Prozessor 8088. Ähnlich wie für Microsoft auf der Software-Seite eröffnete sich für Intel über IBM ein enormer Markt. Beide Unternehmen blieben sich lange treu – so mit dem 80286 im IBM PC AT, dem 32-Bit-Prozessor 80386, auf welchen der 80486 und 1993 mit dem Pentium eine ganz neue Prozessorfamilie folgten.

Heute ist die moderne Elektronik ohne Mikroprozessoren nicht mehr denkbar. Die vielfältigen und umfangreichen multimedialen Funktionen und Anwendungen sind erst durch schnelle und leistungsfähige Prozessoren möglich geworden – und die Entwicklung geht mit rasantem Tempo weiter. Stets gelang es den Schaltkreisentwicklern in den vergangenen 40 Jahren, die Transistoren so zu verkleinern, dass immer mehr auf einen Chip passen. Beschrieben wurde dieser Trend erstmals 1965 vom Intel-Mitbegründer Gordon Moore. Er prognostizierte, dass sich alle zwölf Monate die Zahl der Komponenten auf einem Halbleiter-Chip verdoppelt, ohne dass die Kosten steigen (Moore's Law). Bald zeigte sich, dass die tatsächliche Zeitspanne eher bei 18 bis 24 Monaten lag, doch im Kern behielt Moore recht – die Prozessorenleistung steigt ständig. Mehr als ein Dutzend Chipgenerationen haben seither unsere Computer immer schneller und leistungsfähiger gemacht.

Um dem Moore'schen Gesetz gerecht zu werden, nutzte man neben der Verkleinerung der Strukturen und der Idee, Schaltungen im Chip nicht nur in die Breite, sondern auch in die Höhe wachsen zu lassen, auch manche Tricks, etwa die parallele Abarbeitung aufeinanderfolgender Befehle oder die Integration mehrerer parallel rechnender Prozessoren auf einem Chip. In der Vergangenheit wurde einige Male das Ende des Moore'schen Gesetzes verkündet, aber bisher fanden Entwickler noch immer Lösungen, es fortzuschreiben. Insofern ist zu vermuten, dass Moore's Law, wenngleich kein Naturgesetz, doch noch einige Zeit seine Gültigkeit behalten dürfte. ■



Über zwei Milliarden Transistoren steuern den Core i7-3960X, den Intel 2011 auf den Markt brachte.

Zum Thema

T. Wolfe, *Die neue Welt des Robert Noyce,* 1990 bzw. 1992.

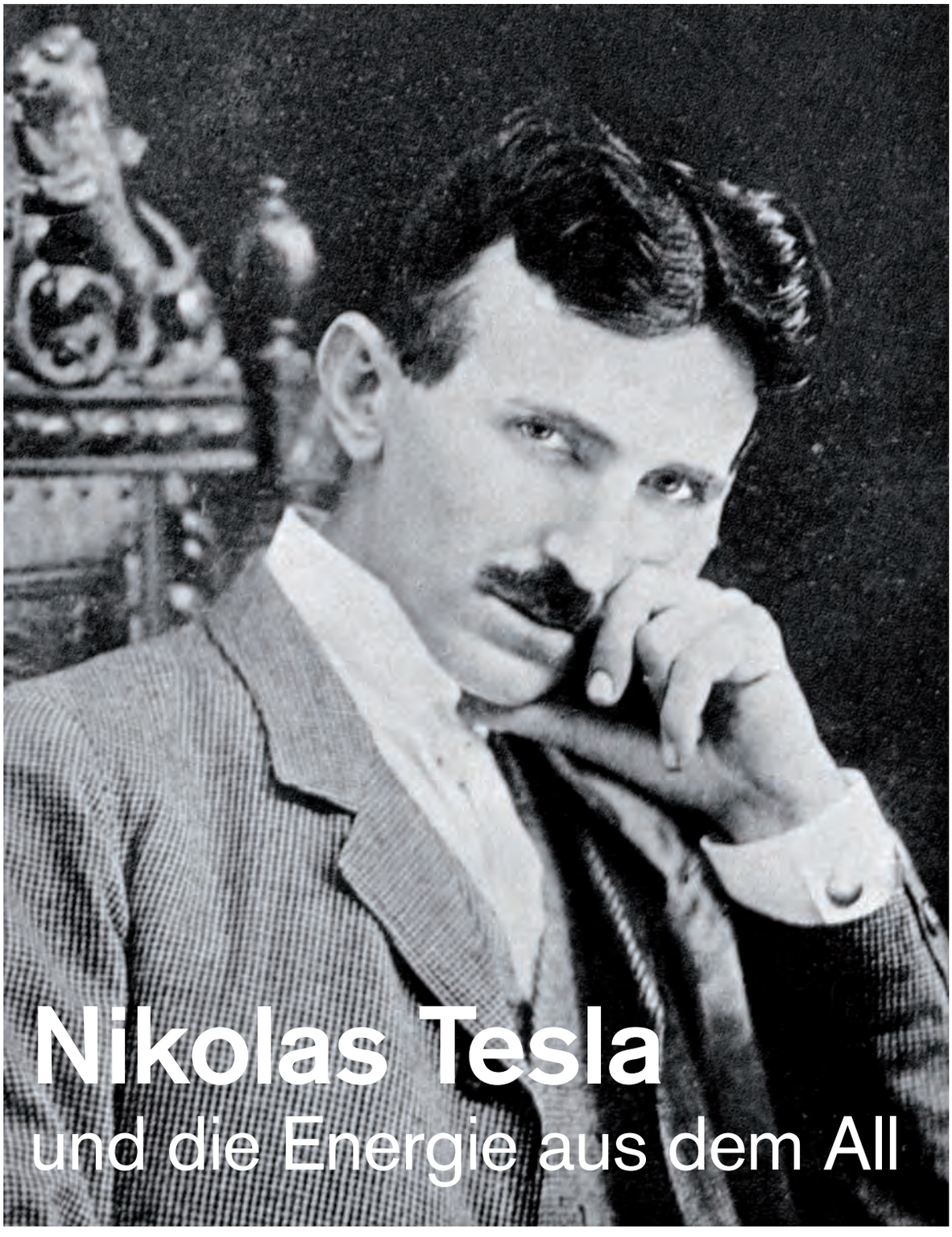
M. S. Malone, *Der Mikroprozessor,* Berlin u.a. 1996.

M. Riordan, L. Hoddeson, *Crystal Fire,* New York u.a. 1998.

William Aspray, *The Intel 4004 Microprocessor. What constituted Invention?* In: *Annals of the History of Computing* 19, 1997, No. 3, pp. 4-15.

DER AUTOR

Frank Dittmann
ist Kurator für Energietechnik, Starkstromtechnik und Automation am Deutschen Museum.

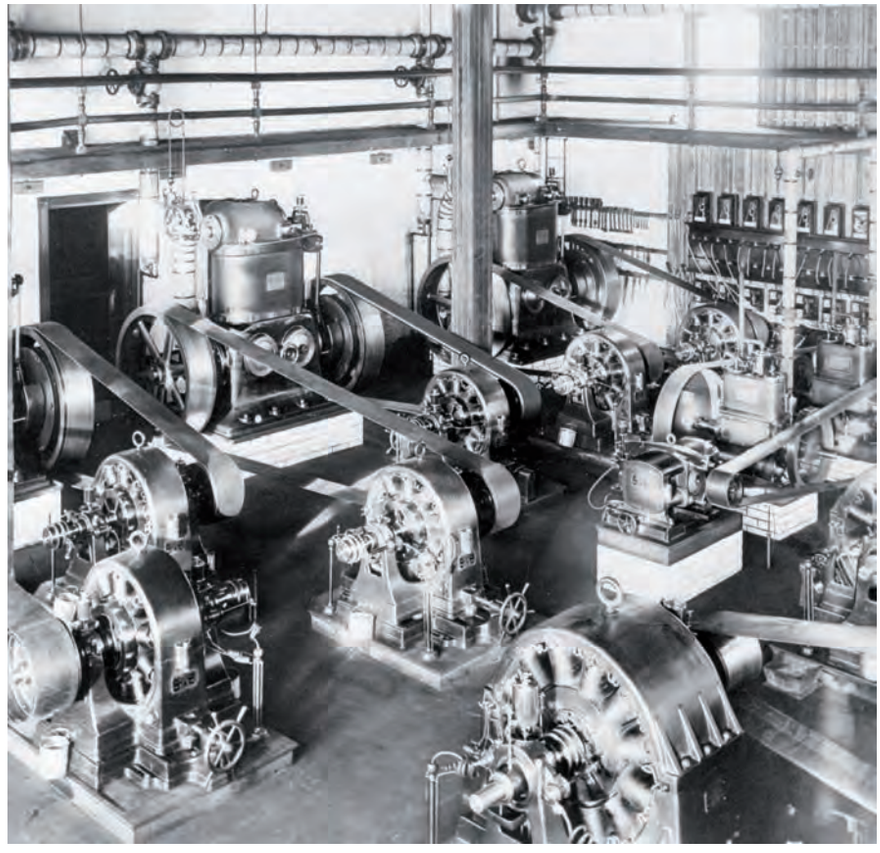


Nikolas Tesla
und die Energie aus dem All

Nikola Tesla (1856–1943) gilt als genialer, aber auch als schillernder Erfinder. Allein in den USA, wo Tesla seit 1884 lebte, meldete er im Zeitraum von 50 Jahren 112 Patente an. Mitte 1900 veröffentlichte Tesla im Century Magazine den Artikel »The Problem of Increasing Human Energy«. Darin beschreibt er unter anderem auch seine Idee zu einer kabellosen Energieübertragung für die gesamte Menschheit.

Um die Person des kroatisch-amerikanischen Physikers und Elektrotechnikers Nikola Tesla ranken sich zahlreiche Legenden und Gerüchte. Ungeklärt ist beispielsweise bis heute, ob er tatsächlich – wie Zeugen behaupten – eine »ewig laufende« Maschine mit Energie »aus dem Nichts« gefüttert hat.

Von Erik Eckermann



Turbinen bei Westinghouse: Der US-Stromkonzern sicherte sich 1888 die Rechte an Teslas Patenten zum Wechselstrom.

Ersetzt man das »Nichts« durch das »All«, sind wir direkt auf Teslas Spuren. Denn Tesla wollte mit der aus dem Weltall einfallenden Strahlung, die er »radiation« nannte, Autos antreiben und auch Häuser mit Energie versorgen. Zum Beweis lud er ausgerechnet einen Deutschen ein, mit ihm eine Autofahrt der besonderen Art zu unternehmen.

»Am 8. November 1930 reiste ich mit dem Schnelldampfer New York von Cuxhaven nach Amerika«, berichtet Heinrich Jebens (1895–1958), Gründer und Direktor des Deutschen Erfinderhauses (1927–33) in Hamburg, in einer Aktennotiz über den Besuch bei Nikola Tesla Ende 1930. (Heinrich Jebens, *Streng vertrauliche Aktennotiz über den Besuch bei Nikola Tesla in New York und Buffalo* vom 9. 12. 1930) Beim Abendessen auf dem Schiff »stellte sich Petar Savo vor, der vorher Fliegeroffizier in der Österr.-Serbischen Armee war. Nachdem ich ihm von meinem bevorstehenden Besuch bei dem großen Erfinder Thomas Alva Edison berichtete, wurde er hellhörig und bestand darauf, unbedingt mit seinem Onkel Nikola Tesla auch ein Gespräch zu führen. Dieser sei neben Edison einer der grössten Erfinder Amerikas.«

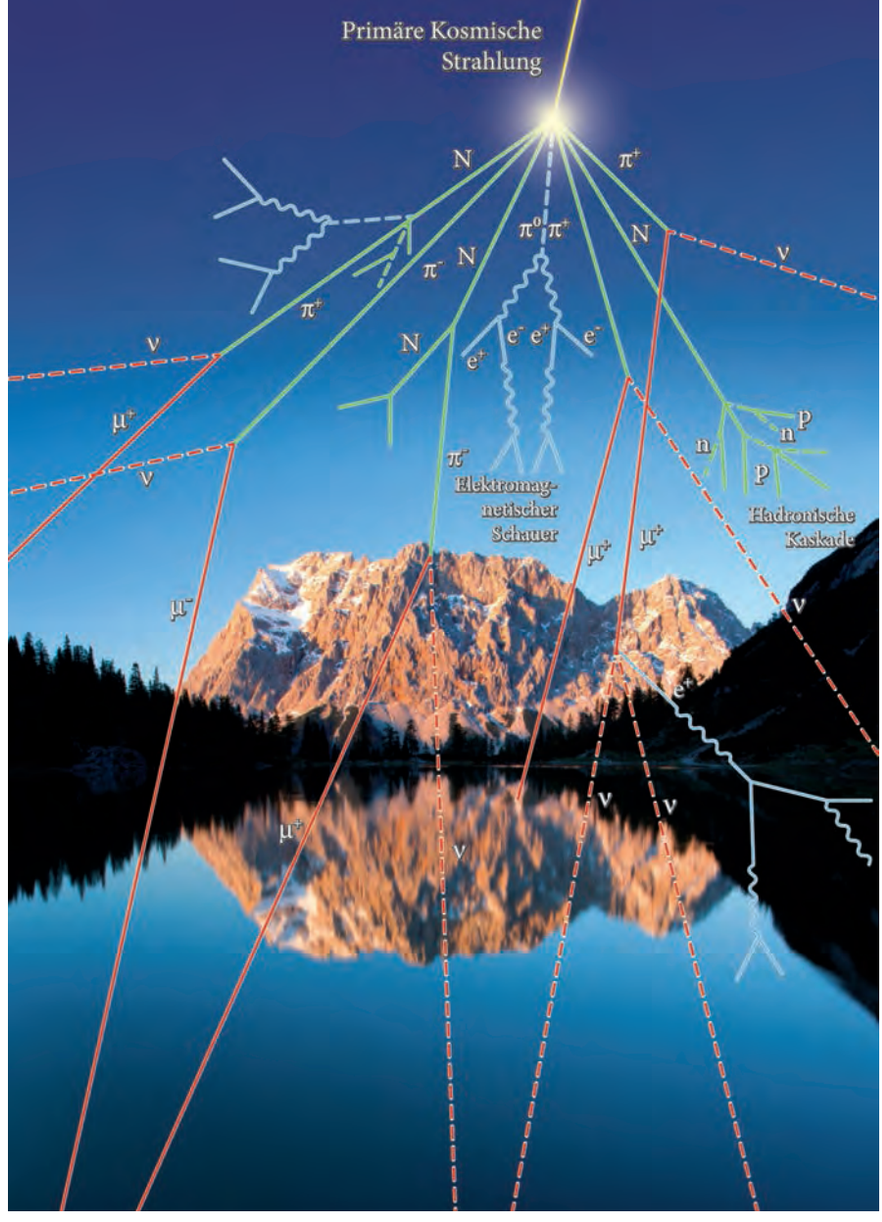
In der Tat gehört Tesla zu den ganz Großen der Wissenschaft. Er entwickelte ab 1881 das Prinzip des Elektromotors mit rotierendem Magnetfeld (Drehstrommotor) und schlug 1887 ein Mehrphasensystem zur elektrischen Energieübertragung vor. 1891 stellte er den später nach ihm benannten Tesla-Transformator vor, mit dem er hochfrequente elektrische Ströme sehr hoher Spannung, aber geringer Stromstärke erzeugte. Die Tesla-Ströme werden heute u. a. in der Diathermie angewendet. Jebens traf sich am 26. November 1930 mit Tesla im Waldorf-Astoria-Hotel in New York. »Dort machte Mr. Tesla den Vorschlag, dass wir am anderen Tag nach Buffalo fahren, wo er mir […] unter strenger Verschwiegenheit sein in Arbeit befindliches Auto zeigen möchte, das nach einem seiner früheren Patente mit Aetherenergie angetrieben wird. Es handelte sich um ein Pierce-Arrow-Personenauto, dem der Benzinmotor sowie der Tank herausgenommen war. Auf dem Kupplungsgehäuse war mittels einer Traverse ein kollektorloser Wechselstrom-Spulenmotor montiert. Eine kleine Batterie diente zur Versorgung der Beleuchtung, Scheinwerfer und Hupe.«

Unter Aufsicht von Tesla und im Beisein des scharf beobachtenden Jebens machte der Monteur den Wagen für eine Probefahrt bereit. Aus einem länglichen Koffer, in dem »der Schlüssel zum Erfolg« sei (Tesla), »entnahm der Monteur einen Konverter, der auf der Beifahrerseite fest montiert wurde. Hieran führte ein Kabel, das an einer antennenmässigen Stange an der Rückseite des Wagens angeschlossen wurde. Ein weiteres Kabel ging durch den Fussboden an einen Schleifschuh. Weiterhin wurde ein ¼-inch starkes Kabel von dem Konverter über einen Fusschalter vorm Fahrersitz und von dort an den Elektromotor geleitet. Ein weiteres Kabel führte zurück vom Motor an den Konverter.«

Mit den »Three P's« meinten die Amerikaner die Prestigemarken Packard, Peerless und Pierce-Arrow. Pierce-Arrow war in Buffalo ansässig, nicht weit von den Niagara-Fällen, wo Westinghouse 1897 ein Kraftwerk mit Wechselstromgeneratoren nach Vorgaben von Tesla installiert hatte. Seinen Kosmos-Konverter ließ Tesla in eine Pierce-Arrow-Limousine ähnlich der abgebildeten einbauen.

Nach einer halben Stunde, so Jebens weiter, »setzte (ich) mich auf den Hintersitz. Mr. Tesla nahm Platz auf dem Beifahrersitz, wo er zwei aus dem Konverter herausragende Hebel betätigte. Dann hörte man deutlich den Motor laufen. ›Nun haben wir Energie‹, äusserte Mr. Tesla. Er beauftrage den Monteur, eine Fahrt zu den Niagarra-Fällen (sic!) zu unternehmen.« Die Wasserkraft des von Jebens versehentlich

Abbildungen: Deutsches Museum; Archiv Eckermann



Das Bild erläutert die Entstehung von kosmischer Strahlung. Wenn ein hochenergetisches Teilchen in die Atmosphäre eindringt, stößt es mit einem Atomkern zusammen. Die beiden Kerne zerplatzen und neue Teilchen werden frei, die weiter in Richtung Erdboden rasen. Diese treffen erneut auf Atomkerne und lösen weitere Teilchen aus. Auf der Erde kommt ein sogenannter Luftschauer an, die Primärteilchen selbst aber nicht.

Abbildung: Kristen Riebe

mit zwei »r« geschriebenen »großartigsten Stromfall(s) der Welt« (*Brockhaus* 1894, S. 308 f.) diente dazu, Turbinen mit gekoppelten Westinghouse-Wechselstrom-Generatoren anzutreiben. Die Westinghouse Electric Company hatte 1888 sämtliche Wechselstrom-Patente von Tesla erworben.

»Das Auto fuhr wie mit unsichtbarer Kraft«, staunte Jebens. »Mir fiel auf, dass der Motor auf das Gasgeben noch nicht richtig reagierte. Das Auto fuhr immer mit sehr hoher Drehzahl. Auf meine Frage äusserte Mr. Tesla, dass dieses noch nicht vollständig fertig sei. Es würde noch einige Zeit in Anspruch nehmen.« Zurück in Buffalo musste der Monteur den Konverter wieder ausbauen und in den Koffer zurücklegen.

»Persönlich«, so Jebens in seiner Aktennotiz, »erhielt ich den Eindruck, dass Mr. Tesla mit dieser Entwicklung in einen Bereich stösst, ohne den man in absehbarer Zeit nicht mehr zurechtkommen wird, da die Erdölvorkommen in der Welt begrenzt erscheinen und sich im Laufe der Zeit verbrauchen werden.«

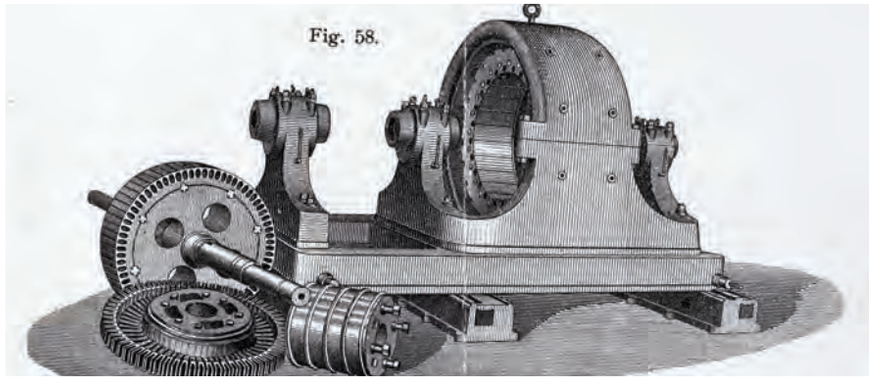
»Im regen Gespräch mit Mr. Tesla« erfuhr Jebens weitere Einzelheiten: »… die Grundidee zu diesem Auto [stammt] von einem seiner früheren Patente …, in dem er die richtig erkannte Aether-Energie von elektromagnetischen Wellen in elektrische Spannung umformte, die überall auf der Erde und in der Welt vorhanden ist … Nach seiner Erklärung ist es gar nicht so schwierig, diese Kraft anzuzapfen und nach Veränderung durch einen Konverter zu nutzen, von der es unsagbare Mengen an Energie gibt«. Nach Meinung Teslas gibt »dieser Konverter so viel Energie ab …, dass er auch noch ein ganzes Haus mit elektrischem Strom versorgen könnte«.

Womit sogleich die Frage einer breiten Anwendung in der Praxis auftauchte. Vor einer Kommerzialisierung jedoch schreckte Tesla zurück. Die Energie sei zwar »sehr billig, weil sie praktisch nichts kostet«, notierte Jebens. »Aber zur Zeit stecken die Ölfirmen dahinter, diese neu gefundene Energie noch nicht zu nutzen, um das Geschäft mit dem Erdöl vorerst ausnutzen zu können. Mr. Tesla hielt die Zeit für noch nicht reif, mit diesem neuen Motorantrieb schon jetzt auf den Markt zu kommen. In einer Anzahl von Jahren wird dieses jedoch unumgänglich werden.«

Zu weiteren Angaben ließ sich Tesla nicht verleiten, und auch Petar Savo, weitläufiger Verwandter von Tesla und vorübergehend dessen Fahrer, wurde in die Geheimnisse der sogenannten Aetherenergie nicht eingeweiht. Als streitbarer Geist und unabhängiger Wissenschaftler hatte Tesla den größten Spaß daran, Einstein zu widerlegen, Newton zu verteidigen und seine eigenen kosmischen Theorien zu propagieren, die er dann, anscheinend ganz das fahrige Genie, dem es nicht gelingt, die auf ihn einstürzenden Ideen und Gedanken zu ordnen, teilweise gar nicht ausarbeitete.

Ob Tesla über den Äther-Konverter jemals mehr als die Patente zu Papier gebracht hat, ist fraglich, wie er ja auch über seine anerkannten Errungenschaften hinaus ein Erbe voller Rätsel hinterließ.

Als allein und »geheim« vor sich hin arbeitender Erfinder war Tesla gezwungen, Hunderte von Patenten und Tonnen von beschriebenem Papier, die er produzierte, in irgendwelchen Lagerhäusern zu deponieren, die nach seinem Tod angeblich Besuch von amerikanischen Bundesbehörden und Geheimdiensten erhielten. Denn Tesla hat nicht nur harmlose Blitzableiter und Tachometer erfunden, sondern weit in das wirtschaftliche, politische und strategische Gefüge einer Nation eingreifende Dinge wie Wechselstrommotoren, schaufellose Turbinen, drahtlose Signal- und Energieübertragung, Teilchenstrahlwaffen zur elektronischen Landesverteidigung, Fernsteuerung für Land- und Wasserfahrzeuge,



Auf der Weltausstellung in Chicago 1893 wurde ein 500 PS starker asynchron laufender Zweiphasenmotor von Nikola Tesla vorgestellt. Der Kupferstich von 1895 illustriert den Mechanismus des Motors.

senkrecht startende Miniflugzeuge und, posthum per Gerichtsurteil festgestellt, das Radio.

Zurück zu dem mit »Aether-Energie« angetriebenen Auto, von Pierce-Arrow und Westinghouse nach Teslas Anweisungen umgebaut. Statt des bei gewöhnlichen Elektroautos üblichen Gleichstrommotors kam hier ein neuartiger, kollektorloser Wechselstrommotor, sehr wahrscheinlich eine Sonderanfertigung von Westinghouse nach Plänen von Tesla, zum Einbau. Er soll etwa 55 Kilowatt geleistet haben, war für 1800/min ausgelegt und maß 102 Zentimeter in der Länge und 76 Zentimeter im Durchmesser. Das Wagenheck zierte eine 180 Zentimeter hohe Antenne. Von besonderem Interesse ist jedoch der Konverter, der aus 12 Spezial-Vakuumröhren, verschiedenen Widerständen und ein paar Drähten bestanden haben soll. Daran jedenfalls erinnerte sich Savo, der, wie Heinrich Jebens vor ihm, 1931 mit Tesla eine Autofahrt unternahm.

Über das weitere Schicksal des Tesla-Pierce-Arrow schreibt Klaus Jebens: »Im Juni 1931 wurde das Auto vollständig fertiggestellt. Tesla unternahm eine 14-tägige Fahrt durch den Staat New York, bis eine Zeitung über seine unglaubliche Antriebsart zu berichten begann. Weil er aber seine Entdeckung geheim halten wollte, beschloss er, sofort nach Buffalo zurück zu fahren und den neuen Antrieb wieder zu zerlegen … Den Konverter nahm er wieder mit nach New York, ohne jemanden hineinschauen zu lassen« (Jebens 2006, S. 26, 136).

Auch nicht Savo, mit dem zusammen Tesla die mehrtägige Fahrt unternommen haben soll und der wahrscheinlich die ganze Zeit am Lenkrad saß. Savo übrigens bestätigte in einem Interview 1967 im Großen und Ganzen Heinrich Jebens' Aussagen in der zitierten Aktennotiz, ohne diese gekannt zu haben (Spajic 2005, S. 39).

Heinrich Jebens' *Streng vertrauliche Aktennotiz vom Dezember 1930* übrigens tauchte erst im Jahr 2001 wieder auf, als sein Sohn Klaus (*1925) sie im väterlichen Nachlass fand und 2006 veröffentlichte. Klaus Jebens fühlte sich angespornt, die Ideen Teslas aufzugreifen, »um damit die auf uns zukommende Energiekatastrophe zu verhindern«, und gründete 2001 die Gesellschaft zur Förderung freier Energie e.V. (GFE) in Hamburg. Hauptaufgabe des Vereins war (die GFE ist inzwischen aufgelöst worden): die Wiedererfindung und Entwicklung des Tesla'schen Strahlenenergie-Konverters.

Teslas Name wurde besetzt von einem 1946 gegründeten tschechoslowakischen Staatsunternehmen für elektrotechnische und elektronische Erzeugnisse und von der Tesla Motors Inc. in Kalifornien. Sie wurde 2003 gegründet und stellt seit 2008 Personenautos mit batterie-elektrischem Antrieb her. Der Anfangsbuchstabe aus Teslas Namen, das »T«, wurde 1960 als international geltendes Einheitenzeichen für die Flussdichte oder magnetische Induktion festgelegt, ein Gebiet, auf dem Tesla ebenfalls Bedeutendes geleistet hat.

Nach Tesla ist die Nutzung der auf den Globus prasselnden Strahlungen möglich. Wenn auch sein Kosmos-Konverter kein Perpetuum mobile ist, müsste die benötigte Energie nicht auf Erden erzeugt werden. Sie kommt aus dem All, ist unerschöpflich und dazu sauber und kostenlos. Laut Tesla bräuchte sie nur noch umgewandelt zu werden, ganz im Sinne des Thermodynamik-Hauptsatzes. Sie könnte dann nicht nur Autos, Schiffe, Lokomotiven und Flugzeuge antreiben, sondern auch die stationäre Energieversorgung übernehmen – eine Verheißung, die wohl eine solche bleiben wird. Denn nach heutigem Wissensstand ist der Energieübertrag der Strahlungen viel zu gering, um Verkehrsmittel antreiben und eine Versorgung aufbauen zu können.

So anerkannt Teslas Leistungen auf dem Gebiet der Elektro- und Funktechnik sein mögen – seine »Radiation«-Theorie ist wissenschaftlich höchst umstritten und wird bedauerlicherweise von Esoterikern und Verschwörungstheoretikern missbraucht. Wenn wir heute seine Strahlungstheorie, nach der sich Energie aus dem Weltall in elektrische Energie umwandeln lässt, (noch) nicht verstehen, muss Tesla deshalb aber nicht gleich in die Ecke der Magier oder Spinner gestellt werden. Einige seiner Theorien bleiben bis auf Weiteres rätselhaft. ■

In der Objektsammlung des Deutschen Museums befindet sich das Versuchsmodell eines Zweiphaseninduktionsmotors von Tesla.

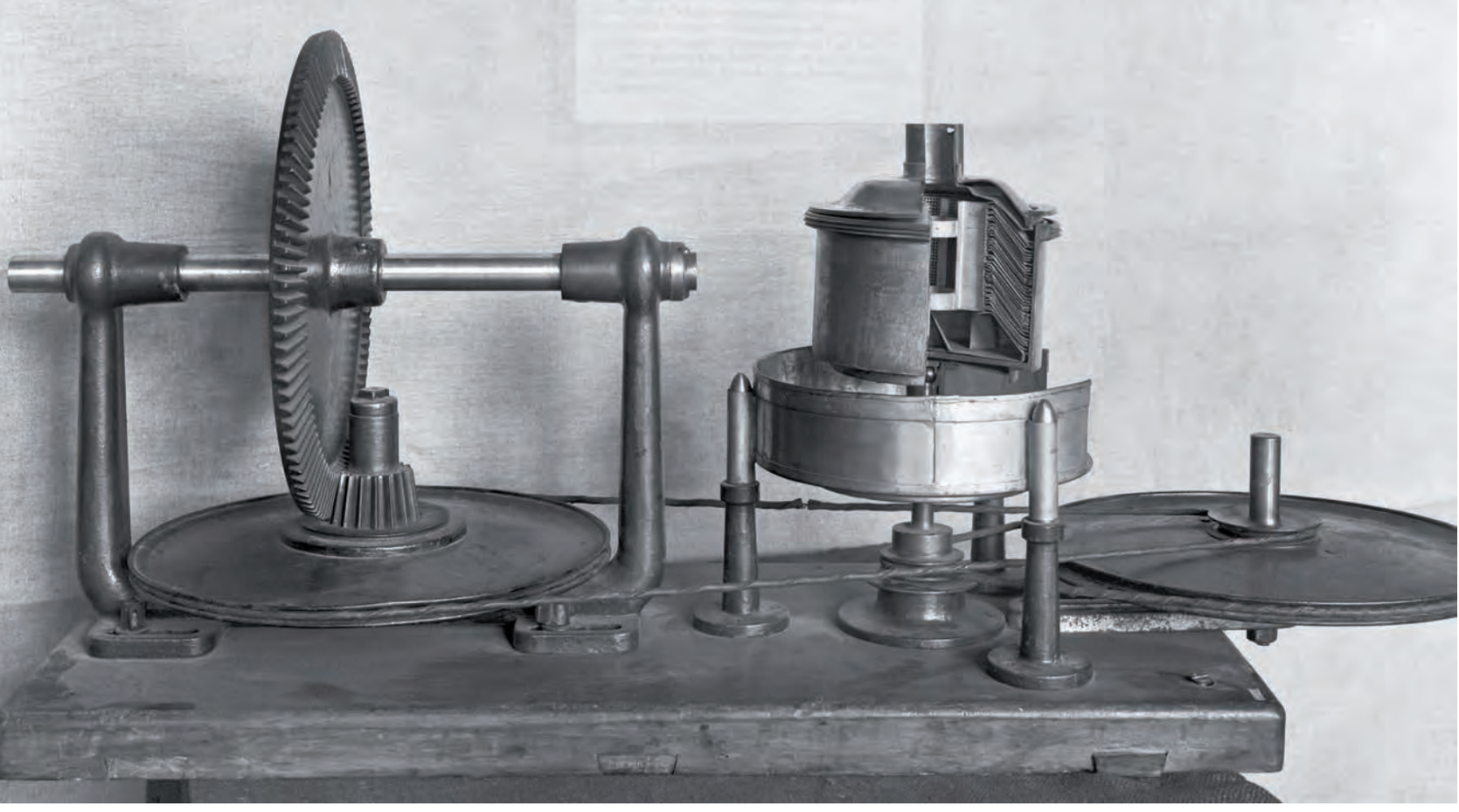
Zum Thema

Margaret Cheney, *Nikola Tesla. Erfinder Magier Prophet. Über ein außergewöhnliches Genie und seine revolutionären Entdeckungen,* Aachen 2005.
Klaus Jebens, *Die Urkraft aus dem Universum*, Zürich 2006.
Igor Spajic, *Nikola Tesla's Aether-Powered Car.* In: *Nexus Magazine*, Mapleton/Australia, January-February 2005, S. 37–40.

DER AUTOR

Dipl. Ing. Erik Eckermann, langjähriger Mitarbeiter des Deutschen Museums, betreibt heute freiberuflich sein AutoHistorica-Büro für Fahrzeuggeschichte.

Abbildungen: Deutsches Museum; privat



Wie die Milch ins Schleudern geriet

Dies ist die beispielhafte Geschichte einer Erfindung und ihrer erfolgreichen Verwertung: der Milchzentrifuge, die der Münchner Ingenieur Clemens von Bechtolsheim Ende des 19. Jahrhunderts erfunden hat und die heute im Deutschen Museum zu besichtigen ist. **Von Sebastian von Bechtolsheim**

Das Industriezeitalter hatte – zunächst von England ausgehend – im 19. Jahrhundert in Europa sowie Nordamerika volle Fahrt aufgenommen. Die Symbiose aus Wissenschaft und Forschung einerseits sowie Wirtschaft andererseits war stark davon geprägt, Rohstoffe (Ackerbau, Viehzucht, Bodenschätze) zu gewinnen und zu verarbeiten. Die damals dramatisch wachsende Bevölkerungszahl brauchte entsprechend mehr Lebensmittel und ein Vielfaches mehr an Energie: War Energie bis dahin durch menschliche und tierische Arbeitskraft, Wind und Wasser in insgesamt bescheidenem Umfang nutzbar gemacht worden, waren nun Maschinen zu betreiben. Einige Meilensteine der Industrialisierung waren:

- die Dampfmaschine (1712 durch Thomas Newcomen erfunden, 1769 entscheidend weiterentwickelt durch James Watt),
- der Webstuhl (1784, Erfinder: Pfarrer Edmund Cartwright),
- die Lokomotive (1804 durch Richard Trevithick gebaut und 1814 durch George Stephenson optimiert, seit den 1830er Jahren auch in Deutschland (Borsig, Maffei, Hanomag), eine quergelegte Dampfmaschine, die auf Schienen stehende Räder antreibt,
- der Telegraf (1832 entwickelt durch Wilhelm Weber und Carl Friedrich Gauß) und das Telefon (1861 von Philipp Reis, 1876 von Alexander Graham Bell sowie weitere Erfinder) als Kommunikationsstruktur auf Basis von Schwachstrom neben Bahn und Post, bald auch losgelöst davon,
- die Glühlampe (1860, Joseph Wilson Swan, und 1880, Thomas Alva Edison sowie weitere Erfinder).

Clemens von Bechtolsheim machte zahlreiche Erfindungen. Seine »Alfa-Zentrifuge« revolutionierte die industrielle Zubereitung von Milchprodukten.

In diesem frühen Industriezeitalter entwickelte sich die handwerklich geprägte Fertigung in unterschiedlichsten Branchen zur maschinellen Massenproduktion. Die ohnehin wichtige Landwirtschaft nahm an wirtschaftlichem Gewicht zu, nun ergänzt um einen industriellen Zweig.

Auf erste Erfindungen des 1852 geborenen Clemens von Bechtolsheim wurde 1867 der Physiker Philipp von Jolly auf-

Ein Original der Milchzentrifuge von Clemens von Bechtolsheim ist in der Ausstellung »Landwirtschaft« im Deutschen Museum zu sehen.

merksam. Er verschaffte dem Begabten Privatunterricht in Mathematik, um ihm auf dem Polytechnikum in München die für humanistische Schüler geltenden Pflichtjahre zu ersparen – ein fortschrittlicher Ansatz zur Förderung junger Talente. In seinen Studienjahren lernte Bechtolsheim Carl von Linde, Professor für Maschinenlehre und Gründer der Gesellschaft für Lindes Eismaschinen, kennen. Beide befassten sich mit der Kältetechnik und, ihrer Zeit ebenfalls ziemlich voraus, mit der Wärmepumpe.

Ein anderer Linde-Schüler »war (mir) zuvorgekommen: Rudolf Diesel. Weit entfernt, mich hierüber zu ärgern, freute ich mich, dass meine Berechnungen ihre Bestätigung gefunden hatten«, schreibt Clemens von Bechtolsheim in seinen Erinnerungen. Auch diese beiden verband bald eine »herzliche Freundschaft« (nach: Hubert von Bechtolsheim, 2007).

Eine Studienreise durch verschiedene Salinen führte Bechtolsheim nach Hallein. Dort galt es, das im Bergwerk gebrochene Salz in Wasser zu lösen, die Sole zu reinigen und durch Verdampfen in großen Pfannen trockenes Salz zu erzeugen. Bechtolsheim erkannte bei diesem Verfahren den Energieaufwand als wirtschaftlich zu groß. Außerdem störte ihn beim Verdampfen mittels Pfannen der wechselnde Arbeitsablauf, »weshalb ich eine Vortrocknung mittels Zentrifuge ins Auge fasste, dem eine [Nachtrockung] auf einer Horde folgen sollte. Die Zentrifuge sollte kontinuierlich arbeiten.«

In der Folgezeit verbesserte Bechtolsheim in einer kleinen Saline in Thüringen die damals bekannten Maschinen und Verfahren in vielen Details. Der Erfinder war in seinem Element. Rückschläge, sogar »unter lautem Knall«, hielten ihn nicht auf. Im Gegenteil: Er widmete sich noch intensiver »ganz der eigenen Sache, dem Zentrifugenbau«.

Während Salz zu zentrifugieren neu war, existierten damals schon Milchzentrifugen verschiedener Unternehmen. Deren Zentrifugen untersuchte Bechtolsheim, um bald technische Schwächen zu erkennen und entscheidend zu verbessern. Milch war – besser noch als Sole – zum Zentrifugieren geeignet und ist Grundprodukt für Butter, Sahne und andere Produkte.

»Kuhmilch besteht durchschnittlich aus 87,2 Prozent Wasser, etwa vier Prozent Milchfett (vom Futterwert abhängig), ca. 3,4 Prozent Milcheiweiß, 4,8 Prozent Milchzucker und 0,7 Prozent Salzen, ferner Spurenelementen und Vitaminen.«

Eine herkömmliche Milchschleuder aus der Zeit um 1900.

Der schwedische Unternehmer Gustav de Laval erkannte das Potenzial der Bechtolsheim'schen Erfindung, erwarb das Patent und beschäftigte den Erfinder in seiner Firma. Bechtolsheim hatte dort die Gelegenheit, seine Innovation zur Marktreife zu verbessern.

Physikalisch ist Milch eine Emulsion von Fett oder, anders ausgedrückt, »ein Gemisch von Stoffen verschiedener Schwere, deren leichtester das in der Form mikroskopisch kleiner, aber verschieden großer Kügelchen darin verteilte Fett ist«, so der zu seiner Zeit gerühmte Experte in Sachen Milch, Professor Benno Martiny (1836–1923).

Mittels einer Zentrifuge lässt sich das im Vergleich zum Wasser leichtere Milchfett abscheiden. Im Zuge fortgesetzter Versuche und Entwicklungsarbeiten kam Bechtolsheim »auf den Gedanken, dass möglicherweise die Leistung durch Einlagen in die Trommel verbessert werden könne.« Dabei setzte er in die bis dahin leere, um ihre senkrechte Mittelachse drehende Trommel Zwischenwände in engem Abstand – ähnlich wie Lamellen – ein. Sie ähneln aufeinandergestapelten Tellereinsätzen, nur umgedreht. Beim Schleudern wanderten die Fettkügelchen aufgrund ihres geringeren spezifischen Gewichts nach innen und dank der konischen Form der Einsätze nach oben in einen Abscheider. Die Magermilch mit einem sensationell niedrigen Gehalt an Restfett von nur 0,14 Prozent lief wegen ihres höheren spezifischen Gewichts nach außen ab. Bechtolsheim meldete seine Erfindung zum Patent an, welches ihm 1886 erteilt wurde.

Gewinnbringende Allianz mit Gustav de Laval

Bechtolsheim war auch Maschinenbauer und Unternehmer. Mit seinen eigenen sogenannten Alfa-Zentrifugen erzielte er zunächst »noch keinen Gewinn«. Ein Wettbewerber äußerte ihm gegenüber sogar: »An Ihre Patente kommen wir schon heran.« Dennoch beantragte Bechtolsheim in der Folgezeit Patente, wo immer es möglich war. Das sollte sich als unternehmerisch weitsichtig und gewinnbringend erweisen.

In Schweden nämlich hatte sich der aus einer französischen Emigrantenfamilie stammende Gustav de Laval nach technischem Studium und Promotion sowie Arbeiten in einer Stahlmühle für Technik in der Landwirtschaft interessiert und zusammen mit dem Bergbautechniker Oscar Lamm die Aktiebolaget (AB) Separator gegründet. Dieses Unternehmen stellte 1879 der Öffentlichkeit seine erste Zentrifuge vor, »Zentrifugalseparator« oder nur »Separator« genannt. AB Separator wuchs rasch und war auch dank ihrer marktnahen internationalen Vertriebsstruktur deutlich erfolgreicher als Bechtolsheim. Zu denen, die die Entrah-

Abbildungen: Archiv Bechtolsheim; Deutsches Museum

Arbeiter in einer Armeemolkerei 1917 bei der Herstellung von Butter.

mungsschärfe von 0,14 Prozent als »Revolution im Milch- und Molkereiwesen« rasch erkannten, weil sie schlicht auf eine Halbierung der Restfettwerte hinauslief, gehörte Siegfried Magnus, Chef des Bergedorfers Eisenwerks. Er meldete das Ereignis unverzüglich nach Stockholm. Bei AB Separator hatte John Bernström zwischenzeitlich die Geschäftsführung übernommen. Er hielt die Alarmnachricht aus Deutschland für einen »Donnerschlag« und handelte unverzüglich. Auch Laval war der Auffassung: »Wir müssen das neue Patent um jeden Preis erwerben, im Besitz eines Konkurrenten bedeutet es unser Aus.« Bernström bestellte umgehend eine Zentrifuge Bechtolsheims. Laval und andere Techniker von AB Separator unterzogen sie täglichen Tests. Sie hielten die Testmaschine allerdings für »so mangelhaft gefertigt, dass es schwierig ist, die Versuche ordentlich durchzuführen«. Gleichwohl wurden Verhandlungen mit Bechtolsheim in München über den Erwerb des Alpha-Patents durch Separator aufgenommen.

DER AUTOR

Sebastian Frhr. v. Bechtolsheim ist Rechtsanwalt und Fachanwalt für Steuerrecht in München.

Mr. Alfa in Stockholm

Bechtolsheim wollte eine Million Mark für das Geschäft, konnte aber nur 46 382 schwedische auf die Hand zu zahlende Kronen – etwa den gleichen Betrag in Deutschen Mark – und dafür aber eine Umsatzbeteiligung aushandeln. Zu seinem Glück: Dadurch erlöste er während der Laufzeit 1889 bis 1904 über drei Millionen Goldmark.

Wenige Wochen nach Vertragsunterzeichnung trat Bechtolsheim seinen Dienst bei AB Separator an, um »an technischen Verbesserungen und der Anpassung seiner Konstruktion einer walzetablierten Modellform mit zu arbeiten«.

Ausgehend vom mit dem Alfa-Patent ausgestalteten La Valle-Separator entwickelte sich die später in »Alfa Laval AB« umfirmierte Gesellschaft seitdem zu einem multinationalem Hightech-Konzern für die Landwirtschaft.

Den abschließenden Blick auf das Alfa-Prinzip und die von ihm erfundene sowie erfolgreich vermarktete Zentrifuge wollen wir seinem Erfinder zugestehen. Bechtolsheim schrieb 1925 einem in Wien ansässigen Unternehmen zur Vorgeschichte: »Ich hatte im Jahr 1888 die heute jedem Fachmann auf der ganzen Erde bekannten Einsätze für Milchzentrifugen erfunden, dieselben mit dem Namen »Alpha« bezeichnet und noch im gleichen Jahr das erste Exemplar verkauft.«

Über seinen zweijährigen Aufenthalt in Stockholm äußerte er, sein aufgrund der schwedischen Schreibweise »Alfa« statt »Alpha« geändertes Pseudonym habe sich »glänzend bewährt und ist gelegentlich anstelle des Namens benutzt worden. Beispielsweise wurde ich bei dem 25jährigen Jubiläum der Fabrik besonders von den ausländischen Anwesenden kurzerhand als Mr. Alfa angesprochen«.

Bechtolsheim hatte im Laufe seines Berufslebens noch zahlreiche weitere Erfindungen gemacht und dafür 40 Patente erworben.

Zum Thema

Hubert von Bechtolsheim, *Mr. Alfa – Bahnbrecher der Zentrifuge: Eine Biographie, München* 2007.

Abbildungen: akg-images; privat

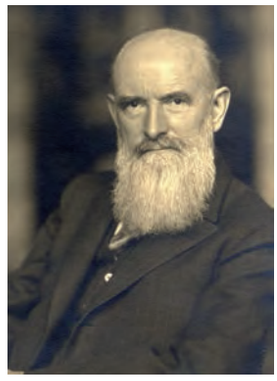
Weitsichtiger Unternehmer

Robert Bosch gehört zu den großen Gründungspersönlichkeiten der deutschen Industriegeschichte. In seiner Jugend bekennender Sozialist, führte er wegweisende Sozialleistungen ein und unterstützte als Mäzen technische Ausbildung, medizinische Forschung, Bibliotheken und auch das Deutsche Museum. **Von Hans-Erhard Lessing**

Ein kluger und weitsichtiger Geschäftsmann ist Robert Bosch. Trotz all seines Reichtums eher nach Art eines Hyde-Park-Sozialisten und Wanderpredigers gekleidet als nach Art eines Millionärs, verleugnet er nicht seine einfache Herkunft«, schrieb das Londoner Branchenblatt *The Motor* vor dem Ersten Weltkrieg. Danach stand er im Jahrbuch der Millionäre in Württemberg an siebter Stelle – hinter dem Fürsten von Thurn und Taxis und dem abgedankten württembergischen König.

Der fünfte Sohn aus dem Brauereigasthof »Zur Krone« in Albeck auf der Schwäbischen Alb sammelte bereits beim Ausfahren von Flaschenbier mit dem Vater oder bei der Arbeit in der heimischen Gaststube Erfahrungen mit dem Tausch von Waren gegen Bares. Nach dem Umzug der Familie in die Garnisonsstadt Ulm besuchte er die Realoberschule und entdeckte – dank Lehrer Dr. Nagel – erstmals seine Begeisterung für die Physik. Dennoch brach er die Schule, anders als seine älteren Brüder, vorzeitig ab. Statt das Polytechnikum in Stuttgart zu besuchen, begann er eine Lehre als Feinmechaniker beim lokalen Optiker, der nebenher auch elektrische Klingelleitungen verlegte. Bruder Karl, 18 Jahre älter als Robert und Installationsgroßhändler in Köln war es wohl, der Robert ermutigte, zu Fein nach Stuttgart, zu Schuckert nach Nürnberg, zu Edison nach New York und zu Siemens Brothers in Woolwich zu gehen – damals allesamt erste Adressen der jungen Elektrotechnik. Kurz: Arbeitswelt statt Studium – Robert Bosch war ein Aufsteiger der anderen Art. Schon vor dem USA-Aufenthalt mit seinem Lehrfreund Leonhard Köpf hatte Bosch für den Sozialismus Feuer gefangen, frei nach dem Churchill'schen Motto: »Wer in der Jugend kein Sozialist ist, hat kein Herz«. In Briefen an seine zukünftige Braut erläutert Bosch seine brisanten Standpunkte: »Siehst Du, ich bin Sozialist [...] Also, Du fragst mich um ein Mittel, Reichtum und Armut aufzuheben. Denke Dir, alles – Grund und Boden, Feld und Wald, Geld und Gut – gehöre dem Staat, d. h. uns, den Staatsbürgern, verwaltet von wählbaren Beamten [...]«.

Wie kam es nun dazu, dass Bosch die Autozulieferindustrie erfand? Ottos Gasmotorenfabrik Deutz baute unlizenziert Abreiß-Magnetzünder für ihre Benzolmotoren nach dem Patent von Siegfried Marcus, damals Magnetos genannt. Ein schwäbischer Besitzer eines solchen Benzolmotors bat Bosch um einen Nachbau. Bosch verbesserte den Deutz-Magneto und hatte riesiges Glück, dass er vom holländischen Privatier Frans van Schuylenburch, Käufer des Marcus-Patents, nicht mehr zu Lizenzzahlungen verklagt wurde.



Robert Bosch (1861–1942) im Alter von 80 Jahren.

Die Magnetzündung hatte weltweit ihren Siegeszug angetreten. Bereits im Jahre 1906 wurde der hunderttausendste Magneto Typ D6 gefertigt. Der wirtschaftliche Aufschwung seiner Firma war für Robert Bosch Anlass, den Achtstundentag für seine Mitarbeiter einzuführen.

Für die schnell laufenden Automotoren erfand ein Mitarbeiter Boschs, Arnold Zähringer, den patentierten Drehhülsen-Magneto. Statt des schweren Ankers brauchte nun nur noch eine leichte, geschlitzte Eisenhülse im Magnetfeld hin- und hergeruckelt zu werden – bei höheren Drehzahlen war der Anker oft zu Bruch gegangen. Der deutschgebürtige Brite Frederic Simms, Gründer der Daimler Motor Syndicate Ltd., erkannte Boschs Potenzial und assoziierte sich mit ihm. Er sandte eine Beeston-Voiturette mit Glührohrzündung, um Boschs Drehhülsen-Magneto einbauen zu lassen, was anstandslos funktionierte. Bosch baute seine erste Fabrik in Stuttgart, denn die Autobauer kauften die Zündung nun lieber fertig ein, statt sie selbst herzustellen. Gefertigt wurde bald auch in Paris. Das Geschäft mit den neuen Hochspannungs-Magnetos für Zündkerzen expandierte so rasant, dass Bosch aus den Gewinnen neue Fabrikbauten finanzieren konnte.

Ein Sozialist wird liberal

Ein Arbeitskampf bewirkte die Abwendung Boschs von den Sozialdemokraten hin zu den liberalen Ideen Gustav Naumanns: 1913 brach ein wilder Streik aus, der schließlich den gesamten Betrieb lahmlegte. Bosch schloss die Fabrik, nahm jedoch bereits nach drei Tagen die Lohnzahlungen an die am Streik unbeteiligten Arbeiter wieder auf. Nach sechs Wochen war die Streikkasse des Metallarbeiterverbands leer und Bosch konnte den Großteil seiner Mitarbeiter an die Arbeit zurückkehren lassen.

Nach dem Ersten Weltkrieg brachte Bosch seine Kriegsgewinne in eine Stiftung zum Ausbau des Neckarkanals und für andere Zwecke ein. Nach und nach wurde jetzt die gesamte Autoelektrik entwickelt, doch Umsatzbringer waren vor allem die Motorradelektrik und das Bosch-Radlicht mit Dynamo, das die Azetylenlampen der Fahrräder ersetzte. Die aus den USA kommende Batteriezündung verdrängte jetzt die alte Magneto-Herrlichkeit ohne Akku.

Selbst zwei saftige Fehlinvestitionen konnten das Bosch-Imperium und sein Mäzenatentum nun nicht mehr gefährden: Im Ersten Weltkrieg hatte sich dehydrierter Torf als

Abbildungen: Robert Bosch-Stiftung

In diesem Hinterhaus in der Rotebühlstraße 75B in Stuttgart eröffnete Robert Bosch am 15. November 1886 seine Werkstätte für Feinmechanik und Elektrotechnik.

rauchfreies Brikett für Schützengräben bewährt. Bosch hatte sich an schottischem Moorabbau beteiligt und ein oberbayrisches Moor gekauft. Doch erwies sich das Ekenberg-Verfahren im Frieden als unwirtschaftlich. Um für die Moorarbeiter Arbeit zu schaffen, finanzierte Bosch das Mustergut Boschhof, das in eigenen Verkaufsläden den Münchenern Bosch-Milch, Bosch-Joghurt, Bosch-Butter und dergleichen verkaufte. Heute ist das Areal weitgehend renaturiert. 1925 kaufte Bosch alle Rechte an dem sogenannten Acro-Motor, einem neuen Dieselmotor. Im Nachhinein stellte sich heraus, dass der Motor zum Kaltstart nicht in der Lage war. Dennoch war diese Episode schließlich Wegbereiter für den Erfolg der Bosch-Dieseleinspritzpumpe.

Privat verlief Boschs Leben weniger glücklich. Der Stammhalter Robert starb 1921 an Multipler Sklerose, worüber sich die Eheleute weiter entfremdeten und nach 40 Jahren scheiden ließen. Die zweite Ehe mit der 27 Jahre jüngeren Opernsängerin Margarete Wörz verlief harmonischer. Sohn Robert d. J. und Tochter Eva wurden geboren. Nach der Weltwirtschaftskrise verfasste Bosch den Privatdruck »Die Verhütung künftiger Krisen in der Weltwirtschaft«, der auch in England erschien. Die Arbeitszeit solle auf sechs Stunden reduziert werden, damit alle in Arbeit kämen und die Sozialausgaben für Arbeitslose entfielen – so seine Programmatik. Zudem sollten Lebensmittelpreise durch rationelle Verteilung gesenkt werden. Dennoch blieb er realistisch genug, um zu erkennen, dass bei der damaligen Haushaltslage eine Umstellung nicht möglich gewesen wäre.

Bosch-Nachfolger Hans Walz

Im Dritten Reich agierte die Firma vorsichtig. Boschs Nachfolger Hans Walz musste sogar in die SS eintreten, unterstützte aber dennoch jüdische Organisationen, wofür er nach dem Krieg die israelische Auszeichnung »Gerechter der Völker« erhielt. Bei der Machtübernahme, die in Württemberg besonders rabulistisch vonstattenging, zog sich Bosch vorsichtshalber auf den Boschhof zurück. Eine Audienz bei Hitler, die dessen Spendensammler eingefädelt hatte, blieb ergebnislos. Zum Jubiläum 1936 wurde das Robert-Bosch-Krankenhaus für homöopathische wie allopathische Heilmethoden gestiftet. Den Hitlergruß sucht man in der Jubiläumsschrift der Firma vergebens. Boschs Verlage, darunter die Deutsche Verlagsanstalt, wurden enteignet. Nach Görings Kanonen-statt-Butter-Rede sah man schließlich die Zeit gekommen, den Auslandsbesitz durch Übereignung an einen holländischen Bankier als Strohmann vor dem Verlust zu schützen.

Das Plakat »Roter Teufel« aus dem Jahr 1910 wurde von der Stuttgarter Werbeagentur »Propaganda« gestaltet. Als Motiv diente der Rennfahrer Camille Jenatzy, der seinen mit einer Bosch-Magnetzündung ausgestatteten Mercedes von Triumph zu Triumph steuerte. Wegen seines roten Haarschopfes und weil er bei seinen Rennen stets einen feuerroten Staubmantel trug, nannte man ihn den »Roten Teufel«.

Um Boschs Nachfolger Hans Walz bildete sich der »Bosch-Kreis«, dessen Teilnehmer Verbindungen zum kirchlichen Widerstand suchten, bei Reisen in die Schweiz Friedensfühler zu den Nachbarländern und den USA ausstreckten und die Aktivitäten des Widerstandskämpfers Carl Goerdeler weitgehend kannten. 1937 mussten auf Anweisung der NS-Regierung Ausweichfabriken gegründet werden, in Kleinmachnow bei Berlin und in Hildesheim, wo auch Kriegsgefangene und Zwangsarbeiter arbeiteten. Zum achtzigsten Geburtstag erhielt Bosch den Ehrendoktor für Medizin der Universität Tübingen, die Ernennung zum »Pionier der Arbeit« von der NS-Regierung sowie ein Modell des Kraft-durch-Freude-Autos, später Volkswagen genannt. Sein Testament war zu diesem Zeitpunkt schon fertig. Es sah die Gründung der Robert-Bosch-Stiftung vor, die heute 92 Prozent der Anteile an der Firma besitzt.

1942 starb Bosch an einer zu spät erkannten Mittelohrentzündung. Seine Urne wurde in einem Ehrengrab der Stadt Stuttgart auf dem dortigen Waldfriedhof beigesetzt.

»Insgesamt muss man den großartigen unternehmerischen Erfolg Robert Boschs wohl auf sein untrügliches Gefühl für das technisch Machbare, verbunden mit dem überragenden Geschick zur Organisation der Produktion, einerseits durch die Auswahl eines effizienten Managements und andererseits durch die Bindung und Motivation der Arbeiterschaft, zurückführen. Hinzu kam auch eine Portion Glück: er war mit dem richtigen Produkt zur richtigen Zeit im richtigen Markt.« Dieser Charakterisierung Toni Pierenkempers zum 125. Geburtstag (in *Kultur&Technik* 1/1987) wäre noch hinzuzufügen, dass er nicht nur von sich, sondern auch von seinen Mitarbeitern alles verlangte, sie aber im Gegenzug weitgehend selbstständig arbeiten ließ.

DER AUTOR

Professor Hans-Erhard Lessing war in der Lasergrundlagenforschung tätig bevor er ab 1985 als Hauptkonservator an Museen in Mannheim und Karlsruhe wirkte. Heute betätigt sich Lessing vor allem publizistisch. Er schreibt unter anderem für die FAZ.

Zum Thema

Hans-Erhard Lessing, *Robert Bosch,* Reinbek 2010.

Abbildungen: Robert Bosch-Stiftung

Deutsches Museum

INTERN

- **Museumsinsel**
  Die Herzschrittmachersammlung von Professor Friese; Wochenende für Mitglieder
- **Neues aus dem Freundes- und Förderkreis**
- **Flugwerft Schleißheim**
  100 Jahre Flugplatz Schleißheim
- **Verkehrszentrum**
  Sonderausstellung »Energieeffizienz«
- **Deutsches Museum Bonn**
  Sonderausstellung Heinrich Hertz
- **Meinungen und Kommentare**

Museumsinsel

Verkehrszentrum

Flugwerft Schleißheim

Alle aktuellen Veranstaltungen finden Sie in unserem Quartalsprogramm.

MUSEUMSINSEL

Die Herzschrittmachersammlung von Professor Friese

Schlag auf Schlag

Die Sammlungen des Deutschen Museums beinhalten über 100.000 Objekte aus verschiedensten Fachgebieten. Da es nicht möglich ist, diese umfassende Sammlung komplett auszustellen, gibt es seit längerer Zeit auf der Internetseite des Deutschen Museums die Rubrik »Sammlungen des Deutschen Museums«, auf der ausgewählte Exponate aus verschiedenen Fachgebieten gezeigt werden. Nun haben wir diese Online-Kollektion um ein weiteres Highlight bereichert: die Herzschrittmachersammlung von Professor Friese.

Professor Friese war ein höchst angesehener Kardiologe, der ab den 1950er bis in die 1980er Jahre hinein praktizierte. Sein besonderes Interesse galt der Herzschrittmachertechnologie. Er setzte intensive Bemühungen daran, zusammen mit Kollegen einen externen Impulsgeber zu entwickeln. Dies gelang ihnen und im Jahr 1955 hielten Friese und Kollegen erstmals in ihrer Klinik ein menschliches Herz mit dem selbst entwickelten externen Schrittmacher am Schlagen. Ab 1962 waren schließlich industriell gefertigte, implantierbare Herzschrittmacher erhältlich, die Professor Friese verwenden konnte. Er sammelte viel Erfahrung bei der Implantation von Herzschrittmachern – daher war er als Redner sehr gefragt und reiste viel, um ein wenig seiner Kompetenz an Kollegen weitervermitteln zu können. Während seiner gesamten aktiven Laufbahn sammelte er verschiedene Musterstücke und Prototypen von Herzschrittmachern, die ihm von Firmen zu Anschauungszwecken zur Verfügung gestellt worden waren. Heute lässt sich an diesen Modellen die technische Weiterentwicklung auf diesem Gebiet der Medizintechnik sehr gut nachvollziehen: Im Laufe der Jahrzehnte wurden die Geräte immer kleiner, leichter und vor allem langlebiger und zuverlässiger. Frau Nanna Friese stiftete dem Deutschen Museum im Jahr 2007 aus dem Nachlass ihres Mannes diese umfassende Sammlung, die nicht nur aus den 25 Herzschrittmachern, sondern auch aus Elektroden, chirurgischem Besteck und einigen Originalpublikationen besteht. **Dr. Margherita Lasi, Kuratorin für Life Sciences**

Ein implantierbarer, programmierbarer Herzschrittmacher aus den 1980er Jahren aus der Sammlung Friese.

Professor Friese entwickelte zusammen mit Dr. Dittmar dieses Impulsgerät, das als externer Herzschrittmacher diente.

Anzeige

Deutsches Museum
Kerschensteiner Kolleg

Ein Wochenende für Mitglieder des Museums im Kerschensteiner Kolleg

Fr/Sa/So 4. – 6. 5. 2012

Blitze und Hightech: Forschung früher und heute

Forschung basiert auf genauer Beobachtung. Als Anregung hierzu dienen oft Naturphänomene. Dabei hat es die Forscher immer gereizt, diese Phänomene detailliert zu erfassen und experimentell nachzuvollziehen. Blitze animierten beispielsweise Forscher im siebzehnten Jahrhundert zur Entdeckung der elektrischen Ladung und letztendlich der Elektrizität. Einige dieser Experimente werden Sie in unserem Studienlabor erleben.
Die Erfindung von Mikroskopen war für die Forschung revolutionierend. An unserem Mitgliederwochenende werden Sie kleine und winzig kleine Teilchen selbst beobachten: An Lichtmikroskopen entdecken Sie Leben in verschiedenen Proben und beobachten das Erwachen eines Bärtierchens, am Rasterelektronenmikroskop vertiefen Sie das Gesehene und, dank der Kooperation mit der TU München, erfahren Sie Näheres über die Funktionsweise hochmoderner Rastertunnelmikroskope und sehen diese auch im Einsatz.

Zwei Übernachtungen mit Frühstück inkl. Seminargebühren und Museumseintritt: 138,– Euro im Einzelzimmer, 128,– Euro im Doppelzimmer

Sie wohnen im Kerschensteiner Kolleg, direkt im Deutschen Museum, im Zentrum Münchens. Die Zimmer (Etagenduschen und -WCs) sind modern eingerichtet und ruhig gelegen. Wir empfehlen die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln.

Information und Anmeldung: Nicole Kühnholz-Wilhelm
Kerschensteiner Kolleg, Deutsches Museum, Museumsinsel 1, 80538 München
Tel. 089/2179-523, Fax 089/2179-273, E-Mail: n.kuehnholz@deutsches-museum.de

FREUNDES- UND FÖRDERKREIS Deutsches Museum e.V.

Die Kultur der Reparatur

Generaldirektor Wolfgang Heckl und Monika Czernin, Vorstandsmitglied des Freundes- und Förderkreises, im Gespräch über MINT-Fächer und die Kultur der Reparatur.

Monika Czernin: Auf der diesjährigen CeBIT war das Lamento wieder einmal groß. Deutschland fehlen zehntausende Ingenieure und Techniker. Zwar wird eine ganze Menge getan, um Jugendliche für die sogenannten MINT-Fächer zu gewinnen, aber so richtig gut funktioniert das alles nicht. Warum nur?
Wolfgang Heckl: Es gibt verschiedene Gründe, ich möchte mich hier aber auf einen mir sehr wichtigen konzentrieren. Im Verkehrszentrum bieten wir regelmäßig Kurse zum Thema »Wie repariere ich meinen Fahrradschlauch« an. Vor einigen Jahrzehnten wäre so ein Angebot einfach nur lächerlich gewesen, heute hingegen ist es sehr gefragt. Als ich jung war, konnte jedes Kind sein Fahrrad reparieren …

Monika Czernin: … und die Väter womöglich ihr Auto.
Wolfgang Heckl: Ganz genau. Diese Kultur der Reparatur, wie ich sie gerne nenne, geht verloren. Unsere technische Welt ist zu kompliziert geworden, und in den Familien findet sich zwar ein PC-Arbeitsplatz, aber keine Werkstatt mit Hammer und Säge. Dadurch fehlt den Jugendlichen der Anreiz, sich für technische Dinge wirklich zu interessieren.

Monika Czernin: Wann ist Ihre Technikbegeisterung entstanden?
Wolfgang Heckl: Mit fünf Jahren hab ich mein erstes Radio zerlegt, drinnen einen Magneten gefunden und entdeckt, dass er Eisen anzieht. Das Radio war kaputt, aber meine Eltern zeigten Verständnis. Sie waren der Meinung, ich hätte Erkenntniswillen demonstriert.

Monika Czernin: Im Kinderreich des Museums werden Kurse angeboten, bei denen man seinen Computer zerlegen kann. Zusammenbauen können die den dann aber auch nicht mehr.
Wolfgang Heckl: Es ist eben etwas anderes wichtig, und zwar durch haptisch erlebbare Dinge junge Menschen für die Welt der Technik zu begeistern. Es muss Spaß machen, sonst können wir noch so viele MINT-Förderprogramme auflegen, ohne das erstrebte Ziel zu erreichen.

Monika Czernin: Auch die Begeisterung für die Natur, dafür, wie die Welt funktioniert, wird zu wenig geweckt. Das Fernsehen setzt eher auf Sendungen wie »Deutschland sucht den Superstar« …
Wolfgang Heckl: Wir erleben eine fatale Entwicklung zum naturwissenschaftlichen-technischen Laientum. Und dabei gehen wir auf Menschheitsprobleme zu, die nur mit naturwissenschaftlichen und technischen Kompetenzen gelöst werden können. Die Überalterung der Gesellschaft, Ressourcenknappheit, Energiewende – die Stichworte sind ja bekannt.

Monika Czernin: Das Deutsche Museum hat die Jugendförderung immer schon großgeschrieben, auch der Förder- und Freundeskreis. Was könnte da noch verbessert werden?
Wolfgang Heckl: Überall im Museum gibt es die Möglichkeit zu experimentieren. Damit ersetzen wir Dinge, die im häuslichen und leider oft auch im schulischem Umfeld fehlen. Stärker kommunizieren sollten wir hingegen, dass wir ein Haus für alle gesellschaftlichen Schichten sind. Speziell unser Deutsches Museum kann, ganz anders als beispielsweise die Oper oder ein Konzerthaus, Jugendliche aus sozial schwachen Familien und Jugendliche mit Migrationshintergrund ansprechen. Das ist nicht nur ein wichtiger Beitrag zur Integration, sondern auch deshalb von Bedeutung, weil gerade in den gesellschaftlichen Randgruppen noch ungehobene Talente vorhanden sind, während die Mittelschicht ihr Bildungspotential im Wesentlichen ausgeschöpft hat.

Im Verkehrszentrum lernen Kinder, Fahrradschläuche zu reparieren.

Monika Czernin: Die von Ihnen geforderte Kultur der Reparatur und die Förderung benachteiligter Jugendlicher könnte in einem Projekt zusammengeführt werden, in einer Art offener Werkstätte, wo Jugendliche mit kaputten Sachen hinkommen können, um etwas zu lernen.
Wolfgang Heckl: Abgesehen davon, dass so etwas Zeit und Geld kostet, wäre es bestimmt eine Idee mit Potenzial. Dabei sollte es um Dreierlei gehen: Erstens sollte es einen Anreiz bieten, die Wegwerfgesellschaft in einer Welt der knapper werdenden Ressourcen zu überdenken, zweitens sollte es das Recycling stärker ins Bewusstsein rücken und drittens Erkenntnisse ermöglichen und Begeisterung schaffen. Auf diese Weise würde sich ein Produktdesigner von morgen mit Gewinn an seine Arbeit in der Werkstätte des Deutschen Museums zurückerinnern können.

Monika Czernin

Unterstützen Sie den Freundeskreis des Deutschen Museums!

Jahresbeitrag:
- 500 Euro für persönliche Mitgliedschaften
- 250 Euro für Juniormitgliedschaften (bis 35 Jahre)
- 2500 Euro für Mitgliedschaften mittelständischer Unternehmen nach EU-Norm
- 5000 Euro für Mitgliedschaften großer Unternehmen

Kontakt:
Freundes- und Förderkreis
Deutsches Museum e. V.
Museumsinsel 1 · 80538 München

Ihre Ansprechpartnerin:
Claudine Koschmieder
Tel. 089/2179-314
Fax 089/2179-425
c.koschmieder@
deutsches-museum.de

Abbildungen: Deutsches Museum

FLUGWERFT SCHLEISSHEIM Jubiläumsprogramm

Der Flugplatz Schleißheim wird 100 Jahre alt

Graf Wolffskeel und Prinz Leopold 1913 im Otto-Doppeldecker.

Der Otto-Doppeldecker: Standard-Flugzeug der Fliegertruppe in der Vorkriegszeit.

In diesem Jahr feiert der Flugplatz Schleißheim, Standort der Zweigstelle Flugwerft Schleißheim des Deutschen Museums, sein hundertjähriges Bestehen. 1912 für die Königlich-Bayerische Fliegertruppe gegründet ist er einer der ältesten aktiven Flugplätze.

Das Jubiläum wird mit zahlreichen Veranstaltungen gewürdigt. Angeboten wird Reihe von Veranstaltungen wie Sonderausstellungen und Vorträge, das Jubiläums-Fly-In, ein Benefizkonzert des Bundespolizeiorchesters München und eine Lesung mit Texten von Antoine de St.-Exupéry.

Ein jahrhundertealter Menschheitstraum wird endlich wahr.

Mit Otto Lilienthal beginnt im Jahr 1891 das Zeitalter des Fliegens mit Apparaten schwerer als Luft. Die Gebrüder Wright starten in Kitty Hawk zu ihrem ersten Flug mit einem motorisierten Flugapparat im Dezember 1903. Die Begeisterung für die Fliegerei erobert die Welt, in den folgenden Jahren purzeln die Rekorde. Die Militärstrategen weltweit erkennen, wie notwendig die Fliegerei für ihre Zwecke sein könnte.

So auch im Königreich Bayern. Prinzregent Luitpold verfügt die Aufstellung einer Fliegerkompanie zum 1. April 1912, als Standort wurde »Ober-Schleißheim« bestimmt. Damit beginnt die nun 100-jährige Geschichte des Flugplatzes Schleißheim.

Von 1912 bis 1920 dient er der Königlich-Bayerischen Fliegertruppe. In der Folgezeit beheimatet er die Deutsche Verkehrsflieger Schule (DVS). Die nach der Machtübernahme durch die Nationalsozialisten gegründete Luftwaffe baut den Flugplatz groß aus, die Zeit zwischen 1933 bis 1945 ist das schrecklichste Kapitel der vergangenen 100 Jahre. Nach dem Zweiten Weltkrieg nutzen die U.S. Army und später die Heeresflieger den Flugplatz. Heute fliegen hier sechs Luftsportvereine und die Fliegerstaffel Oberschleißheim der Bundespolizei.

Die Konversion des Flugplatzes Schleißheim ist gelungen. Gegründet als Militärflugplatz der Königlich-Bayerischen Fliegertruppe ist er heute eine Heimat für Luftsport, Suchen, Retten und Bergen und museale Nutzung.

Eine umfassende Darstellung der 100-jährigen Geschichte des Flugplatzes Schleißheim finden Sie in der ständigen Ausstellung in der Kommandantur der Flugwerft Schleißheim und im Buch *Geflogene Vergangenheit – Luftfahrt in Schleißheim seit 1912*, herausgegeben vom Werftverein.

Die Veranstaltungen werden organisiert von der »Interessengemeinschaft 100 Jahre Flugplatz Schleißheim«: Bayerische-Flugzeug-Historiker e.V. | Bundespolizei-Fliegerstaffel Oberschleißheim | Deutsches Museum-Flugwerft Schleißheim | DGLR e.V. | Flugplatz Schleißheim e.V. | Freunde von Schleißheim e.V. | Gemeinde Oberschleißheim | Luftsportclub Ikarus e.V. | Verein zur Erhaltung der historischen Flugwerft e.V.

MUSEUMSINSEL

Sonderausstellung verlängert

Die Ausstellung **»Kabelsalat – Energiekonsum im Haushalt«** wurde bis 15. Juli 2012 verlängert.

Veranstaltungsprogramm zum Jubiläum 100 Jahre Flugplatz Schleißheim

04. 05. bis 16. 09. 2012
Sonderausstellung *
Es begann in Oberschleißheim: Die Geschichte der Königlich-Bayerischen Fliegertruppe 1912 bis 1920

16. 06. 2012, 10.00 Uhr
Vortragsveranstaltung der DGLR **
Die Königlich-Bayerische Fliegertruppe 1912 bis 1920

23. 06. 2012, 14.00 Uhr
Vortrag **
Otto Bürger: Die Königlich-Bayerische Fliegertruppe in Schleißheim

21. und 22. 07. 2012
Jubiläums Fly-In *
Flugzeug-Oldtimertreffen mit Rahmenprogramm

11. 08. 2012, 14.00 Uhr
Vortrag **
Otto Bürger: Schleißheim und sein Flugplatz zur NS-Zeit 1933 bis 1945

30. 09. 2012, 19.30 Uhr
Benefizkonzert ***
Ein Reigen durch 100 Jahre Luftfahrtgeschichte…,
es spielt das Bundespolizeiorchester München
unter der Leitung von Stefan Weber

06. 10. 2012, 19.30 Uhr
Lesung ***
Geschichten vom Fliegen von Antoine de St.-Exupéry,
es liest der bekannte Schauspieler Francis Fulton-Smith in musikalischer Begleitung des Stephan Holstein Duos

26. 10. 2012 bis 27. 01. 2013
Sonderausstellung *
Schleißheim und die Flugplätze der Region München

Alle Veranstaltungen finden in der Flugwerft Schleißheim des Deutschen Museums statt und soweit nicht anders vermerkt während der regulären Museumsöffnungszeiten (täglich von 9 bis 17 Uhr, außer am 1. Mai 2012).

Weitere Informationen unter:
http://www.deutsches-museum.de/flugwerft

* Museumseintritt
** Eintritt frei
*** Karten im Rahmen des Kulturprogramms der Gemeinde Oberschleißheim

Änderungen vorbehalten.

DEUTSCHES MUSEUM BONN ab 26. April 2012

Sonderausstellung

Heinrich Hertz

vom Funkensprung zur Radiowelle

Der Physiker Heinrich Hertz (1857 – 1894) hat unsere Welt nachhaltig verändert. Seine bahnbrechende Entdeckung der elektromagnetischen Wellen machte Radioübertragungen und Mobiltelefonie erst möglich. Hertz hat von 1889 bis 1894 in Bonn gelehrt und geforscht. Sein Vermächtnis macht das Bonner Technikhaus nun gemeinsam mit der Universität Bonn erlebbar. Gemeinsam mit der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn stellt das Bonner Technikhaus Leben und Werk von Heinrich Hertz anhand von außergewöhnlichen Originalobjekten aus den Beständen des Physikalischen Instituts der Universität Bonn und des Deutschen Museums sowie leicht verständlichen und eindrucksvollen Demonstrationen vor.

VERKEHRSZENTRUM Sonderausstellung bis 15. April

Energieeffizienz und Elektromobilität

Die kleine Sonderausstellung verdeutlicht mit Exponaten wie einer Solartankstelle,unterschiedlichen E-Bikes und Pedelecs sowie Komponenten eines Blockheizkraftwerkes die Vernetzung von Energieversorgung und Elektromobilität.
Im Rahmen der Ausstellung können Besucher am
Samstag, 14. April, und Sonntag, 15. April
jeweils von 10 bis 17 Uhr diverse Elektroautos, Segways bis hin zu E-Rollern und Elektromotorrädern ausprobieren. Fur kleine Besucher stehen entsprechende Quads und Zweiräder bereit. (Kosten: Museumseintritt)

Abbildungen: Deutsches Museum

Meinungen und Kommentare von Leserinnen und Lesern

Kultur&Technik 1/2012

Lapsus in MikroMakro

Mit großem Interesse verfolge ich die von Ihnen ausgewählten Themen und lasse seit mehr als 4 Jahren keine Ausgabe ungelesen. Bitte weiter so!

In der Ausgabe 1/2012 auf Seite 39 wurde ein Interview mit Hr. Dr.-Ing. Michael Schanz, mit einem Experten (!) für Strom beim VDE, abgedruckt. Die Stelle, an der Strom beschrieben wird: »Es gibt positiv (+) und negativ (-) geladene Teilchen. Wenn man negativ geladene Teilchen über eine Stromleitung auf positive Teilchen zurasen lässt, wird Energie frei, weil sich (+) und (-) anziehen. ... Die frei werdende Energie ...« - musste ich drei mal lesen und dachte zuerst, dass ich was falsch las. Nein, Hr. Dr.-Ing. Schanz hat tatsächlich Kernspaltung, Magnetismus und elektrischen Strom ineinander gemischt. Ganz peinlich.

Denis Ziegel

Irgendwas interessiert immer

Zunächst bedanke ich mich für die hervorragenden Artikel in *Kultur & Technik*. Dabei macht es keinen Unterschied, ob man über das jeweilige Thema wenig oder relativ viel weiß. Irgend etwas Neues findet man immer; vielleicht hatte man es auch nur in den Hintergrund verschoben.

Henning Ilmer, Fürstenfeldbruck

Behutsam, aber gründlich

Vielleicht das größte Kompliment zuerst: Mir ist erstmal nichts aufgefallen. Und das heißt, dass behutsam, ich sage noch mehr, unaffektiert und schon gar nicht marktschreierisch umgestaltet wurde!

Behutsam, aber gründlich: Alles – von der Inhaltsangabe bis zum Impressum – schaut freundlich, klar und übersichtlich aus. Die Bildauswahl strukturiert, informiert und macht neugierig. Außerdem: Ich wollte schon immer wissen, wie Silke Berdux aussieht, von der ich regelmäßig Mails bekomme …

Von der unaufdringlichen Werbung (eine Spalte im ganzen Heft) könnte ich sogar mehr in Kauf nehmen, wenns dem Deutschen Museum dient.

Was allerdings auch für Kinder, ja gerade für Kinder als Erklärung für den elektrischen Strom nicht geht (Seite 39, sinngemäß): »Negativ geladene Teilchen rasen über Kabel auf positive Teilchen zu! Da wird Energie frei, weil sie sich gegenseitig anziehen! Wie bei einem Magneten!« So nicht, Herr Schanz.

Ich komme zum Schluss, indem ich auf den Anfang des Heftes verweise: Das Coverfoto ist wahrhaft appetitlich und informativ (Text) und witzig (Rollentausch mit Swing). […]

Und jetzt les ich noch das Editorial, aha, immer wieder unumgänglich. Ein gutes Jahr 2012 allen Mitarbeitern der *Kultur & Technik*!

E. Beck

Lachkrampf erlitten

Beim Lesen der sinnarmen Erklärung von Herrn Schanz befiel mich ein Lachkrampf: »Wenn man negativ geladene Teilchen über eine Stromleitung auf positive Teilchen zurasen lässt, wird Energie frei, weil sich (+) und (-) anziehen.« Irgendwie ist ihm da wohl seine Diss von 1986 am Darmstädter Elektronenbeschleuniger dazwischengekommen, und seit seiner Funktionärstätigkeit für den VDE plagten ihn andere Sorgen … wofür ich großes Verständnis habe, auch ich bin in Vielem nicht mehr firm. Aber mit der Realität im Stromnetz hat dies nun wirklich gar nichts zu tun! Oder haben Sie einen Elektronenbeschleuniger in der Küche? Vielleicht konnte man ja tatsächlich auf dem Darmstädter Synchrotron ein Spiegelei braten, das weiß nun ich nicht.

Prof. H.-E. Lessing

Terminvorschau fehlt

Beim ersten Durchblättern ist mir die Änderung nicht aufgefallen, beim Vergleich mit dem Vorgängerheft habe ich allerdings die Unterschiede feststellen können. Mir persönlich sind diese Modifikationen egal, da mich eher der Inhalt als die Form interessiert. Das Heft 1/2012 macht allerdings einen optisch in sich geschlosseneren Eindruck zum Vorgänger. Leider habe ich auch Negatives anzumerken: Ich vermisse die Terminvorschau.

Da ich nicht in München oder seinem Speckgürtel wohne, habe ich keine Möglichkeit das gedruckte Dreimonatsprogramm irgendwo abzuholen. […] Das Vorliegen der Termine in kompakter schriftlicher Form macht auch Planungen für Besuche in München angenehmer. Ich rege daher an, das Dreimontsprogramm dem *Kultur&Technik* Magazin beizulegen für die Leser, die wie ich weit weg wohnen. Oder alternativ das redaktionelle Konzept diesbezüglich noch einmal zu überdenken. Ansonsten: weiter so!

Werner Falkowski

Terminübersicht war wichtig

Ich bin seit vielen Jahren Mitglied im Deutschen Museum, früher über meine Firma auch »Spender« für Exponate in der Technischen Chemie. Das vierteljährlich erscheinende Magazin ist in seinen Beiträgen bestens angesehen und vor allem die Terminvorschau der verschiedenen Veranstaltungen wurde für ausgesprochen wichtig eingestuft und in der eigenen Quartalsplanung berücksichtigt. Im Magazin des 1. Quartals weisen Sie nun auf Seite 63 ausdrücklich darauf hin, dass diese Terminvorschau entfällt und man sich bei eigenen Besuchen oder bei anderen Informationsstellen den Inhalt und die Termine anschauen oder heraussuchen soll. Ich empfinde dies als Mitglied Ihres Hauses als Zumutung. Es muss doch möglich sein, dass man mit einer korrekten, vorausschauenden und themenbezogenenen Einplanung eine ordentliche schriftliche Terminübersicht pro Quartal jweils rechtzeitig in Ihrem Magazin zur Verfügung stellen kann. […]

Ekkehard Donner

Wir freuen uns über Ihre Meinungen zum Magazin. Ein Anspruch auf Abdruck eines Leserbriefs besteht allerdings nicht. Die Redaktion behält sich die Auswahl und ggf. auch Kürzung vor. Die Beiträge geben nicht die Meinung der Redaktion wieder.

Ihren Leserbrief schreiben Sie bitte an:
Redaktion Kultur und Technik
Günderodestraße 24,
81827 München oder
landes@publishnet.de

Kultur&Technik 4/2011

Gern lese ich die Ausgaben von *Kultur&Technik*, so wie man sich eben mit einer wissenschaftlichen Zeitschrift auseinandersetzt. Mit den Beiträgen auf den Seiten 6, 8 und 16 bin ich allerdings gescheitert. Voller Abkürzungen und fachspezifischer Physik verliert man nach einiger Zeit einfach die Lust, verstehen zu wollen. Die Beiträge wirken eher wie Spezialvorlesungen für höhere Semester. Meine Unterrichtsfächer waren Mathematik, Physik und Informatik. Geholfen hat es nichts.

Hans Köhn, Übach-Palenberg

Beitrag Eckermann

Im ansonsten recht guten Artikel »Was kommt danach« von Erik Eckermann wird auf Seite 55 unten beschrieben, wie Nikola Tesla mit einem Auto fuhr, das mit »kosmischer Strahlung« bzw. […] mit »Höhenstrahlung« angetrieben wurde. Beide Begriffe werden in der Physik/Astronomie aber für geladene Teilchen verwendet, die aus dem Weltall zu uns gelangen und teilweise in der Atmosphäre absorbiert werden (daher Höhenstrahlung, d. h. Strahlung die nur in der Höhe gemessen werden kann). Was wahrscheinlich gemeint ist, denn das Wort fällt auch, ist die Radiostrahlung aus dem Weltall.

Allerdings habe ich erhebliche Zweifel, dass mit diesen »Strahlungen« ein Auto angetrieben werden kann. Bei beiden ist der Energieübertrag so gering, dass dies absolut nicht möglich ist. Selbst die billionenfach energiereichere (gegenüber der Radiostrahlung) Gammastrahlung würde dazu bei weitem nicht ausreichen.

Dr. Helmut Steinle, Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching

Esoterik statt Wissenschaft

Wenn die Politikelite nicht mehr weiter weiß, dann gründet diese eine Ethikkommission aus »-ologen« und dem Volk, verkörpert durch den Esel, werden vorläufig Lockrüben, sprich »erneuerbare Energien« vor das Mail gehalten. Im letzten Abschnitt des Beitrags, konkret die angebliche Nutzung elektromagnetischer Wellen durch Nikola Tesla, der schon 1930 einen Konverter erfunden haben soll. Auch diese Vision wird sich nicht halten lassen, weil der Energiefluss für großtechnische Anwendung zu gering ist, wie übrigens auch bei Wind und Sonne. Was kommt? Wohl zunächst die Deindustrialisierung, nachdem wie *Kultur&Technik* als Indikator anzeigt, die Bodenhaftung durch Esoterik substituiert wir. Post scriptum: Dass Heinrich Jebens eine zweifelhafte Figur sein könnte, wurde offenbar nicht in Betracht gezogen. Die Urkraft aus dem Universum? Gelten die Naturgesetze nicht mehr?

Peter Knoll (per Mail)

Terminwirrwarr

Es ist sehr bedauerlich, daß Veranstaltungen oft so spät bekanntgegeben werden, dass bei Eintreffen von *Kultur&Technik* die Veranstaltung schon gewesen ist. […] Dass die Reihenfolge nach Datum in der Tabelle wirr durcheinanerspringt, zwischen Oktober und November, finde ich ebenfalls sehr ungünstig. […]

Georg Heinzerling

ZUR DISKUSSION

Die Stadt hat ein neues Diskussionsthema. Ein zusätzlicher Konzertsaal wird gewünscht. Über den Standort ist man sich noch uneins. Auch der ehemalige Kongresssaal des Deutschen Museums ist im Gespräch.

Seit Jahrzehnten sind in München drei symphonische Orchester und vier Dirigenten von Weltrang im ständigen Programm der Musikszene präsent – so viele wie in keiner anderen Weltstadt.
Nun hat der Bayerische Ministerpräsident den Bau eines Konzertsaals angekündigt als Leuchtturmprojekt, das die große Musiktradition in der Stadt und in Bayern aufzeigen soll. Vom Ministerium f. Wissenschaft, Forschung und Kultur wurde eigens eine Planungskommission eingerichtet.
Mein Vorschlag: Den Kongresssaal des Deutschen Museums in seiner ursprünglichen Gestalt, seinem Zweck und seiner Nutzung wieder herstellen. Der Kongresssaal ist Teil des Deutschen Museums, das längst als Leuchtturm weltweit strahlt, auch wenn es die Stadt ignoriert. Ein Gebäudekomplex erbaut in den Jahren etwa 1900 bis 1930.
Der Kongresssaal des Deutschen Museums in seiner Proportion entspricht etwa dem berühmten Musikvereinssaal in Wien, aus dem die Neujahrskonzerte aufgeführt und weltweit übertragen werden. Selbst in Details waren in der ursprünglichen Gestaltung Übereinstimmungen gegeben, so die Orgel und deren Position, das Parkett mit seiner Bestuhlung, die Balkone, die Kassettendecke. Es ist kein Risiko, die Akustik für Musiker und Zuhörer für gut zu bewerten. Der rekonstruierte Kongresssaal könnte sicher für 2000 Hörer Platz bieten – so wie der berühmte Saal des Musikvereins in Wien. Zur Einstimmung des Publikums könnte in den Vorräumen des Konzertsaales ein Teil der Instrumentensammlung präsentiert werden. Die Besucher werden so auf die gesamte Sammlung neugierig. **Max Bräutigam**

Wir freuen uns über Ihre Kommentare zu diesem Thema.

Abbildungen: Deutsches Museum

Auge um Auge

Ha! Wusst ich's doch! Sie sind das immer!« Ich zuckte zusammen. Die schrille Stimme der Hausmeisterin durchbohrte mein Trommelfell. Ich drehte mich um, und da stand die Melkfuß und hob drohend den Besen, den Besen, den sie immer bei sich trug, weniger um die Treppe zu kehren, als viel mehr als Waffe und Zepter, als Insigne ihrer häuslichen Gewalt. Ich schloss behutsam den Deckel des Restmüllcontainers. »Oh, äh –, einen schönen guten Abend«, sagte ich und legte so viel Wärme in meine Stimme, wie es mir angesichts dieses Hausdrachens nur eben möglich war. »So spät noch im Dienst?«

»Ganz recht. So spät noch im Dienst! Eine Sauerei is ja des, was Sie da immer machen!« Und ihre s-Laute waren dabei so scharf und schneidend wie ein herabstürzendes Fallbeil, ehe es den Kopf des Delinquenten vom Rumpf trennt.

Ich muss, fürchte ich, an dieser Stelle ein kleines Geständnis machen. Keine große Sache. Gar nicht der Rede wert. Würde ich es beichten, bekäme ich mühelos die Absolution. Vielleicht müsste ich einen Rosenkranz beten. Oder zwei. Maximal fünf. Es hat mit unserem Müll zu tun. Also mit meinem Abfall. Schuld ist aber im Grunde die Gemeinde. Ich meine, ist es nicht hirnverbrannt, dass mittlerweile 40 Millionen deutsche Haushalte zugleich 40 Millionen Mülltrennungsanlagen sind? In jeder deutschen Küche stehen inzwischen fünf oder sechs verschiedene Müllbehältnisse herum. Altpapier, Altglas, Biomüll, Kunststoff, Metall, Restmüll. Die kleineren Töpfe für Batterien, Energiesparlampen, Farbe und Lacke, abgelaufene Medikamente und Plutonium noch gar nicht eingerechnet. Altkleidersäcke auch nicht. Elektroschrott auch nicht. Ich kenne Leute, die essen nur noch auswärts, weil sie ihre Küche nicht mehr betreten können. Stehen ja überall diese Tonnen herum. Und es stinkt so erbärmlich, dass selbst die Schaben und Ameisen lieber draußen bleiben. Ist das etwa nicht Grund genug für ein kleines bisschen zivilen Ungehorsam? Für die Entscheidung, sich dann doch lieber nur mit einem einzigen Mülleimer zu begnügen und zugleich die Forschung ganz praktisch vor die edle Herausforderung zu stellen, beizeiten eine vollautomatische Sortieranlage zu entwickeln? Frau Melkfuß sah das wohl irgendwie nicht so. Ein asoziales Subjekt sei ich, ein Müllgebührenhochtreiber, ein Schmarotzer, Schmutzfink, studierter Abschaum, damischer. Im Schutze der Nacht würde ich mein finsteres Geschäft betreiben, dann wenn's keiner sehe. Oder besser: dann wenn ich glaubte, es sähe keiner. Aber nicht mit ihr! Meinen eher zaghaft vorgebrachten Einwand, dass ich doch gewiss nicht der Einzige sei, wischte sie mit einem drohenden Wedeln ihres Besens kurzerhand vom Tisch. Ungeheuerlich sei das ja, jetzt auch noch die unbescholtenen Mitbewohner anzuschwärzen. Ich meine auch gehört zu haben, dass sie den Vorfall dem Hauswirt melden wollte. Niedergeschlagen und zornig zugleich stieg ich die Treppen zu unserer Wohnung hinauf. Der prall gefüllte Restmüllsack schlenkerte mir gegen die Knie. »Die kann mich doch mal! Die kann mich doch mal kreuzweis!«, dachte ich, und eventuell auch etwas zu laut. Fräulein Schröder begrüßte mich sanft lächelnd an der Wohnungstür und meinte nur, dass sie sich ohnehin schon gewundert habe, dass sich noch niemand beschwert habe. Sie hätte das ja schon längst ... Aber da war ich bereits im Badezimmer, hatte den kompletten Inhalt des Müllsacks in die Wanne gekippt, hatte mir Gummihandschuhe übergezogen, mit meiner Sortierarbeit begonnen und schmiedete unter wüsten Flüchen Rachepläne gegen den kollektiven Trennungsirrsinn im Allgemeinen und gegen die Melkfuß im Besonderen. Keine 20 Stunden später friemelte ich eine kleine Webcam an das Ende eines aus mehreren Teilen zusammengeschraubten Zinkrohres, das ich aus dem Fenster meines Arbeitszimmers acht Meter senkrecht an der Hauswand entlang nach unten führte, bis es auf einem Gebäudesims aufsetzte. Oben befestigte ich das Rohr mit einer Schelle am Fensterrahmen. Die Bilder, die ich von unseren Mülltonnen auf den Bildschirm meines Rechners geliefert bekam, waren gestochen scharf. Es könnte schon sein, das Fräulein Schröder sich später zu Recht darüber beschwerte, dass ich ganze Tage nicht ansprechbar und außerdem ziemlich übermüdet gewesen sei. Aber was für ein Triumph! Huber aus dem Parterre versenkte da seine alten Winterreifen, Striezel aus dem Ersten mehrere Farbeimer und Lackdosen, Körners von oben waren anscheinend der Meinung, dass ihr zusammengekrachter Küchenstuhl sich zu super Recyclingpapier machen ließe. Meine lieben Nachbarn, Müllkriminelle allesamt. Man sollte diesen sauberen Herrschaften mal einen deutlichen Brief schreiben, dachte ich: Sehr geehrter Herr Körner, Sie wurden am vergangenen Freitag um exakt 22:17 Uhr dabei beobachtet, wie sie einen defekten Küchenstuhl in die blaue... Aber Fräulein Schröder, der ich diese Idee vortrug, starrte mich nur entgeistert an. Und die Melkfuß, was war nur mit der Melkfuß? Nach sieben ergebnislosen Tagen fand ich schließlich, dass ich das Ganze dann doch mal etwas beschleunigen müsste. Ich stellte mir den Wecker auf drei Uhr nachts, schlich mich die drei Stockwerke hinunter und in den Keller und schleppte aus der hintersten Ecke unseres Kellerabteils ein schön rostiges, altes Ölfass hoch, das ich direkt vor den Briefkästen platzierte. Melkfuß würde einen Herzinfarkt bekommen und umgehend zur Tat schreiten. Und dann, tja und dann ... Allein, es kam dann doch etwas anders. Morgens um sieben läutete es Sturm. Die Hausmeisterin stand da mit hochrotem Kopf. Sie sagte nichts, sie schnaufte nur, sie pumpte wie ein Käfer kurz vor dem Abflug. Der Besen in ihrer Hand zitterte. Dann reichte sie mir ein Blatt Papier. Es war ein Fotoausdruck mit Datum und Zeitangabe. 3:17 Uhr war da darauf gedruckt. Es war ein Mann darauf zu sehen, der unten im Haus vor den Briefkästen stand und mit beiden Händen ein großes Fass umklammert hielt. ■

Text: Daniel Schnorbusch, Illustration: Jana Konschak

DER AUTOR

Dr. Daniel Schnorbusch geboren 1961 in Bremen, aufgewachsen in Hamburg, Studium der Germanistischen und Theoretischen Linguistik, Literaturwissenschaft und Philosophie in München, ebendort aus familiären Gründen und nicht mal ungern hängen geblieben, arbeitet als Lehrer, Dozent und freier Autor.

Vorschau Ausgabe 3/2012 erscheint im Juli 2012

Am Glasbläserstand des Deutschen Museums erleben die Besucher die Entstehung kunstvoller Glasobjekte.

Moldavit aus der Tschechischen Republik. Moldavite sind grüne natürliche Gläser. Geologen vermuten, dass die Gebilde vor fünfzehn Millionen Jahren beim Einschlag eines Meteoriten in Bayern (Nördlinger Ries) entstanden und durch den Aufprall bis in die Tschechische Republik geschleudert wurden.

Ein Werkstoff mit vielen Facetten

Als »Glas« werden zunächst alle Stoffe bezeichnet, die sich in einem »glasigen« Zustand befinden. Eine kaum überschaubare Palette an industriell gefertigten Gläsern gehört ebenso dazu wie die unterschiedlichsten natürlichen Gläser. Obsidiane beispielsweise ähneln unserem Glas sehr. Sie sind wahrscheinlich vulkanischen Ursprungs.

Schon vor ca. 7000 Jahren haben Menschen Gegenstände aus Glas hergestellt: Perlen beispielsweise oder glasartige Glasuren für Keramiken. Als Ausgangsmaterialien dienten Sand, Asche und Kreide. Für Wissenschaftler ist »Glas« bis heute ein spannender Werkstoff geblieben, der noch nicht alle Geheimnisse preisgegeben hat.

Für unsere nächste Ausgabe haben wir nachgefragt: Was ist Glas? Welche chemischen und pysikalischen Eigenschaften hat dieser vielseitige Stoff? Unsere Autorinnen und Autoren erläutern die Herstellung von Glasfasern und Flachglas und stellen luxuriöse, künstlerische Gefäße aus Glas vor. Sie haben Glasbläser vom Glasbläserstand des Deutschen Museums besucht und berichten über geheimnisvolle Obsidiane. Wir laden Sie außerdem zu einem Abstecher in die Ausstellung Glastechnik ein. Hier werden zahlreiche aktuelle und historische Verfahren der Glasverarbeitung gezeigt und erläutert.

Impressum

Das Magazin
aus dem Deutschen Museum

36. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum München
Museumsinsel 1
80538 München
Postfach 80306 München
Telefon (089) 21 79-1
www.deutsches-museum.de

Gesamtleitung: Rolf Gutmann (Deutsches Museum), Dr. Stefan Bollmann (Verlag C.H. Beck, verantwortlich)

Beratung: Professor Helmuth Trischler

Redaktion: Sabrina Landes-Rachlé (Leitung), Andrea Bistrich, Manfred Grögler (Korrektorat), Birgit Schwintek (Grafik), Bärbel Bruckmoser (Produktion) Günderodestraße 24, 81827 München, Telefon (089) 12 11 67-12, Fax (089) 12 11 67-27, E-Mail: kute@publishnet.de, www.publishnet.de

Verlag: Verlag C.H.Beck oHG, Wilhelmstraße 9, 80801 München; Postfach 40 03 40, 80703 München, Telefon (089) 3 81 89-0, Telefax (089) 3 81 89-398, Postbank: München 62 29-802, www.beck.de; Der Verlag ist oHG. Gesellschafter sind Dr. Hans Dieter Beck und Dr. h.c. Wolfgang Beck, beide Verleger in München.

Wissenschaftlicher Beirat: Dr. Frank Dittmann (Kurator Energietechnik, Starkstromtechnik, Automation), Dr. Johannes-Geert Hagmann (Kurator Physik, Geodäsie, Geophysik), Dr. Nina Möllers (Forschungsinstitut), PD Dr. Elisabeth Vaupel (Forschungsinstitut), Bernhard Weidemann (Leiter Presse- und Öffentlichkeitsarbeit)

Herstellung: Bettina Seng, Verlag C.H.Beck

Anzeigen: Fritz Lebherz (verantwortlich), Verlag C.H.Beck oHG, Anzeigen-Abteilung, Wilhelmstraße 9, 80801 München; Postfach 40 03 40, 80703 München; Telefon (089) 3 81 89-598, Telefax (089) 3 81 89-599. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 27, Anzeigenschluss: sechs Wochen vor Erscheinen.

Repro: Rehmbrand, Rehms & Brandl Medientechnik GmbH, Friedenstraße 18, 81671 München

Druck und Bindung: Memminger MedienCentrum, Fraunhoferstraße 19, 87700 Memmingen

Versand: Druckerei C.H.Beck, Niederlassung des Verlags C.H.Beck oHG, Bergerstr. 3, 86720 Nördlingen

Bezugspreis 2012: Jährlich 26,– €;
Einzelheft 7,80 €, jeweils zuzüglich Versandkosten

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene 52,– € , Schüler und Studenten 32,– €). Erwerb der Mitgliedschaft: schriftlich beim Deutschen Museum, 80306 München. **Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesellschaft** zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e. V. ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen: Georg-Agricola-Gesellschaft, Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg, Telefon (03731) 39 34 06

Bestellungen von Kultur & Technik über jede Buchhandlung und beim Verlag. **Abbestellungen** mindestens sechs Wochen vor Jahresende beim Verlag.
Abo-Service: Telefon (089) 3 81 89 - 679

* * * * *

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Sie und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags. Der Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Beiträge und Bilddokumente. Die Redaktion behält sich vor, eingereichte Manuskripte zu prüfen und gegebenenfalls abzulehnen. Ein Recht auf Abdruck besteht nicht. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

ISSN 0344-5690

Abbildungen: Deutsches Museum; wikipedia