

2B 7361
8 400 / 1

Farbillusionen Den meisten Menschen erscheint die Welt bunt. Wissenschaftlich betrachtet ist das ganz anders.
Vom Verschwinden der Farben Licht, Luft und Schadstoffe lassen die Farben von Museumsobjekten verblassen.
Gut Ding braucht Weile Nach uralten Rezepten gerbt ein kleiner Familienbetrieb in der Schweiz feine Leder.

KULTUR & TECHNIK

BIBLIOTHEK
DES DEUTSCHEN MUSEUMS
MÜNCHEN



Farben

Inhalt

Farben

Thema

- 12** **Farbillusionen**
Wie Menschen Farbe wahrnehmen
Bernd Flessner
- 17** **Steiniger Weg zur Norm**
Instrumente und Methoden zur Bestimmung eines allgemeinen Farbwertes
Thomas Steinhauser
- 21** **Licht aus Kristallen**
Leuchtdioden erobern unseren Alltag
Christine Reif
- 22** **Design und Wirklichkeit**
Falschfarben in Datenbildern der Naturwissenschaften
Jochen Hennig
- 27** **Vom Verschwinden der Farben**
Wie Museen ihre Objekte schützen können
Andrea Funck

- 32** **Aus drei mach eins**
Ein Streifzug durch die Geschichte der Farbfotografie
Cornelia Kemp

Magazin

- 42** **Astronomisches für den Kaiser**
Peter Apians *Astronomicum Caesareum*
Helmut Hilz
- 44** **Gut Ding braucht Weile**
Eine Schweizer Gerberei
Lucien F. Trueb
- 50** **»Beam me up, Harry!«**
Porträt: Harry O. Ruppe
Daniel Schnorbusch
- 52** **Reisen nach Europa**
Technikmuseen in Ungarn und in der Slowakei
Dirk Bühler, Helmut Hilz, Elisabeth Knott

Rubriken

- 4** **Kaleidoskop**
- 38** **MikroMakro**
Die Seiten für junge Leser
- 56** **Internes**
- 59** **Neues aus dem Freundes- und Förderkreis**
- 61** **Buch-Auslese**
- 62** **Termine**
- 64** **Schlusspunkt**
Lila Hose
Daniel Schnorbusch
- 66** **Vorschau, Impressum**



Durch die Analyse von Farbspuren lassen sich Objekte relativ gut datieren. Teerfarben, zum Beispiel, gibt es erst seit 1856.

Farben in der Wissenschaft können allgemeinverbindlicher Code sein oder der besseren Darstellbarkeit dienen. Manchmal sind sie einfach nur Design.



Nach uralten Methoden und Rezepten gerbt Jürg Zeller in seinem Zwei-Mann-Betrieb feine Leder.

Editorial

Farben

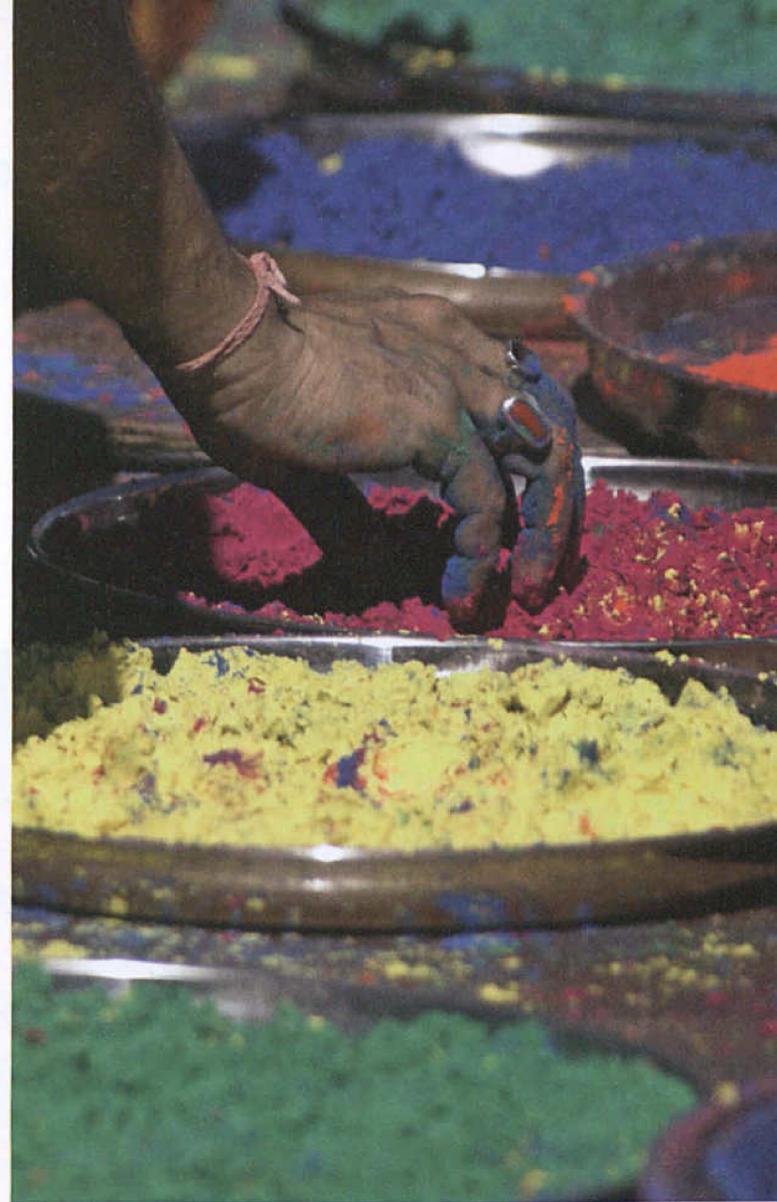
LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

Wissen Sie, was eine »Farbdusche« ist? Einen Duschstrahl können Sie sich sogar im Internet abholen. (www.kommdesign.de/fakten/dusche.htm.) Oder Sie fahren im Frühjahr nach Indien. Dort hätten Sie Gelegenheit, von Kopf bis Fuß mit Farbwasser und -puder eingefärbt zu werden und die inspirierende Wirkung hautnah zu erleben. Farben beeinflussen Stimmungen, sie wirken als Symbole (Rot für die Liebe, Schwarz für den Tod) oder prägen Marken (Post, Coca-Cola). Natürlich gäbe es keine Farbe ohne Licht, aber auch das Licht könnte nichts in Farbe tauchen, wenn Körper nicht die Eigenschaft hätten, Licht in unterschiedlicher Weise zu reflektieren. Darüber hinaus benötigt Farbe noch unser Auge und das Gehirn, um erst zu Farben zu werden, d.h. zu unterscheidbaren Sinnesindrücken. Die bei Menschen gar nicht so seltenen Farbsinnstörungen erinnern uns daran. Für den Wissenschaftler ist die Farbe – bei aller Faszination – daher ein eher sperriger Gegenstand. Eine objektivierbare Messung der Farbwahrnehmung bereitet bis heute enorme Schwierigkeiten. Was dem einen ein sattes Blau ist, erscheint dem anderen als unerträgliches Lila (die Geschichte dazu lesen Sie im Schlusspunkt). Unterschiedliche Medien erschweren die Vergleichbarkeit. Wer wüsste das besser als Grafiker und Drucker. Auch bei der Herstel-

lung dieses Heftes wurde mit Autoren über die »richtigen« Farben von Bildern diskutiert. Was auf dem Bildschirm als düsteres Grau erscheint, kann im Druck überraschend blau herauskommen. Das Phänomen der unterschiedlichen Farbdarstellung in verschiedenen Farbräumen (Stichwort: RGB, CMYK, LAB) führt oft genug zu bösen Überraschungen. Und die Begriffe, die uns zur Beschreibung von Farben zur Verfügung stehen, sind enttäuschend vage. Nur verbindliche Normen helfen weiter, niedergelegt in Farbfächern, Tabellen und Messgeräten. Sie erleichtern die Kommunikation unter Expertinnen und Experten. All diese Schwierigkeiten zeigen: Farben lassen sich schwer in ein exaktes, wissenschaftlich nachvollziehbares Raster packen. Unsere Autoren erläutern, woran das genau liegt und mit welchen Tricks die Wissenschaft der Farbe auf den Grund geht.

Gefreut haben wir uns sehr über Ihre Zuschriften zum »Lieblingsobjekt«. Leider konnten wir nicht alle Einsendungen berücksichtigen. Wir werden aber in den nächsten Ausgaben von *Kultur & Technik* immer wieder einmal ein Lieblingsobjekt vorstellen – so dass Ihre Mühe nicht vergebens war!

Mit herzlichen Grüßen
Sabrina Landes



Holi, Phagwah oder Dol Yatra – das indische Frühlingsfest hat viele Namen. Der Ursprung des Festes geht auf uralte Mythen zurück. Überall in Indien feiern die Menschen fünf Tage nach dem Frühlingsvollmond ein rauschendes, buntes Fest. Sie bespritzen, bewerfen und bemalen sich mit gefärbtem Wasser und Farbpulver.

MikroMakro

Wissen · Entdecken · Experimentieren

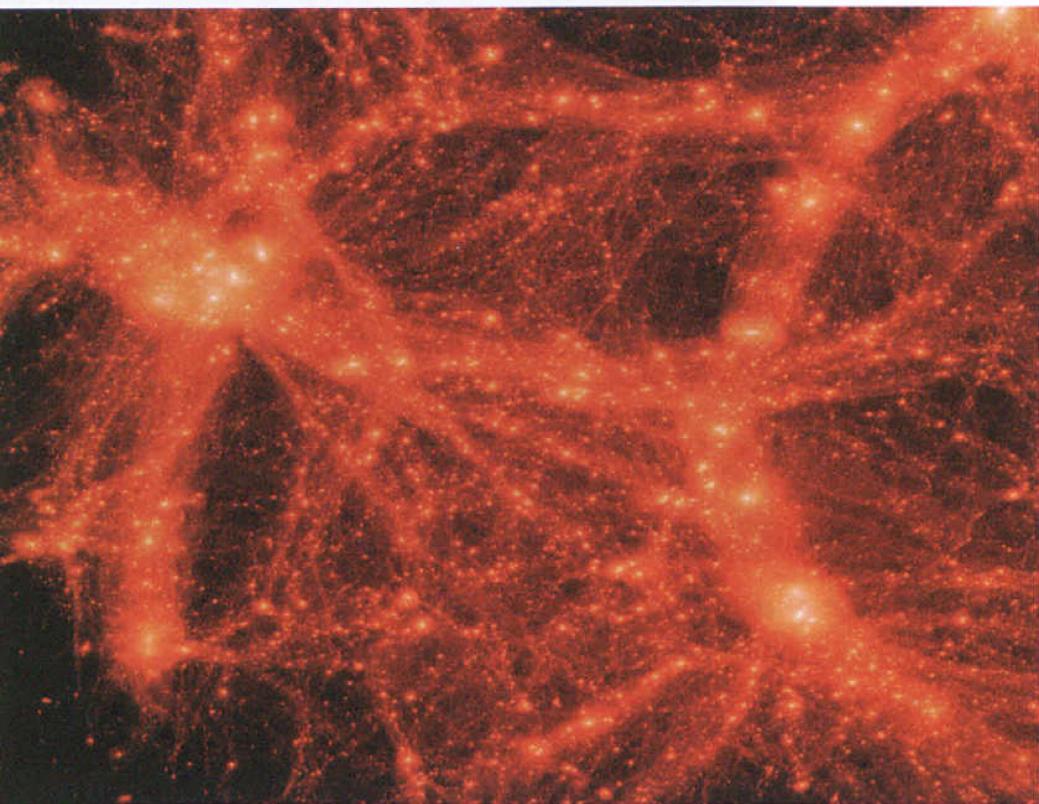
Die Gewinner unseres Preisrätsels in MikroMakro sind diesmal: Florian Irmer, Joseph Rupprecht, Constantin Rupprecht, Dominic Timm
Herzlichen Glückwunsch!

Wir danken dem Kosmos-Verlag, der uns wieder einen Experimentierkasten als Hauptgewinn stiftete.

Liebe Mitglieder, liebe Freunde und Förderer des Deutschen Museums,

wir freuen uns, Sie im Neuen Jahr (wieder) als Mitglied des Deutschen Museums begrüßen zu dürfen und senden Ihnen auf diesem Wege unsere besten Wünsche. Im Dezember haben wir den Weihnachtsbrief mit Rechnung und Wertmarke 2009 versandt. Sollten Sie eine Rechnung ohne Wertmarke erhalten haben, geben Sie uns bitte baldmöglichst Bescheid – schließlich möchten wir, dass Sie Ihre Mitgliedschaft das ganze Jahr nutzen können!

Ihre Mitgliederbetreuung: Sabine Müller, Tel.: 089 / 21 79 - 310 · Fax: 089 / 21 79 - 438
E-Mail: mitgliederinfo@deutsches-museum.de



Kosmisches Netz: Computer simulieren, wie sich Strukturen des Universums entwickeln.

JAHR DER STERNGUCKER

Das von den Vereinten Nationen ausgerufene Internationale Jahr der Astronomie hat begonnen. Seit 400 Jahren gibt es die neuzeitliche Astronomie, deren Anfänge dadurch markiert wurden, dass Forscher wie Galileo Galilei oder Johannes Kepler durch die ersten Teleskope in den Himmel blickten. Seither hat sich nicht nur die Technik stark verbessert, auch das Ansehen dieser Wissenschaft ist stark gestiegen. Sie prägt die Vorstellung von unserem Planeten und seinen nahen und fernen Verwandten, ihre Wissensbasis wird regelmäßig verbessert. Dank zahlreicher Initiativen, Veranstaltungen und Ausstellungen wird es 2009 viele Gelegenheiten geben, zu den Sternen aufzuschauen.

www.astronomie2009.de

www.astronomy2009.org

expedition ZUKUNFT science express

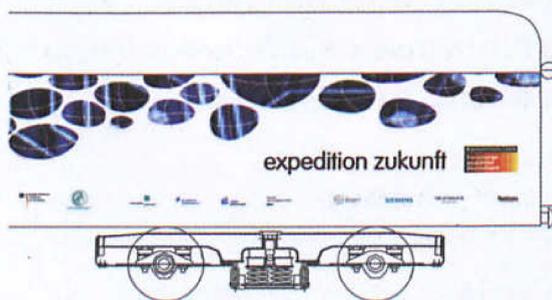
WISSENSCHAFTSJAHR 2009

In diesem Jahr widmet sich das Wissenschaftsjahr keiner Einzeldisziplin, sondern geht auf Deutschland-Expedition. Forschungsergebnisse »Made in Germany« haben den Alltag der Deutschen verändert. In diesem Jahr sollen die Bürgerinnen und Bürger die Gelegenheit bekommen, Forschern über die Schulter zu schauen und mit ihnen in Dialog zu treten. Was Wissenschaft in der Gesellschaft bewegt, ist eine der Fragen, die gestellt werden sollen. Die Richtung für dieses Wissenschaftsjahr ist auch schon vorgegeben: Wir schauen nach vorn. Im Frühjahr wird das Zukunftsschiff »MS Wissenschaft« in See stechen. Neu dazukommen wird heuer ein Ausstellungszug, der auf 300 Metern zur »Expedition Zukunft« einlädt und in 60 Städten Station machen wird. Nicht Science-Fiction hat

der Zug an Bord, sondern Exponate, Experimente und interaktive Anwendungen, die spannende Einblicke in die aktuelle Forschung am Standort Deutschland bietet, deren Ergebnisse sich innerhalb des nächsten Jahrzehnts wohl auch in unserem Alltag niederschlagen werden.

www.forschungsexpedition.de

www.expedition-zukunft.org



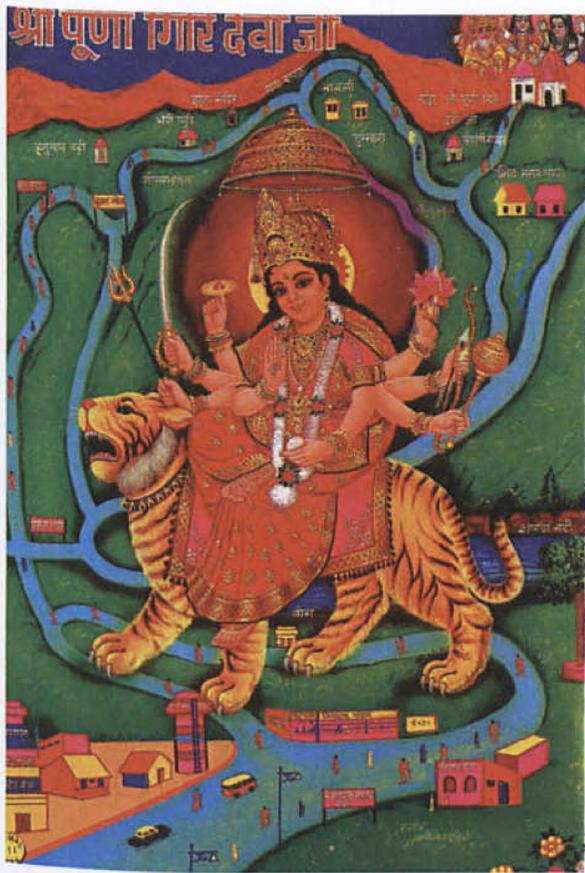
Die Entdeckungsreise beginnt im März 2009.

BIOLOGIE UND TECHNIK

Im Mannheimer Technikmuseum ist der Bionik nun eine eigene Dauerausstellung gewidmet. Bei dieser Wissenschaft werden von der Natur entwickelte Strukturen und Lösungen mit technischen Mitteln nachgeahmt. Der Klettverschluss (Klett pflanze) und Aiberleffekte (Lotuspflanze) sind erfolgreiche Beispiele, Otto Lilienthals Flugapparate waren zumindest ein Versuch. Die Ausstellung stellt vor, wie strömungsgünstig ein spindelförmiger Pinguin ist oder wie stabil eine Bienenwabe, zeigt aber auch die aktuelle Forschung an Robotern und bionischen Flugzeugen. Vorträge von Forschern, die auf diesem Gebiet tätig sind, geben zudem Einblicke in eine Wissenschaft, die eine immer größere Bedeutung bekommt. Für mehr Informationen zu diesem Thema ist übrigens auch ein Blick auf die Webseiten des Bionik-Kompetenz-Netzwerkes BIONIKON zu empfehlen.

www.landesmuseum-mannheim.de

www.biokon.net



Religiöse Kunst aus Indien: Shri Purna Giri Deviji Pilgerweg von Kajri Jain.

AUSSTELLUNG

MEDIUM RELIGION

Religiöse Auffassungen werden durch Bilder veranschaulicht, das ist eine Konstante der Menschheit seit den ersten Höhlenmalereien. Auch heute gilt das sowohl für die Weltkirchen als auch für Fanatiker und Sektierer. Der Spannungsbogen reicht von stiller Einkehr im Zeichen starker Symbole, über Darstellungen feierlicher Anbetung bis hin zu Zeugnissen brutaler Niederschlagung des Andersgläubigen. Zwischen Kunst und medial-dokumentarischer Berichterstattung bewegt sich die spannende Ausstellung im Karlsruher ZKM, bei der über 50 aktuelle Beispiele zu sehen sind, die zeigen,

wie fließend die Grenzen sein können. Religiöse Ikonographie bereitet für Fanatiker den Weg in den Terrorismus, Sekten werben honigsüß mit dem ganzen Instrumentarium der medialen Trickkisten – dank eines Heilsversprechens findet beides sein Publikum. Über den Anteil der visuellen Kommunikation an der sogenannten »Rückkehr der Religionen« bietet diese Schau einen guten Überblick. Einen Audioguide im MP3-Format kann man unter <http://zkmp3.zkm.de> schon vor dem Museumsbesuch herunterladen.

**Bis 19. April 2009 im Zentrum für Kommunikation und Medien (ZKM),
Museum für Neue Kunst, Karlsruhe**
www.zkm.de/mediumreligion



1895 konnte man gemütlich durch Wien gondeln.

entfernte Reiseziele ganz nah erscheinen. Dem Reisen im Kopf widmet sich eine Ausstellung im Museum Wien. Sie zeigt, wie man mithilfe der Laterna magica an einer Eismeerexpedition teilnahm oder das entlegene Afrika bereiste. Schausteller tourten mit Guckkästen, die zur Zimmerreise in den

Wilden Westen einluden, durchs Land. 360 Grad Panoramen, sich abrollende Leinwandstreifen, beleuchtete Landschaftsdioramen. Das Publikum kam in Massen. Sogar Themenparks gab es: venezianische Palazzi-Nachbauten und echte Kanäle auf 50 000 Quadratmetern im »Venedig in Wien«.

Zauber der Ferne

Bis 29. März 2009

Wien Museum Karlsplatz

www.wienmuseum.at

AUSSTELLUNG

BALSAM FÜRS FERNWEH

Reisen waren im 19. Jahrhundert zwar nicht mehr eine ganz so beschwerliche, für die meisten aber immer noch unerschwingliche Angelegenheit. Lieber begab man sich nur in der Vorstellung auf große Fahrt, las Berichte von Reisenden oder versenkte sich in einen Roman, der einen an exotische Schauplätze versetzte. Eine neu aufkeimende Form der Unterhaltungsindustrie, die per se auf Illusionen aller Art spezialisiert ist, ließ auch noch so

– Webtipp –



**MIT IHM BEGANN DIE
WIENER KLASSIK**

2009 jährt sich der Todestag von Joseph Haydn zum 200. Mal. Der Lebensweg des ersten großen Vertreters der Wiener Klassik führte vom niederösterreichischen Geburtsort Rohrau auf die burgenländischen und ungarischen Landsitze der Familie Esterházy und nach Wien. Dies sind denn auch die nahe liegenden Hauptstationen der geplanten Feierlichkeiten. An den Orten seines Wirkens werden Ausstellungen, Rundgänge und Konzerte an den Komponisten erinnern.

www.haydn2009.at

www.wien.info/haydn-jahr-2009

EVOLUTIONSGESCHICHTEN

Vor 200 Jahren, am 12. Februar 1809, wurde Charles Darwin geboren. Ein Großteil seiner Manuskripte wird in der Bibliothek der Universität Cambridge aufbewahrt. Bücher, Manuskripte und Handschriften sind inzwischen digitalisiert und online zugänglich. Auch die umfangreiche Korrespondenz wird nach und nach aufbereitet und zur Verfügung gestellt.

darwin-online.org.uk

www.darwinproject.ac.uk

DER CHEMIE-NOBELPREIS 2008

Farbpalette für Zellen

Der Chemie-Nobelpreis 2008 würdigte drei Forscher, die die Bausteine des Lebens – unsere Zellen – in bunter Vielfalt erstrahlen lassen. Osamu Shimomura, Martin Chalfie und Roger Y. Tsien entlockten einer Qualle das grün fluoreszierende Protein (GFP) und gaben den Biowissenschaften ein neues, leistungsfähiges Werkzeug in die Hand.

Erst wenn der Mensch etwas mit den eigenen Augen sieht, wird es für ihn zu einer fassbaren Realität. 80 Prozent unserer Sinneseindrücke nehmen wir damit wahr. Modernste Mikroskope erlauben uns, die Bausteine des Lebens im Detail zu studieren. Um jedoch die verschiedenen Zellen lebender Organismen mit ihrem biologischen Werdegang zu untersuchen, müssen diese unterscheidbar sein, sich farblich voneinander abheben. Ein grün fluoreszierendes Protein eines eleganten Meeresbewohners, der Quallenart *Aequorea victoria*, sollte den Biologen »Durchblick« in die Billionen Zellen mancher Lebewesen verschaffen. Mithilfe des fluoreszierenden Quallenproteins lässt sich verfolgen, wo und wann sich Eiweiße bilden und wie diese miteinander wechselwirken.

GRÜNE LEUCHT-SILOUETTE

Die Geschichte dieses biologischen Werkzeugs begann in den 1960er Jahren: Osamu Shimomura, der sich bereits auf biolumineszierende Meeresorganismen spezialisiert hatte, interessierte sich insbesondere für eine nordpazifische Quallenart. Er wollte herausfinden, warum ihre Schirmränder grünlich aufschimmern, wenn man das Tier in

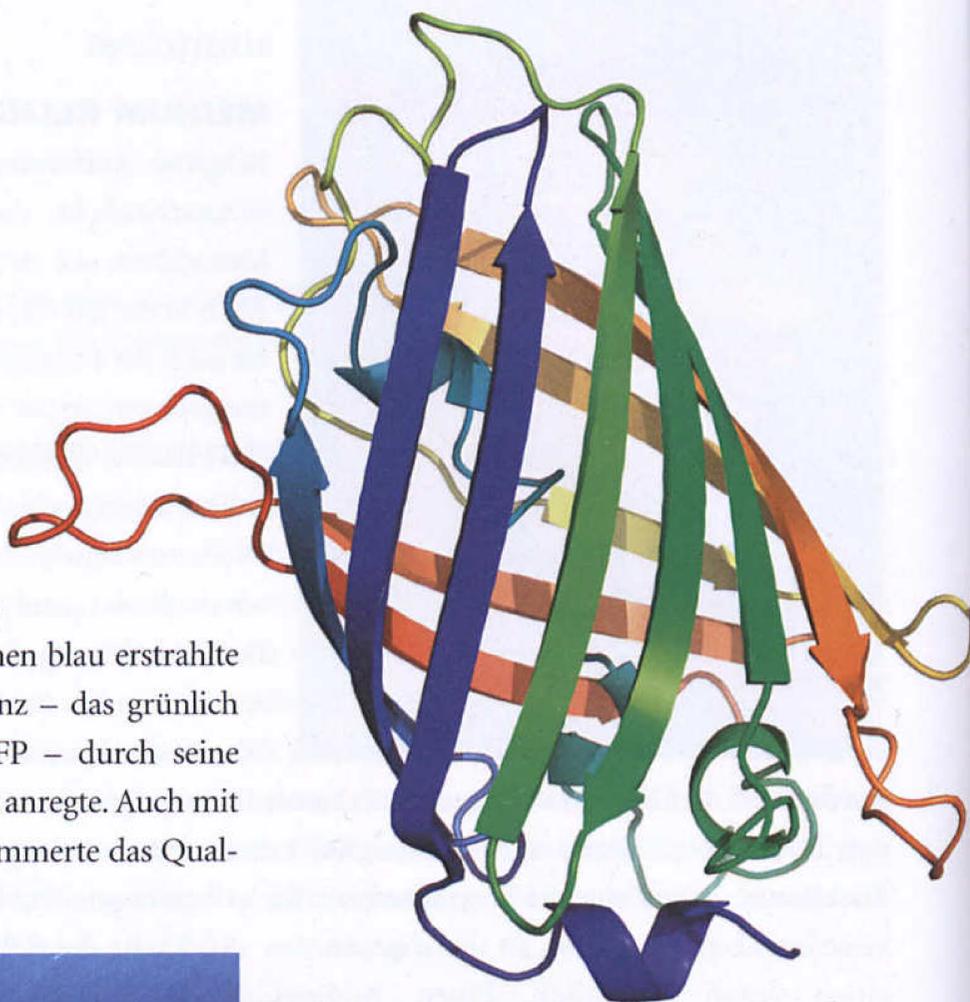
Bedrängnis brachte. Im Quallenextrakt fand Shimomura zwei Leuchtmittel, wobei das erste in Gegenwart von Kalziumionen blau erstrahlte und so eine zweite Substanz – das grünlich fluoreszierende Protein GFP – durch seine Lichtenergie zum Leuchten anregte. Auch mit künstlichem UV-Licht schimmerte das Quallenprotein grün.



Aequorea victoria

VON DER KURIOSITÄT ZUM INSTRUMENT

Ende der 1980er Jahre suchte der zweite Preisträger, Martin Chalfie, nach einem molekularen Farbmarker, um sein Untersuchungsobjekt, einen durchsichtigen Fadenwurm, in seinen Entwicklungsstufen zu beobachten. Er stieß dabei auf die Publikationen Douglas Prashers, der Shimomuras Arbeit aufgegriffen und das leuchtende Protein entschlüsselt hatte. Seine Strategie sah vor, den genetischen Abschnitt, der dieses Leuchtmittel codiert, künstlich herzustellen und das Teilstück in das Erbgut anderer Zellen einzubauen. Daraus sollten diese dann selbst GFP herstellen und unter UV-Licht leuchten. Das Experiment glückte in Chalfies Labor, und die Biologen hatten ein neues, visuelles Werkzeug für ihre Modellorganismen – von der Tauffliege bis zur Maus – in der Hand.



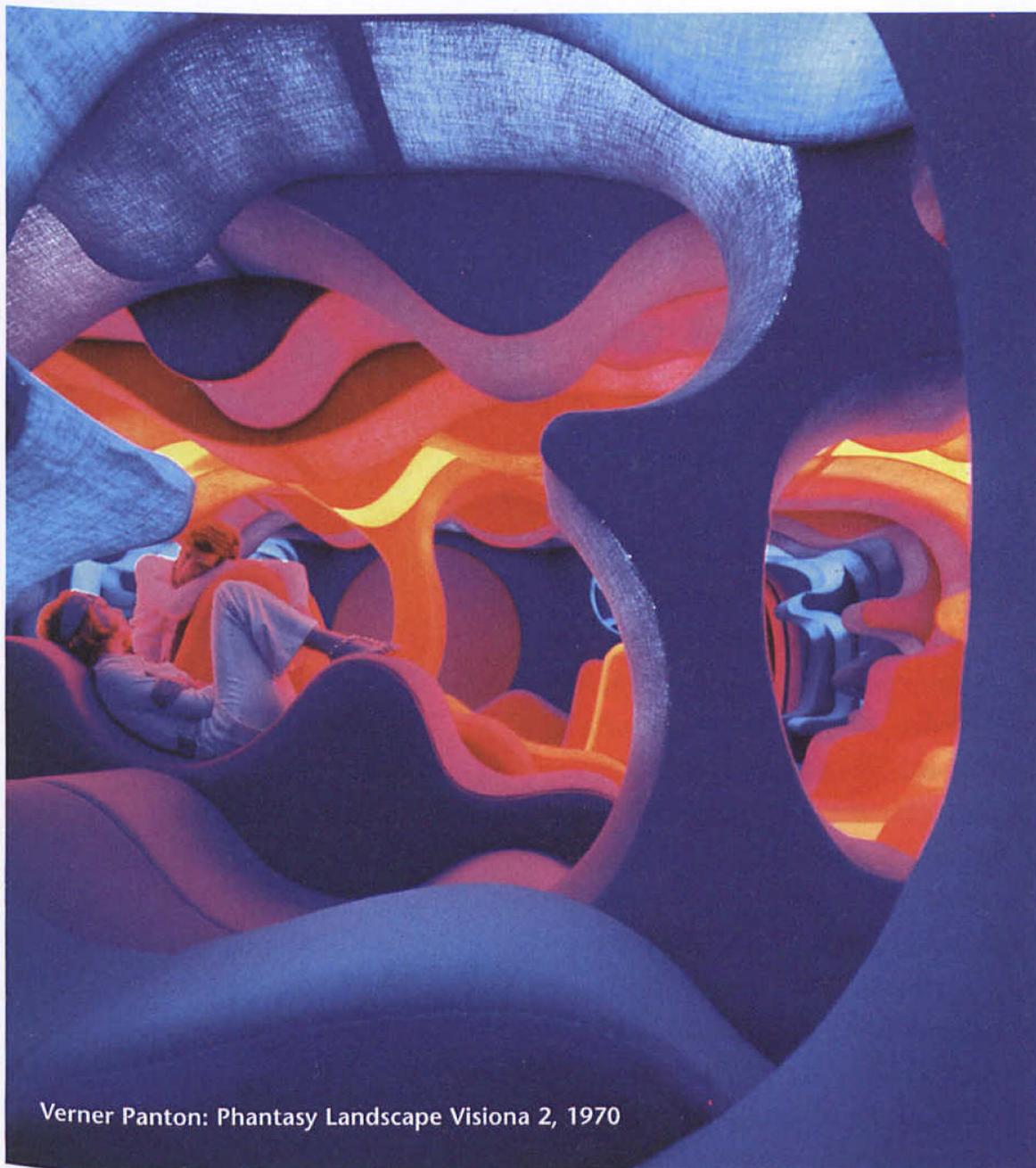
Im Quallenextrakt verbirgt sich das leuchtende Protein, es besitzt diese Struktur.

LEBENSBAUSTEINE IN ALLEN FARBEN

Diese Erfolgsgeschichte führte Roger Tsien, den dritten Laureat, weiter: Er widmete sich den Zusammenhängen zwischen molekularer Struktur und Funktion des leuchtenden Proteins. Durch feinste Veränderungen in der chemischen Struktur der Eiweißkette konnte er die Wellenlänge des ausgesendeten Lichtes beeinflussen. So wurden viele Verwandte des GFP entwickelt. Sie machten die Welt der Zellen immer bunter. Tsien gelang es auch ein rot fluoreszierendes Farbmolekül herzustellen, eine besonders große Herausforderung für die Wissenschaftler.

Diesen »molekularen Malkasten« nutzen die Forscher rund um den Globus: Unterschiedliche Zelllinien wurden dadurch in besonders ansehnlicher Farbvielfalt sichtbar. Varianten der GFP-Technik finden in der Umwelttechnik Anwendung: Denn damit können Wissenschaftler schnell die Belastung von Böden prüfen, indem sie Bakterien markieren, die nur auf bestimmten, beispielsweise schwermetallbelasteten Proben, lebensfähig sind.

Caroline Zörlein



Verner Panton: Phantasy Landscape Visiona 2, 1970

AUSSTELLUNG

WOHNEN UND KUNST

Bürgerzimmer im Stil des Biedermeier und futuristische Wohnlandschaften sind die Pole zwischen denen sich die Ausstellung Interieur/Exterieur bewegt. Der »kulturhistorischen Streifzug« durch die letzten zweihundert Jahre Wohnkunst und -design zeigt, wie symptomatisch Innenausstattung für den Zustand des modernen Menschen sein kann. Man zieht sich zu Hause entweder ins Privatleben zurück oder präsentiert stolz die eigenen vier Wände – immer bewohnt man jedoch eine Kombination aus Architektur und Design. In der großen Ausstellungshalle führt eine Art Parcours zum Beispiel durch Rekonstruktionen historischer Interieurs. Installationen, Fotos, Videos und Gemälde öffnen den Blick für Räume, Einrichtung und ihre Bewohner. Auch experimentelle Designobjekte und weltberühmte Möbel werden in den Raum gestellt. Werke von 68 Künstlern und Designern sind zu sehen, darunter Ludwig Mies van der Rohe, Zaha Hadid, Edvard Munch, Henri Matisse und Marcel Breuer.

Interieur/Exterieur

Kunstmuseum Wolfsburg bis 13. April 2009

www.kunstmuseum-wolfsburg.de

AUSSTELLUNG

ZEIGT HER EURE SCHUHE

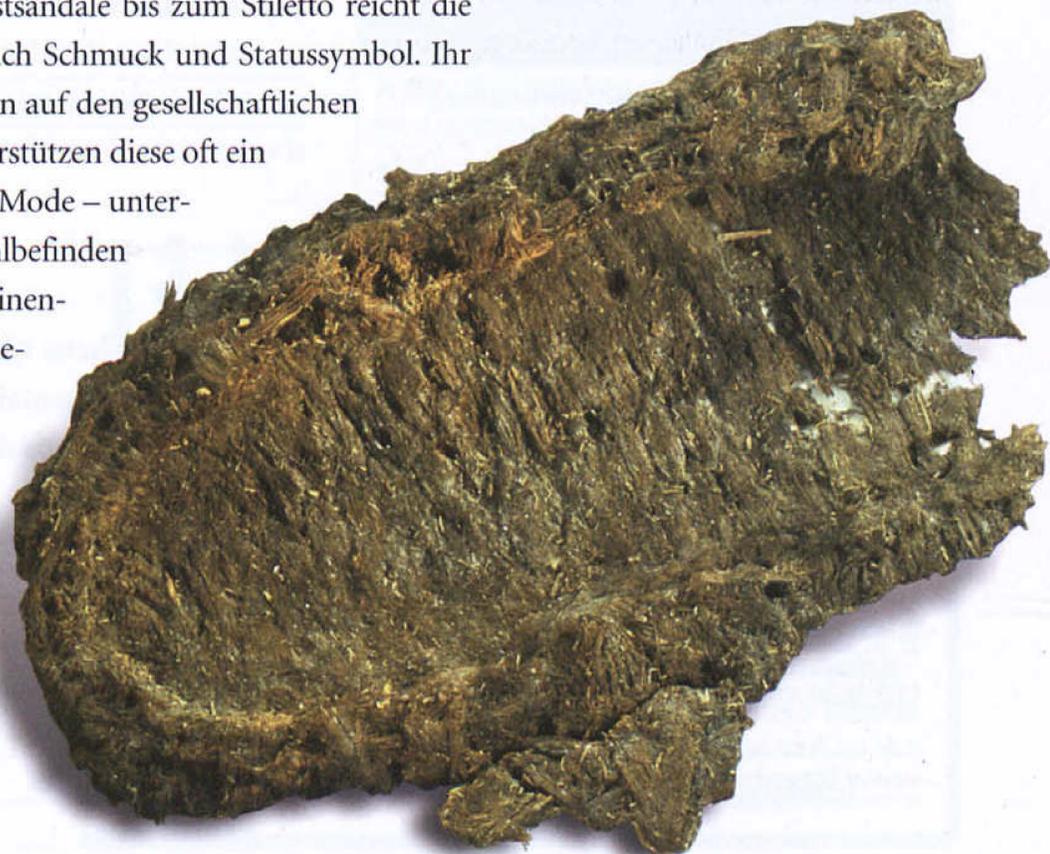
Seit sich bei unseren Vorfahren der aufrechte Gang durchsetzte, müssen die Füße die ganze Last des Menschen tragen. Doch erst mit Erfindung des Schuhwerks wurde ihnen Schutz und Unterstützung zuteil. In Herne ist nun die Kulturgeschichte des Schuhs zu sehen. Von der Bastsandale bis zum Stiletto reicht die Bandbreite der Ausstellung. Schuhe sind nie bloßer Schutz, sie sind auch Schmuck und Statussymbol. Ihr Besitz zeugte von Reichtum und Macht. Bestimmte Ausführungen ließen auf den gesellschaftlichen Stand ihrer Träger schließen. Handelt es sich um Damenschuhe, so unterstützen diese oft ein bestimmtes Bild von Weiblichkeit: kleidsame Sinnlichkeit auf – je nach Mode – unterschiedlich hohen Absätzen. Aber auch anders können Schuhe zum Wohlbefinden beitragen, vielerorts fungieren sie als Glücksbringer. Auch Schuhe prominenter Träger werden gezeigt. Auf welchen Sohlen waren wohl Marlene Dietrich, Marilyn Monroe oder Jürgen Klinsmann unterwegs? In Herne können Sie neben viel altem auch das Schuhwerk moderner Heldinnen und Helden bewundern.

Bis 5. Juli 2009

LWL-Museum für Archäologie, Herne

www.schuh-tick-ausstellung.de

Die Bastsandale aus Sipplingen stammt aus der Zeit zwischen 2917 und 2856 v.Chr.





Zusatzinformationen auf dem Wandschirm



Moleküle am atomaren Spieltisch



Mögliche Anordnung dreier Workstations

GREIFEN SIE ZUM ATOM

Zwei Studenten der Hochschule für Gestaltung in Schwäbisch Gmünd haben mit ihrem Abschlussprojekt abgeräumt. Nicht weniger als drei Preise heimsten Jens Franke und Thomas Gläser für ihren »Chemieraum« ein: den Bayerischen Staatspreis für Nachwuchsdesigner, den red dot concept design award »best of the best« und eine Anerkennung beim Europrix Multimedia Award 2008 (Kategorie Interaktive Installation). In enger Zusammenarbeit u.a. mit dem TUMLAB im Deutschen Museum entwickelten die Studenten ein Konzept zur Vermittlung der Welt der Atome mit haptischen und visuellen Mitteln. Der Ansatz ist, dass man Atome buchstäblich anfassen kann. Ein Medientisch, der über eine Art Puck gesteuert wird, ist mit einer Wandprojektion kombiniert. Als interaktiver Molekülbaukasten ermöglicht er das Zusammenbauen von Molekülen, auf Tisch und Wand werden alle notwendigen Informationen, etwa zu Aggregatzustand oder Temperatur, angezeigt. Versucht der Benutzer ein Atom in sein Molekül einzubringen, das dort nicht hineinpasst, gibt der Puck ein negatives Feedback und lässt sich schwerer bewegen.

www.chemieraum.com

FRAUNHOFER GLASHÜTTE WIEDERERÖFFNET

Im oberbayrischen Benediktbeuern ist nun wieder die historische Glashütte zu besichtigen, die von 1807 bis 1819 Wirkungsstätte Joseph von Fraunhofers gewesen ist. Aus dem Münchner Stadtmuseum kamen die Ausstellungstücke aus der ursprünglichen Werkstatt zurück in ihre klösterliche Umgebung: Schleifmaschine, Linsen und Prismen zeigen Fraunhofers Arbeitsumfeld im Optischen Institut. Unter Fraunhofers Leitung spezialisierte sich die Glashütte auf Gläser für eine wissenschaftliche Verwendung, wie z. B. Linsen für astronomische Fernrohre. Seiner Forschung über die Brechung des Lichts in verschiedenen Glasarten verdanken die Instrumente ihre Qualität.

www.fraunhofer.de/ueberuns/profil/joseph_von_fraunhofer

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

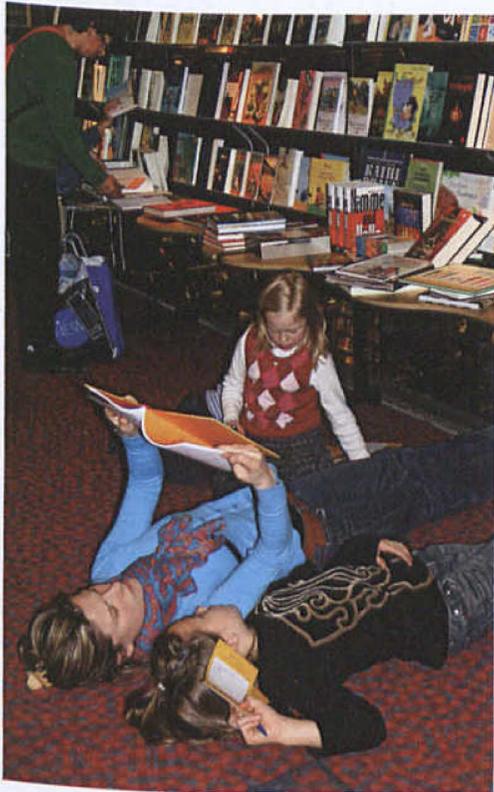
Telefon 089/23 50 98-0

Fax 089/26 42 17

mail@radspieler-muenchen.de

Wer wissen will muss lesen!

Im März lädt die Stadt München gemeinsam mit Münchner Verlagen zur 3. Münchner Bücherschau junior ein. Beatrix Dargel besuchte die große Bücherschau im Winter und stellte fest, dass Lesen an jedem Ort und in nahezu jeder Lage möglich ist.



Münchner Bücherschau junior

7. bis 15. März 2009

Münchner Rathausgalerie

Rathaus, Marienplatz 1, 80331 München

Termine für Lesungen und Veranstaltungen

in der Tagespresse und auf der Internetseite

www.muenchner-buecherschau-junior.de

Überall, wohin man sieht, Bücher über Bücher, unterschiedlicher Aufmachung und Größe. Im 2. Obergeschoß des Gasteig stehen die Kinder- und Jugendbücher. Hier geht es zu wie in einer altersmäßig gemischten Kindergarten- und Hortgruppe. Mütter sitzen da mit Kleinkindern auf dem Schoß und lesen mit leiser Stimme aus Bilderbüchern vor. Aufmerksam lauschen die Kleinen. Vor einem Stand liegen Mutter und Tochter nebeneinander auf dem Teppichboden und lesen. »Wie macht aus QRS man Kätzchen? So mein Schätzchen.« Gelesen wird in den unterschiedlichsten Haltungen: im Stehen, Sitzen auf Stühlen, auf dem Teppichboden, an eine Wand gelehnt, Beine lang ausgestreckt, im Schneidersitz oder im Liegen. Und keinen stört es. Kinder- und Sachbücher von vielen Münchner Verlagen laden zum Schmökern ein, darunter sind auch Bücher zum Hören, Elternratgeber und Lernspiele.

Im Trend liegen derzeit Wissensbücher aller Art. Klima, Migration, Evolution, Religion, Wirtschaft – die Fragen dieser Welt werden mehr oder weniger kindgerecht aufbereitet serviert. Die Versuche, Wissen in die kleinen Köpfe zu gießen sind zahlreich, wenn auch selten wirklich neu. Gerne kopiert wird beispielsweise Sophies erfolgreiche Reise durch die Geschichte der Philosophie. Auch TV-Wissenssendungen finden ihren Niederschlag in verschiedenen Buchserien. Und viele Bücher unterscheiden sich in erster Linie durch die Art der Illustration. So mancher Buchtitel verspricht, sich nicht mit irgendwelchen Kinkerlitzchen aufzuhalten: »Wie funktioniert die Welt?« fragt ein lesenswerter Wissenscomic aus dem Mosaikverlag.

Noch kindgerechter als bei der großen Schau im Herbst verspricht die Bücherschau im Frühjahr zu sein. Sie will Kindern und Eltern Lust auf Lesen machen – ganz ohne Zeigefinger und gute Ratschläge. Kinder lassen sich ohnehin nur belehren, wenn sie das selber wirklich wollen. Also sollte man sie tunlichst in Ruhe lassen beim Aussuchen, Blättern, Hängenbleiben und In-die-Bücher-Kriechen. Währenddessen haben Eltern Zeit, selber in das eine oder andere Buch hineinzulesen, um herauszufinden, ob es dem Nachwuchs gefallen könnte.

**Neu – regelmäßig – kostenlos
Infoabende in der Chemieschule
Dr. Erwin Elhardt**

Münchens älteste Privatschule, die renommierte Chemieschule Dr. Erwin Elhardt (kurz CEM) bietet ab September regelmäßig Infoabende für Interessenten an: Jeden 1. Mittwoch im Monat (auch während der Schulferien) werden ab 19 Uhr ausführliche Informationen zur Schule und deren Ausbildungsmöglichkeiten geboten. Bei Interesse sind auch Führungen durch das Schulgebäude möglich. Eine Anmeldung dazu ist nicht erforderlich. Dieser neue Termin ergänzt das schon bestehende Angebot an Möglichkeiten, sich über die Schule zu informieren: Jeden Donnerstag ab 14 Uhr findet während des Unterrichtsbetriebs (also nicht in den Schulferien) eine Führung durch die Praktikumsräume statt. Tradition sind auch die Tage der Offenen Tür an der Schule, die jeweils im Frühjahr und Herbst stattfinden.

Eine Ausbildung zum Biologisch-Technischen Assistenten, Chemisch-Technischen Assistenten oder Umweltschutztechnischen Assistenten ist für jeden geeignet, der einen Beruf im Bereich Biologie, Chemie oder Umwelt ergreifen möchte, der sich für Naturwissenschaften interessiert und der praktisch arbeiten will. Die Chemieschule Dr. Erwin Elhardt bietet dazu eine fundierte theoretische Grundausbildung, sowie eine intensive praktische Ausbildung in den Schuleigenen Laboratorien. Die jeweils zweijährige Ausbildung wird durch eine theoretische sowie praktische staatliche Abschlussprüfung abgeschlossen. BTAs, CTAs und UTAs sind sehr vielseitig einsetzbar: z. B. arbeiten sie in Forschungslaboratorien der Bereiche Biologie, Biochemie, Chemie, Medizin sowie Physik, helfen bei der Aufklärung von Kriminalfällen und überwachen die Einhaltung von Umweltstandards oder Lebensmittelreinheiten.

Weitere Informationen erhalten Sie unter www.chemieschule-bayern.de oder unter Tel. (089) 651 40 31.

AUSBILDUNG ZUM

BTA Biologisch - Technischen Assistenten

CTA Chemisch - Technischen Assistenten

UTA Umwelt - Technischen Assistenten

WEITERBILDUNG ZUM Chemietechniker

Berufsbildungszentrum für Umwelt und Chemie
Chemieschule Dr. Erwin Elhardt
Fachschule und Berufsfachschule
Ludmillastraße 30, 81543 München
FAX: (089) 651 40 33 · Tel.: (089) 651 40 31

Informationen Schnuppertage Schulführungen

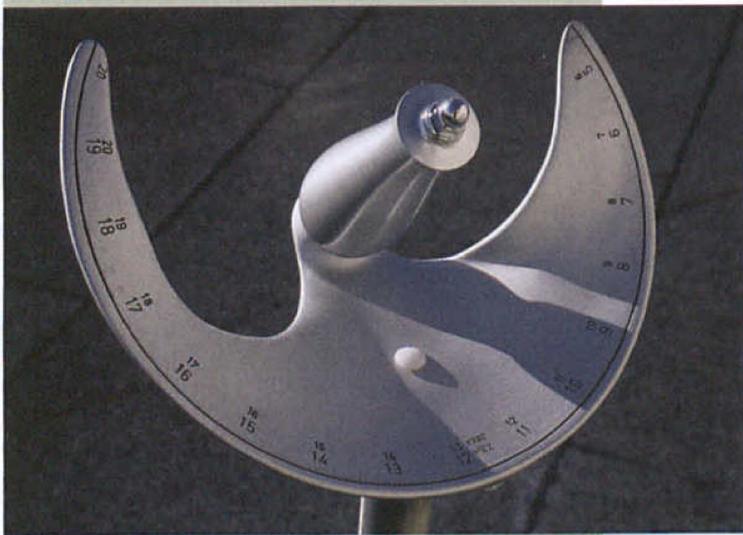
Schwerpunkte : Biochemie, Umwelt, Lebensmittel

Info@chemieschule-bayern.de
www.chemieschule-bayern.de

Lieblingsobjekte im Deutschen Museum

Für den einen ist es das Grubenpferd, für den anderen ein »Schnauzenauto« oder die Präzisionssonnenuhr – Besucher erzählen, welche Exponate ihnen im Deutschen Museum besonders am Herzen liegen.

Minutengenaue Sonnenuhr



Präzisionssonnenuhr auf der Dachterasse des Museums.

EBERHARD BECK Mein Lieblingsexponat ist die Bernhardt'sche Präzisionssonnenuhr auf der Terrasse des Sonnenuhrgartens. Da kommt es vor, dass ich bei Sonnenschein im

Vorbeifahren mit dem Radl spontan beschließe, mir die Zeit auf die Minute genau von der Sonne anzeigen zu lassen (Mitgliedsausweis hab ich im Geldbeutel).

Entdeckt hab ich die Präzisionssonnenuhr vor etlichen Jahren im Internet, und dort hab ich gelernt, dass ein Exemplar im Deutschen Museum aufgestellt ist. Seitdem besuche ich sie immer wieder, und

genieße bei der Gelegenheit den Rundblick auf München und Umland von den zwei Dachterrassen dort oben.

PS: Dann schau ich auch immer gleich, ob das Fernrohr in der Westkuppel in Betrieb ist. Ein Blick am hellen Tag auf die »Halb-Venus« gehört zu meinen eindrucksvollsten Erlebnissen im Deutschen Museum. Das alte Fernrohr ist aber auch zu schön, mit seinen holzbelegten Handrädern. Es erinnert mich immer an eine Illustration aus dem Cockpit (»Führerraum« im Buch) des Flugbootes DoX in dem behelrenden Jugendroman *Auf gefährvollem Flug*.

ALFRED WOLF Ich war etwa 10 Jahre alt, als damals unser Klassenlehrer etwas vom Deutschen Museum erzählte. Er berichtete von einem interessanten Experiment, das man im Kellergeschoss durchführen könnte. Es ging dabei um die Fliehkraft. Auf einer Art Karusell könne man sich mit zwei Hanteln drehen lassen. Wenn man die Arme mit den Hanteln ausstreckte, drehte man sich langsam, zöge man sie an den Körper heran, so nähme die Drehgeschwindigkeit zu. Das hatte mich so neugierig gemacht, dass ich es unbedingt selbst ausprobieren wollte. Von da an ließ ich meinem Vater keine Ruhe, bis wir ein Jahr später einen fünftägigen »Urlaub« ins Deutsche Museum machten. Jetzt konnte ich das Experiment von meinem Klassenlehrer nachmachen. Einfach toll. Und was es da noch alles

gab. Selbst nach fünf Tagen war ich davon überzeugt, noch lange nicht alles gesehen zu haben. Somit ging ich immer wieder ins Deutsche Museum, wenn ich in bzw. in der Nähe von München war. Es hat sich immer wieder gelohnt.

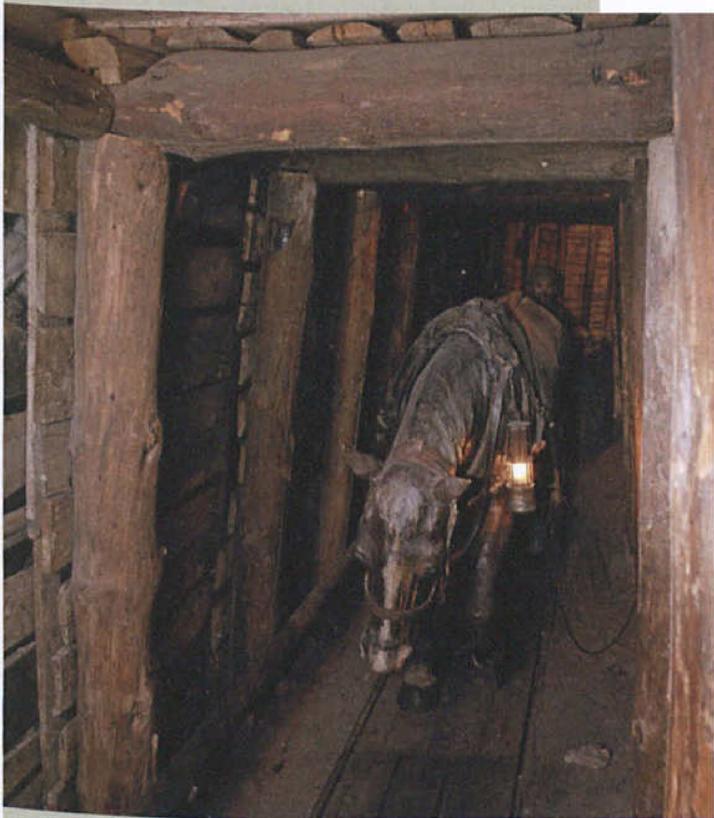
Später, als ich selbst Familie hatte, wurde ich Mitglied im Deutschen Museum. Außer dass ich es für eine sehr förderwürdige Einrichtung halte, wollte und konnte ich auch meine drei Kinder für das Museum begeistern. Wann immer sich die Gelegenheit ergibt, erzähle ich auch Bekannten von den tollen Erlebnissen, die man im Deutschen Museum haben kann. Da ist immer was los.

Wie ich zum Deutschen Museum kam ...



Auf einer Drehscheibe können die Besucher die Fliehkraft testen.

Besuch bei »unserem Pferdchen«



Das Grubenpferd im Bergwerk.

RAINER WEIßENBERG Wann immer unsere 5-jährige Enkelin Chiara zu Besuch in München weilt, gehen wir stets ins Deutsche Museum. Keine Frage, das Kinderreich ist das

Ereignis schlechthin. Beim letzten Mal jedoch war ein anderes Objekt der große Renner. Ausgelöst durch Chiaras Entdeckungsdrang begaben wir uns in die Abteilung Bergbau, unter anderem auch in die Kohlemine. Unsere Enkelin war begeistert und zeigte viel Mitleid mit all den hart arbeitenden Männern. Plötzlich entdeckte sie das Grubenpferd in einer Ecke. »Opa, was macht denn ein Pferd hier unten, wo es so dunkel ist und es keine Wiesen und Bäume gibt?« »Ja, Chiara, dieses Pferd muss sein ganzes Leben in der Kohlemine verbringen und es wird niemals nach oben kommen, um das Tageslicht zu sehen.« »Müssen denn

die Arbeiter auch immer unter der Erde leben?« »Nein, natürlich nicht, die gehen nach der Schicht nach Hause zu ihren Familien.«

»Aber, das ist doch ungerecht.« Ich erklärte ihr, dass das Grubenpferd alles hat, was es braucht. Das beste Heu, einen schönen Stall, die Menschen sind immer lieb zu ihm und verwöhnen es mit Zuckerstückchen und anderen Leckereien. Übertage würde sich das Tier nicht mehr zurechtfinden, denn es ist immer schon die Dunkelheit gewohnt. »Opa, wo ist das Pferdchen jetzt?« »Im Pferdehimmel, hier braucht es nichts mehr zu tun und als Belohnung für die viele Arbeit kann es den ganzen Tag auf der Wiese herumtollen.« Chiara blieb skeptisch und das Mitgefühl sah man ihren Augen an. Es ist müßig zu erwähnen, dass wir noch ein paar mal umdrehten, um nach »unserem Pferd« zu sehen. So kam auf die Frage, was wohl das beste Ausstellungsstück im Museum wäre, die spontane Antwort: das Grubenpferd.

Es versteht sich von selbst, dass die obligate Gutenachtgeschichte das geliebte Tier zum Inhalt hatte, und beim Einschlafen fragte Chiara: »Opa, wann gehen wir wieder zu unserem Pferdchen?«

Ein Auto mit Schnauze

GERHARD HORTIG Seit Jahrzehnten besuche ich bei meinen Museumsaufenthalten den Tatra-Pkw Typ 87. Früher stand er in der Abteilung Landverkehr, jetzt ist er im Verkehrszentrum auf der Schwanthaler Höhe. Ich kenne diese Fahrzeuge seit Ende der Dreißigerjahre. Als Kind gab ich ihnen den Namen »Schnauzenauto«. Die Heckflosse animierte mich zu dieser Bezeichnung.

Der Tatra 87 steht heute im Verkehrszentrum des Deutschen Museums.



IRA FROST Meine Bekanntschaft mit dem Deutschen Museum fand im Jahr 1982 statt. Es ist einer der Orte in München, die ich mit Freude immer wieder aufsuche. Jeder Besuch im Deutschen Museum umfasst in der Regel einen Besuch in Galileis Arbeitszimmer in der Physik-Abteilung im 1. Stock. In diesem »Arbeitsraum« befindet sich eine »schiefe Ebene«, mit deren Hilfe Galilei das Gesetz des freien Falls entdeckt hat.

Selbstverständlich gehörte der freie Fall 1978 zum Physikunterricht. Ich habe sowohl die mathematischen Erklärungen als auch die Durchführung der Experimente mit Genuss auskosten. Für mich war es ein Wunder, dass die Mathematik solche physikalische Vorgänge nicht nur beschreiben, sondern auch deren Ergebnisse vorhersagen kann! Diese Erfahrungen gaben mir damals ein Gefühl des Vertrauens in die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Naturwissenschaft. Dieses wunderbare Gefühl lädt mich immer

Wunderbare Naturwissenschaft



Das nachgebaute Labor Galileis im 1. Obergeschoss des Museums.

wieder ein, in den Galilei-Raum des Deutschen Museums zu kommen. Der Einladung folge ich mit Vergnügen.

Farbillusionen

Wie Menschen Farbe wahrnehmen

Den meisten von uns erscheint die Welt bunt. Das Gras ist grasgrün, das Blut blutrot, der Zitronenfalter zitronengelb. Wissenschaftlich betrachtet sieht alles ganz anders aus. **Von Bernd Flessner**



Wer die Frankfurter Buchmesse besucht hat oder das Feuilleton verfolgt, weiß, dass 2009 das Jahr Charles Robert Darwins (1809–1882) ist. Nicht nur Essays und Sachbücher würdigen die Leistung des großen englischen Biologen und Begründers der Evolutionstheorie. Sogar in Romanen wie Dietmar Daths *Abschaffung der Arten* steht das Darwin-Jahr im Mittelpunkt. Mit etwas Glück gelingt es hier und da auch einem der Freunde und Weggefährten des Evolutionstheoretikers, vom Ruhm des wissenschaftlichen Weltstars zu profitieren und wenigstens in einer Fußnote Erwähnung zu finden. Einer von ihnen ist Darwins langjähriger Nachbar John Lubbock (1834–1913), der neben seinen Tätigkeiten als Banker und Abgeordneter im britischen Parlament als Anthropologe und Entomologe arbeitete. Außerdem war er Mitglied des 1864 von Thomas Huxley (1825–1895) gegründeten X-Clubs, einer Vereinigung fortschrittlicher Wissenschaftler, die sich unter anderem für die Verbreitung von Darwins Evolutionstheorie einsetzten. Zu den Treffen dieses Clubs kam auch Darwin ab und zu vorbei.

Lubbocks besonderes Interesse galt Insekten, über deren Verhalten 1884 das Werk *Ameisen, Bienen und Wespen* Auskunft gibt. In einem Kapitel über Ameisen schildert Lubbock ein Experiment, mit dem er dem Sehvermögen seiner kleinen Probanden auf die Spur kommen wollte. Er setzte sie Licht unterschiedlicher Wellenlänge aus und machte dabei eine verblüffende Entdeckung. Wählte er ultraviolettes Licht, nahmen die Ameisen umgehend ihre Puppen und brachten sie vor der gefährlichen Strahlung in Sicherheit. Lubbock schlussfolgerte zu Recht, dass Ameisen – im Gegensatz zum Menschen – ultraviolettes Licht sehen können. Aus dieser Beobachtung ergab sich die Frage, wie die uns unbekanntes Farbe jenseits des Violett im Spektrum für Ameisen aussieht. Da ihre Facettenaugen Rezeptoren für UV-Licht besitzen, muss in ihrem Gehirn dafür eine spezielle Farbvariante verfügbar sein. Welche dies ist, werden wir auf absehbare Zeit wohl nicht erfahren. Möglich wäre das nämlich nur, wenn in ferner Zukunft eine kreative Gentechnik unsere Rezeptoren und unser Sehzentrum entsprechend manipulieren würde.

Andere Wissenschaftler setzten die Forschungen Lubbocks fort. Der Nobelpreisträger Karl von Frisch (1886–1982) zum Beispiel. Ihm gelingt es in den 1950er Jahren, die Farbwahrnehmung von Bienen zu bestimmen, die mit der des Menschen nur teilweise übereinstimmt. Während Gelb, Blau und Violett vergleichbar wahrgenommen werden, können Bienen Rot und Schwarz nicht unterscheiden. Dafür können sie, wie Lubbocks Ameisen, UV-Licht sehen, was zu einer Differenzierung der Farben von Objekten führt, die Licht dieser Wellenlänge reflektieren. Wo wir das satte und einfarbige Gelb von Löwenzahnblüten sehen, findet die Biene eine vielfältige Farbenpracht vor, die uns komplett verwehrt ist.

DIE WAHRHEIT ÜBER »WAHRNEHMUNG«. Vor Gericht würde jeder Zeuge schwören, Löwenzahnblüten seien gelb. Während eines Lokaltermins auf einer x-beliebigen Maiwiese würden alle Anwesenden diese Aussage bestätigen. Und dennoch ist sie falsch. Sie basiert nämlich auf der naiven Annahme, dass Wahrnehmung mit Wahrheit gleichzusetzen ist, noch dazu, wenn eine Vielzahl von Zeugen dies bestätigt. Könnten wir zusätzliche Zeugen aus der Tierwelt hinzuziehen, würde unserer Überzeugung vom Gelb der Blüten permanent widersprochen werden. Zum Teil würden die verschiedenen Aussagen weit auseinanderdriften. Würde nun der völlig entnervte Richter einen kundigen Wissenschaftler fragen, wie denn nun eine Löwenzahnblüte tatsächlich und objektiv aussehe, bliebe dem Experten in dieser ebenso fiktiven wie kuriosen Verhandlung nur eine Antwort: Niemand weiß es. Die exakte Farbe einer Löwenzahnblüte ist unbekannt und von uns auch nicht erfahrbar. Der Grund für diesen, vielen Menschen noch immer unbekanntem Sachverhalt ist in der von Charles Darwin beschriebenen Evolution zu suchen. Sie hat im Laufe von Millionen von Jahren dafür gesorgt, dass jede Spezies die Welt so wahrnimmt, wie sie es zum Überleben benötigt. Für den Menschen reicht es vollkommen aus, eine Löwenzahnblüte gelb zu sehen, für Bienen und andere Tiere nicht. Sie brauchen eine andersfarbige Welt, um sich ihren Lebensbedingungen entsprechend gezielter und besser orientieren zu können.

Obwohl Mensch und Biene in derselben Welt leben, lebt jede Spezies doch in einer anderen und ist letztendlich in ihr gefangen. Jahrzehntlang rätseln Ornithologen, woran sich Männchen

» Obwohl Mensch und Biene in derselben Welt leben, lebt jede Spezies doch in einer anderen und ist letztendlich in ihr gefangen.«



und Weibchen bestimmter Vogelarten erkennen, deren Geschlechter ein völlig identisches Aussehen besitzen. Die Lösung wird erst gefunden, als die Forscher feststellen, dass beide Geschlechter nur dem menschlichen Auge gleich erscheinen. Vögel untereinander erkennen hingegen, dank anderer Rezeptoren und UV-Wahrnehmungsmöglichkeit, klare farbliche Unterschiede. Spätestens mit dieser Entdeckung war klar, dass es keine allgemein verbindliche Wirklichkeit gibt.

GEHEIMNISVOLLES GELB. Noch immer nicht ganz gelöst ist hingegen die Frage, warum Gelb eigentlich Gelb ist. Immerhin wissen wir aus der Physik, dass ein Objekt, das wir als gelbes wahrnehmen, vor allem elektromagnetische Wellen mit einer Wellenlänge etwa zwischen 711 und 389 Nanometern reflektiert. Die anderen im Spektrum vorhandenen Wellen mit längerer oder kürzerer Wellenlänge werden dagegen kaum reflektiert oder absorbiert. Diese sich nun ausbreitenden Schwingungen eines elektromagnetischen Feldes können physikalisch als Welle oder Teilchen (Photon) betrachtet werden. Wie auch immer man diesen Welle-Teilchen-Dualismus auflöst, gelb sind die sich ausbreitenden Schwingungen auf keinen Fall. Eine elektromagnetische Welle hat keine Farbe.

Der Mensch hat jedoch ein Organ, mit dem er einen kleinen Ausschnitt aus dem Spektrum der elektromagnetischen Wellen wahrnehmen kann. Im Auge passieren die Wellen die Hornhaut, die Linse und den Glaskörper und treffen auf die Netzhaut (Retina) und die in sie integrierten Fotorezeptoren. Dort werden die elektromagnetischen Wellen in Nervenimpulse, also in elektrische Signale umgewandelt und über den Sehnerv zur Sehrinde (visueller Cortex) im Gehirn weitergeleitet. Es wird also das Medium gewechselt, bevor die Signale in der Sehrinde einen sehr komplexen Prozess auslösen, der in unserem Gehirn, in unserem Denken jene Vorstellung erzeugt, die wir Gelb nennen. Der Gießener Biowissenschaftler Eckart Voland hat diesen Vorgang jüngst sehr nüchtern so formuliert: »Farben sind vom

»» *Der Maler Wassily Kandinsky sieht beim hohen Klang einer Trompete ein grelles Gelb, der Querflöte entweicht ein helles, dem Cello ein dunkles Blau.«*



Gehirn generierte Erlebnisqualitäten bloßer elektromagnetischer Strahlung in einer absolut farblosen Welt.«

Dass wir und andere Lebewesen dennoch Farben sehen, ist eben eine Folge der Evolution. Für uns ist es schlicht von Vorteil, aus bestimmten elektromagnetischen Wellen Farben erzeugen und unterscheiden zu können. Dank der visuellen Wahrnehmung, die dem Bremer Hirnforscher Gerhard Roth zufolge »eine Informationserzeugung und nicht eine Informationsentnahme ist«, können wir uns in der Welt schnell und zuverlässig orientieren.

Die Erzeugung von Farben trägt dazu bei, Essbares von Nichtessbarem zu unterscheiden und Feinde von Freunden. Natürlich hat die Evolution auch andere Lebewesen mit dieser erfolgreichen Methode ausgestattet, wenn auch mit mehr oder weniger großen Abweichungen, wie Insekten oder Vögel zeigen, die aus anderen Ausschnitten des Wellenspektrums andere Farben und Welten konstruieren. Elektromagnetische Wellen, die für uns biologisch ohne Bedeutung sind, etwa Radarwellen oder Radiowellen, können wir nicht wahrnehmen und daraus Farben erzeugen.

Auf einem anderen Planeten könnte eine Evolution auch zu ganz anderen Wahrnehmungsmöglichkeiten elektromagnetischer Wellen geführt haben. Sie könnten beispielsweise in dem Gehirn eines Alien als Töne erzeugt werden. Gelb entspräche dann einem Ton mittlerer Höhe, die Maiwiese voll blühendem Löwenzahn wäre ein satter Dur-Akkord. Umgekehrt könnte jener Alien Schallwellen in Farben umwandeln und einen Ton mittlerer Höhe als Gelb sehen.

WAS FARBEN FÜR UNS BEDEUTEN. Für bildende Künstler ist dieses Gedankenexperiment keineswegs so exotisch, wie es dem einen oder anderen vorkommen mag. So ord-



net etwa der abstrakte Maler Wassily Kandinsky (1866–1944) Farben verschiedenen Tönen und Instrumenten zu und komponiert seine Bilder regelrecht. Ein grelles Gelb entspricht für ihn dem hohen Klang einer Trompete, ein helles Blau dem einer Querflöte und ein dunkles Blau dem eines Cellos. Versteht man die Wahrnehmung von Farben als Übersetzung von uns unverständlichen elektromagnetischen Wellen in verständliche Farbtöne, so ist Kandinskys Sichtweise lediglich eine weitere Übersetzung dieser Farbtöne in musikalische Töne. Farben können also auch die Bedeutung von Tönen annehmen oder Töne die Bedeutung von Farben.

WAS SEHEN WIR DA? Welche Bedeutung haben Farben überhaupt für uns, wenn sie im Gehirn erzeugt werden? Dieser Frage gehen viele wissenschaftliche Disziplinen schon lange nach, allen voran die Psychologie, die Linguistik und die Ethnologie. Einer der zentralen Aspekte ist dabei das Verhältnis von Farbwahrnehmung, Sprache und Kultur.

Tests haben ergeben, dass Kleinkinder bereits im Alter von vier Monaten Farben unterscheiden können. Die grundlegende Fähigkeit der Farbwahrnehmung ist demnach biologisch in der Entwicklung des Gehirns fest verankert. Im Alter von zwei bis vier folgt die Versprachlichung, also die Benennung von Farben, die erlernt werden muss. Diese Verknüpfung von Wahrnehmung und Sprache ist ein sehr komplexer Prozess, der bislang nur ansatzweise erforscht werden konnte. Erschwerend kommt hinzu, dass bei dieser Verknüpfung auch das limbische System, in dem die Emotionen verarbeitet werden, eine tragende Rolle spielt. Farben werden also immer auch emotional bewertet.

WEISS WIE SCHNEE, ROT WIE BLUT.

Die Mehrzahl der Forscher ist heute davon überzeugt, dass die Sprache die Bewertung und Bedeutungszuordnung von Farbwahrnehmungen wesentlich beeinflusst. Die Inter-

DR. BERND FLESSNER ist als Autor für zahlreiche Publikationen tätig. Zukunftsideen und Science Fiction sind sein Spezialgebiet.

pretation von Farben ist demnach auch stark kulturell geprägt, wobei es erstaunliche Übereinstimmungen gibt. Der amerikanische Sprachforscher Paul Kay (* 1934) befragte für mehrere Studien Menschen mit verschiedenen Muttersprachen nach den ihnen vertrauten Bezeichnungen für Grundfarben. Auf einer Skala sollten sie Farben auswählen, die sie als besonders typisch für die Bezeichnungen ansehen. Seine Untersuchungen kommen zu dem Schluss, dass es rund um den Globus elf weitgehend verbindliche Farbkategorien gibt, die einer Hierarchie unterliegen. Sie beginnt mit Schwarz, Weiß, Rot gefolgt von Grün, Gelb, Blau, Braun, Orange, Rosa (Pink), Purpur und Grau. In einigen Sprachen ist Schwarz mit Nacht und Weiß mit Tag identisch, während Rot häufig Blut, aber auch Feuer bedeutet. Diese Zuordnung erklärt auch, warum Rot messbare emotionale Reaktionen auslöst.

Hinter der jeweiligen Farbe stehen die Erfahrungen und Bilder von Jahrtausenden, stehen Verletzungen, Krieg und Tod, stehen Flammen, Brände und Schmerz. Dass Rot weltweit die wichtigste Signalfarbe ist, vor Gefahren warnt und besondere Situationen kennzeichnet, ist also kein Zufall. Die Liste reicht vom Stoppschild über die Ampel bis zur roten Karte, der roten Liste und der roten Fahne.

Da der Planet Mars ein rötliches Aussehen besitzt, wurde er in vielen Sprachen mit jenen Eigenschaften versehen, für die die rote Farbe steht. Für die Babylonier war er Nergal, der Gott des Krieges und des Todes. Bei den Germanen hieß er Tyr und war ebenfalls für den Krieg zuständig, ebenso bei den Griechen und Römern. Im indischen Sanskrit heißt er Angaraka, »glühende Kohle«. Darüber hinaus taucht Rot in vielen Sprachen in Redewendungen auf, die Menschen entsprechende Emotionen unterstellen. Im Deutschen kann dies jemand sein, »der Rot sieht« oder für den etwas »wie ein rotes Tuch« ist.

Auffällig ist auch, dass bei einigen Naturvölkern nicht zwischen Gelb und Braun differenziert wird, dafür aber zwischen vielen



Zum Nachlesen

Karl R. Gegenfurtner, Farbwahrnehmung. (Abteilung allgemeine Psychologie, Universität Gießen; www.allpsych.uni-giessen.de/karl/teach/farbe.html)

Eckart Voland, Die Fortschrittsillusion. Wir sehen Fortschritt, weil unser Gehirn dafür konstruiert ist, stets zu vergleichen und zu bewerten. Wahrscheinlich aber existiert er nur in unserer naiven Vorstellung. In: *Spektrum der Wissenschaft*, April 2007

Gerhard Roth, Konstruktivität des Gehirns. Der Kenntnissstand der Hirnforschung. In: Hans Rudi Fischer (Hg.), *Die Wirklichkeit des Konstruktivismus. Zur Auseinandersetzung um ein neues Paradigma*, Heidelberg 1995

Grüntönen, die ohnehin in der Hierarchie die viertwichtigste Farbe ist. Diese Unterscheidung ist ohne große Mühe auf den Regenwald, also die Lebenswelt der befragten Menschen zurückzuführen. Die intensive Auseinandersetzung mit grünen Farbschattierungen ist ein fester und überlebenswichtiger Bestandteil ihrer Kultur und wird den Kindern schon früh vermittelt, die ihr Wahrnehmungsvermögen entsprechend trainieren. Ein bestimmtes Grün benennen und mitteilen zu können, ist überlebenswichtig. Weltweit wird Grün als Farbe angesehen, die in erster Linie Positives signalisiert. Grün steht allgemein für das Leben, den Frühling, die Hoffnung. Wer jemandem dagegen nicht grün ist, mag ihn nicht. Im Christentum ist Grün die Farbe der Auferstehung Christi, im Islam die Farbe des Propheten Mohammed. Die grüne Welle gibt uns freie Fahrt, während die Nadel im grünen Bereich signalisiert, dass alles in Ordnung ist. Auch Namen wie Greencard, Greenpeace oder Die Grünen haben wir dem Blattfarbstoff Chlorophyll zu verdanken, der seit jeher nur dort zu finden ist, wo Wasser und Nahrung vorhanden sind. Wer in diesem grünen Bereich ist, ist überlebenstechnisch im grünen Bereich.

Bei anderen Farben ist diese Zuordnung bestimmter Bilder und Qualitäten weniger global ausgeprägt, belegt aber gerade deshalb wiederum die kulturelle Prägung. Gelb etwa ist in vielen südostasiatischen Ländern die Farbe der Zuversicht, der Ausgeglichenheit und des Fortschritts. Gelb ist die Farbe des chinesischen Kaisers. Im christlich geprägten Abendland hingegen ist Gelb die Farbe des Judas, der Ketzerei und der Juden. Daher wählten die Nationalsozialisten Gelb für den Judenstern und stellten für ihr Völkermordprogramm bewusst eine Verbindung zu dieser Tradition her. Gelb ist die Farbe der Gier, des Goldes und des Neides.

Gelb erfuhr aber auch eine Wandlung und steht später – dank der Wappenfarben der Familie Thurn und Taxis – für die Post. Liberale Parteien haben sich Gelb als Farbe zugelegt, und wer das Gelbe Trikot trägt, liegt bei der Tour de France vorne, gedopt oder nicht. Wer jedoch die Gelbe Karte gezeigt bekommt, wird vom Schiedsrichter verwarnt. Gelb zählt also zu jenen Farben, die im Gegensatz zu Rot und Grün keine weltweit vergleichbare und kulturell eindeutige Zuordnung besitzen, sondern variabel eingesetzt werden können.

Die letzte der elf festgestellten Farbkategorien ist Grau, weder Weiß noch Schwarz – und doch beides zugleich. Innerhalb der Hierarchie hat sie die geringste Relevanz, steht gemeinhin fürs Diffuse, Unscheinbare, Durchschnittliche, Langweilige, schwer Definierbare (Grauzone). »Grau, teurer Freund, ist alle Theorie, und grün des Lebens goldener Baum«, versichert Mephistopheles in Goethes *Faust* dem naiven Schüler. Andererseits gelten graue Anzüge als seriös und signalisieren Macht oder Machtbewusstsein.

KONSTRUIERTE TESTS UND FRAGWÜRDIGE DEUTUNGEN. Farbwahrnehmung und die anschließende, auf kulturellen und sprachlichen Traditionen basierende Deutung der im Gehirn konstruierten Farben und ihrer Varianten sind, wie gesagt, ein komplexes Gebilde mit vielen Perspektiven. Die bei Weitem noch nicht abgeschlossene Erforschung dieses Gebildes ist auch der Grund, warum ein großer Markt für Farbtests und Farbpsychologien existiert, dessen Angebote sich mitunter sogar widersprechen. Die Anzahl der Kriterien und Variablen ist einfach zu groß, um zu allgemein verlässlichen Aussagen zu gelangen. Letztendlich sind die vielen kursierenden Farbtests ebenso konstruiert wie die Farben im Gehirn. Noch offensichtlicher ist dies bei Farben, die auf dem Markt der Mode gehandelt werden. Die sogenannten Modefarben haben keinen objektiven Bezug, sondern resultieren vor allem aus kommerziellen Interessen. Rationale Gründe für eine bestimmte Modefarbe gibt es nicht. Ebenso wenig wie es in der Welt der elektromagnetischen Wellen Farben gibt. ■■

Steiniger Weg zur Norm ✓

Instrumente und Methoden zur Bestimmung eines allgemeinen Farbwertes

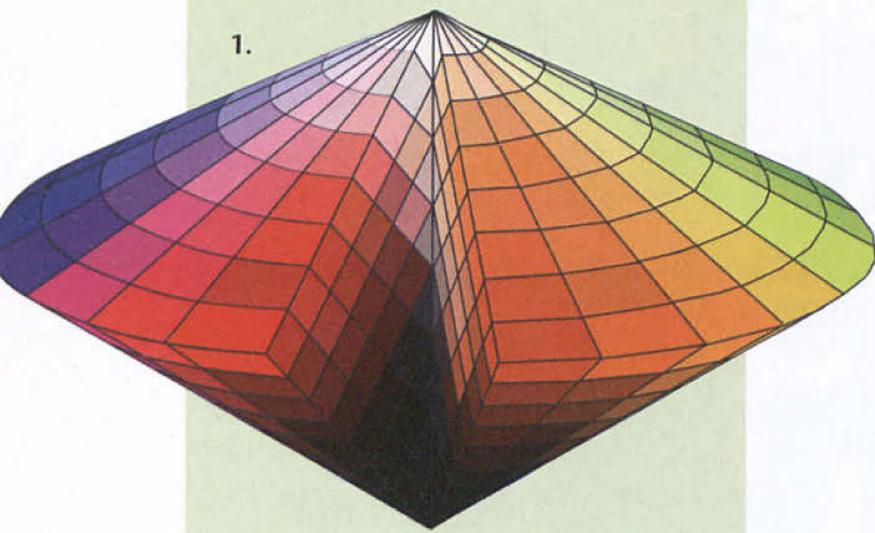


Bis heute ist es nicht möglich, exakte Farbnormen zu definieren. Denn jedes Gehirn verarbeitet die durch Lichtreflexion entstehenden Farbeindrücke auf seine eigene Weise.

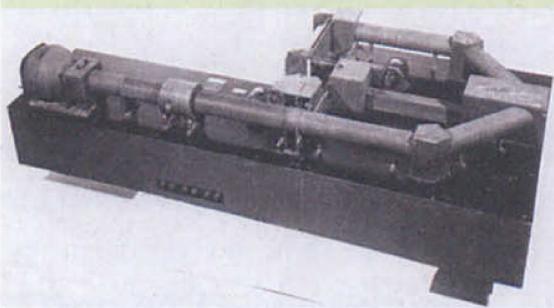
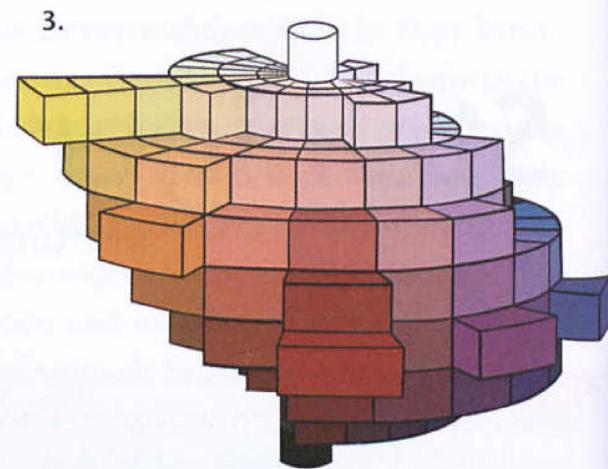
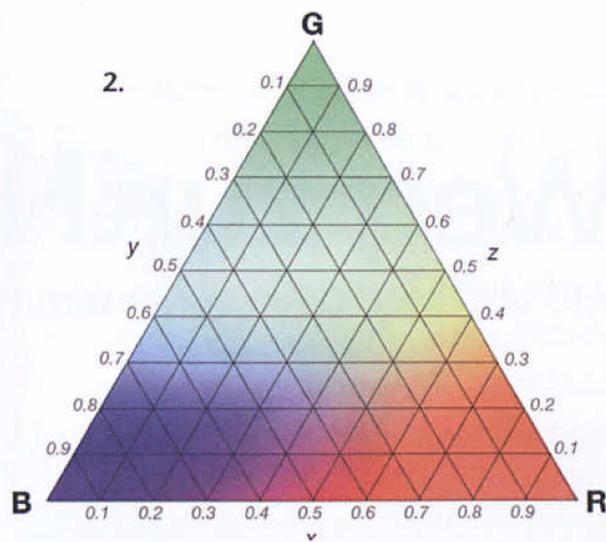
Von Thomas Steinhauser

Grafiker und Drucker können ein Lied davon singen: auf jedem Papier, aus jeder Druckmaschine zeigt sich ein gewählter Farbton anders. Auf die Farbe am Bildschirm verlässt sich der Profi nicht. Die differiert aus technischen Gründen ohnehin erheblich vom gedruckten Produkt. Farbtabelle oder Farbfächer erleichtern heute die Kommunikation über das gewünschte Ergebnis. Der Weg zu diesen Normen war steinig und es gibt nach wie vor Verbesserungsbedarf.

Hintergrund des Problems ist der komplexe Vorgang der Farbwahrnehmung, an dem vier Komponenten beteiligt sind: die Lichtquelle, das farbige Objekt, das Auge als Sensor und das Gehirn zur Interpretation der Signale. Messen ist immer Vergleichen, aber wegen der individuellen Beschaffenheit von Auge und Gehirn, also dort, wo das Endprodukt Farbe entsteht, fehlt ein physikalisch exakter Maßstab als Vergleichsmöglichkeit, und damit wäre die Geschichte der Kolorimetrie als Wissenschaft von der Farbmessung fast schon zu Ende. Dennoch beschäftigen sich seit vielen Jahren ganze Scharen findiger Wissenschaftler und Techniker mit der Farbmessung und haben dafür sogar Instrumente erdacht und gebaut, die Kolorimeter.



1. Die ideale Harmonie Ostwalds
2. Das Maxwell'sche Farbdreieck
3. Das reale Farbempfinden Munsells



Kommerzielles Hardy-GE-Spektrofotometer, um 1930

FARBEN NACH ZAHLEN. Die Aufgabe ist klar: Gesucht wird nach einem akzeptablen Maßstab zur Farbmessung. Damit könnte man beispielsweise exakt überprüfen, ob das Orange aus verschiedenen Produktionschargen wirklich identisch aussieht. Farbtöne, haben die Eigenschaft, additiv und subtraktiv mischbar zu sein und durch mindestens drei Grundtöne kann das gesamte Spektrum des weißen Lichts gemischt werden. Einzige Voraussetzung ist, dass jeder einzelne Grundton nicht durch die beiden anderen hergestellt werden kann.

Den entscheidenden Ansatz zu einer numerischen Farbdarstellung lieferte der Physiker James Clerk Maxwell (1831–1879). Seine Ausgangsbasis war die Trichromatische Theorie des englischen Augenarztes Thomas Young (1773–1829), der behauptete, das gesamte Farbspektrum sei durch die drei Grundtöne Rot, Grün und Blau darstellbar. Maxwell ordnete diese drei Töne als Spitzen eines gleichschenkligen Dreiecks an. Je weiter ein Punkt des Dreiecks von einer der als Grundvalenzen bezeichneten Ecken entfernt ist, desto schwächer ist die Sättigung mit diesem Farbton. Der durch die drei Abstände von den Ecken festgelegte Ort eines Punktes beschreibt genau den Mischton. Das Maxwell'sche Farbdreieck war die Visualisierung eines Gleichungssystems, mit dem über die drei Zahlenwerte »r«, »b« und »v« ein Mischton genau beschrieben werden kann. Mit dieser Methode hatte Maxwell die Farbqualität beschrieben. Es fehlte jedoch die Helligkeit als zusätzliche Variable, denn Schwarz gibt es bei Maxwells additiver Mischung nicht. Unser Farbeindruck wird aber wesentlich durch die Helligkeit der Farbe beeinflusst. Die drei Lichtkomponenten »Farbton«, »Sättigung« und »Helligkeit« definierte erstmals der deutsche Physiker Hermann v. Helmholtz (1821–1894). Den drei Komponenten ordnete er Zahlenwerte zu und erreichte damit, dass alle existierenden Farben numerisch in genaueren Abstufungen beschreibbar waren, als das mit Worten möglich wäre. Es gibt eine Reihe von Farbsystemen, bei denen die drei Werte als Raumkoordinaten verwendet werden. Je nach Umsetzung entstehen dabei dreidimensionale Gebilde in unterschiedlichen Formen, sogenannte Farbkörper, die auch wegen der unterschiedlichen Wahl und Anzahl der Haupttöne in ihrer Farbanordnung variieren.

Zwei der bekanntesten und verbreitetsten Systeme sind die des Bostoner Malers Albert Henry Munsell (1858–1918) von 1905 und des Physikochemikers Wilhelm Ostwald (1852–1932) von 1917. Eine vertikale Grauachse gibt die Helligkeit an, die radiale Entfernung von der Achse zeigt die Sättigung, und die Position des Segments im Farbkreis markiert den Farbton. Munsell legte

besonderen Wert darauf, dass die Abstände den von ihm selbst empfundenen Farbunterschieden entsprachen, Ostwald erhielt seinen Farbkörper durch systematische Farbmischungsexperimente. Er wollte ein besonders harmonisches Gesamtkonzept schaffen, was dem Farbkörper auch anzusehen ist. Derartige Systeme wurden in leicht handhabbaren Farbatlanten verbreitet, mit denen die zu bestimmenden Farben vergleichend identifiziert und damit durch Zahlenreihen codiert werden können. Solche

ADDITIVE UND SUBTRAKTIVE MISCHUNG

Bei additiven Mischungen nimmt die Helligkeit beim Mischen zu, z.B. beim Überschneiden dreier farbiger Scheinwerferkegel. Extremfall ist Weiß. Bei subtraktiven Mischungen nimmt die Helligkeit ab, wie etwa beim Mischen von Farbe. Extremfall ist Schwarz. Der moderne Vierfarbdruck mit lasierenden Farben verwendet ein System aus Cyan, Magenta und Gelb. Als vierte, aufhellende Komponente dient das weiße Papier. Da Tiefschwarz nur bei praktisch nicht erreichbarer idealer Farbsättigung der drei Grundfarben darstellbar ist, wird immer auch eine rein theoretisch nicht nötige vierte, schwarze Druckplatte verwendet.

Atlanten dienen gleichzeitig als Standard, Beleg und Beispiel eines Farbmodells. Es gibt sie abgestimmt auf spezifische Zwecke, z.B. für die Hersteller von Farben und anderer Handelswaren, aber auch für Botaniker und Bodenkundler.

DIE PHYSIK UND DAS TECHNISCH MACHBARE. Woher kommen nun die physikalischen Messgrößen? Zwei Grundprinzipien waren verfügbar: Der visuelle Vergleich der Probe mit physikalisch genau definierten Farbstandards, die in Farbatlanten systematisch geordnet wurden, und die Messung mit Instrumenten, aus deren Messdaten sich die Zahlenwerte der drei die Probe beschreibenden Größen ergaben. Der einfachste Fall wäre der direkte Vergleich, beispielsweise wenn ein Lackierer mit einem Set Farbkarten den passenden Lack für eine Farbrenovierung sucht. Diese Methode ist nicht schlecht, da wir recht feine Farbunterschiede wahrnehmen können. Allerdings ist die Einschätzung jeweils stark von den Rahmenbedingungen wie Beleuchtung, Blickwinkel oder unterschiedlich kontrastierende Hintergründe abhängig. Hinzu kommt die persönliche Wahrnehmung des Beobachters. Wenn die Ergebnisse möglichst korrekt sein sollten – wie bei der Produktkontrolle in der Farbenindustrie – wurden daher mehrere Beobachter eingesetzt, die gezielt nach durchschnittlicher Wahrnehmung ausgesucht und auf standardisierte Vergleichsverfahren trainiert waren. Die sicherste Möglichkeit, die Beobachtungsbedingungen weitgehend zu standardisieren, boten spezielle Instrumente. Seit dem 19. Jahrhundert baute man eine Vielzahl an Kolorimetern (Tintometern) zur optischen Farbbestimmung. Ein Beispiel dieses Typs ist das sehr erfolgreiche Kolorimeter des englischen Brauers Joseph Lovibond von 1897. Solche optischen Geräte waren relativ einfach, weitverbreitet und preisgünstig. Sie wurden in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts von einer Bauform verdrängt, bei der Fotozellen den menschlichen Beobachter ersetzen. Alle diese Geräte arbeiteten nach dem Prinzip der Übereinstimmung.

DER SIEGESZUG DES HARDY-SPEKTROMETERS. In der wissenschaftlichen Kolorimetrie erlangten ab 1930 Spektrofotometer immer größere Bedeutung. Bei ihnen wird nicht die Übereinstimmung mit einer definierten Vergleichsprobe gesucht, sondern der Unterschied zu einem Vergleichsstandard gemessen. Aber diese Messungen waren zunächst extrem zeitaufwendig und konnten nur von erfahrenen Experten gemacht werden, da die gewonnenen Datenpaare alle einzeln bestimmt werden mussten. Der amerikanische Physiker Arthur Cobb Hardy (1895–1977) stellte als Erster ein elektronisches, vollautomatisch registrierendes Spektrofotometer vor. Die Zeitgenossen waren vor allem fasziniert ob der Beschleunigung und der Automatisierung durch das »Hardy-Spektrometer«, denn es lieferte wie von Zauberhand in Minuten einen Datensatz, der zuvor nur in Stunden oder gar Tagen herzustellen war und dabei fast so genaue Ergebnisse zeigte wie die besten manuell gemessenen Daten. Schon 1928 berichtete die populäre *Illustrierte Zeitung* aus Leipzig über den wenig attraktiv und vertrauenswürdig aussehenden Prototypen. Enthusiastisch wird das Gerät hier als »denkende« Maschine vorgestellt, die selbstständig und gleichsam vernünftig komplizierte Handlungen durchführe. Derart populär vermarktet, wird der Apparat schon kurz nach seiner Geburt zu einem Symbol der Moderne: die Maschine arbeitet wie ein Mensch, nicht der Mensch wie eine Maschine – ein positives Gegenbild zum Fließbandarbeiter in *Moderne Zeiten*.

In ganz unterschiedlichen Industriezweigen erlangte das Hardy-Spektrofotometer schnell Bedeutung. Walt Disney war einer derjenigen, die sich ein solches Instrument leisteten, aber auch in der Nahrungsmittelindustrie gab es Anwendungsmöglichkeiten: der Apfel als Messobjekt für den Prototyp auf dem Bild rechts ist kein Scherz, denn der Reifegrad wird auch durch die Farbe angezeigt.

Arthur Cobb Hardy (1895–1977)

Hardy studierte an der University of California, diente beim Militär als Offizier einer Fotografieeinheit der Luftstreitkräfte, war 1917 bis 1920 Assistent und Hilfskraft der berühmten technischen Hochschule MIT in Cambridge/Mass. und wechselte dann in das Forschungslabor der Eastman-Kodak in Rochester/N.Y. In seiner weiteren Karriere gehörte Hardy als Professor für Optik und Fotografie zu den etabliertesten und ausdauerndsten Wissenschaftlern am MIT (er emeritierte 1961). Er war einer der führenden US-amerikanischen Wissenschaftler in der Optik und wurde als Pionier der Moderne vielfach ausgezeichnet.



Apfeltest: A.C. Hardy (links) betrachtet einen soeben produzierten Spektrenausdruck. In der Mitte steht ein Prototyp des Hardy-Spektrofotometers, am Bildrand rechts befindet sich der untersuchte Apfel. (Die Person rechts ist unbekannt.)

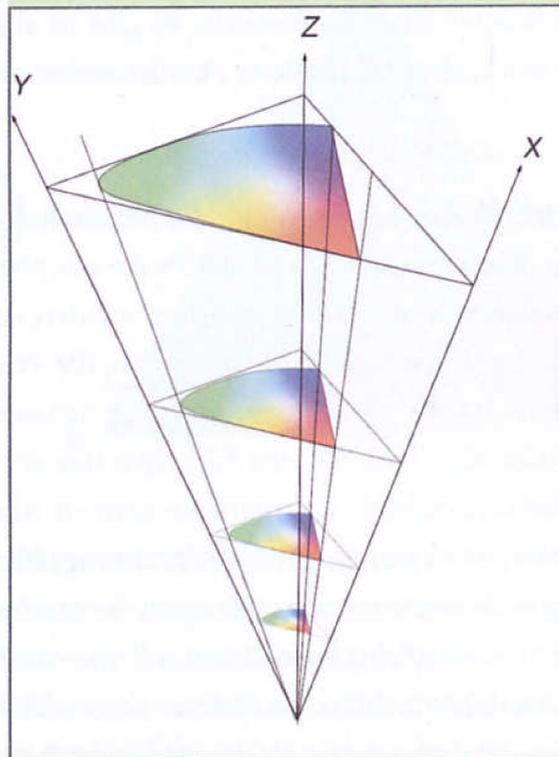
FOTOMETER, SPEKTROFOTOMETER, KOLORIMETER

Fotometer messen die Intensität einer Strahlungsquelle, also die Quantität einer physikalischen Größe. Spektrofotometer messen die Intensität der Strahlungsquelle in Abhängigkeit ihrer spektralen Verteilung. Sie liefern Datenpaare, die zweidimensional dargestellt werden können, ein sogenanntes Spektrum. Kolorimeter, die auch Tintometer genannt werden können, bestimmen eine Farbe, sie ordnen also die physikalischen Eigenschaften des sichtbaren Lichts einem Sinneseindruck zu. Häufig und nicht ganz korrekt werden allerdings auch nach dem Lambert-Beerschen Gesetz arbeitende Instrumente zur chemischen Analyse, die nur eine Lichtintensität messen, als Kolorimeter bezeichnet.

Hardys Maschine zur Qualitätskontrolle fügte sich aber nicht nur ideal in das industrielle Produktionssystem. Zwar wurde das optimierte, komplexe und teure Spektrofotometer, das General Electric/Schenectady ab 1933 kommerziell anbot, bis 1946 nur etwa hundert Mal verkauft, es zeigte aber als prestigereiches High-End-Gerät die technischen Möglichkeiten auf. Als erstes voll automatisches Spektrometer diente es den später konstruierten Infrarot- und Ultraviolett-Geräten als Vorbild. Farben konnte das Hardy-Spektrometer allerdings nicht messen. Es lieferte den Farbreiz als numerischen Datensatz für Farbton, Sättigung und Helligkeit, ausgedrückt durch Wellenlängen, Lichtintensität und das Messen gegen die Oberfläche von Magnesiumoxid als einer weißen Referenz. Es maß ausschließlich die physikalischen Daten, die sozusagen den Fingerabdruck einer ganz bestimmten Farbe ergeben. Die nächste Herausforderung für die Wissenschaft war es, Spektrometerdaten so zu übersetzen, dass sie den Farbeindruck beschreiben konnten.

REGELN ZUR FARBBESTIMMUNG. 1931 veröffentlichte die Commission International de l'Eclairage (CIE) ihre erste Normfarbtafel. Das Gremium aus Technikern, Physikern, Physiologen und Psychologen aus Industrie und akademischer Wissenschaft gehörte zu den vielen Komitees, die sich in der Zwischenkriegszeit bemühten, international geltende industrielle Standards festzulegen. Die CIE hatte das Messen und Beschreiben von Farbe in Wissenschaft und Industrie auf ihre Agenda gesetzt. Das System der CIE ging von den drei Farbvalenzen Rot, Grün, Blau und dem Maxwell'schen Farbdreieck aus, das mathematisch für die geringeren real erreichbaren Farbsättigungen modifiziert wurde und so eine zungenähnliche Form bekam (Bild rechts). Wird auch die Helligkeit modifiziert, ergibt sich als Farbkörper ein unregelmäßiger Kegel. Die Ecken des Dreiecks, das die Bezugspunkte der Koordinaten definiert, liegen dabei außerhalb des Farbbereichs (Bild oben).

Die drei Farbwerte des Systems wurden x , y und z genannt und als Norm von der CIE empfohlen. In die Werte gingen auch Ergebnisse systematischer Farbvergleiche mit etwa



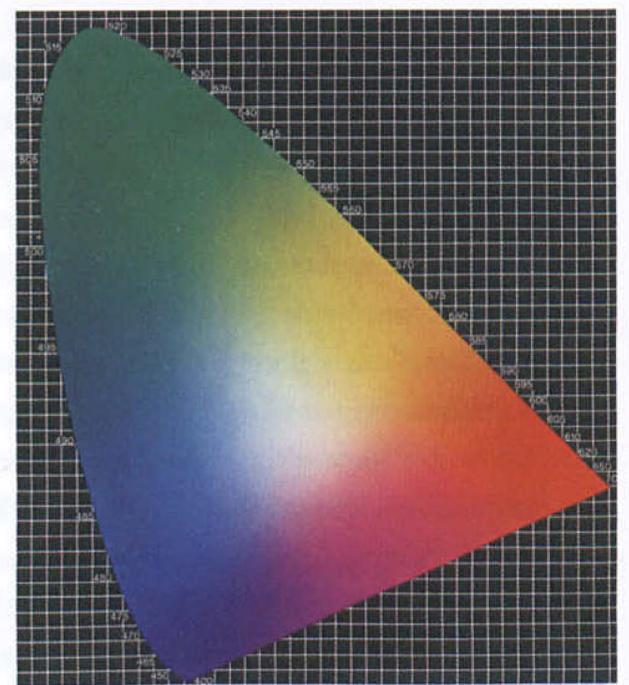
CIE-Farbkörper: Ausgangspunkt unten ist Schwarz. X , Y und Z repräsentieren die theoretisch höchste Farbsättigung der Grundtöne Rot, Grün und Blau bei unterschiedlicher Helligkeit. Der CIE-Farbkörper beinhaltet aber nur die praktisch erreichbaren Sättigungsgrade und wird durch die farbigen Flächen angedeutet.

Das Bild rechts zeigt die Fläche des CIE-Systems bei maximaler Helligkeit.

THOMAS STEINHAUSER ist

Wissenschaftshistoriker und arbeitet an der Universität Regensburg über die Geschichte der Kernresonanzspektroskopie. Als Scholar in Residence am Deutschen Museum (2008) erforschte er die konstruktiven Ursprünge kommerziell hergestellter Infrarotspektrometer.

50 Personen unter genau formulierten Normbedingungen ein. Auf diese Weise wollte man die Farbwahrnehmung eines hypothetischen Normalbeobachters als Mittelwert bestimmen. Die Versuchspersonen verglichen Farben, indem sie aus den drei Grundvalenzen Rot, Grün und Blau eine der Vorlage gleiche Farbe mischen mussten. Auf diese Weise gelang es, die Farbwahrnehmung zu »messen«. Allerdings war ein derart konstruierter »Standardbeobachter« reichlich unreal. Dem Vorgehen lag die von den Physikern angenommene Voraussetzung zugrunde, eine direkte mathematisch-experimentelle Übersetzung von physikalischen Daten in Farbe wäre prinzipiell möglich. Trotz vielfältiger Kritik erwies sich der Standardbeobachter als langlebig. Die CIE besserte immer wieder nach und ergänzte die Norm mit Zusatzsystemen, letztlich ist aber das aus Messdaten mathematisch errechnete und eher unanschauliche CIE-System von 1931 auch heute noch eine international häufig benutzte Farbnorm. ■■



COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE

Die Commission International de l'Eclairage CIE (Internationale Beleuchtungskommission, IBK) mit Sitz in Genf wurde 1913 gegründet. Mitglieder sind Repräsentanten nationaler Komitees, die lokale, staatliche, industrielle und wissenschaftliche Organisationen mit technischem Interesse an Beleuchtungsfragen vertreten. Seit dem ersten Weltkrieg beschäftigte man sich intensiv mit der wissenschaftlichen Farbmessung. Erste nationale Normierungsvorschläge basierten auf physikalischen Messgrößen der Optical Society of America, 1922. Sie bildeten die Grundlage für das in Cambridge 1931 von der CIE beschlossene Farbsystem. 1931 legte die CIE ein Farbsystem fest, das bis heute die Basis für alle später von der Kommission erlassenen Ergänzungen oder Alternativsysteme bildet.

Licht aus Kristallen

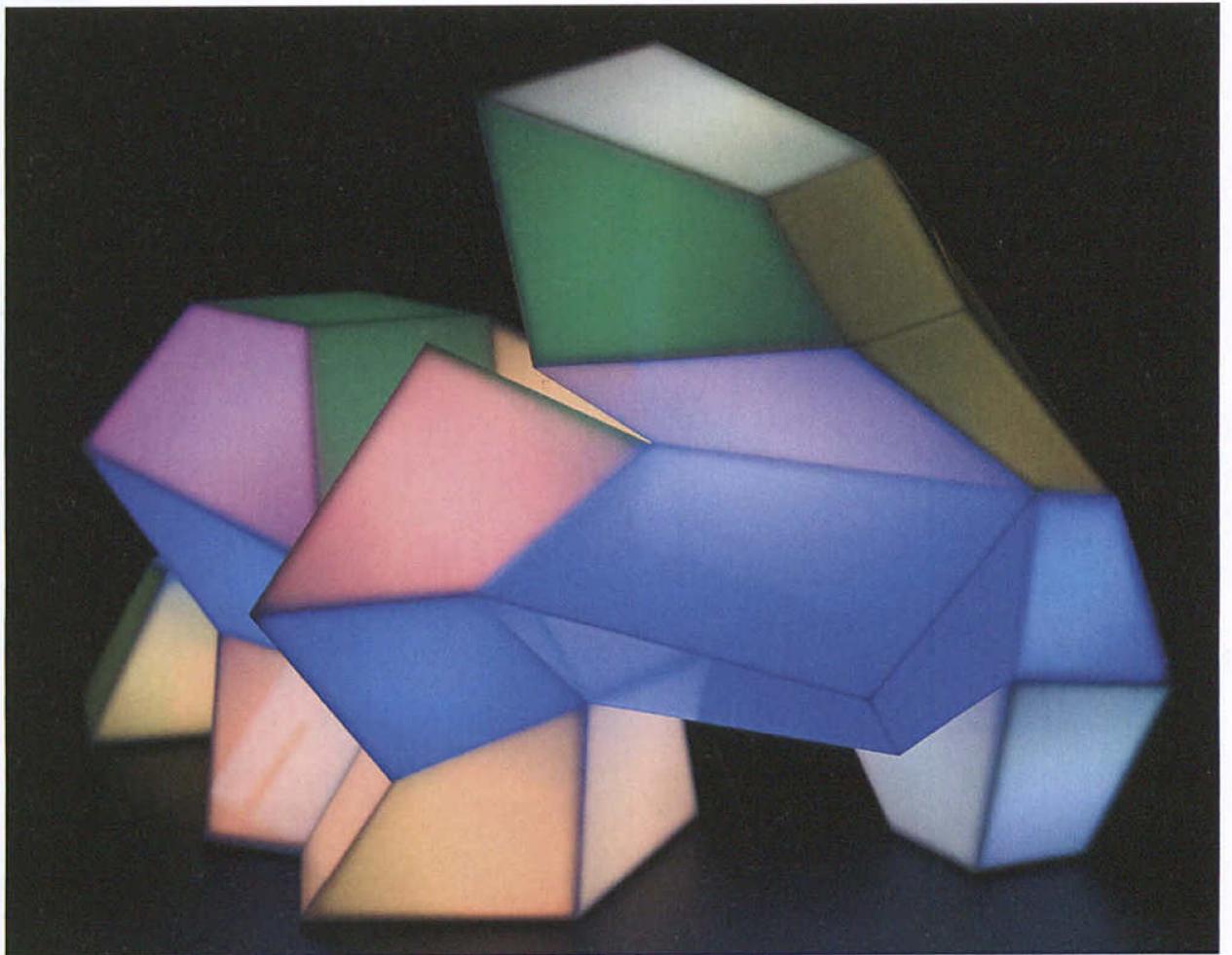
Leuchtdioden erobern unseren Alltag

In der neuen Dauer-
ausstellung »Deutscher
Zukunftspreis« zeigt
das Deutsche Museum
auch die Entwicklung
eines innovativen
Leuchtsystems.

Die gute alte Glühbirne dürfte spätestens 2012 ausgedient haben. An die Stelle der Energiefresser sollen künftig nicht nur Sparlampen sondern auch hocheffiziente Leuchtdioden treten. Bisher kennen wir die kleinen Lämpchen vor allem als Orientierungslichter in Schaltern, Autos oder Handys. Doch LEDs (für: lichtemittierende Diode) können viel mehr. In einem gemeinsamen Forschungsprojekt haben das Fraunhofer-Institut und die Firma Osram die LED-Technologie optimiert. Das Ergebnis der Forscher kann sich sehen lassen: Lichtquellen mit LEDs könnten herkömmliche Lampen künftig fast überall ersetzen, zum Beispiel in Fernsehbildschirmen, Straßenlaternen, Projektoren und Autoscheinwerfern. Wegen ihres geringen Stromverbrauchs helfen LEDs, Energie zu sparen und den Ausstoß an klimaschädlichem CO₂ zu senken.

Eine LED ist immer aus drei Elementen aufgebaut: dem LED-Chip, der das Licht erzeugt, dem LED-Gehäuse (package) und einer Optik, die das Licht in die gewünschte Form bringt.

Für den Chip entwickelte Osram ein Herstellungsverfahren, mit dem (erstmal) eine Metallschicht im Innern der LED eingebaut werden kann. Diese Metallschicht dient als Spiegel für das intern erzeugte Licht und reflektiert dieses zur Chipoberseite, von wo es



Polygonale Lichtskulptur in der Ausstellung »Deutscher Zukunftspreis«. Besucher können selber kreativ werden, indem sie Farbigkeit und Lichtintensität verändern.

schließlich ausgekoppelt wird. Durch dieses Verfahren wird mehr Licht aus dem Inneren der LED-Chips extrahiert. 2002 kam das erste kommerzielle Produkt in Form einer rot emittierenden Dünnschicht-LED auf den Markt. Kurze Zeit später wurden auch blaue Dünnschicht-LEDs (ThinGaN) eingeführt, die die Grundlage für weißes Licht sind. Inzwischen setzt Osram die Dünnschichttechnologie für alle gängigen Materialsysteme ein – für infrarotes Licht ebenso wie für alle »sichtbaren« LED-Farben.

In der Ausstellung wird die Besonderheit dieser Innovation durch ein polygonales Lichtobjekt erlebbar, das in seiner Farbigkeit und Intensität vom Besucher selbst immer wieder wechselnd gestaltet werden kann. ■■

INTERESSANTE WEBSITE ZUM THEMA FARBE:

www.farbe.wisotop.de

Eine wahre Fundgrube bei Farbfragen ist die Website von Ulrike Häßler. Hier veröffentlicht die Professorin Material zu ihrer Vorlesung über Farbraum-Transformation und Farbmanagement am Fachbereich Photoingenieurwesen und Medientechnik an der FH-Köln.

www.ipsi.fraunhofer.de/~crueger/farbe/

Grundlagen und Geschichte der Farbtheorie vermittelt die Seite des Fraunhofer-Institutes. Hier findet man auch etliche interessante Links zu weiteren thematisch passenden Seiten.

Design und Wirklichkeit

Falschfarben in Datenbildern der Naturwissenschaften



Bilder aus der Wissenschaft wirken heute oft wie moderne Grafiken. Mit der »Wirklichkeit« haben die kolorierten Fotografien wenig zu tun. Sie helfen, Strukturen oder Abläufe besser zu erkennen, Unsichtbares sichtbar zu machen oder dienen Wissenschaftlern als interner Code. Von Jochen Hennig

Wissenschaft ist in den letzten 25 Jahren bunt geworden: Während in den 1970er Jahren wissenschaftliche Journale von schwarz-weißen Bildern und solchen in Graustufen geprägt waren und sich durch nüchternes Layout ausgezeichnet haben, müssen Wissenschaftszeitschriften heute den Vergleich mit Hochglanzpublikationen aus den Bereichen Kunst und Design nicht mehr scheuen. Das Internet befördert die Verwendung farbiger Bilder in besonderem Maß: Bildgalerien sind fester Bestandteil der Webauftritte von naturwissenschaftlichen Forschungsinstituten, die so ihre Attraktivität zu erhöhen versuchen. Ein Großteil aktueller bunter Bildwelten beruht dabei auf digitalen Aufnahme- und Bildgebungsverfahren, in denen Daten erhoben werden, die dann mit Hilfe von Computergrafik als Bilder ausgegeben werden. Dabei kann gewählt werden, welche Farben bestimmten Werten der Daten zugeordnet werden.

Diese Falschfarbenbilder zeichnen sich dadurch aus, dass die Farben nicht durch die Messung vorgegeben sind, sondern dass sie wählbar sind. Der Begriff der Falschfarben darf also nicht dazu verleiten, anzunehmen, dass es eine wahre Farbe gäbe, die dann verfälscht würde – vielmehr liegen vielen Bildern der Nanotechnologie, der Medizin, der Teilchenphysik oder der Astronomie Daten zugrunde, zu denen eine wahre Farbe schlichtweg nicht existiert. Den Daten werden Farben zugeordnet, um die Daten erst visuell auswerten und kommunizieren zu können. Eine Ausgabe der Daten, etwa als lange Zahlenkolonne, wäre technisch möglich und richtig, ließe die Daten aber nicht derart erfassen wie die Zuordnung zu Farbwerten. Dabei ist die Zuordnung von Farben wie rot, gelb und blau genauso »wahr« bzw. »falsch« wie die Zuordnung von Grautönen, auch wenn Grautöne mitunter immer noch mit dem Etikett der Objektivität und Seriosität behaftet sind. Im Folgenden wird ein Einblick gegeben, mit welcher unterschiedlichen Motivationen Farben in wissenschaftlichen Falschfarbenbildern eingesetzt werden, wie durch den gezielten Einsatz von Farbe Wissen erzeugt und kommuniziert werden kann, wie Ästhetik und Erkenntnisgewinn im Einsatz von Farbe verwoben sind und welchen Einfluss die Wahl von Farbe auf die Wahrnehmung haben kann.

FARBE VON ATOMMODELLEN. Auch wenn die Verwendung farbiger Bilder in den Naturwissenschaften während der letzten 30 Jahre eine enorme Konjunktur erlebt hat, ist Farbe in der Wissenschaft selbstverständlich kein Phänomen der Computergrafik, sondern fand immer schon Anwendung. Ein sinnfälliges Beispiel sind farbige Molekülmodelle. Mitte der 1950er Jahre bemühten sich Robert Corey und Linus Pauling um die Vereinheitlichung und Standardisierung von Kalottenmodellen, um die Positionen, Abstände und Winkel von Atomen in einem Molekül modellieren zu können. Linus Pauling, der neben seinem Chemie-Nobelpreis für seine Untersuchungen zu chemischen Bindungen und Strukturen 1954 acht Jahre später auch den Friedensnobelpreis für seinen Kampf gegen Atomtests erhalten hatte und damit der einzige alleinige Träger zweier Preise in der Geschichte des Nobelpreises ist, war ein außerordentlicher Verfechter der Anschaulichkeit. So brachte er gemeinsam mit dem Künstler Roger Hayward das Buch *Die Architektur der Moleküle* heraus, in dem sie Zeichnungen von Molekülen präsentierten (Abb.1).

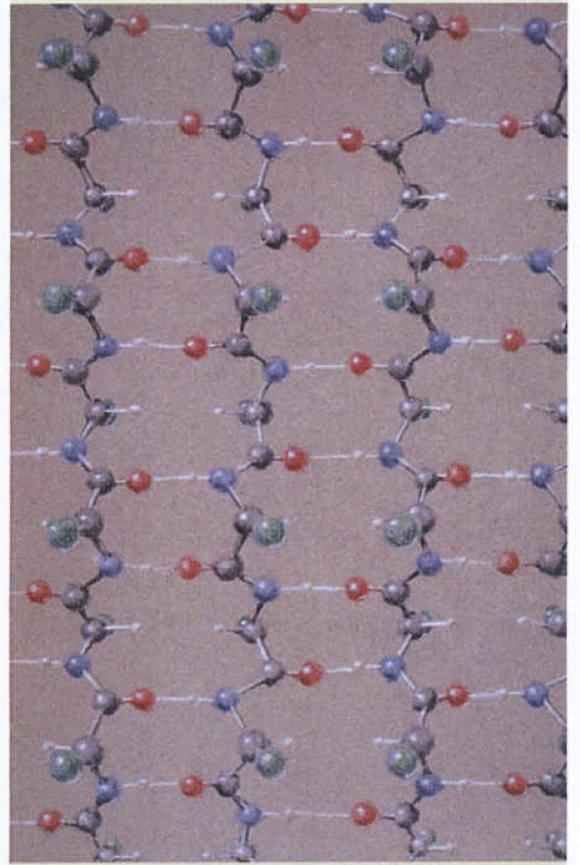
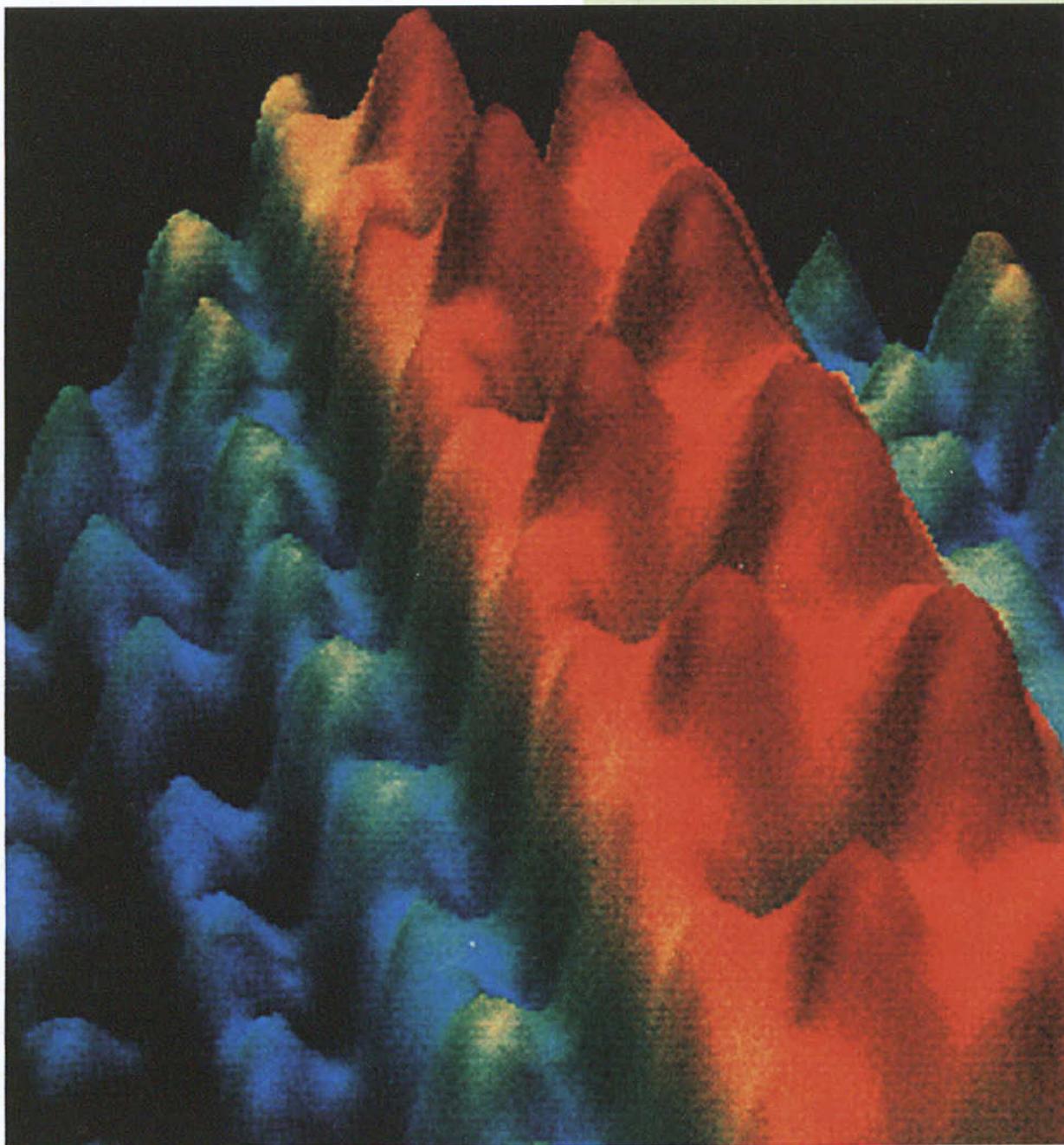


Abb. 1: Der zweifache Nobelpreisträger Linus Pauling hat gemeinsam mit dem Künstler Roger Hayward ein Buch mit Zeichnungen von Molekülmodellen herausgegeben. Die Farbgebung folgte klaren Konventionen, die die Verbindungen für Chemiker gleich erkennbar werden lassen.



Abb. 2: Ein computergeneriertes Kalottenmodell von Molekülen. Die Atome der einzelnen Elemente werden durch verschiedenfarbige Kugelausschnitte (Kalotten) repräsentiert.



Die Farben der einzelnen Moleküle folgten dabei keineswegs einer wahren Farbe, da Atome nach quantenphysikalischen Beschreibungen keine Form und keine Farbe besitzen. Sie waren aber auch nicht der Fantasie des Chemikers oder des Künstlers geschuldet. Vielmehr handelte es sich um symbolische Verwendungen der Farben, die auf weitverbreiteten Konventionen beruhten: So ist es das Ergebnis einer Übereinkunft, Wasserstoffatome weiß darzustellen, Kohlenstoffatome schwarz, Stickstoffatome blau, Sauerstoffatome rot, Chloratome grün usw.

Chemiker haben diese Farbzuordnungen verinnerlicht und können beim Anblick eines Molekülmodells sofort die chemische Zusammensetzung entziffern. Die Farbzuordnung ist seit Jahrzehnten stabil, und auch die aktuelle Computersoftware zur Visualisierung von Molekülmodellen greift die Farbkonventionen auf (Abb. 2). In diesen Bildern und Modellen symbolisieren einzelne Farben jeweils einzelne Elemente.

Abb. 3: Joseph Stroschio hatte sich bei der Darstellung seiner nanotechnologischen Untersuchung nicht an Konventionen oder Richtlinien zu halten – in der Farbwahl folgte er seinen Empfindungen und Vorlieben.

FARBE IN DER NANOTECHNOLOGIE.

Gleichzeitig existieren in den heutigen Bildwelten der Nanotechnologie Bilder mit atomarer Auflösung, in denen ein gänzlich anderer Farbgebrauch zur Anwendung kommt. In einem rastersondenmikroskopischen Bild, einem typischen Bild der Nanotechnologie, erheben sich die absorbierten Cäsiumatome gelblich-rötlich aus dem Grund bläulich gefärbter Gallium-Arsenidatome. In dem Experiment sind Ströme zwischen einer feinen Spitze und der Probe gemessen worden, aber keinesfalls optische Eigenschaften oder gar Farben detektiert worden.

Die Farbgebung folgt weder aus dem experimentellen Verfahren noch der Eigenschaft von Cäsium-, Gallium- oder Arsenidatomen. Auch liegt dem Bild keine Konvention zugrunde wie im Fall der Molekülmodelle. Vielmehr hat der Experimentator Joseph Stroschio mit dieser Farbwahl die absorbierten Cäsiumatome deutlich vom Untergrund abheben können und hat ein Bild geschaffen, das die Vorderseite eines von ihm herausgegebenen Lehrbuches geschmückt hat (Abb.3). Den Anspruch, aufgrund der Farbgebung die Elemente ablesen zu können, erheben diese Bilder der Rastertunnelmikroskopie im Gegensatz zu Bildern der Molekülmodelle nicht. Die Farben in Bildern der Rastersondenmikroskopie, in der absorbierte Atome farblich hervorgehoben sind, führen eine selbstverständliche Koexistenz neben der symbolischen Verwendung von Farbe in Molekülmodellen. Während dort eine Konvention sinnvoll ist, profitiert ein anderes Forschungsfeld von der freien Farbverwendung jenseits von Konventionen.

So kann in der Rastertunnelmikroskopie die Motivation zur Wahl gewisser Farben ganz unterschiedlich gelagert sein. Neben der Verdeutlichung von Höhenunterschieden hat beispielsweise die Instrumentenfirma Digital Instruments für ihre Rastersondenmikroskope eine Software im Angebot, in der routinemäßig Ockerfarben Verwendung finden. Viele Tunnelmikroskopiker übernehmen diese Farbskala, die zu einem Erkennungsmerkmal von Digital Instruments geworden ist. Andere Rastersondenmikroskopiker finden es angenehmer für die Augen, am Monitor mit Grau-

stufen zu arbeiten. Bezüglich der Frage, ob in den Graustufen oder in Farbbildern Differenzen besser einzusehen sind, existieren zwischen den Experimentatoren unterschiedliche Meinungen, persönliche Gewohnheiten und Vorlieben überlagern mit Vorlagen kommerzieller Anbieter.

In ähnlicher Weise kommen individuelle Vorlieben zum Ausdruck, wenn Rastersondenmikroskopiker aus einem IBM-Labor ein Bild in Anlehnung an eine Canyon-Landschaft einfärben (Abb. 4). Die rötlichen »Felsen« und der türkisfarbene »Himmel« ergeben zwangsläufig den Eindruck einer Landschaft. Wieder sind die Farben weder wahr noch falsch – es zeigt sich, wie die Nanowissenschaftler die Freiheit zur farbigen Gestaltung ihrer Bilder ausschöpfen. Ein solcher spielerischer Umgang mit Farbe wäre noch in den siebziger Jahren kaum denkbar gewesen, er zeugt von einer Verschiebung im Selbstverständnis der Wissenschaftler, nicht mehr dem Ideal von Nüchternheit verpflichtet zu sein, sondern als Gestalter aufzutreten. Das Bild wird in einer »Bildergalerie« auf der IBM-Website verwendet, die Experimentatoren werden hier als »Künstler« bezeichnet.

FARBE IN HIRNBILDERN. Ein anderes Forschungsfeld, das sich wesentlich über Bildverwendungen definiert, ist die Hirnforschung. Bilder haben eine derartige Verbreitung gefunden und in vielerlei Zusammenhängen ein derartiges Eigenleben entwickelt, dass ihnen der Wissenschaftshistoriker Michael



Abb. 4: Durch die Farbgebung entsteht in diesem rastersondenmikroskopischen Bild der Eindruck einer Canyon-Landschaft – Experimentatoren nutzen heutzutage die Freiheit zur Gestaltung der Bilder.

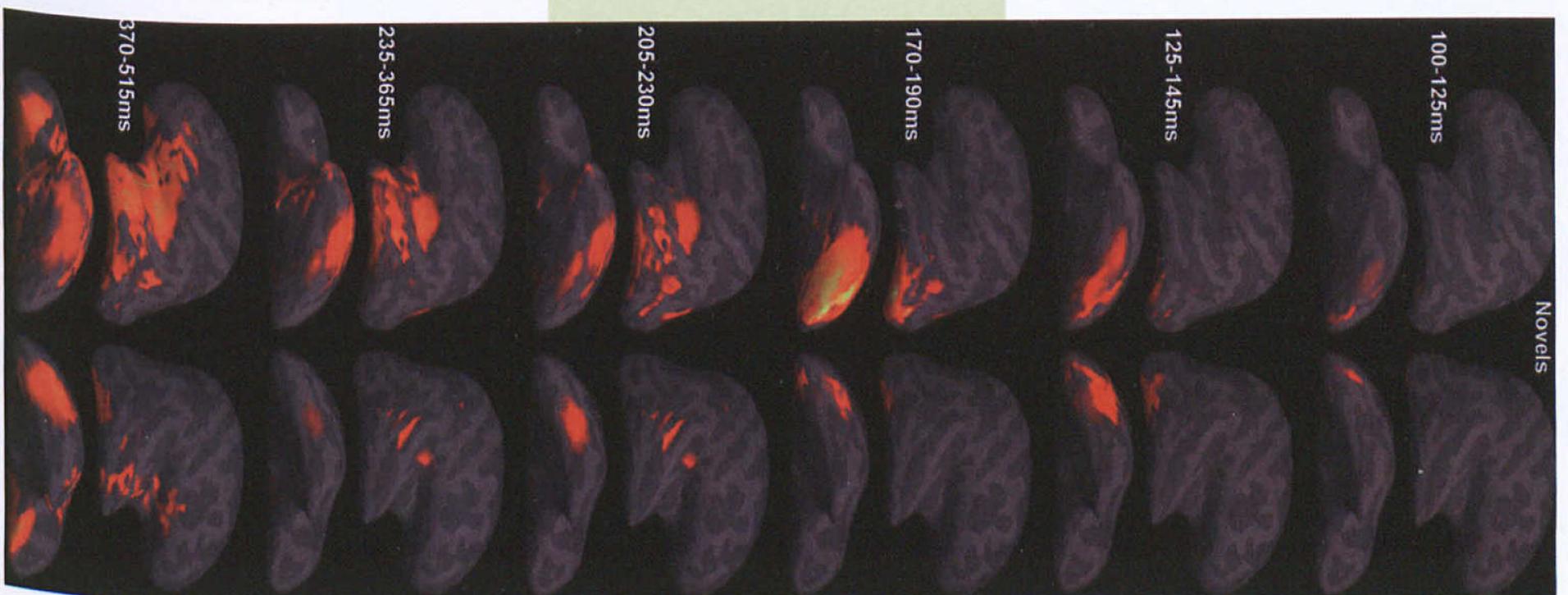
Abb. 5: Im Gehirn flackern partielle Feuer auf. Ein Eindruck, der der Farbwahl geschuldet ist.

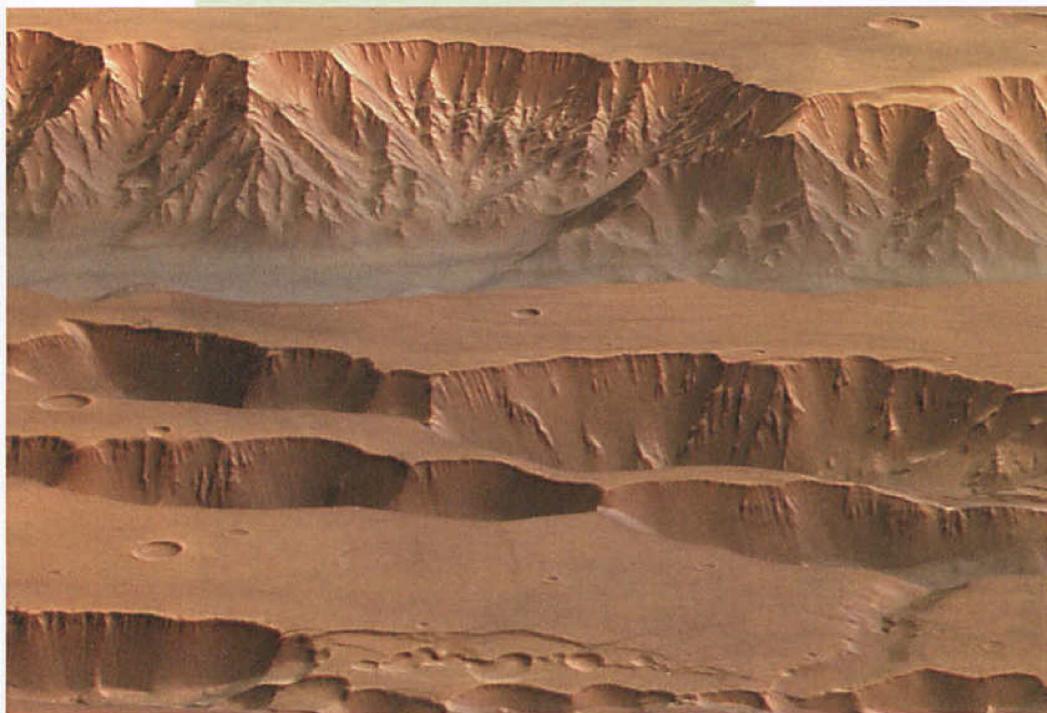
Hagner ihnen den Status einer Marke zuschreibt. Sie werden als Logo eingesetzt, um Wissenschaftlichkeit zu suggerieren.

Den verbreiteten Hirnbildern liegt die Messung von Stoffwechselfvorgängen zugrunde. Diese Messwerte werden wiederum so angeordnet und farblich codiert, dass sie an unser gewohntes Bild des Gehirns anknüpfen. So lässt sich beispielsweise messen – und visualisieren –, in welchen Bereichen des Gehirns sich die Stoffwechselaktivität erhöht, wenn eine Person ein Bild betrachtet oder ein Wort liest.

Wie diese minimale Erhöhung des Stoffwechsels zu deuten ist, oder was die Person mit dem betrachteten Bild oder dem gelesenen Wort verbindet, darüber kann dem Bild nichts entnommen werden. Doch gerade in der massenmedialen Kommunikation wird häufig suggeriert, dass den untersuchten Personen beim Denken zugeschaut werden könnte. Derart suggestiv verwendet, bleibt die Vielzahl der Übersetzungsschritte von der Datenaufnahme zum Bild und die Notwendigkeit zur Interpretation auf der Strecke.

Die Farbgebung erhöht die suggestive Kraft der Bilder. Eigentlich sollen Farbcodierungen schlichtweg die Interpretation der Daten erleichtern. Und da es keine bestimmte Farben zur Messung des Stoffwechsels im Gehirn gibt sind die gewählten Farben zwangsläufig Falschfarben. Und deren Auswahl ist wichtig für die Wirkung der Bilder. Die Verwendung von gelb und rot zum Beispiel erinnert an Flammen (Abb. 5). Wie das





Der Mars, wie wir ihn uns vorstellen. Welchen Farbeindruck wir auf der Marsoberfläche hätten, ist umstritten.

DR. JOCHEN HENNIG ist Kurator für Wissenschaftsausstellungen an der Humboldt-Universität zu Berlin.

Abbildungsbeispiel zeigt, werden Bilder durch die gewählte Farbigkeit emotional aufgeladen.

FARBE IN MARSBILDERN. Ein anderes Forschungsfeld, für das die Kommunikation wissenschaftlicher Ergebnisse an die Öffentlichkeit identitätsstiftend ist, ist die Marsforschung. Hier kann der Einsatz von Farbe bei einem Publikum, das mit der Forschungspraxis nicht näher vertraut ist, Assoziationen hervorrufen, die im ursprünglichen wissenschaftlichen Zusammenhang keinesfalls intendiert waren. Von einem prägnanten Beispiel weiß der Berliner Marsforscher Ralf Jaumann zu berichten. So senden Marssonden keine fertigen Fotos des Mars zur Erde, sondern Daten, die in vielen Bearbeitungsschritten zu Bildern umgesetzt werden. Wieder handelt es sich um Falschfarbenbilder, in denen Daten Farben zugeordnet werden. In den Auswertungen ist es durchaus üblich, Grün- und Blautöne zu verwenden. Als ein solches Bild der Berliner Marsforscher in der Presse in Umlauf kam, stand für Tage das Telefon

in den Büros der Marsforscher nicht still: Astronomische Laien glaubten, Wasservorkommen und Vegetation auf dem Mars zu sehen. Sie gingen von einem fotografischen Realismus des Bildes aus, ohne ein Bewusstsein für die Bedeutung der Falschfarben zu besitzen. Seitdem achten die Berliner Marsforscher darauf, dass in Bildern für die Öffentlichkeit der »Rote Planet« auch rot dargestellt wird. Sie wählen die Farben in Einklang mit den Vorstellungen vom Mars. Doch auch diese Farben sind Falschfarben – die Frage, welchen Farbeindruck ein Betrachter auf der Marsoberfläche mit ihrer spezifischen Atmosphäre hätte, ist alles andere als leicht zu beantworten.

FARBE ALS INSTRUMENT DER SINNERZEUGUNG. Farben werden in wissenschaftlichen Bildern eingesetzt, um Erkenntnisse zu fördern. Aufgenommene Daten können oft erst durch die Zuordnung von Farbtöne für das menschliche Auge sichtbar gemacht werden. Durch den Einsatz von Farbe ist es möglich zu kontrastieren, zu differenzieren und zu betonen. Dies gilt für die interne Auswertung ebenso wie für die Kommunikation von Wissen. So färben Wissenschaftler mitunter bestimmte Bereiche in Bildern ein, um im Rahmen von Vorträgen besser einzelne Stellen im Bild benennen zu können.

Die Wahl von Farben kann ganz unterschiedliche Gründe haben. Konventionen, individuelle Vorlieben, kommerzielle Interessen und die Erfüllung von Erwartungen sind Teil wissenschaftlicher Bildpraxis. Legitimiert ist diese Wahlfreiheit, da vielen Datenbildern aktueller Forschung keine wahren Farben zugrunde liegen. Dennoch ist die Wahl der Farben nicht unproblematisch, da – wie bei Bildern allgemein – Sehgewohnheiten aufgegriffen und Emotionen angesprochen werden. Wissenschaftsbilder sind ein Instrument der Wissensgenerierung. Sie dokumentieren nicht nur, sondern bringen ihrerseits Wissen hervor und prägen es. ■■

Literatur:

Ralf Adelman, Jan Frercks, Martina Heßler, Jochen Hennig, Datenbilder.

Zur digitalen Bildpraxis in den Naturwissenschaften, Bielefeld 2009

Horst Bredekamp, Matthias Bruhn, Gabriele Werner (Hg.), Farbstrategien.

Bildwelten des Wissens 4,1, Berlin 2006.

Michael Hagner, Das Hirnbild als Marke. In: Horst Bredekamp, Matthias Bruhn, Gabriele Werner (Hg.),

Ikonografie des Gehirns. Bildwelten des Wissens 6,1, Berlin 2008

Martina Heßler, Die »Mona Lisa der modernen Wissenschaften«. Die Doppelhelix-Struktur als kulturelle Ikone, In: Alexander Gall (Hg.), *Konstruieren, Kommunizieren, Präsentieren.*

Bilder von Wissenschaft und Technik, Göttingen 2007

Vom Verschwinden der Farben

Maßnahmen gegen die Veränderung von Farben bei Museumsobjekten

Ausstellungen leben von den Farben ihrer Exponate.
Doch Farbstoffe sind enorm empfindlich. Licht, Luft und Feuchtigkeit machen ihnen zu schaffen. Von Andrea Funck



Standgläser mit Teerfarben (die ältere Bezeichnung für organische Farbstoffe).



Ultramarin-Proben für unterschiedliche Anwendungsbereiche um 1900.

Diese Originalausfärbung von William H. Perkin stiftete Heinrich Caro 1913 dem Deutschen Museum.



Museumsobjekte müssen innerhalb der Ausstellungsräume beleuchtet werden, damit wir sie als Ganzes wahrnehmen können. Licht hebt bestimmte Aspekte hervor oder schafft Stimmungen – es hilft, Interesse zu wecken und ermöglicht so einen Erkenntnisgewinn. Eine Ausstellungsbeleuchtung sollte jedoch nicht nur das gestalterische Konzept unterstützen, sondern auch konservatorische Lichtschutzbestimmungen erfüllen. Ob es sich dabei um natürliches Licht, das durch die Fenster dringt, oder um künstliches Licht in Form von Lampen oder Scheinwerfern handelt – Exponatoberflächen werden in jedem Fall einer Strahlung ausgesetzt und dadurch gefährdet. Auch durch ungünstige klimatische Verhältnisse und Schadstoffe im Ausstellungsraum bzw. in der Vitrine verändern sich Farben. Dadurch geht nicht nur der ursprüngliche ästhetische Eindruck verloren, sondern auch Wissen, das

sich dem Besucher vielleicht auf den ersten Blick nicht erschließt.

Chemische Untersuchungen von Pigmenten und Farbstoffen verraten nicht nur die Details ihrer Zusammensetzung. Man kann dadurch auch einiges über den Hersteller und den Zeitpunkt der Herstellung herausfinden. Weiße Farbe beispielsweise wird seit der Antike mit Bleiweiß als Pigment versetzt. Ab Mitte der 1920er Jahren wird in Europa mit der Herstellung von Titandioxid begonnen, da es in einer Ölfarbe besser als Bleiweiß deckt und im Gegensatz zu Bleiweiß ungiftig ist. Für die Bestimmung des ungefähren Zeitpunkts der Herstellung eines Objekts, bzw. den Zeitpunkt seiner Übermalung oder Überarbeitung oder aber zur Identifizierung einer Fälschung wird die weiße Farbe analysiert. Ist das Ergebnis Titandioxid muss die Farbschicht nach 1925 /1926 aufgebracht worden sein – entweder wegen der eben genannten Vorteile oder aber als schlechte Fälschung!

Auch Spuren der Alterung lassen sich dank der Farben erklären und geben Aufschluss über die Verwendung bzw. den Gebrauch eines Gegenstands. Weichgummi zum Beispiel, der als vulkanisierter Kautschuk für Autoreifen und Antriebsriemen verwendet wird, gehört zu den kaum alterungsbeständigen Kunststoffen. Bereits nach wenigen Jahren wird er klebrig und brüchig. Der Vergleich von verschiedenfarbigem Gummi allerdings zeigt, dass der mit Ruß eingeschwärzte länger haltbar ist.

WASSERLÖSLICHE FARBEN UND UNLÖSLICHE PIGMENTE. Generell werden farbgebende Stoffe unter dem Sammelbegriff Farbmittel zusammengefasst, wobei man zwischen Pigmenten und Farbstoffen differenziert. Auch wenn sich die chemische Grundstruktur von Farbstoffen und Pigmenten in vielen Fällen gleicht, unterscheiden sie sich doch grundlegend in ihrer Anwendbarkeit. Farbstoffe lösen sich in einem Medium (z.B. in Wasser) und werden deshalb unter anderem zum Färben von Textilien, Papieren und Kunststoffen verwendet. Pigmente hingegen sind praktisch unlöslich und finden Anwendung in Dispersionsfarben, Lacken sowie ebenfalls in Kunststoffen. Besonders Zeugnisse der frühen industriellen Herstellung von Farbstoffen und Pigmenten im 19. Jahrhundert wurden im Deutschen Museum gesammelt, da sie wesentlich die Produktpalette der chemischen Industrie bestimmten. Beispiel hierfür sind zahlreiche Standgläser mit synthetisch hergestellten Ultramarin-Pigmenten in der chemischen Sammlung des Museums, die 1906 von der Vereinigten Ultramarinfabrik gestiftet wurden. 1925 stiftete die Firma BASF – deren ehemaliger Name »Badische Anilin- & Soda-Fabrik« – übrigens auf die Farbmittelherstellung verweist – dem Museum Beispiele von synthetisch hergestellten Teerfarbstoffen. Sie wurden hauptsächlich zur Färbung von Textilien verwendet. Deren Herstellung wurde erst mit der Ent-

deckung des violetten Farbstoffs Mauvein durch den britischen Chemiker William Henry Perkin (1838–1907) im Jahre 1856 möglich, deren Originalpräparate ebenfalls in der Sammlung aufbewahrt werden. Viele dieser wertvollen Exponate können leider nicht in einer Dauerausstellung gezeigt werden, da sie zu empfindlich sind. Nach wie vor ist es wichtig herauszufinden, wie es zum Verschwinden der Farben kommt: Welche Faktoren sind hierfür entscheidend? Und kann ihr Ausbleichen verhindert werden?

WIE LICHT AUF FARBEN WIRKT. Licht ist die Grundlage für die Wahrnehmung von Farben und zugleich deren größter Feind. Physikalisch betrachtet ist Licht elektromagnetische Strahlung. Es lässt sich in mehrere Wellenlängenbereiche aufteilen. Die sichtbare Strahlung liegt in einem Spektrum von etwa 380 bis 780 Nanometer. Daran schließt unterhalb von 380 Nanometern nicht sichtbare Strahlung, auch ultraviolette Strahlung (UV) genannt, sowie oberhalb von 780 Nanometern die Infrarotstrahlung (IR) an. Lichtstrahlung, die auf eine Materialoberfläche fällt, wird teils absorbiert, teils reflektiert. Die Absorption führt zu unterschiedlichen chemischen Reaktionen, die das Material immer schädigen, auch wenn wir diese Schädigung zunächst nicht sehen. Wenn die Energie der absorbierten Strahlung zu groß ist, verändern sich die Moleküle eines Exponats und somit deren Farbigkeit. Genauer gesagt werden bei der Schädigung eines Farbmittels durch ultraviolette und sichtbare Bereiche des Lichts die mehr oder weniger stabilen **chromophoren** Gruppen angeregt. Bei ausreichender Energie der Strahlung kann daraufhin die intermolekular bestehende Bindung zerbrechen, wodurch ein Farbmittel nach und nach seine farbgebende Eigenschaft verliert. Dabei vollzieht sich kein Substanzverlust, denn die Konzentration des Farbmittels nimmt lediglich zugunsten eines oder mehrerer Umwandlungsprodukte ab. Das Ausbleichen eines Textils oder farbigen Papiers ist nicht wieder rückgängig zu machen – die einmal verblasste Farbe ist und bleibt unwiederbringlich verloren.

Je kürzerwellig und somit energiereicher eine Strahlung ist, desto schädiger wirkt sie. Um relativ lichtstabile Farbmittel zu schädigen, bedarf es demzufolge kurzwelliger und somit energiereicher Strahlung, wie sie im UV-Bereich vorliegt. Bei lichtempfindlicheren Farbmitteln bewirkt auch schon sichtbares Licht eine Schädigung. Der längerwellige, rote Anteil des Lichts (IR) hingegen erzeugt keine photochemischen Reaktionen und folglich auch keine direkte Schädigung der Exponate in Form von Ausbleichen. Und doch werden Materialien auch hierbei geschädigt, denn die nicht sichtbare Infrarotstrahlung führt zur Erwärmung ihrer Oberfläche. Deren thermische Empfindlichkeit wiederum bestimmt, ob und wie stark sich das Material verändert. Folgen hiervon sind beispielsweise Schwund- und Dehnungsrisse im Holz sowie die Beschleunigung von chemischen Prozessen.

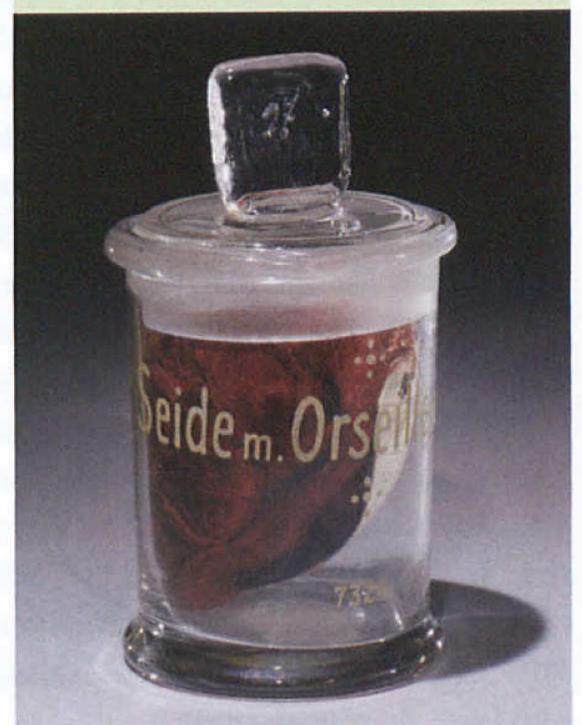
Auch wenn eine Einschätzung der Lichtempfindlichkeit von Exponaten schwierig ist, so ist es doch möglich, das schädigende Potenzial von Licht zu bewerten. Mit Sicherheit lässt sich nämlich sagen, dass Veränderungen an den Materialien mit der Beleuchtungsdauer und der Beleuchtungsstärke zunehmen. Ungefiltertes Tageslicht schädigt Farben und Materialien mehr als eine konstante elektrische Beleuchtung. Vor allem Rot- und Gelbtöne verblassen, da sie den energiereichen blauen und deshalb gefährlicheren Bereich des Lichts absorbieren, während blaue Farbtöne ihn reflektieren. Dieses Phänomen kann man auch an Plakaten auf Litfasssäulen beobachten, die durch die Sonneneinstrahlung stark bläulich wirken. Generell werden natürliche Farbstoffe schneller durch Licht geschädigt als synthetische. Außerdem sind aufgedruckte Farbstoffe, die sich im Gegensatz zu durchgefärbten nur an der Oberfläche befinden, im Allgemeinen empfindlicher. Zu den sehr empfindlichen Kunstwerken zählen bemalte oder gefärbte Objekte wie Grafiken, Fotografien oder auch organische Materialien wie Leder und Pergament. Textilien, die mit natürlichen pflanzlichen oder tierischen Farbstoffen gefärbt sind, verblassen besonders schnell. Synthetische Farbstoffe sind dagegen meist haltbarer und günstiger.



Die Schleifchen aus Seide sind mit Mauvein violett gefärbt.

Das **Chromophor** bezeichnet den Teil eines Farbstoffs, in dem anregbare Elektronen verfügbar sind. Es ist mit seiner Molekülstruktur der eigentliche Grund, warum ein Stoff farbig ist. Je nachdem ob es sich bei dem Farbmittel um einen natürlichen oder synthetischen bzw. organischen oder anorganischen Stoff handelt.

Die Farbprobe im Glas zeigt die Ausfärbung des Flechtenfarbstoffs Orseille auf Seide.





FEUCHTIGKEIT UND SCHADSTOFFE.

Nicht nur die Beleuchtung der Exponate, auch Schadstoffe in der Luft und eine zu hohe relative Luftfeuchtigkeit können Farbstoffe schädigen. Je niedriger die relative Luftfeuchtigkeit, desto höher ist die Lichtbeständigkeit von Farbstoffen. Bei Pigmenten hingegen ist die Lichtechtheit abhängig von verschiedenen Faktoren wie der Pigment-Volumen-Konzentration, der Schichtdicke, dem verwendeten Bindemittel, dem Substrat und weiteren Zusätzen. Die Eigenschaften von Pigmenten werden neben ihrem chemischen Aufbau von physikalischen Parametern, wie der Anordnung der Moleküle im Pigmentkristall, der Kristallform und deren spezifischer Oberfläche und der Oberflächenbeschaffenheit bestimmt. Organische Pigmente weisen beispielsweise eine starke Abhängigkeit der Lichtechtheit von ihrer Teilchengröße auf. Da die zur Zerstörung führenden Anteile des Lichts in oberflächennahen Bereichen der Teilchen wirksam sind, werden kleine Pigmentteile schneller vom Licht abgebaut als größere.

Der Farbmustersversuch von Heinrich Caro zeigt »Mauve Paste« (Kupferchlorid-Verfahren) und »Aniline Black« (Rückstand von Mauve), 1892. Der deutsche Chemiker Heinrich Caro (1834–1910) war als erster technischer Direktor von BASF maßgeblich für die Herstellung synthetischer Farbstoffe zuständig. Seine handschriftlichen Färberezepte werden im Deutschen Museum verwahrt.

Die relative Luftfeuchtigkeit (rF) gibt den relativen Sättigungsgrad der Luft an, d.h. wie viel Prozent der bei einer bestimmten Temperatur maximalen Sättigungsmenge an Wasser gerade in der Luft vorhanden ist.

Pigment-Volumen-Konzentration:

Die Pigment-Volumen-Konzentration gibt das Volumenverhältnis von Pigmenten (und eventuellen Füllstoffen) zum Bindemittel in einem Lack an.

Daneben beeinträchtigen Schadstoffe bzw. Luftverunreinigungen ausgestellte Exponate und ihre Farbigekeit. Sie können aus der Umwelt, als Emissionen aus dem Bauwerk, aus Werkstoffen der Raumausstattung und Vitrinen, durch menschliche Aktivität sowie aus Ausdünstungen der Exponate selbst stammen. Nach ihrer Herkunft unterscheidet man nach exogenen Quellen, die außerhalb des Museums liegen und durch Belüftung, Klimaanlage oder durch Besucher ins Innere gelangen, sowie endogene Quellen, die sich durch Emissionen in den Gebäuden befinden. Am sensibelsten reagieren die meisten Farbstoffe auf das Vorhandensein von Ozon in den Ausstellungsräumen bzw. in den Vitrinen, was zum Ausbleichen und zu Farbveränderungen führt.

GEFÄHRLICHE UV-A-STRAHLEN. Doch nicht alle Wellenlängenbereiche des UV-Bereichs schädigen auch Farben im Museum. So wird die UV-C-Strahlung (von 100 bis 280 Nanometer) in der Atmosphäre absorbiert und gelangt daher nicht in die Innenräume. Der UV-B-Bereich (von 280 bis 315 Nanometer) führt zur Bräunung unserer Haut. Da er fast vollständig vom Fensterglas abgehalten wird, ist dadurch kein Verblässen der Farben zu erwarten. Die UV-A-Strahlung (von 315 bis 380 Nanometer) hingegen kann durch gewöhnliches Fensterglas nicht absorbiert werden und wirkt somit auf die Exponate schädigend ein. Spricht man also von der schädigenden UV-Strahlung im Museum, ist letzterer Bereich gemeint. Wie die Sonne, erzeugen fast alle künstlichen Lichtquellen UV- oder IR-Strahlung – auch unsere Lampen im Museum –, die neben dem Tageslicht ebenfalls Schäden an den Exponaten verursachen.

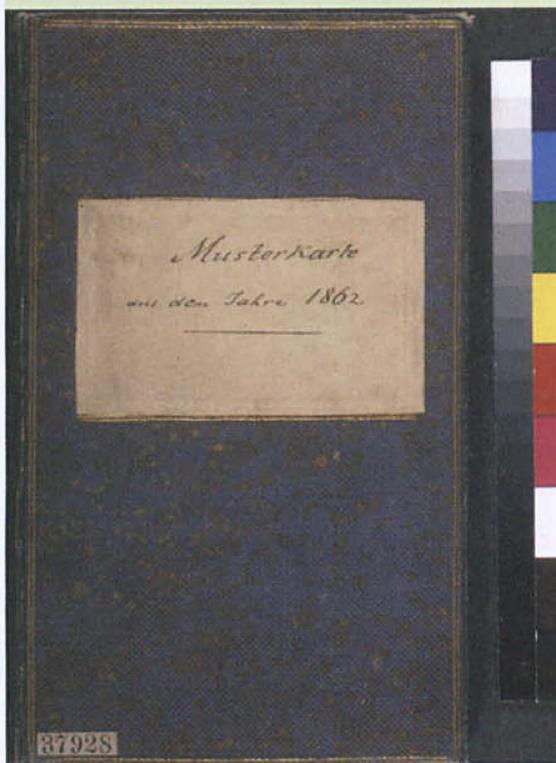
SCHUTZ GEGEN LICHTSCHÄDEN. Durch geeignete Maßnahmen versuchen wir im Museum, Schäden so lange wie möglich hinauszuzögern. Insbesondere Exponate, die vor der Präsentation in einer Ausstellung nie oder kaum einer Lichtstrahlung ausgesetzt waren, müssen mit großer Vorsicht behandelt werden. Lichtschutzmaßnahmen sollen die schädigende Strahlung reduzieren. Dazu wird eine zulässige Gesamtlichtbelastung pro Ex-

ponat festgelegt. Häufig ist es schwierig, einzuschätzen, ob ein Farbmittel bereits begonnen hat, sich zu verändern. Deshalb werden über einen längeren Zeitraum farbige Teststreifen (z.B. LightCheck®) so am Exponat angebracht, dass alle der gleichen Lichtmenge ausgesetzt sind. Anhand der Farbveränderung der lichtempfindlichen Schicht auf dem Teststreifen, die mit Referenzstreifen abgeglichen werden, lassen sich auf den ersten Blick nicht erkennbare Schädigungen nachvollziehen.

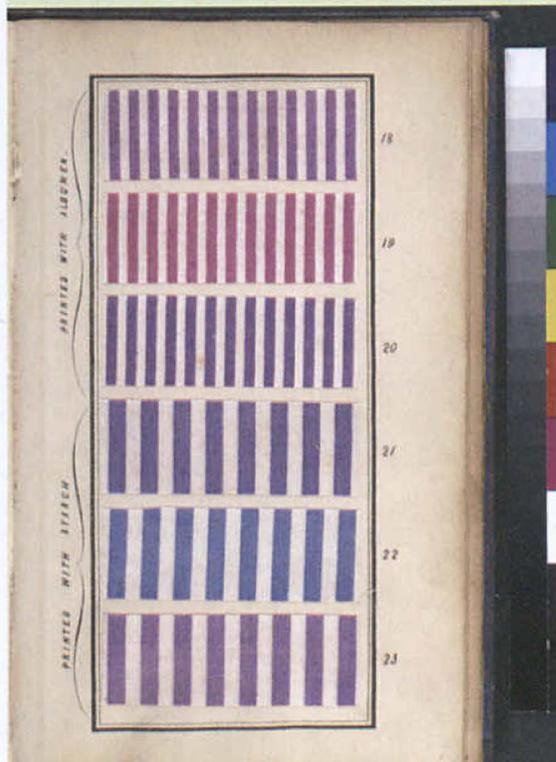
Um dem Besucher auch empfindliche Exponate zeigen zu können, kann die Beleuchtungszeit reduziert werden. Hierfür werden Museumsobjekte so untergebracht, dass sie nur dann dem Licht ausgesetzt werden, wenn sie der Besucher tatsächlich betrachten möchte, zum Beispiel mithilfe von Schubladen oder durch Bewegungsmelder, die eine automatische Vitrinenbeleuchtung auslösen. Auch die großflächige Abdunklung ganzer Museumsräume durch spezielle Rollos oder Vorhänge während oder zumindest außerhalb der Öffnungszeiten hilft, die Farben länger zu erhalten. Daneben wird die Ausstellungszeit seltener Bücher, Handschriften oder Grafiken auf drei Monate reduziert. Bei Bedarf werden diese anschließend entweder – wenn möglich – einfach umgeblättert oder aber gegen andere Exponate ausgetauscht.

Möchte man besonders wichtige Dokumente den Besuchern über einen sehr langen Zeitraum zeigen, gibt es auch die Möglichkeit originalgetreue Kopien anzufertigen (Faksimile). Die Originale werden für zukünftige Forschungen oder Untersuchungen lichtgeschützt im Archiv aufbewahrt.

Neben der Verringerung der Beleuchtungsdauer können die schädigenden Anteile des Lichts reduziert werden. Gewöhnliches Fensterglas filtert die schädigenden Anteile des von außen eindringenden Lichts nicht. Deshalb werden Fenstergläser mit integrierter Schutzfunktion in den Ausstellungsräumen eingebaut oder spezielle Folien auf bestehende Fenster geklebt. Diese Folien filtern sowohl UV- als auch IR-Anteile aus dem eindringenden Tageslicht heraus. Fast jedem Museumsbesucher werden sie schon einmal durch ihre – je nach Filterungsgrad – mehr oder weniger starke gräulich-braune Färbung auf der



Titelseite des Musterkartenbuches von Heinrich Caro.



Innenseite des Musterkartenbuches von Heinrich Caro.

DIPL. REST. ANDREA FUNCK

ist Bildhauerin und Diplomrestauratorin und seit 2007 am Deutschen Museum tätig. Ihr Schwerpunkt liegt in der Präventiven Restaurierung.

Innenseite oder eine silber- oder goldfarbene Spiegelung auf der Fensteraußenseite aufgefallen sein.

Auch die schädigende Wirkung der Leuchtmittel im Ausstellungsraum und in den Vitrinen kann verringert werden. Bestehende Lampen und Strahler werden, wenn nötig, mit Filtern oder Folien nachgerüstet. Neu entwickelte Leuchtmittel senden sogar nur noch exakt definierte Wellenlängen aus. Hier sind vor allem Lampen mit geringen UV- und IR-Anteilen des Lichts für den Einsatz in einem Museum interessant. Insbesondere LEDs werden aus diesem Grund für die Beleuchtung von Museumsvitrinen verwendet, denn sie geben praktisch gar keine Energie in Form von Wärme und UV-Strahlung ab und haben außerdem mit über 100 000 Stunden eine sehr hohe Lebensdauer.

PROBLEMATISCHE SCHADSTOFFE. Während die Lichteinflüsse recht gut in Griff zu bekommen sind, können Schadstoffe lediglich reduziert werden. Beispielsweise durch dichte Fenster und die Verwendung von geeigneten Werkstoffen für den Ausstellungs- und Vitrinenbau. Vor allem in den Vitrinen sollten emissionsfreie Materialien wie säurefreies Papier, Metalle mit Einbrennlackierung oder Kunststoffe wie Plexiglas verwendet werden.

Auch Exponate selbst können Ursache einer erhöhten Schadstoffbelastung sein. Zum Schutz des Menschen wie der Exponate können Absorber für Luftschadstoffe, beispielsweise in Form von Aktivkohle in kleinen Säckchen oder als Vliese im Sockelbereich der Vitrine untergebracht werden.

Maßnahmen zum Erhalt von Exponaten in den Ausstellungen und besonders ihrer Farben stellen immer einen Kompromiss dar. Wenn sie umgesetzt werden, bleiben Farben länger erhalten und die Objekte können der Wissenschaft über Jahre hinweg als Quelle dienen, aber natürlich auch die Besucher erfreuen. ■■

Sergej Prokudin-Gorski, jüdische Knaben mit ihrem Lehrer in Samarkand, Provinz Turkestan. Die farbige Rekonstruktion der drei Auszugsdiapositive wurde in einem aufwendigen digitalen Prozess erzeugt.

Aus drei mach eins

Ein Streifzug durch die Geschichte der Farbfotografie

Aus Rot, Grün und Blauviolett kombiniert das Auge sämtliche Farbeindrücke. Diese zu Beginn des 19. Jahrhunderts gewonnene Erkenntnis ebnete den Weg zur Farbfotografie.

Von Cornelia Kemp

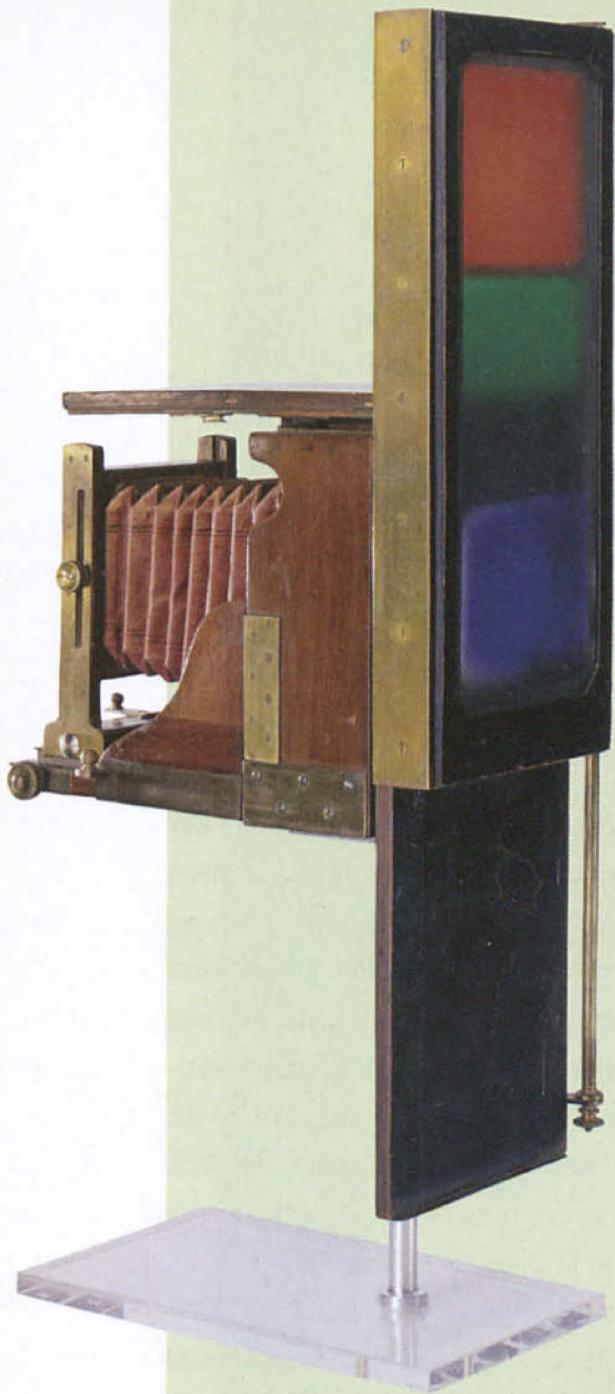
Als das fotografische Verfahren der Daguerreotypie am 19. August 1839 in Paris der Öffentlichkeit vorgestellt wurde, lag damit erstmals ein marktreifes Fotografieverfahren vor. Das neue Medium wurde vom Publikum euphorisch begrüßt, doch bei aller Begeisterung über die gleichsam selbsttätige Aufzeichnung des Bildes war dennoch ein gewisser Makel der naturgetreuen Wiedergabe nicht zu übersehen: die aufgenommenen Abbilder besaßen zwar eine bis dahin ungeahnte Detailgenauigkeit, doch leider eben nur in unterschiedlichen Graustufungen. Und selbst diese Grauwerte gaben die realen Farben keineswegs angemessen wieder, da die sensible Schicht noch lange Zeit lediglich für das kurzweilige Blau empfindlich war.

DIE ERSTE FARBFOTOGRAFIE. Dieses Problem war dem Erfinder Louis Daguerre (1787–1851) durchaus bewusst und er hatte vergeblich versucht, diesem Manko durch den Einsatz von Leuchtfarben abzuwehren. Das Scheitern des experimentierfreudigen Geschäftsmannes überrascht umso weniger, wenn man bedenkt, dass das Wissen über die Natur des Lichts, und vor allem über die Physiologie der Farbwahrnehmung, zu dieser Zeit noch keineswegs ausgereift war. Zwar hatte Isaac Newton (1643–1727) schon vor langer Zeit nachgewiesen, dass sich das weiße Sonnenlicht in einzelne Spektralfarben zerlegen lässt, doch wie sich die verschiedenen

Farben zueinander verhalten, war in der Forschung weiterhin Gegenstand heftiger Auseinandersetzungen. Anfang des 19. Jahrhunderts stellte der englische Arzt und Physiker Thomas Young (1773–1829) die These auf, dass das menschliche Auge alle Farbeindrücke aus den drei Grundfarben Rot, Grün und Blauviolett kombiniert. Fünfzig Jahre später konnte der deutsche Physiker und Physiologe Hermann von Helmholtz (1821–1894) die Richtigkeit der Theorie experimentell nachweisen.

Auf diese Erkenntnisse über das Dreifarbensehen stützte sich auch der englische Physiker James Clerk Maxwell (1831–1879), als er im Mai 1861 an der Royal Institution in London einen Vortrag *Über die Theorie der drei Grundfarben* hielt. Um seine Thesen zu veranschaulichen, projizierte er das Bild eines gemusterten Ordensbandes, das er zuvor durch drei Filter in Rot, Grün und Blau (RGB) nacheinander auf gewöhnliche Schwarz-Weiß-Glasnegative hatte aufnehmen lassen. In Diapositive übertragen und mithilfe einer Laterna magica durch die entsprechenden Filter projiziert, fügten sich die drei überlagerten Aufnahmen wieder zu einem farbigen Bild. Eigentlich ist es ein Wunder, dass mit den für Grün und Rot unempfindlichen Platten ein annähernd originaler Farbeindruck erzeugt werden konnte, doch war bei





Wechselschlittenkamera von Adolf Miethe, 1902

Für eine fotografische Farbproduktion waren – wie im Farbendruck – lange Zeit drei voneinander unabhängige Farbauszüge erforderlich.

den Aufnahmen durch den Grün- und Rotfilter auch kurzwelliges Blau und Ultraviolett und damit eine immerhin brauchbare, wenngleich auch keineswegs als vollkommen empfundene Belichtung der Platten mit im Spiel.

Schon kurz nach dieser ersten, mithilfe der Fotografie erzeugten Farbwiedergabe legten der Franzose Louis Ducos du Hauron (1837–1920) und der Engländer Charles Cros (1842–1888) unabhängig voneinander umfassende Darstellungen zu den Verfahrenstechniken der sogenannten indirekten Farbfotografie vor. Das Beiwort »indirekt« bezeichnet dabei eben den Umstand, dass die Erzeugung eines Farbeindrucks immer über den Umweg von drei, durch RGB-Filter aufgenommene Schwarz-Weiß-Aufnahmen erfolgen musste. Aus der beinahe unübersehbaren Fülle der verschiedenen Farbverfahren, die in der Folge entwickelt wurden, seien an dieser Stelle nur einige der wichtigsten vorgestellt.

ADDITIVE FARBFOTOGRAFIE. Wurden die aufgenommenen Farbauszüge wie bei Maxwell zur Projektion eingesetzt, so machte man sich hierbei die bereits erwähnte Erkenntnis zunutze, dass die drei Primärfarben Rot, Grün und Blau aufgrund ihrer spektralen Eigenschaften in der Überlagerung alle weiteren Farben hervorbringen. Der Amerikaner Frederick Eugene Ives (1856–1937) war der Erste, der Ende des 19. Jahrhunderts versuchte, Kapital aus diesem »additiven« Farbverfahren zu schlagen. Er entwickelte eine eigene Dreifarbenkamera sowie Betrachtungs- und Projektionsgeräte mit integrierten Filtern, doch war das ganze System noch überaus kompliziert und der erhoffte wirtschaftliche Erfolg blieb daher auch aus.

In Deutschland setzte sich vor allem Adolf Miethe (1862–1927), der Leiter des fotochemischen Instituts an der TH Berlin, nachdrücklich für die Verbreitung der Dreifarbenfotografie ein. Mit einer selbst entwickelten und von der Kunstschlerei Bempohl in Berlin gebauten Dreifarbenkamera begann Miethe 1902, Aufnahmen in der Natur festzuhalten. Die drei Farbfilter waren in einem vertikal angeordneten, pneumatisch auslösbaren Wechselschlitten an der Rückseite der Kamera angebracht, sodass ein Motiv in Bruchteilen einer Sekunde dreimal hintereinander aufgenommen wer-

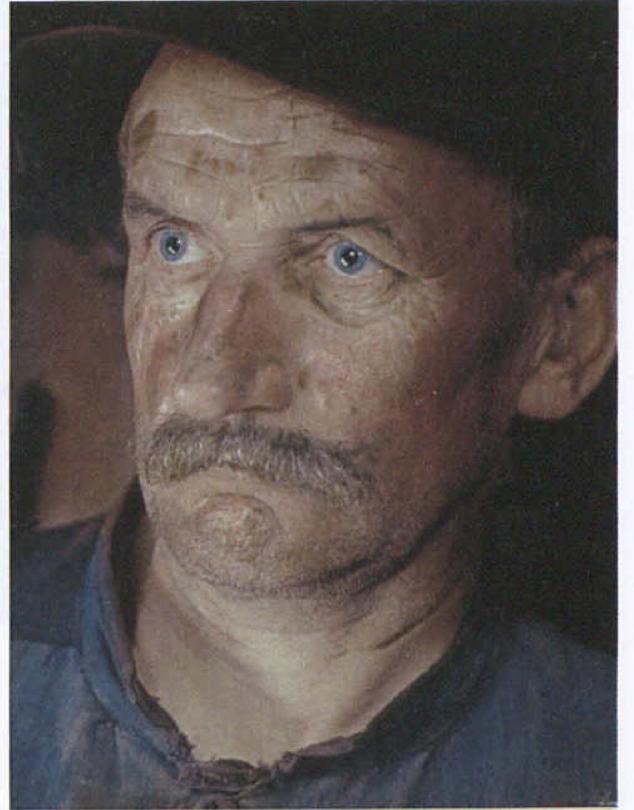




Mohnblumenstrauß in einer Vase,
Autochrom, ca. 1913



Nicola Perscheid (1864–1930) Damenporträt,
Pinatypie, 1906/7



Hermann Harz (1906–1984),
Arbeiter, Duxochrom, 1938

den konnte. Vor allem die wissenschaftlichen Vorträge in der Berliner Volksbildungsstätte »Urania«, wo ein großer, mit starken Bogenlampen ausgestatteter Dreifarbenprojektor installiert war, trugen sehr zu Popularität von Miethes Farbfotografie bei. Neben Miethes eigenen Aufnahmen, wie etwa seine auch in Büchern publizierten Reisen nach Ägypten (1908) und im Zeppelin nach Spitzbergen (1910), sind die zwischen 1907 und 1915 mit Miethes Wechselschlittenkamera aufgenommenen Fotografien von Sergej Michailowitsch Prokudin-Gorski (1861–1944) aus dem kaiserlichen Russland sicher das wertvollste Zeugnis dieser aufwendigen Praktik.

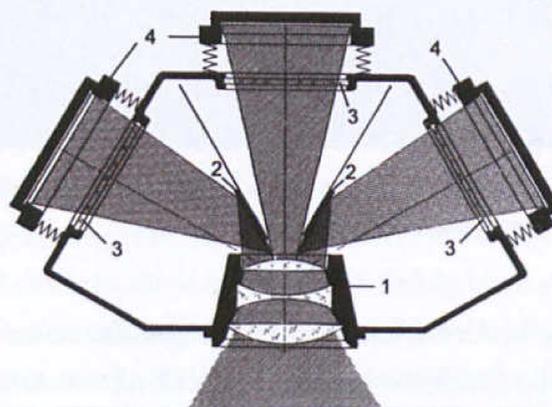
Während dieses exklusive Farbverfahren nur einigen wenigen vorbehalten blieb, öffnete sich die Farbfotografie mit dem 1907 vorgestellten Autochrom erstmals einem breiten Publikum. Die Gebrüder Auguste und Louis Lumière (1862–1954, 1864–1948), deren Filmvorführung mit dem »Cinématographe« in Paris Ende 1895 als die Geburtsstunde des Kinos gilt, hatten sich schon bald der Fotografie in »natürlichen Farben« zugewandt. Ihre Erfindung einer Kornrasterplatte besitzt den großen Vorteil, dass die drei, für die Farbauszüge benötigten Filter in Gestalt feinsten, in Rot, Grün und Blau eingefärbter Kartoffelstärke unmittelbar mit der fotografischen Schicht verbunden sind. Um ein farbiges Bild zu erzielen, genügte daher eine einzige Aufnahme, die noch dazu mit einer ganz gewöhnlichen Kamera gemacht werden konnte. Bei der Umkehrentwicklung der Platte wurde das belichtete Silber ausgewaschen und das unbelichtete Silber geschwärzt, sodass in dem fertigen Diapositiv die freigelegten Filterkörnchen exakt der Farbe des aufgenommenen Objektes entsprachen. Das Autochrom-Verfahren löste eine wahre Euphorie aus, die vor allem bei den Projektionsabenden der fotografischen Vereine in einem schier unerschöpflichen Reigen bunter Bilder zum Ausdruck kam. Doch nicht nur die Amateure, auch die Kunst und die Wissenschaft entdeckten in diesem Verfahren bis dahin ungeahnte kreative wie auch exakt dokumentierende Möglichkeiten.

SUBTRAKTIVE FARBFOTOGRAFIE. Die bisher geschilderten Farbverfahren besaßen jedoch den wesentlichen Nachteil, dass sie für die Wiedergabe auf die Projektion oder ein entsprechendes Betrachtungsgerät angewiesen waren. Um Fotografien als farbige Papierbilder und damit auch in höheren Auflagen reproduzieren zu können, mussten die Abzüge der drei, durch die RGB-Filter aufgenommenen Auszugsnegative in die entsprechenden Komplementärfarben Cyan, Magenta und Gelb (CMY) übertragen und miteinander kombiniert werden. Bei dieser »subtraktiven« Methode werden Pigmentfarbstoffe eingesetzt, deren Leuchtkraft bei zunehmender Mischung



abnimmt. In seiner Wirkung war dieses Prinzip lange vor der Fotografie bekannt. Bereits zu Beginn des 18. Jahrhunderts hatte der Kupferstecher Jacob Christoph Le Blon (1667–1741) Schabkunstblätter im CMY-Dreifarbendruck ausgeführt und sich in einem Traktat (1725) dazu ausdrücklich auf Newtons Erkenntnisse bezogen. Wichtig für die Farbproduktion von Fotografien war vor allem die Beobachtung, dass eine mit Bichromat versetzte Gelatineschicht unter Lichteinwirkung aushärtet und damit als Kopiermaterial genutzt werden kann. Damit wurde es möglich, die Auszugsnegative für die weitere Verarbeitung in drei Reliefbilder zu übertragen und diese als Druckstöcke zu nutzen, wie dies im farbigen Lichtdruck schon seit 1874 der Fall war, oder auch als transparente, eingefärbte Folien direkt zu überlagern.

Zu den bekanntesten subtraktiven Verfahren der Farbfotografie gehörten um 1905 die Pinotypie der Höchster Farbwerke wie auch das Pigmentverfahren der Neuen Photographischen Gesellschaft (NPG) in Berlin. Beide Hersteller wandten sich mit ihren Materialien an Atelierfotografen und Amateure. Die NPG richtete in Berlin sogar ein eigenes Studio ein, um alle Interessierten kostenlos in der Ausübung ihres Farbverfahrens zu unterrichten. Mit der Entwicklung einer panchromatischen, auch für das langwellige rote Spektrum sensiblen Emulsion hatte sich die Qualität der Trockenplatten zu Beginn des vorigen Jahrhunderts wesentlich verbessert und damit auch eine wichtige Voraussetzung für die farbenrichtige Wiedergabe erfüllt. Gleichwohl sollte sich die Vermutung eines zeitgenössi-



Strahlenteilerkamera der Jos-Pe-Farbenphoto GmbH, mit schematischer Darstellung des Strahlengangs im Inneren der Kamera (München, 1925).

schon Kritikers als richtig erweisen, »dass die Dreifarbenphotographie in ihrer augenblicklichen Form ebenso wenig zu einer Anwendung in breiteren Schichten der Amateure gelangen wird, wie dies mit den anderen Verfahren der farbigen Photographie bisher der Fall ist.«

Eine Wiederbelebung erfuhr die Dreifarbenfotografie in den 1920er Jahren, als neuartige Strahlenteilerkameras es ermöglichten, die drei benötigten Auszugsnegative nicht mehr hintereinander, sondern gleichzeitig durch die nun in die Kamera integrierten Filter aufzunehmen. Mit exotisch bezeichneten Verfahren wie der »Uvachromie« (1922), dem »Jos-Pe« (1924) und dem »Duxochrom« (1929) standen außerdem weiterentwickelte Farbmaterialien zur Verfügung. Besonders das brillante Duxochrom-Verfahren war bis in die späten 1930er Jahre bei einigen Fotografen sehr beliebt: So auch bei Hermann Harz, der seine großformatigen Aufnahmen in viel gerühmten Einzelausstellungen vorstellte, oder auch bei Walter Frenz, der als Kameramann des Führers die Prominenz des Dritten Reichs in farbigen Studioporträts festhielt.

MEHRSCICHTENFARBFILM. Die Entwicklung des Mehrschichtenfarbfilms, der im April 1935 zuerst von Kodak als 16 mm-Schmalfilm auf den Markt kam und im November 1936 durch den Agfacolor-Neu-Umkehrfilm für Kleinbild und Schmalfilm Konkurrenz erhielt, bedeutete eine entscheidende Neuerung. Erstmals mussten hier nicht mehr drei separate Farbauszüge aufgenommen werden, da die für RGB empfindlichen Emulsionen nun in drei übereinanderliegenden Schichten in den Film eingegossen waren und der endgültige, in CMY wiedergegebene Farbeindruck während der Entwicklung durch sogenannte Farbkuppler erzeugt wurde. Die Herstellung eines Farbnegativfilms ließ für die Verbraucher allerdings bis nach Kriegsende auf sich warten.

Die Dias und Filme der Amateure aus der Zeit des Dritten Reichs, die gerade in jüngster Zeit wieder vermehrt in die Medien zurückgekehrt sind, suggerieren in ihrer Farbigkeit eine verführerische Vertrautheit und Nähe mit der damaligen Alltagswelt. Während der Farbfilm



Der Erdteil Europa aus dem Deckenfresko von Giovanni Battista Tiepolo im Treppenhaus der Würzburger Residenz (Aufnahme Carl Lamb, 1943/45).

hier jedoch vor allem dazu diente, die scheinbar heile Welt der Volksgenossen atmosphärisch zu vermitteln, wurde er von der Regierung in den letzten Kriegsjahren in einer spektakulären Fotokampagne zur Dokumentation gefährdeter Kulturgüter genutzt. Angesichts der fortschreitenden Kriegsschäden durch die Luftangriffe der Alliierten verpflichtete das Reichsministerium für Propaganda und Volksaufklärung in Hitlers Auftrag 1943 über 50 Fotografen, um in den besonders bedrohten Gebieten des Deutschen Reichs eine farbfotografische, der Bedeutung der Werke entsprechende Dokumentation der Wandmalerei durchzuführen. Der »Führerauftrag Monumentalmalerei« mit seinen erhaltenen 39.300 Bilddokumenten, die trotz erheblicher Produktionsprobleme der Agfa-Filmfabrik Wolfen entstanden sind, bezeugt das nachhaltige Vertrauen, das dem neuen Medium als Zeugnis der Überlieferung entgegengebracht wurde. Wie mag es um diese Möglichkeit einer fotografischen Beglaubigung in Zeiten der digitalen Fotografie bestellt sein? ■■

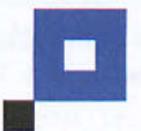
DR. CORNELIA KEMP ist Kuratorin für Foto und Film im Deutschen Museum.



Mit Farben drücken Sie visualisierte Gefühle aus.

Mit speziellen Farben der **FlintGroup** drucken wir auf fast alle Bedruckstoffe, Bücher, Zeitschriften und Broschüren.

Memminger MedienCentrum
Druckerei und Verlags-AG
87700 Memmingen
Fraunhoferstraße 19
Tel. 083 31 / 9277 -0
Fax 083 31 / 9277 -133





Farben erzählen viele Geschichten



Wir freuen uns über ein buntes Bild oder eine Blumenwiese. Farben machen Spaß, aber sie können noch viel mehr. Farben geben Bedeutung und sie helfen uns bei der Orientierung.



Dr. Caroline Zörlein und Markus Speidel verstecken sich zwischen den Farbfächern in der Ausstellung »Drucktechnik«. Phänomene der Lichtbrechung und Farbwahrnehmung kannst du in der Physikausstellung/Abteilung Optik beobachten (Deutsches Museum, 1.OG).

Warum ist zum Beispiel die deutsche Flagge schwarz-rot-gold? Nationalfahnen sollen an etwas erinnern und sie sollen den Menschen helfen, sich als Teil der Gemeinschaft eines Landes zu verstehen. Jede einzelne Farbe hat eine Bedeutung. Die »deutschen« Fahnenfarben erinnern an die Befreiungskriege gegen Napoleon 1813/14. Schwarz war die Nacht der Fremdherrschaft durch Napoleon, golden erschien der Morgen der errungenen Freiheit und rot ist das Blut, das dafür vergossen werden musste.

Dass Farben nicht zufällig ausgewählt werden, sieht man auch in der Kirche. Ähnlich wie bei der Nationalfahne haben Farben hier eine symbolische Bedeutung (man nennt das Farbsymbolik). Über das Jahr verteilt werden katholische und evangelische Kirchen in

bestimmten Farben geschmückt. Auch der Pfarrer trägt Gewänder in symbolischen Farben. In der katholischen Kirche gilt zum Beispiel »Weiß« als die Farbe des Lichts. Weiße Gewänder werden an den höchsten kirchlichen Feiertagen getragen (Weihnachten, Ostern). Rot ist die Farbe des Blutes. Deswegen ist der Farbschmuck an Feiertagen, die an den Opfertod Jesu erinnern sollen, in Rot gehalten. Violett steht für Übergang und Verwandlung, ist also eine Farbe für die Bußzeit. Diese und andere Farben helfen den Kirchgängern, sich an die Bedeutung des Gottesdienstes zu erinnern.

FARBEN SIND MEHR ALS NUR ZIERDE.

Die rote Farbe von Warnschildern signalisiert uns eine Gefahr. Grün gilt vielen als die Farbe der Hoffnung, sie erinnert uns an das Wachsen und Sprießen der Pflanzen im Frühjahr. Purpur war sehr lange die Farbe des Reichtums und der Macht. Das kam daher, dass diese Farbe nur schwer zu gewinnen und deswegen sehr teuer war. Man gewann sie aus Meeresschnecken. Aus jedem dieser Tiere erhielt man zwei Tropfen Farbstoff. Um einen

purpurnen Königsmantel zu färben, brauchte man also sehr viele Purpurschnecken.

Farben haben übrigens nicht überall dieselbe Bedeutung. Während in Europa Weiß eine Farbe der Freude ist, die zum Beispiel die Braut zur Hochzeit trägt, ist es in fernöstlichen Ländern wie Japan oder Korea die Farbe der Trauer.

Farben halten also viele Informationen für uns bereit. Sie erzählen uns etwas über ihre eigene Geschichte, wie die Farbe Purpur, über ihre Trägerin (das weiße Brautkleid), oder sie erinnern uns an die Geschichte, wie im Fall der Nationalflaggen. Und manchmal sind sie einfach nur schön, wie eine bunte Blumenwiese, farbenfrohe Kleidung oder ein buntes Bild.

»Schwarzärger«

Wenn jemand sich schwarz ärgert, dann muss er sich schon ziemlich aufregen. Denn eigentlich soll der Begriff nichts anderes bedeuten, als dass sich jemand zu Tode ärgert. Da Leichen sich schwarz verfärben und man unter anderem die Beulenpest als »Schwarzen Tod« bezeichnete, wurde die Farbe Schwarz zum Sinnbild für den Tod.

Damit wir einen Gegenstand sehen können, muss er von Licht angestrahlt werden. Ohne Licht gäbe es keine Farben.



KUNTERBUNTE WELLEN

Beleuchten die strahlend weißen Sonnenstrahlen einen Gegenstand, beispielsweise eine rote Erdbeere, so verschluckt diese unmerklich einen großen Teil des Lichts. Der Rest wird wieder zurück in die Umgebung geworfen. Diese sogenannten reflektierten Lichtstrahlen können wir dann mit unseren Augen wahrnehmen.

Weiß ist regenbogenbunt

Weißes Licht setzt sich aus allen Farben des Regenbogens zusammen. Erst wenn weißes Licht gebrochen wird – wie dies beim Entstehen eines Regenbogens der Fall ist –, enthüllt es sein buntes Wesen. Hinter den einzelnen Farben verbirgt sich ebenfalls Licht, allerdings besitzt es unterschiedliche Wellenlängen. Denn Lichtstrahlen verhalten sich wie Wellen und schwingen ähnlich der gezupften Saite einer Gitarre: Rotes Licht bedeutet eine lange Wellenlänge, entsprechend einem tieferen Ton, und blaues Licht wäre ein hoher Ton, also eine kurze Wellenlänge.

Zapfen für Farbe

Erdbeeren sehen wir mit unseren Augen rot. Sie »verschlucken« alle Farben des weißen Lichts – bis auf den roten Anteil. Diese Farbe wird zurückgeworfen und gelangt in unser Auge. Dort trifft dieses langwellige Licht auf die Netzhaut, die letztlich für das Sehen verantwortlich ist. Die menschliche Netzhaut beherbergt mehr als hundert Millionen lichtempfindlicher Zellen. Davon gibt es zwei unterschiedliche Typen, die man je nach ihrer Form Zapfen und Stäbchen nennt. Die Stäbchen sind vor allem für das Sehen bei Dämmerung und in der Nacht zuständig. Die Zapfen dagegen lassen uns Farben wahrnehmen. Unter ihnen gibt es wiederum Spezialisten: Zapfen, die auf Licht mit unterschiedlichen Wellenlängen reagieren. Wenn beispielsweise langwelliges Licht auf die Netzhaut fällt, melden sich die entsprechenden Zapfen und übermitteln dieses Signal dem Gehirn. Dann erst wissen wir, dass unsere Augen einen Gegenstand erblicken, der rot ist – eine Erdbeere.

Warnen und Tarnen

Farben spielen in der Tierwelt eine wichtige Rolle

Mit ihrem auffälligen und meist farbenfrohen Gewand erfreuen viele Insekten nicht nur das menschliche Auge, sondern sie wollen dadurch auch gefährlich aussehen.

Das ist auch eine Art sich zu verstecken, sich zu tarnen. Durch ihre Warnfarben zeigen die Tiere, dass sie giftig, ungenießbar oder gefährlich sind. Die Biologen nennen das Mimikry: Dabei machen sich Lebewesen ihr ähnliches Aussehen zu anderen Tieren zunutze und ahmen diese so gut es geht nach. Angreifer und Fressfeinde lassen sich von der bedrohlichen Fassade täuschen.

Die Schwebfliege beispielsweise sieht aus

wie ein naher Verwandter der Wespe, sie selbst ist aber völlig harmlos. Ihr leuchtend schwarz-gelber Körper führt den Angreifer in die Irre, denn dieser signalisiert: Sei auf der Hut, ich bin eine Wespe und kann stechen. Das lässt Angreifer, die schon einmal Erfahrung mit den tatsächlich stechenden Insekten gemacht haben, von ihrem Vorhaben Abstand nehmen.

AUGE IN AUGE MIT DEM FEIND

Schmetterlinge jagen dem Angreifer auf andere Weise einen Schrecken ein und veranlassen ihn zur Flucht: Sie öffnen ihre Flügel, wenn sie sich bedroht fühlen. Beim Pfauenaugen zum Beispiel blicken dem Jäger plötzlich zwei leuchtend rote Augen entgegen.

Ein afrikanischer Schmetterling täuscht mit seinem Flügelmuster ein anderes, größeres Tier vor, mit dem der Angreifer kaum gerechnet hat (siehe Abbildung). Wenn

ihn das nicht in die Flucht schlägt, so gewinnt der Falter durch das Erschrecken des Feindes zumindest Zeit, um zu fliehen.

VERSTECKSPIELE

Manche Tiere verfolgen eine andere Taktik, um sich vor gefräßigen Angreifern zu schützen: Sie ahmen Teile ihrer Umgebung nach. Dabei sehen sie nicht nur dem Blatt eines Laubbaumes zum Verwechseln ähnlich; sie passen sich sogar dessen Bewegung im Wind



»Mimese« nennt sich diese Tarnung eine Gespenscheuschrecke, die einem grünen Blatt ähnlich sieht.

an. Das Insekt wiegt sich wie ein leicht flatterndes Blatt und ist mit den Augen kaum ausfindig zu machen. Diese Art der Tarnung nennt sich Mimese. Dabei verschmelzen die Tiere gewissermaßen mit ihrer Umgebung und ahmen Steine, Äste oder den Meeresboden täuschend echt nach.

Die Schwebfliege sieht aus wie eine Wespe, ist aber völlig harmlos.



Farben mischen ohne umrühren

Muss man verschiedene Farben, um sie zu mischen, immer miteinander verrühren? Ein kleines Experiment zeigt, dass es auch anders geht.

Schneide dazu kreisrunde Scheiben aus Papier aus. Teile den Kreis wie einen Kuchen in gleich große Stücke auf. Diese »Kuchenstücke« kannst du jetzt mit unterschiedlichen Farben bemalen. Fange am besten mit etwas Leichtem an. Bemale die Stücke abwechselnd gelb und blau. Durchbohre die fertige Scheibe in der Mitte mit einem spitzen Bleistift, sodass du ihn durchstecken kannst. Fertig ist der Kreisel. Wenn du ihn in Schwung bringst und er sich ganz schnell dreht, bekommt die Scheibe plötzlich eine andere Farbe: Sie erscheint grün.

Sende deine Lösung per E-Mail an:

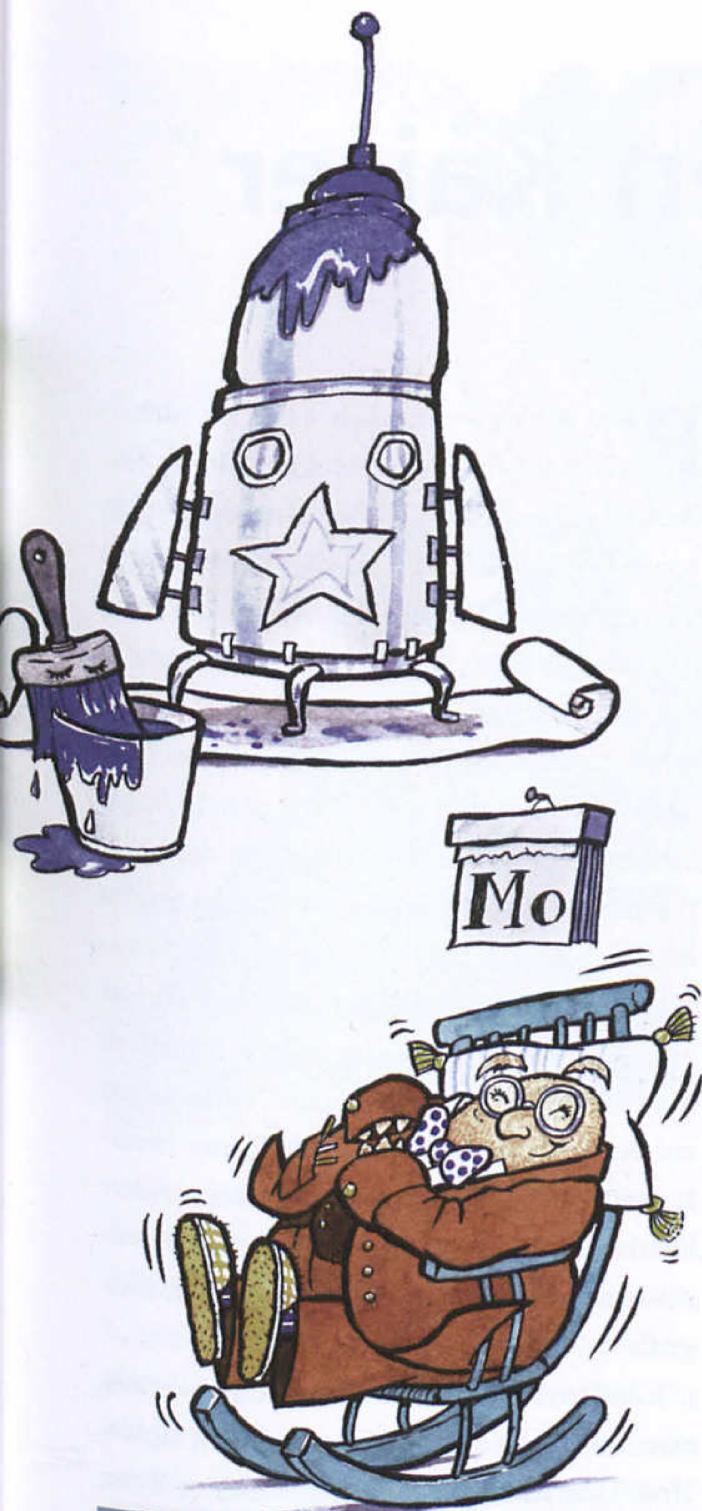
MikroMakro@folio-muc.de

oder per Post an:

»MikroMakro«,
c/o folio gmbh,
Gistelstraße 63,
82049 Pullach

Wir drücken dir die Daumen!

MITMACHEN
UND
GEWINNEN!



»Blaumachen«

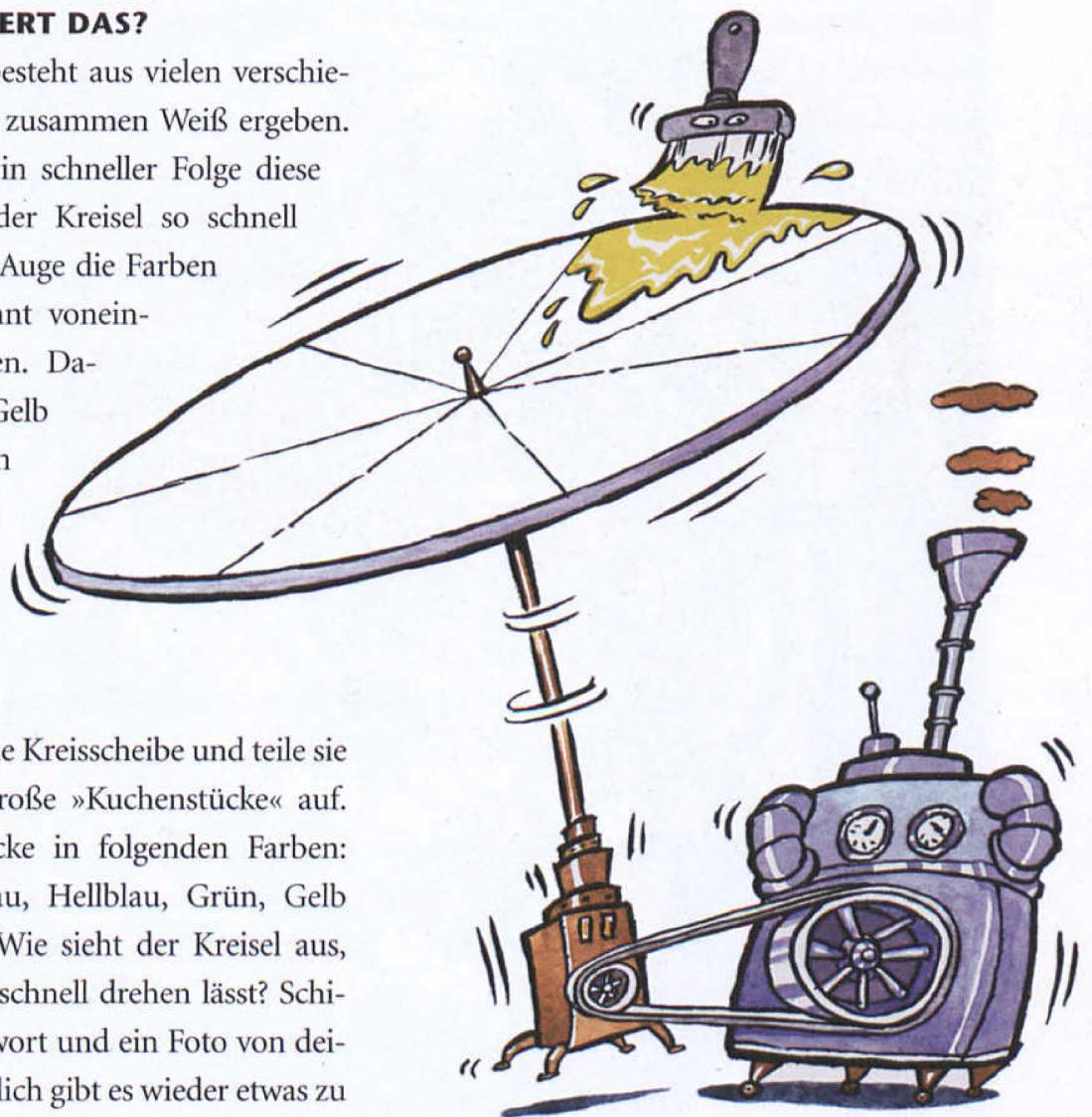
Das bedeutet, dass man sich unerlaubt einen freien Tag nimmt. Die Redewendung lässt sich auf ein altes Handwerk zurückführen, die Färberei: Früher legten die Färber ihre Stoffe in ein Färbebad. Um Textilien blau zu färben, verwendete man Indigo, einen Farbstoff aus der Natur. Nach dem Farbbad war die Wolle aber keinesfalls schon blau. Dazu musste das Gewebe erst eine chemische Reaktion eingehen. Dies geschah an der Luft. Während der Stoff blau wurde, mussten die Färber einfach warten. Sie machten blau.

WIE FUNKTIONIERT DAS?

Das Sonnenlicht besteht aus vielen verschiedenen Farben, die zusammen Weiß ergeben. Unser Auge sieht in schneller Folge diese Farben. Da sich der Kreisel so schnell dreht, kann unser Auge die Farben nicht mehr getrennt voneinander wahrnehmen. Dadurch wird aus Gelb und Blau eben Grün. Das nennt man additive Farbmischung.

MACH MIT!

Nimm dir eine neue Kreisscheibe und teile sie in sieben gleich große »Kuchenstücke« auf. Bemale diese Stücke in folgenden Farben: Violett, Dunkelblau, Hellblau, Grün, Gelb, Orange und Rot. Wie sieht der Kreisel aus, wenn du ihn jetzt schnell drehen lässt? Schicke uns deine Antwort und ein Foto von deinem Kreisel. Natürlich gibt es wieder etwas zu gewinnen.



Astronomisches für den Kaiser ✓

Peter Apians *Astronomicum Caesareum*

Peter Apian konstruierte zahlreiche astronomische Instrumente und erkannte, dass der Schweif eines Kometen immer von der Sonne abgewandt ist. Für sein Buch *Astronomicum Caesarum* erhob ihn Kaiser Karl V. in den Adelsstand. Von Helmut Hilz

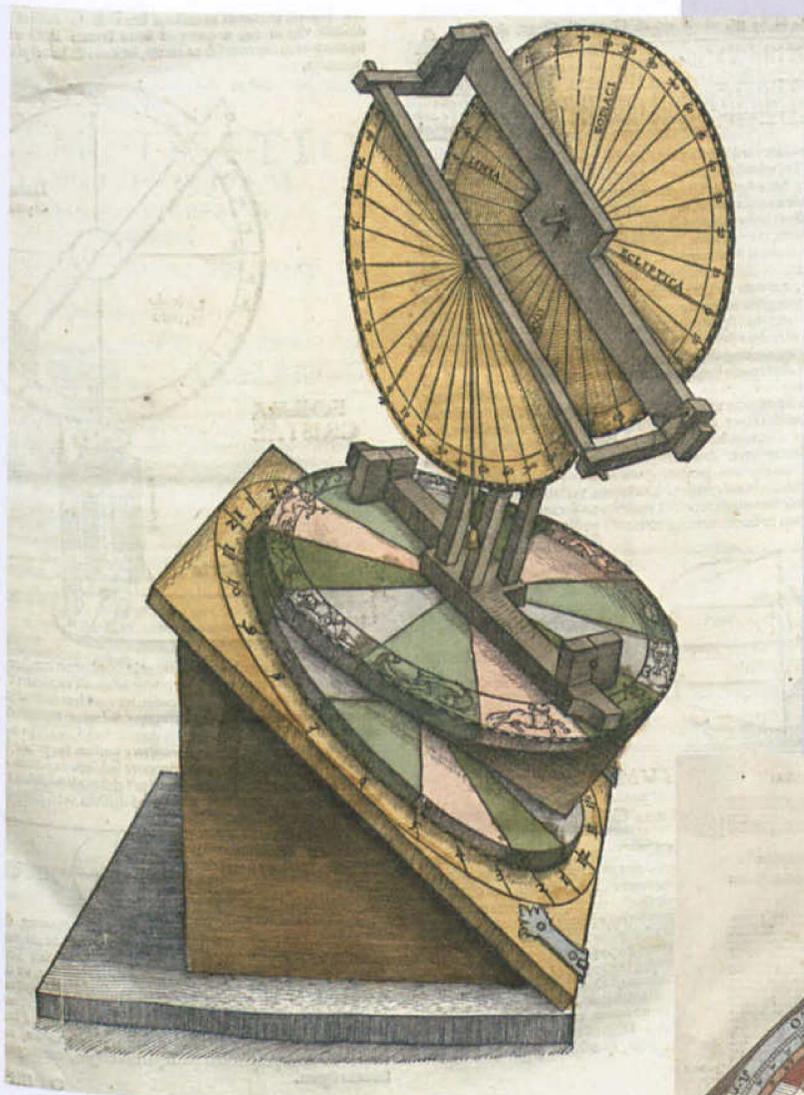
Peter Apian, vermutlich 1495 im sächsischen Leisnig an der Mulde als Peter Bienenwitz geboren, studierte an den Universitäten in Leipzig und Wien. Da der Kaiserhof ein ausgeprägtes Interesse an Astrologie und Astronomie hatte, war die Wiener Universität seit Langem ein Zentrum der zeitgenössischen Sternkunde. Von Wien ging Apian 1523 nach Landshut, um schließlich von 1526 bis zu seinem Tod 1552 Mathematik an der bayerischen Landesuniversität in Ingolstadt zu lehren. Die angewandte Mathematik (Astronomie und Geodäsie) stieß dort jedoch nur auf geringes Interesse. Es waren vor allem Medizinstudenten, die Apians Vorlesungen zur Astronomie besuchten. Mediziner benötigten, etwa im Zusammenhang mit der Aderlasstherapie, astronomische Grundkenntnisse, um die idealen Zeitpunkte für ihre Eingriffe zu ermitteln.

Gleichzeitig betrieb er in Ingolstadt, zusammen mit seinem Bruder Georg Apian, eine Druckerei. Dort wurden neben Peter Apians eigenen Werken vor allem die des Professorenkollegen und Luther-Gegenspielers Johannes Eck gedruckt. Mit dem Betrieb der Druckerei wollte sich Apian nicht nur zusätzliche finanzielle Einnahmequellen erschließen, sondern sich vor allem von fremden Druckern unabhängig machen. Um Fehler beim Druck ihrer schwierig zu setzenden Werke zu vermeiden, betrieben in der frühen Neuzeit nicht wenige berühmte Astronomen – etwa Tycho Brahe oder Johannes Hevelius – eigene Druckwerkstätten. Apians erste bedeutende astronomische Veröffentlichung war das 1533 gedruckte *Instrument Buch*, in dem er wissenschaftliche Instrumente, die Astronomen, Landvermessern und Seefahrern gleichermaßen dienten, beschreibt.

Das 1540 gedruckte, großformatige *Astronomicum Caesareum* ist ein Meisterwerk der Buchkunst des 16. Jahrhunderts, viele bibliophile Kenner halten es für den schönsten

Darstellung des Sternhimmels mit den verschiedenen Sternbildern.

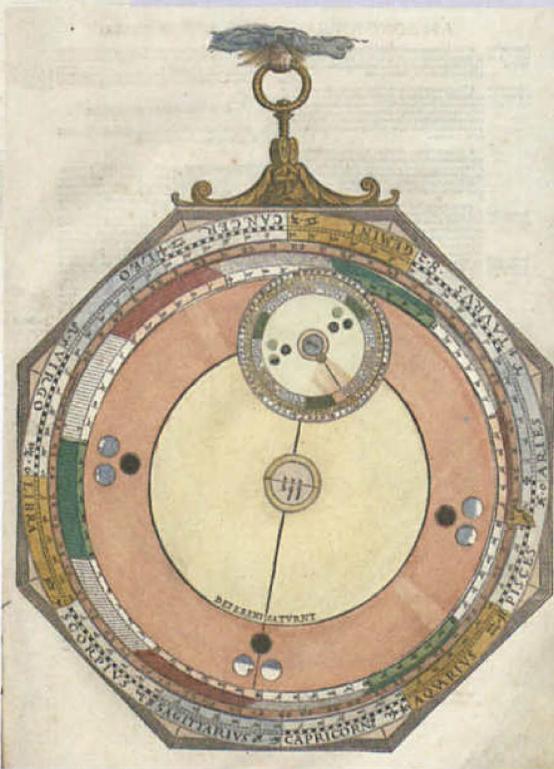




Das Torquetum war ein wichtiges astronomisches Instrument der frühen Neuzeit und diente der Bestimmung der Koordinaten von Himmelskörpern.

naturwissenschaftlichen Druck überhaupt. Die Arbeit an diesem Werk dauerte acht Jahre. Die Zahl der gedruckten Exemplare ist unbekannt. Doch haben sich bis heute 111 Exemplare, davon 34 in Deutschland, erhalten. Die Handkolorierung erfolgte, zu dieser Zeit eher unüblich, bereits in der Apian'schen Werkstatt. Nach der Veröffentlichung des *Astronomicum Caesareum* stellte die Apian'sche Offizin ihre Arbeit weitgehend ein und wurde nach seinem Tod verkauft. Apian widmete das Werk Kaiser Karl V. und dessen Bruder Ferdinand, die sowohl den Druck finanzierten als auch den Autor zum reichen Mann machten. Überdies trug ihm das Buch den Titel eines Hofmathematikers sowie die Erhebung in den Adelsstand ein.

BUCH UND INSTRUMENT IN EINEM. Das *Astronomicum Caesareum* fasst das Wissen über Astronomie und astronomische Werke zusammen. Im Vordergrund des ersten Teils steht die Darstellung der Planetenbewegungen und die Bestimmung der Position der Himmelskörper, was das Werk nicht zuletzt für Astrologen interessant machte. Mithilfe von 21 drehbaren Scheiben aus Papier, den sogenannten Volvellen, werden die Bewegun-



Saturn-Scheibe aus dem *Astronomicum Caesareum*.



Apian erkannte als erster Astronom, dass der Schweif eines Kometen immer von der Sonne abgewandt ist.

gen der Himmelskörper veranschaulicht. Das *Astronomicum Caesareum* ist damit nicht nur ein theoretisches Astronomiebuch, sondern gleichzeitig ein wissenschaftliches Instrument, mit dem die Position von Sonne, Mond und Planeten ermittelt werden kann. Derartige drehbare Darstellungen finden sich schon in früheren Schriften Apians. Sie besaßen bereits eine lange, ins 15. Jahrhundert zurückreichende Tradition. Insgesamt umfasst das Werk 58 handkolorierte, von Michael Ostendorfer und Hans Brosamer geschaffene Holzschritte. Die einleitende Sternkarte verzeichnet die Apian bekannten 1.022 Sterne. Der zweite Teil des Werks befasst sich mit astronomischen Instrumenten und Kometen. Apian erkannte übrigens als Erster, dass der Schweif eines Kometen immer von der Sonne abgewandt ist.

Für Apian war es noch unzweifelhaft, dass die Erde den Mittelpunkt des Weltalls bildet. Nur drei Jahre nach seiner Veröffentlichung, 1543, sollte jedoch mit Nikolaus Kopernikus' *De revolutionibus orbium coelestium*, das epochenmachende Werk erscheinen, welches das geozentrische Weltbild umstürzte. Das Buch war damit für die damalige Zeit wissenschaftlich sehr schnell überholt. Nicht wenige Astronomen der nachfolgenden Generationen – unter ihnen Johannes Kepler – äußerten sich deshalb abschätzig über das Werk. Erst im 20. Jahrhundert hat diese letzte große Schöpfung der vom ptolemäischen Weltbild geprägten Astronomie die Aufmerksamkeit der Forschung ebenso wie die bibliophiler Sammler auf sich gezogen.

Es war ein Glücksfall, dass es der Bibliothek des Deutschen Museums möglich war, 1904 beim Münchner Antiquariat J. Halle ein Exemplar des *Astronomicum Caesareum* zu erwerben. Es ist dem Freundes- und Förderkreis des Deutschen Museums zu verdanken, dass dieses wertvolle, zu den ältesten Stücken der Bibliothek zählende Buch heuer einer dringend notwendigen, gründlichen Restaurierung unterzogen werden kann. ■

DR. HELMUT HILZ leitet die Bibliothek des Deutschen Museums.

Jürg Zeller misst die Dicke von Rindsleder.



Gut Ding braucht Weile

Die Schweizer Gerberei Zeller & Cie

Ein kleines Familienunternehmen in der Schweiz gerbt Tierhäute nach uralten Verfahren. Salz, Baumrinde sowie pflanzliche Öle und Farben sind die Grundstoffe für die Herstellung feinsten Leder. Von Lucien F. Trueb (Text) und Hansruedi Bramaz (Fotos)

Die Verarbeitung der Häute und Felle erlegter Tiere ist fast so alt wie die Menschheit. Mit diesen Werkstoffen wurden Kleidungsstücke und Zelte zum Schutz vor Kälte und Regen gefertigt. Doch das bloße Trocknen lieferte lediglich ein steifes, wenig haltbares Produkt. Unsere Vorfahren lernten, die frischen Häute und Felle zu gerben, indem sie die Unterseite mit dem Fett der erlegten Tiere einrieben. Die Eskimos kauten die Häute stundenlang, um sie mit den Speichelenzymen zu gerben.

Vor 5 000 Jahren beherrschten die alten Ägypter und Sumerer das pflanzliche Gerben mit Rinden und Blättern. Dieses Know-how »erbten« die Griechen und Römer, die auch schon mit Alaun gerben konnten. Im Mittelalter und bis weit in die Neuzeit hinein gab es nur die pflanzliche Gerbung sowie die Fett- und Alaungerbung. Ein echter Durchbruch war 1858 die Erfindung der Chromgerbung, die im Laufe der Zeit alle anderen Verfahren zu 90 Prozent verdrängte. Beim Gerben werden leicht verderbliche tierische Häute in weiches, geschmeidiges, langfristig haltbares Leder umgewandelt. Der wichtigste Prozess ist dabei die Vernetzung der Kollagenfasern, aus denen die Lederhaut besteht. Letztere befindet sich zwischen der mit Haaren besetzten Oberhaut und der als Bindegewebe fungierenden Unterhaut.

DIE »BIO-GERBEREI«. In Europa gibt es nur noch wenige Betriebe, die das arbeitsintensive und langwierige pflanzliche Gerben dem schnellen und effizienten Chromgerben vorziehen. Dazu gehört die Schweizer Gerberei Zeller & Cie. in Steffisburg bei Thun im Kanton Bern. Sie existiert seit 1837 und wird heute in fünfter Generation von Jürg Zeller geführt, immer noch im Haus des Gründers, unterstützt von nur einem Mitarbeiter.

Der an Zellers Gerberei vorbeifließende, kanalisierte Wildbach deckte früher den großen Wasserbedarf des Betriebs. Heute wird zum Waschen und Gerben von Häuten nur noch Wasser aus dem Leitungsnetz verwendet, das Abwasser wird in der eigenen Anlage vorgereinigt. Zeller & Cie. ist die einzige Schweizer Gerberei, die ausschließlich mit pflanzlichen Stoffen arbeitet, nämlich mit den Extrakten südafrikanischer Mimosen und argentinischer Quebrachos, daneben auch mit Eichen-, Hemlock- und Roskastanienrinde.

Im 19. Jahrhundert wurden bei Zeller nur pflanzliche Gerbstoffe verwendet – es gab nichts anderes. Anfang des 20. Jahrhunderts begann man mit dem Chromgerben, kehrte aber 1972 wieder zu den Anfängen zurück. Seither gerbt man hier wieder ausschließlich pflanzlich – ohne dazu den häufig missbrauchten Ausdruck »Bio« zu verwenden.

Pflanzliche Gerbstoffe liefern qualitativ sehr hochwertiges Leder. Sie haben aber den Nachteil einer langsamen, sich über Wochen hinziehenden Wirkung. Mit Chromgerbstoffen hin-



Die Gerberei Zeller in Steffisburg bei Thun wurde 1837 gegründet. Im Vordergrund (rechts) steht eine nicht mehr benutzte Sohlenleder-Klopfmaschine.



Frische Felle im Lagerraum der Gerberei.



Rindsleder wird in einer Grube nachgerärbt. Dieser Prozess dauert ein bis zwei Wochen. Die Häute werden schichtweise mit Eichenrinde bedeckt. Am Ende wird verdünnter Rindenextrakt darüber gegossen. Erst wenn ein Querschnitt zeigt, dass das Leder durchgehend braun gefärbt ist, ist dieser Vorgang abgeschlossen.

gegen kann innerhalb von 24 Stunden gegerbt werden. Allerdings liefert die Chromgerbung ein graublaues Leder, das anschließend gefärbt werden muss. Pflanzlich gegerbtes Leder ist von Natur aus hellbraun. Es kann, muss aber nicht gefärbt werden.

VORBEREITUNG DER HÄUTE. Das wichtigste Rohmaterial der Gerberei sind auf der Fleischseite eingesalzene Kuhhäute, die palettenweise in Stapeln von 30 Stück angeliefert werden. Das Salz (mit zwei bis drei Prozent Soda vergälltes Steinsalz) wirkt konservierend, weil es die Feuchtigkeit aus den frischen Häuten auf den nicht fäulnisfähigen Wert von rund 15 Prozent reduziert.

Jeweils eine Tonne Häute werden in Eichen- oder Mahagonifässer gegeben. Dazu kommen 2,5 Tonnen 35 Grad warmes, waschmittelhaltiges Wasser, in dem die Häute zwei Tage lang gründlich gewaschen werden. Das Innere der mit ungefähr zwei Umdrehungen pro Minute rotierenden Fässer ist mit versetzten Brettern ausgekleidet, damit werden die Häute gehoben und wieder in die Waschflotte fallen gelassen. Die Drehrichtung der Fässer wird periodisch umgekehrt. Bei dieser sogenannten Weiche wird auch der ursprüngliche Wassergehalt wiederhergestellt.

Anschließend werden die Häute auf der Innenseite maschinell entfleischt, wobei Reste von Muskelgewebe abgeschabt werden. Danach wandern die Häute zurück ins rotierende Fass, wo sie wiederum bei 35 Grad Celsius in einer Lösung von Natriumhydrogensulfid und gebranntem Kalk enthaart werden. Bei diesem sogenannten Äschern erreicht der pH-Wert den stark alkalischen Status von 12 bis 13. Die Haut quillt dabei auf und wird sehr glitschig, die Haare werden dadurch nicht nur entfernt, sondern vollständig aufgelöst. Die wässrige Phase wird anschließend neutralisiert und mit einem Flockungsmittel versetzt, um das gelöste Protein auszufällen. Auch die nun als Blöße bezeichnete Haut muss neutralisiert werden. Dazu verwendet man eine Mischung von organischen Säuren und sauren anorganischen Salzen, die den pH-Wert in einen neutralen bis leicht alkalischen Bereich von sieben bis acht bringen.

Die dicke Rinds- und Ochsenblöße wird zur Herstellung dünnen Leders mit einem horizontal laufenden, rasierklingenscharfen Bandmesser gespalten. Der obere Teil wird zu Narbenleder verarbeitet, der untere Teil zu Spaltleder.

Während dem Gerben werden die Proteinfasern mithilfe der Gerbmittel vernetzt. Bei Zeller werden die schweren Rindshäute in einer ersten Stufe, der »Vorgerbung« oder »Angerbung«, in eine Lösung von **Mimosenrindenextrakt** aus Südafrika und in Quebrachorindenextrakt getaucht. Man erhält das zur **Catechingruppe** gehörende **Quebracho** durch Auskochen des 17 bis 25 Prozent Gerbstoff enthaltenden Holzes des im Nordosten Argentiniens heimischen, roten Quebracho-Baumes (*Schinopsis lorenzii quebracho colorado*). Durch das anschließende Eindicken entsteht ein pulverförmiger Extrakt mit 60 bis 70 Prozent Tannin. Beim Vorgerben wechselt man die Häute innerhalb eines Monats mehrmals in frische Gerbstofflösungen in offene, knapp ein Meter tiefe Behältern, wo sie an Holzstangen hängen.

GERBEN IN FÄSSERN UND GRUBEN. Wegen der Qualität wird bei Zeller in drei Phasen gegerbt. Die Häute kommen nach dem Vorgerben ins rotierende Fass und werden anschließend in einer Grube ein bis zwei Wochen lang nachgerbt. Das Grubengerben ist also heute in den moderneren Prozess integriert – früher wurde nur in der Grube gegerbt. Als einziger Gerber in der Schweiz nutzt Zeller solche Gruben, in denen sich – nach alter Väter Sitte – gehackte Eichenrinde (alternativ auch Fichten- oder Kastanienrinde) aus dem Schwarzwald mit 15 bis 17 Prozent Gerbstoff befindet.

Eichenrinde ist eines der ältesten Gerbmittel. Die Rinde junger Stämme und Zweige der Sommerliche (*Quercus robur*) oder der Steineiche (*Quercus petraea*) enthält ungefähr zehn Prozent Gerbstoff. Durch Auskochen der getrockneten Rinde erhält man einen Extrakt von Brenzcatechin-Gerbstoffen. Beim Grubengerben wird fein gehäckselte Eichenrinde mit Extrakt kombiniert. In der Grube wird jeweils eine Haut mit Rinde bedeckt, eine weitere Haut darübergelegt, ebenfalls mit Rinde bedeckt und so fort. Zum Schluss wird die Grube mit einer verdünnten Gerbstoffextraktlösung aufgefüllt. Die Konzentration des Gerbstoffs in der Grube (der von der zu gerbenden Haut aufgenommen wird) kann mit einem Aräometer geprüft werden: Sie wird in Grad Baumé gemessen.



Jürg Zeller salzt frisches Gemselfell ein.



Beim Blanchieren werden Fleischreste und Unebenheiten entfernt.

Mimosenrindenextrakt: gewinnt man aus der in Australien heimischen Akazie *Acacia mearnsii*. Die schwarzviolette Rinde dieses bis zehn Meter hohen Baumes enthält 37 bis 40 Prozent Tannin. Normalerweise erntet man die Bäume wenn sie zehn Jahre alt sind.

Catechine sind Gerbstoffe aus pflanzlichen Geweben, die beispielsweise schwarzem Tee sein Aroma verleihen.

Der **Quebracho**-Baum wächst in der Halbwüste Chaco in Südamerika. Seine Rinde enthält besonders viel Tannin.



Ein Schnitt durch die Haut zeigt, ob das Gerben abgeschlossen ist. Dann ist der Querschnitt homogen braun. Falls eine innere, helle Zone verbleibt, muss mehr Gerbstoff aufgenommen werden. Bei Rinderleder dauert dieser letzte Prozess des Grubengerbens ein bis zwei Wochen. Das dabei hergestellte Leder wurde früher zur Fertigung von Schuhsohlen und Riemen verwendet.

Felle von Kleintieren wie Gemsen, Rehe und Schafe werden 20 bis 30 Tage in einer Mischung aus Quebracho- und Mimosenextrakt ausschließlich im Fass gegerbt. Verwendet wird dieses feine Leder aus Kleintierhäuten beispielsweise bei der Produktion von speziellen Trommeln für schamanistische Rituale. Der tiefe Klang dieser kleinen, flachen Trommeln soll beruhigend und heilsam wirken.

FALZEN, FETTEN UND FÄRBEN. Nach dem Gerben werden die in Leder umgewandelten Häute gründlich gewaschen und zwischen den Walzen der Abwelkpresse bei einem

Durch »Pantoffeln« oder »Krispeln« wird das Leder gedehnt und weich gemacht.

Druck von 20 kg/cm² ausgepresst. Die Enddicke des Leders wird in einer weiteren Maschine mit zylinderförmigen, rotierenden Messern auf das gewünschte Maß eingestellt (Falzen oder Egalisieren). In diesem Stadium hat das Material allerdings seine optimale Weichheit und Struktur noch nicht erreicht.

Weiche, lebende Haut hat einen hohen Wassergehalt. Feuchtes Leder wäre aber unbrauchbar und auch nicht haltbar. Um es geschmeidig zu machen und auch im trockenen Zustand ein leichtes Gleiten der Fasern zu ermöglichen, wird das getrocknete Leder gefettet. Bei Zeller arbeitet man mit einer bei 70 Grad Celsius flüssigen Mischung aus Paraffinwachs und Fetten in die man das Leder eintaucht.

Das gefettete Leder wird in einem Raum aufgehängt, wo eine Temperatur von 60 Grad Celsius herrscht. Man bezeichnet den Vorgang als »Einbrennen«. Dabei füllt das Fett Hohlräume, die beim lebenden Tier Gewebsflüssigkeit enthielten: erst das Fetten macht das Leder geschmeidig und wasserabstoßend.



Jürg Zeller färbt Straußenleder mit Pflanzenfarben ein.

DR. LUCIEN F. TRUEB promovierte in physikalischer Chemie an der ETH Zürich. Er war in den USA in der industriellen und akademischen Forschung tätig, bevor er sich in der Schweiz dem Wissenschaftsjournalismus zuwandte.

HANSRUEDI BRAMAZ Absolvent der École Nationale de Photographie/Paris, ist auf Sachaufnahmen in Industrie, Technik und Wissenschaft spezialisiert. Er verfügt über eines der größten Schweizer Bildarchive für Technologie.

PANTOFFELN UND KRISPELN. Zur Schlussveredelung von Kleintierleder dienen mehrere besondere Maschinen. Durch das Blanchieren mit einer Messerwalze wird die Haut homogenisiert und auf einer Seite aufgeraut. Zwei übereinander liegende, korkbedeckte Walzen, gegen die das Leder gepresst wird, rauhen die Oberfläche auf und geben ihm Struktur. Man nennt dies Krispeln oder Pantoffeln.

Durch Glanzstoßen mit einem feststehenden, massiven Glaszylinder, der immer wieder über die behandelte Fläche streicht, erzielt man eine glatte, leicht glänzende Oberfläche. Das wesentlich dickere, gefettete Rindsleder wird zur Schlussveredelung auf einem Tisch ausgebreitet, um es manuell bzw. mit einer handgeführten Maschine flachzustoßen. Zum Färben werden wasserlösliche Anilinfarben mit einem Lappen oder durch Spritzen aufgetragen. Die letzte Stufe ist das »Bügeln« mit polierten Walzen oder besonders strukturierten Walzen, die ins Leder eine Narbenstruktur einprägen.

Drei Monate dauert der vollständige pflanzliche Gerbprozess – im Gegensatz zu einer Woche beim anorganischen Gerben. Für den kleinen Familienbetrieb lohnt es sich dennoch: Zeller konnte die florierende Gerberei von seinem Vater übernehmen, und er hat etliche feste Abnehmer für seine Produkte. Wer in den Schweizer Alpen zum Beispiel das romantische Läuten von Kuhglocken vernimmt, muss wissen, dass die Glocken sehr wahrscheinlich an fünf Millimeter dicken Lederriemen aus Zellers Gerberei hängen. Ein wichtiger Produktbereich sind auch die gegerbten Kleintierhäute: Schaf, Gemse, Reh, Rothirsch, Damhirsch, Kalb und Strauß. Nach Deutschland, England und sogar Amerika reisen diese feinen Leder: Sogar der Schuhmacher und der Sattler im Freiluftmuseum »Colonial Williamsburg« in Virginia/ USA arbeiten ausschließlich mit den pflanzlich gegerbten Häuten aus der Schweiz. ■■

Er arbeitete an den ersten amerikanischen Mondsonden mit und beschäftigte sich später mit den Möglichkeiten von Marsmissionen.

In diesem Jahr feiert Harry O. Ruppe seinen 80. Geburtstag. **Von Daniel Schnorbusch**



Schon als Junge begeisterten Harry O. Ruppe Raketen. Er studierte Physik und bekam 1957 die Chance seines Lebens: Wernher von Braun rief den jungen Wissenschaftler nach Amerika. Dort arbeitete Ruppe am Raketenprogramm zur Eroberung des Mondes mit. Später war Harry Ruppe über viele Jahre hinweg Kuratoriumsmitglied des Deutschen Museums. In den 1980er Jahren hat er tatkräftig beim Aufbau der damals neuen Ausstellung »Raumfahrt« mitgewirkt.

»Beam me up, Harry!«

Als Harry Oskar Ruppe im Frühjahr 1929 in Leipzig geboren wurde, tüftelte der damals 17-jährige Wernher von Braun in Berlin bereits an seinen ersten Raketen, gemeinsam mit dem legendären Hermann Oberth, dem »Vater der Raumfahrt«. Oberth, der wie kaum ein Zweiter die Geschichte der Raumfahrt des 20. Jahrhundert prägen sollte, hatte schon 1922 versucht, mit seiner Arbeit *Raketen zu den Planetenräumen* in Heidelberg zu promovieren, was jedoch fehlschlug, unter anderem wohl, weil sich niemand fand, der die Arbeit hätte sachkundig beurteilen können. Raketen und Reisen durch den Weltraum hatten für die etablierte Physik der frühen 20er Jahre noch etwas leicht Anrühiges. Wer sich dafür begeisterte, der hatte offenbar ein bisschen zuviel Jules Verne gelesen. Das änderte sich jedoch rasch. Raketen waren in den späten Zwanziger- und Dreißigerjahren so ziemlich das Aufregendste, womit sich Physiker und Ingenieure überhaupt beschäftigen konnten. Das Raketenfieber hatte etliche junge, begeisterungsfähige und talentierte Leute erfasst und einige von ihnen sollte es zeitlebens nicht mehr loslassen.

Harry Oskar Ruppe ging zu dieser Zeit noch zur Schule, wenngleich zeitweise unter Bedingungen, die wir uns heute kaum mehr vorstellen können. 1943, Ruppe war gerade vierzehn Jahre alt, fielen die ersten Bomben auf Leipzig und auch auf die Nikolaischule, Ruppes Gymnasium. Und sie fielen auf Peenemünde an der Ostsee, dort, wo seit 1937 der junge Wernher von Braun als technischer Direktor einer Heeresversuchsanstalt mit seinem Team das berühmte Aggregat 4 (A4) entwickelte, die erste Rakete der Menschheit, die

in den Weltraum vordrang und gleichzeitig die erste operationelle Fernlenkwaffe. Berücksichtigt wurde diese Rakete allerdings unter einem anderen Namen: Als »V2«, wobei »V« für »Vergeltung« stand, wurden ab Ende 1944 über 3 000 Exemplare von der deutschen Wehrmacht vor allem auf Antwerpen und London geschossen. Über 12 000 Zwangsarbeiter verloren ihr Leben allein bei der Produktion der Waffe im thüringischen Konzentrationslager Mittelbau-Dora, mehr als 8 000 Menschen starben durch die Einschläge. Die deutsche Niederlage abwenden konnte Hitlers »Wunderwaffe« jedoch zum Glück nicht mehr.

PIONIERARBEITEN. Harry Ruppe machte im Leipzig der Nachkriegszeit sein Abitur, begann dort Physik zu studieren, wechselte an die TU Berlin und spezialisierte sich u.a. auf Aerodynamik. Im Jahr 1957, dem Jahr des sogenannten »Sputnikschocks« – die Sowjetunion hatte vor den USA als Erste einen Satelliten namens Sputnik mit einer Trägerrakete in eine Erdumlaufbahn geschossen – bekam der junge Wissenschaftler dann eine Chance, wie sie nicht jeder bekommt. Wernher von Braun, den die Amerikaner – Moral hin oder her – direkt nach Kriegsende mit einem erheblichen Teil des Peenemündeteams samt aller verfügbaren Unterlagen und Resttraketen in die USA verfrachtet hatten, um dort das amerikanische Raketenprogramm zu entwickeln, benötigte weitere Experten. Der »Wettlauf ins All« gegen die Sowjetunion sollte mit allen Mitteln gewonnen und der mutmaßliche Technologievorsprung des Feindes schnellstmöglich eingeholt werden. Die guten

Kontakte nach Berlin erwiesen sich wie schon zuvor und in der Folgezeit als äußerst nützlich. Kein Wunder, dass bis weit in die 1960er und 1970er Jahre hinein zahlreiche Positionen in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung des Marshall Space Flight Center auf dem Redstone-Areal in Alabama von gebürtigen Deutschen besetzt waren. 1960 wurde unter Dwight D. Eisenhower die NASA (National Aeronautics and Space Administration) gegründet und damit die bislang vornehmlich militärisch geprägte Raketenentwicklung in zivile Bahnen gelenkt. Harry Ruppe war zunächst an der Planung und Entwicklung der Mondsonden »Pioneer 3« und »Pioneer 4« beteiligt, die im März 1959 um den Erdtrabanten geschickt wurde. Es folgten vorbereitende Arbeiten zum Apollo-Projekt und schließlich Planungen zur Raumfahrt auf den Mars. Mit einer Studie über die »Kosten bemannter Marsflüge« wurde Ruppe im Januar 1963 in Berlin auch promoviert. Nach fast 10-jähriger Arbeit in den USA folgte Ruppe 1966 schließlich dem Ruf der Technischen Universität München auf den neu eingerichteten Lehrstuhl für Raumfahrttechnik. Im selben Jahr erschien sein zweibändiges »Introduction to Astronautics«, für lange Jahre das Standardwerk des Faches. Hatte Ruppe schon in den USA die Aufgabe, über die Umsetzung von Marsmissionen nachzudenken, noch ehe man überhaupt auf dem Mond gelandet war, so setzte er seine visionäre Arbeit in München fort. Projektplanungen für Raumtransporter und Raumstationen wurden durchgeführt, an der Entwicklung von Trägerraketen geforscht und Kostenmodelle für ganze Raumfahrtvorhaben entwickelt. Das Thema bemannte Marsflüge beschäftigte ihn parallel dazu weiter.

ÜBER DEN TELLERRAND GESCHAUT.

Jemand, der weit über den Erdkreis hinausdenkt und zumindest in der Theorie überwiegend in extraterrestrischen Gefilden unterwegs ist, muss neugierig sein und darf keine Berührungsängste haben, auch nicht dem fast Unvorstellbarem gegenüber. Dass die kleinen grünen Marsmännchen ein reines Phantasieprodukt sind, mag unbestritten sein, aber dass es Leben und Intelligenz auch außerhalb der

Erde geben könnte, will Ruppe nicht prinzipiell ausschließen. In seinem jüngeren, in jeder Hinsicht gewichtigen Standardwerk zur Raumfahrt *Die grenzenlose Dimension* aus den Jahren 1980/1982, das auch für Laien gut verständlich ist, schreibt er: »Basierend auf unserem heutigen Wissen, besteht Grund zu der Annahme, daß von intelligenten Lebewesen bewohnte Himmelskörper weitverbreitet im Universum sein könnten«. Kein Wunder, dass Ufologen und Esoteriker verschiedenster Provenienz versucht haben, Harry O. Ruppe als Gewährsmann für ihre schrägen Theorien heranzuziehen. Ein paar Zeilen weiter heißt es jedoch im selben Buch: »So meine ich, daß bisher eine überzeugende Beweisführung für die Existenz außerirdischer UFOs nicht vorliegt.« Diese Mischung aus Unvoreingenommenheit, wissenschaftlicher Skepsis und einer guten Portion Humor kennzeichnet Ruppe, der dann auch nicht die geringste Schwierigkeit hat, sich öffentlich zu seiner Freundschaft mit Erich von Däniken zu bekennen. Dänikens »Beweise« für Besuche von Außerirdischen auf dem Planeten bleiben für Ruppe aber trotz aller Freundschaft nur »Hinweise auf eine Möglichkeit«.

1994 wurde Harry O. Ruppe emeritiert. Das Ende seiner wissenschaftlichen Tätigkeit war das jedoch noch lange nicht. Als Emeritus hat er weiterhin sein Wissen und seine Erfahrung in den Dienst der Raumfahrt gestellt und sich zuweilen auch in der Presse mit erfrischender Klarheit zu Wort gemeldet. Als die US-Administration unter George Bush 2004 die Idee propagierte, eine Raketenbasis auf dem Mond zu installieren, um von dort aus Weltraummissionen zu starten, lautete sein Kommentar in einem *Focus*-Interview dazu ganz lapidar, dass sei Quatsch. Da wäre ein Raketenbahnhof in der Antarktis noch praktikabler. Deutliche Worte von einem, der es wissen muss. So sehr Ruppe vor allem Techniker sein mag, so wenig hat ihn das davon abgehalten, über den Tellerrand hinauszuschauen und den umfassenderen Sinn seines Tuns zu reflektieren. So beschließt er den ersten Band von *Die Grenzenlose Dimension* mit den Worten: »Letztlich allerdings hängt die Zukunft nicht von Instrumenten ab, von den stärkeren Bataillonen und besseren Fern-

raketen, sondern von uns, die wir die Werkzeuge schaffen können. Die Grundentscheidung fällt in den Herzen der Menschen.«

Professor Ruppe wird im Mai dieses Jahres 80 Jahre alt. Von dieser Stelle bereits die herzlichsten Glückwünsche und noch viele gute und gesunde Jahre! ■■

Zur Monderkundung startete 1959 die Pioneer-IV-Sonde (Bild rechts) an Bord einer Juno-II-Rakete.



Reisen nach Europa ✓

Technikmuseen in Ungarn und der Slowakei

Seit der Erweiterung der Europäischen Union am 1. Mai 2004 hat sich uns eine neue, hochinteressante und spannende Museums- welt aufgetan, die darauf wartet, entdeckt und erschlossen zu werden. Das gilt nicht nur für die Museen mit Kunstschatzen, die international durchaus bekannt sind, sondern vor allem für die Technikmuseen, in denen wir jetzt die Leistungen der Wissenschaft- ler, Techniker und Unternehmer aus unseren östlichen Nachbarländern wieder bewundern können. Wir möchten Ihnen deshalb heute einige Museen in Ungarn und der Slowakischen Republik vorstellen, mit denen sich zunehmend ein reger Wissens- und Meinungsaustausch vertieft und die auch für unsere Leser einen Besuch wert sind.

Von Dirk Bühler, Helmut Hilz und Elisabeth Knott

UNGARISCHES VERKEHRSMUSEUM

Városligeti körút 11, 1146 Budapest

www.km.iif.hu

Öffnungszeiten: 1. Mai bis 12. Oktober

Di–Fr 10–17 Uhr, Sa–So 10–18 Uhr,

13. Oktober bis 30. April

Di–Fr 10–16 Uhr, Sa–So 10–17 Uhr

Zum ungarischen Millenniumsfest im Jahre 1896 wurde nicht nur die erste Metrostation auf dem europäischen Kontinent, sondern auch eine große Ausstellung zum Verkehrswesen auf dem Gelände des heutigen Museums am Rande des Budapester Stadtwäldchens gezeigt. Die Exponate dieser Schau machen den Grundstock des schon kurz danach, nämlich 1899 gegründeten Verkehrsmuseums aus. Das Museumsgebäude entstand um die Jahr- hundertwende. Nach den Zerstörungen im Zweiten Weltkrieg wurde das Gebäude in den Folgejahren wieder aufgebaut und konnte 1966 neuerlich eröffnet werden. Danach wurde es 1987 noch einmal erweitert, sodass hier inzwischen über 8.000 m² Ausstellungs- fläche zur Verfügung stehen.

Das Ungarische Verkehrsmuseum und das Ungarische Technische Museum sind vom Kultusministerium beauftragt, die fachliche Kontrolle und Beratung aller 63 ungarischen Technikmuseen durchzuführen. Das Ver- kehrsmuseum verfügt heute über eine der ältesten Sammlungen zur Verkehrsgeschichte in Europa. Vor allem die Eisenbahnmodelle sind in der ganzen Welt berühmt. Andere Ausstellungen sind der staatlichen ungarischen See- und Donauschifffahrt, der heimi-



schen und internationalen Geschichte der Kraftfahrzeuge sowie den Straßen- und Schienenverkehrsbauten gewidmet. Neben den Exponaten zum Landverkehr sind die Werftmodelle und Donau-Dampfschiffe besonders bemerkenswert. Doch auch die Infrastruktur für den Landverkehr wurde mit Exponaten bedacht, und so sind ebenso Straßen- und Brückenbaustellen sowie Modelle der berühmten Donaubrücken von Budapest zu sehen. Fantasievoll und einfalls- reich sind die aus einem Wettbewerb hervor- gegangenen Brückenmodelle, bei denen Ingenieurstudenten versuchen sollten, aus Spaghettis möglichst stabile Brückenkon- struktionen zu bauen.

Vor dem Verkehrsmuseum in Budapest sind Originalbrückenbauteile ausgestellt. Darunter dieser Umlenksattel vom Pylon der Kettenbrücke (erbaut 1839–1849).



Europas erste U-Bahn-Station der Linie 1 von 1896 am Budapester Heldenplatz.

UNGARISCHES TECHNISCHES MUSEUM (UTM)

Kapósvar utca 13-15 und Prielle Kornélia utca 10, 1117 Budapest
www.omm.hu
Öffnungszeiten: Di-Fr 10-16

Das Ungarische Technische Museum ist noch nicht durchgehend für das Publikum geöffnet, denn die Sammlungen sind bisher ausschließlich als begehbares Depot konzipiert. Dieser Depotcharakter verleiht den Ausstellungen, in denen die Objekte sehr systematisch, dabei aber durchaus attraktiv und liebevoll präsentiert sind, einen ganz besonderen, mythischen Reiz. Das Gebäude beherbergt in

seinen ausgedehnten Räumen eine Sammlung von Kraftmaschinen, die zum Teil vorgeführt werden können, Exponate aus der Physik und viele attraktive Objekte zur Haustechnik als Beispiele für die Anwendungsfelder technischer Erkenntnisse.

Diese Weltzeituhr wurde für die Weltausstellung in Wien 1873 gebaut. Sie steht heute ganz prominent im Ungarischen Technischen Museum.



ELEKTROTECHNISCHES MUSEUM

Kazinczy utca 21, 1075 Budapest
www.emuseum.hu
Öffnungszeiten:
Di-Fr, 10-17 Uhr, Sa 9-16 Uhr (Ausstellung), Mo-Mi, 9-15 Uhr (Bibliothek)

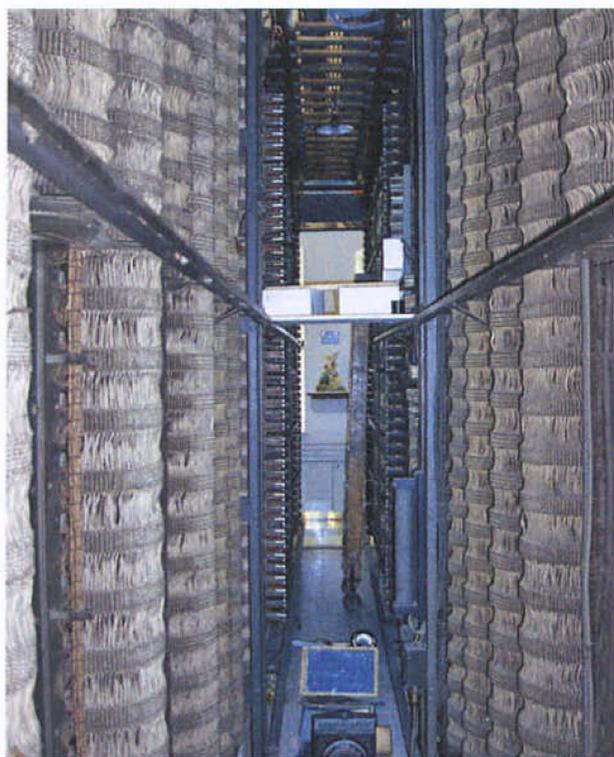
Das Elektrotechnische Museum findet man im jüdischen Viertel von Budapest ganz in der Nähe der großen Synagoge in einer ehemaligen Trafostation aus den 1930er Jahren, die 1970 aufgegeben und in ein Museum für die bereits seit 1975 angelegte elektrotechnische Sammlung umgewidmet wurde. Das Gebäude weist sich mit seinen großen Fensterflächen und seiner streng gegliederten, schmucklos schlichten und funktionsbestimmten Fassade als ein der Bauhausarchitektur verpflichtetes Gebäude aus. Die Fassaden des Innenhofs ziert eine liebenswerte Sammlung historischer Neonreklame, die als bunte Beleuchtung den – allerdings seltenen – Festen gewiss einen magischen Reiz verleiht. Die Räume für die Sammlungen, nach bedeutenden ungarischen Elektrotechnikern benannt, sind großzügig angelegt und zeigen alle Gebiete der Elektro- und Starkstromtechnik mit spannenden Exponaten und Experimenten. Bei der Planung des Museums wurden aber nicht nur technische Einrichtungen berücksichtigt, sondern es wurde auch an die Anwendungen der

Elektrizität, wie etwa im Haushalt, gedacht. Ein Highlight der Sammlungen sind die Arbeiten von Ányos Jedlik (1800–1895) (Unipolargenerator, Kaskaden-Kondensatorbatterie) und der berühmte Transformator aus dem Jahre 1885 von Károly Zipernowsky (1853–1942), Otto Bláthy (1860–1939) und Miksa Déri (1854–1938) mit seinen didaktisch aufbereiteten Kopien. Außerdem sind Modelle und Originalteile einer Lokomotive mit Drehstrommotoren von Kálmán Kandó

(1869–1931) ausgestellt. Eine Bibliothek rundet das Bildungs- und Forschungsangebot des Museums ab, das auch Sitz des Ausschusses für Technikgeschichte des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins ist.

Eine besonders liebenswerte historische Leuchtreklame im Hof des Elektrotechnischen Museums in Budapest.





Ein Blick zwischen die Schalttafeln der automatischen Telefonvermittlung im Telefonmuseum.

MUSEUM FÜR POST UND FERNMELDEWESEN

Telefonmuseum im Burgviertel:

Úri utca 49, 1014 Budapest

Sa/So Eingang über Országház utca 30

www.postamuzeum.hu

Öffnungszeiten:

1. April bis 31. Oktober, 10–18 Uhr,

1. November bis 31. März, 10–16 Uhr

Montag Ruhetag

MUSEUM FÜR DAS HÜTTENWESEN

Westlich von Miskolc bei Újmassa und Lillafüred (Ungarn)

www.kohmuz.t-online.hu

Öffnungszeiten: nach Voranmeldung

Dieses Museum für das Hüttenwesen in Felsőhármor hat ein Haupthaus mit Ausstellungen und Verwaltungsräumen und ein mit einer Kleinbahn erreichbares Freilichtmuseum. Das Museum liegt in einem kleinen Städtchen, das sich mit seinen giebelständigen Häusern in einem Bogen entlang der Hauptstraße erstreckt. Das zweifellos prominenteste Gebäude ist natürlich das Museum, das im ehemaligen Verwaltungsgebäude der Hütte untergebracht ist. Auf über drei Etagen können wir anhand von lehrreichen Dioramen, eindrucksvollen Exponaten und anschaulichen Ver-

suchen fast alles über das Hüttenwesen, seine Techniken und seine Geschichte erfahren. Das Museum wurde in den 1960er Jahren sehr anziehend gestaltet und hat sich den ursprünglichen Charme der Anfangszeit erhalten können. Von hier aus kann man mit der ehemaligen Materialbahn zu einem weite-

UNGARISCHER PARK FÜR EISENBAHNGESCHICHTE FÜSTI

Tatai út 95, 1142 Budapest

www.mavnosztalgia.hu/tortenet

Öffnungszeiten:

täglich 10–15 Uhr (Winter)

täglich 10–18 Uhr (Sommer)

19. Dezember bis 15. März geschlossen

Der ungarische Park für Eisenbahngeschichte »Füsti« befindet sich im ehemaligen Bahnbetriebswerk des Bahnhofs Budapest Nyugati pu (Westbahnhof). Als Museumsgebäude dient einer der ursprünglich zwei Lokschuppen von 1911 mit 34 Stellplätzen. Nach der Umwidmung des Gebäudes und der Freiflächen wurde das Museum am 14. Juli 2000 eingeweiht. Auf dem Gelände des Parks mit 70.000 m² Fläche sind heute etwa 100 Schienenfahrzeuge – nahezu alle betriebsfähig –, darunter auch seltene Lokomotiven zu sehen, die die Geschichte der Eisenbahn seit 1870 zeigen. Der Park, mit seinen meist im Freien stehenden Exponaten, wird kontinuierlich erweitert und beherbergt heute das größte Eisenbahnmuseum in Mitteleuropa.

ren, wesentlich kleineren Museum fahren, das dem Gründer der Hütte, dem aus Würzburg stammenden Friedrich Fassola (1730–1779) gewidmet ist. Von dort sind der Hochofen (siehe Bild) und eine wasserbetriebene Hammerschmiede schnell zu erreichen.



SLOWAKISCHES TECHNISCHES MUSEUM

Hlavná 88, 04382 Košice
(Slowakische Republik)
www.stm-ke.sk/bigmenu.htm
Öffnungszeiten:
Mo–Sa, 9–17 Uhr

Mitten in der bezaubernden historischen Altstadt von Košice mit ihren Plätzen und Türmen, ihrer gotischen Kathedrale, ihrem Opernhaus und den wunderbaren barocken, neoklassizistischen und gründerzeitlichen Gebäuden lädt der Schriftzug »Slowakisches Technisches Museum« über dem Eingang eines eleganten Palais in der Hauptstraße Nr. 88 zu einer weiteren Entdeckungsreise ein.

Das Museum wurde im Mai 1945 formal gegründet und provisorisch in einem noch nicht öffentlich zugänglichen Gebäude der staatlichen Eisenbahnverwaltung untergebracht, bis der Stadtrat von Košice im folgenden Jahr beschloss, dem Museum das denkmalgeschützte Rakoczi-Haus in der Hlavná 88 zur Verfügung zu stellen. Schon am 24. August 1948 konnten die Ausstellungen eingeweiht und der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Heute umfasst das technische Museum der Slowakischen Republik Nebenstellen in Spišská Belá und im Schloss Budimír. Außerdem gehören heute mehrere Freilichtmuseen bei und in technischen Baudenkmalern zum Bestand sowie eine Luftfahrtausstellung, von

FLUGZEUGMUSEUM DES SLOWAKISCHEN TECHNISCHEN MUSEUMS

Am Flugplatz von Košice
(Slowakische Republik)
www.stm-ke.sk/vysunute/letectvo.htm
Öffnungszeiten: Mo–Sa, 9–17 Uhr

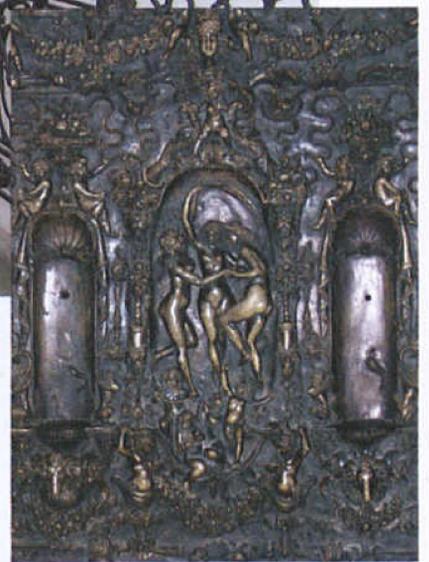
Etwas außerhalb des Stadtgebietes, am internationalen Flughafen von Košice befindet sich das Flugzeugmuseum. Diese Sammlung wurde 1947 fast gleichzeitig mit der Hauptsammlung angelegt, fand jedoch erst 2002 mit dem



der noch zu berichten sein wird. 1992 wurde auch in Bratislava ein neues technisches Museum eröffnet. Der Exponatbestand des Museums, der praktisch alle Gebiete der Technik umfasst, beeindruckt nicht nur durch seine Vielfalt, sondern auch durch seine hohe Qualität. Bergbau und Hüttenwesen sind anschaulich dargestellt, aber auch außergewöhnliche Objekte aus Guss- und Schmiedeeisen, darunter sogar eine gut erhaltene aus Italien stammende Bronzetür aus dem Jahre 1580. Die Versuche und Objekte aus Optik und Elektrotechnik (darunter ein Faraday'scher Käfig) sind besonders eindrucksvoll. Neben den Exponaten aus aller Welt wurde

Bau eigener Hallen seine räumliche Umsetzung. In vier eigens für die Ausstellungen errichteten Hangars werden die technischen Grundlagen und Geräte sowie die Geschichte der Luftfahrt ausführlich und ansprechend vorgestellt. Die Hangars stehen um ein unregelmäßiges, auf einer Seite leicht geöffnetes Viereck und bilden auf diese Weise einen Innenhof, der von einer Stahlkonstruktion mit Membrandach geschützt wird. Dort befinden sich originale Flugzeuge, die ein cleverer slowakischer Politiker bei Unternehmen und Behörden aus aller Welt eingeworben hat. So stehen hier ein »Starfighter F 104« aus Ita-

Oben: Guss- und schmiedeeiserne Objekte. Rechts eine seltene Bronzetür aus dem 16. Jahrhundert mit drei Grazien.



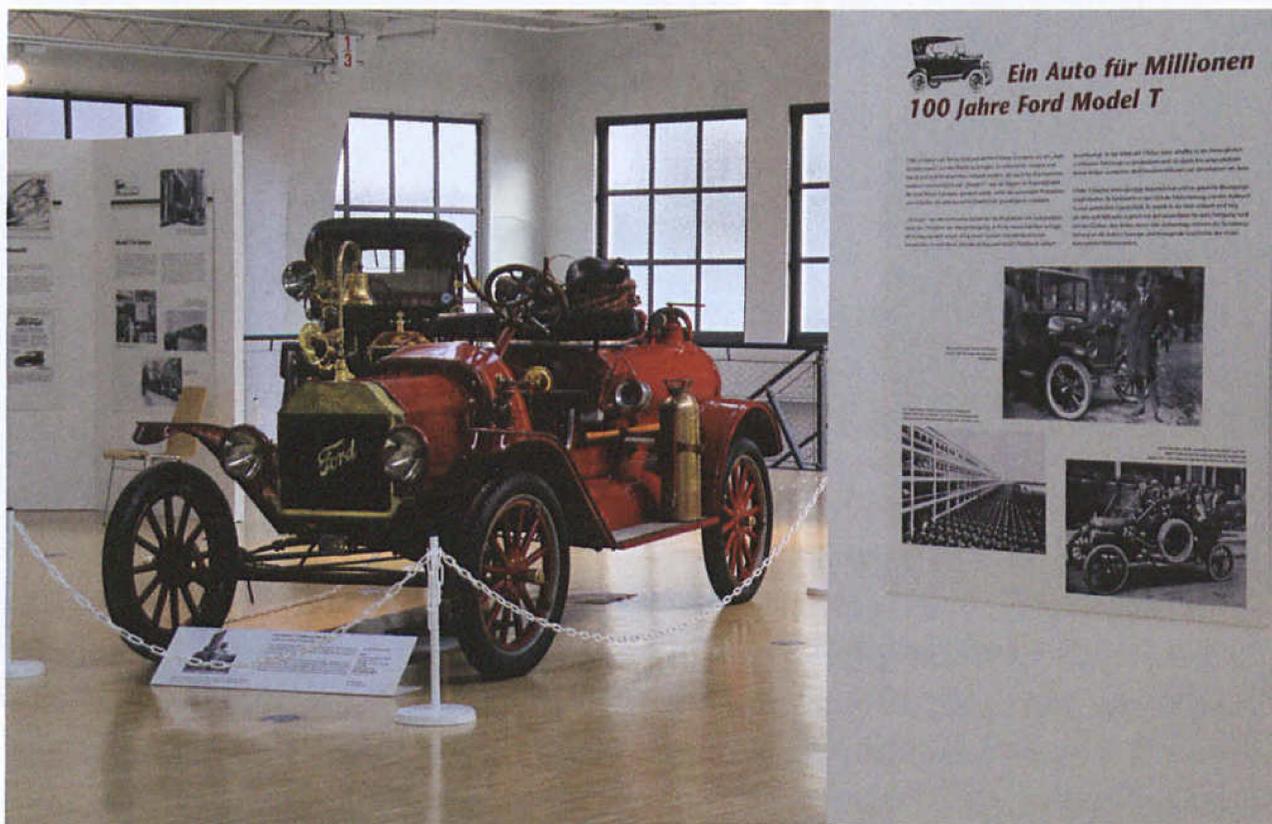
ein besonderer Schwerpunkt auf die Leistungen der Erfinder und Ingenieure aus der Slowakei und Ungarn gelegt. Auch in Košice vervollständigen ein museumspädagogischer Dienst, eine Bibliothek, wissenschaftliche Veranstaltungen und interessante Veröffentlichungen das Bildungsangebot.

lien mit einer polnischen »Iskra TS II« und einer »Mirage« aus Frankreich beieinander. Daneben sind eine »MiG 23« aus der Tschechischen Republik, ein »Phantom F-4F« aus Deutschland, eine »A5 Fantan« aus China und viele andere Jagdflieger und Hubschrauber ausgestellt. Alles in allem eine besonders spannende Zusammenstellung. Die Kunstflugstaffel, die in den Nebengebäuden ihren Sitz hatte, lebt heute leider nur noch auf Bildern und Trophäen im historischen Kasino weiter.

Deutsches Museum intern

Nachrichten, Tipps, Termine

EIN AUTO FÜR MILLIONEN – 100 JAHRE FORD MODEL T



Schritte zerlegt und mittels Fließband vielfach beschleunigt. In den 1920er Jahren überschritt die jährliche Stückzahl die Millionengrenze, 1923 sogar die 2-Millionen-Marke, und es gelang Ford, die Fahrzeuge durch Massenproduktion immer billiger zu verkaufen.

Model T brachte den Amerikanern besonders auf dem Lande eine günstige Automobilität und nie gekannte Bewegungsmöglichkeiten. Mit einem Anteil von zeitweilig über 50 Prozent an der US-Automobilproduktion katalysierte die robuste »Tin Lizzy« in den USA die Motorisierung und den Aufbruch in eine automobilen Gesellschaft. Bis Mitte der 1920er Jahre besaßen Millionen von Amerikanern ein Auto. Model T wurde auch in die Welt verkauft und trug die Idee vom erschwinglichen Volksauto zugleich mit den neuen Fertigungsmethoden rund um den Globus. Aus Anlass seines 100. Geburtstags erinnert die Sonderausstellung »Ein Auto für Millionen« im Verkehrszentrum noch bis zum 15. März 2009 an die äußerst bewegte und bewegende Geschichte des ersten automobilen Millionensellers.

Sonderausstellung

»Ein Auto für Millionen«

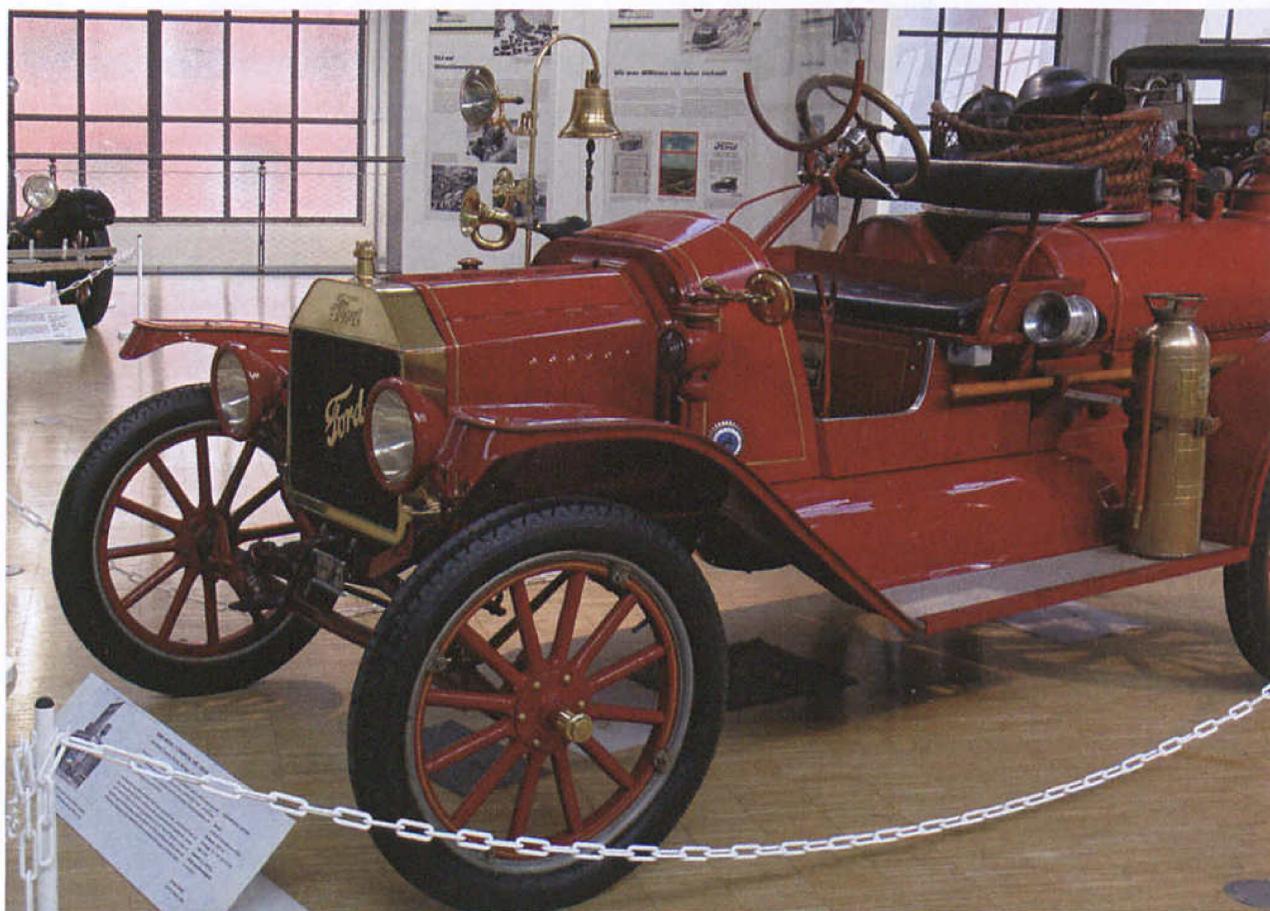
Verkehrszentrum bis 15. März 2009

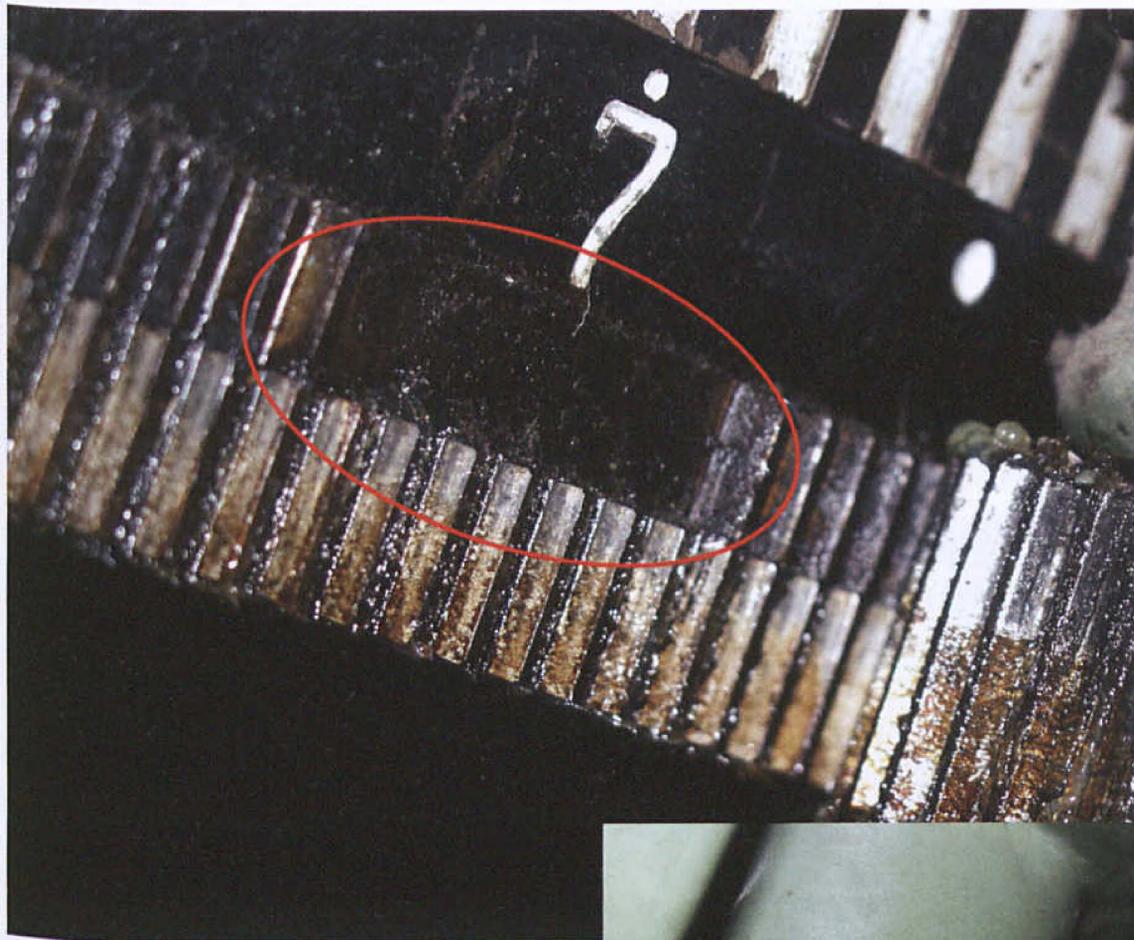
1908 schickten sich Henry Ford und die Ford Motor Company an, ein »Auto für jedermann« auf den Markt zu bringen. Es sollte leicht, einfach und robust sein und für einen Preis verkauft werden, der auch für Durchschnittsamerikaner erschwinglich war. Model T, wie der Wagen im Typenalphabet der Ford Motor Company genannt wurde, sollte die automobilen Produktion und mittelbar die amerikanische Gesellschaft grundlegend verändern.

»Tin Lizzy« war der fulminante Auftakt für die Produktion von Automobilen nach den Prinzipien der Massenfertigung. Ford war der erste Automobilhersteller, der in seinen Fabriken die fließende Fertigung zur Anwendung brachte und den zeitgenössischen Ansätzen einer der Rationalisierung und Optimierung des Betriebsablaufs in großem Maß Rechnung trug. Die Produktion erfolgte in einem neuen System: mit standardisierten Einzelteilen, in viele kleine

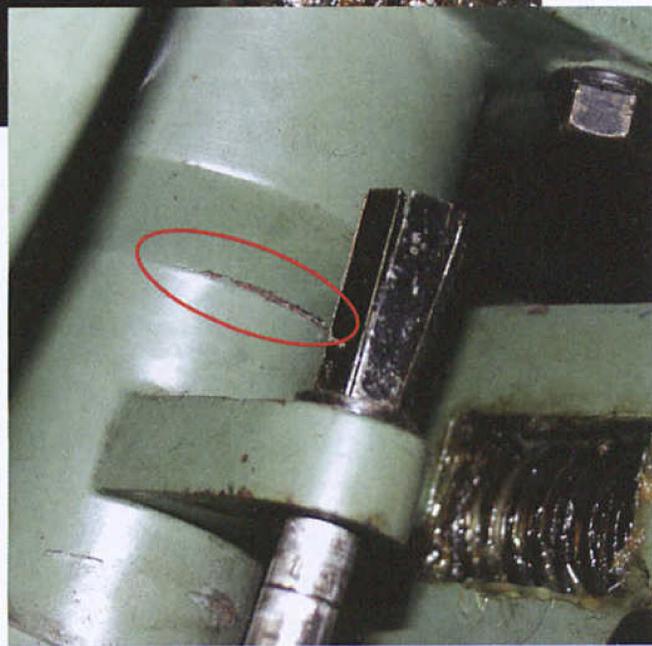


Zu den Highlights der Ausstellung gehört ein Ford Model T »Chemical Fire Truck« von 1917 als Leihgabe eines Kölner Sammlers.





Vom alten Zahnkranz der Stundenachse ist ein Zahn ausgebrochen und zwischen Zahnkranz und Antriebszahnrad geraten. Dies hat die Haltemechanik des Antriebs gesprengt.



EINGESCHRÄNKTER TELESKOPBETRIEB

Schaden am Zeiss-Refraktor

Himmelsbeobachter müssen in den kommenden Wochen und Monaten mit einem stark eingeschränkten Teleskopbetrieb rechnen. Das Sonnenteleskop kann für einige Wochen nicht betrieben werden, da der Kuppelantrieb repariert und überholt wird. Das Spiegelteleskop der Oststernwarte wird etwa ein Jahr lang renoviert. Nun ist bedauerlicherweise am Zeiss-Refraktor der Weststernwarte ein schwerer Schaden aufgetreten: Das Teleskop wird vermutlich mehrere Monate nicht betriebsfähig sein. Die täglichen Sternwarten-Vorführungen zwischen 10.30 und 11.30 Uhr und die Abendbeobachtungen (jeden Dienstag und Freitag, jeweils 21 Uhr) sollen jedoch vorläufig stattfinden.

Aktuelle Informationen

www.deutsches-museum.de/ausstellungen/naturwissenschaft/astronomie/sternwarte

Tagesbeobachtungen

in der Weststernwarte

Telefon: 089 2179-341 oder -342

Abendbeobachtungen

in der Oststernwarte

Telefon: 089/2179-211 oder
www.beobachtergruppe.com

FEHLERTEUFEL

Auf zwei Fehler in der Ausgabe 4/2008 machte uns *Kultur & Technik*-Leser Hans-Dieter Keh aufmerksam:

Auf Seite 9 im Leserbrief »Historische Galerie« steht: »... 1983 der erste Stadt eines Satelliten ...«. Es muss »Start« statt »Stadt« heißen. Auf Seite 11 heißt es: »... dieser Borgwart Isabella nach ...«. Richtig hieß die Herstellerfirma »Borgward«.

Liebe Leserin, lieber Leser,

Fehler passieren immer wieder. Umso dankbarer sind wir für Ihre Hinweise und Korrekturen. Bitte haben Sie allerdings Verständnis dafür, dass wir uns vorbehalten, umfangreichere Leserbriefe nur gekürzt abzudrucken.

INTERNATIONALES KOLLEG FÜR GEISTESWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG

LMU München und Deutsches Museum gewinnen Ausschreibung

Das Deutsche Museum und die Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) erhalten eine umfassende Förderung für ein Internationales Kolleg für Geisteswissenschaftliche Forschung. Prof. Dr. Bernd Huber, Präsident der LMU München, und Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums, freuen sich über den Start des gemeinsamen Kollegs.

Insgesamt rund 12 Millionen Euro stellt das BMBF dem International Institute for Advanced Study in Environment and History für die nächsten sechs Jahre zur Verfügung. Die LMU München und das Deutsche Museum betreiben das Institut gemeinschaftlich. Die beiden Wissenschaftler Prof. Dr. Christof Mauch (LMU) und Prof. Dr. Helmuth Trischler (Deutsches Mu-

seum), die das Projekt leiten, haben sich vorgenommen, ein konsequent transdisziplinäres und international vergleichendes Kolleg aufzubauen. Hier werden neben der Geschichtswissenschaft auch Politologie, Soziologie, Theologie, Amerikanistik, Kunstgeschichte, Ethnologie, Literaturwissenschaften, Regionalstudien, Geografie sowie Natur- und Ingenieurwissenschaften wie Biologie und Agrar- und Forstwissenschaften beteiligt sein.

Das Kolleg unterstreicht die Bedeutung Münchens als Standort international herausragender Forschung in den Geisteswissenschaften. Es stärkt zugleich die enge Kooperation des Deutschen Museums mit den Münchner Universitäten im Rahmen der Exzellenzinitiative.

DIE ZUKUNFTSINITIATIVE DEUTSCHES MUSEUM



Das Deutsche Museum muss dringend saniert werden. Im Rahmen einer »Zukunftsinitiative« haben sich großzügige Mäzene, Vorstandsvorsitzende führender deutscher Unternehmen und Einzelpersonen bereit erklärt, als Mitglieder des Gründerkreises der Zukunftsinitiative die Anschubfinanzierung zu übernehmen. In den nächsten zehn Jahren wird jedes der beteiligten Unternehmen fünf Millionen Euro zur Sanierung des Deutschen Museums beitragen. Dieses Engagement war Voraussetzung für die Beteiligung der öffentlichen Hand – im Wesentlichen des Freistaates Bayern und des Bundes – an der gesamten Finanzierung. Insgesamt werden durch die Unterstützung von Unternehmen, Privatpersonen und der öffentlichen Hand 400 Millionen Euro aufgebracht.

»Mit ihrem finanziellen Engagement und einem außerordentlichen Verantwortungsgefühl für das naturwissenschaftlich-technische Kulturgut Deutschlands ermöglichen die Mitglieder des Gründerkreises den Start der Zukunftsinitiative und somit die längst überfällige Sanierung und Modernisierung des Deutschen Museums. Diese ermöglicht dem Deutschen Museum seine Bildungs- und Forschungsaufgaben auch zukünftig attraktiv und zeitgemäß wahrzunehmen«, sagte Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums.

Sanierung und zukunftsorientierter Ausbau des Deutschen Museums können nicht allein durch privates Engagement geschultert werden. Bund und Freistaat haben daher zugesagt, einen relevanten Beitrag zur Zukunftsinitiative Deutsches Museum zu leisten.

Während einer Pressekonferenz im Dezember 2008 stellte der Gründerkreis sein Konzept der Öffentlichkeit vor. Auf dem Bild oben sind zu sehen (von links nach rechts):

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Reitzle (Vorsitzender des Vorstands der Linde AG), Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl (Generaldirektor Deutsches Museum), Christiane Kaske (Vorsitzende des Vorstands Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum), Frank Mattern (Managing Partner McKinsey & Co), Bundespräsident Horst Köhler, Otto Fricke (MdB, Vorsitzender des Haushaltsausschusses), Dr. Wolfgang Heubisch (Bayerischer Staatsminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst), Heinz Hermann Thiele (KnorrBremse AG), Prof. Dr.-Ing. Hermann Scholl (Vorsitzender des Aufsichtsrats der Robert Bosch GmbH).

VIELSEITIG, ALLTÄGLICH UND ROSTFREI: EDELSTAHL

Ein neu gestalteter Teilbereich in der Dauerausstellung Metalle informiert über Edelstahl: Die Ausstellung bietet dem Besucher Einblicke in die Herstellung, Verarbeitung und Einsatzbereiche. Der nichtrostende Stahl wird in seiner Funktion als eines der vielseitigsten Industriemetalle beschrieben. Die alltägliche Anwendung dieses jungen Stoffes in der Industrie, im Haushalt oder auch in medizinischen Geräten wird anschaulich erklärt und spielerisch verdeutlicht. Über 120 Edelstahlsorten finden sich heutzutage in fast allen Bereichen des Lebens.



Der neue Ausstellungsabschnitt bildet den Abschluss des Neuaufbaus und der Aktualisierung der Ausstellung über Metalle und modernes Gießen im Deutschen Museum. Bereits seit März 2007 ist der Bereich »Gießen« mit einer Vorführgießerei für Besucher offen.

In täglichen Vorführungen können die Museumsbesucher den Gießprozess verschiedener Metalle hautnah erleben und sehen, wie Gießereitechnik heute traditionsreiches Handwerk mit moderner Hightech verbindet.

Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum e.V.

PROGRAMME FÜR KINDER UND JUGENDLICHE GEFÖRDERT

Der Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum unterstützt seit seiner Gründung im Jahr 2000 mit großer Freude die museumspädagogischen Programme für Kinder und Jugendliche, die im Deutschen Museum angeboten werden. Begeisterung für ein Thema wecken, Interesse an Naturwissenschaft und Technik fördern, Neugierde stärken, Fantasie und Kreativität anregen, das sind Ziele dieser Maßnahmen.

Im Jahr der Mathematik 2008 lud das interdisziplinäre Projekt »Zahllose Abenteuer – mit mathematischem Blick durch München« junge Forscherinnen und Forscher ein, an verschiedenen Orten Münchens Mathematik zu entdecken. Das Deutsche Museum war ein Zentrum für Aktivitäten: In der Flugwerft Schleißheim wurde erforscht, wie viel Mathematik nötig ist, um Passagiere in die Flugzeuge und diese koordiniert in die Luft zu bringen. Im Verkehrszentrum lernten die Kinder die Mathematik der kurzen Wege kennen. Im Haupthaus auf der Museumsinsel rechneten sie mit Abakus und Rechenstäbchen, bauten Pantografen, staunten, wie schnell man mit einem Planimeter eine Fläche bestimmen kann oder experimentierten auf Pythagoras' Spuren mit dem Monochord. Beim Thema »Woher kommt die Energie?« im Jahr 2007 bauten mehrere Teams an einer großen Energiemaschine. Die Programme sind immer verknüpft mit der »Aktion Wissensdurst« im Museum, die Kinder einlädt, ihre Fragen zum jeweiligen Thema zu stellen. Die Fragenden erhalten nicht direkt Antworten, sondern werden angeregt, selbst zu forschen, Hypothesen zu entwickeln und zu überprüfen. Die Kinder lernen dabei spielerisch die Grundprinzipien wissenschaftlichen Arbeitens.

Die museumspädagogischen Programme sprechen Kinder und Jugendliche in altersgemäßen Formaten an. Die zielgruppenspezifischen Elemente der verschiedenen Programme erlauben jungen Menschen mit verschiedensten Neigungen und Vorkenntnissen einen Einstieg in vielfältige Erkundungspfade, die ihnen eine

spannende Welt eröffnen. Die Programme sind überaus beliebt.

Der Freundeskreis unterstützte bereits auch zwei Kooperationsprojekte mit Schulen: Im Rahmen von »Schüler führen Schüler« absolvierten Jugendliche der Oberstufe ein Seminar im Deutschen Museum, bei dem sie lernten, eine Führung auszuarbeiten und darzubieten. Das Projekt »SchülerInnen als Juniorassistenten im TUMLab im Deutschen Museum« arbeitet mit Jugendlichen aus 9. Klassen, die sich in einem Seminar mit den Inhalten eines TUMLab-Kurses vertraut machen. Beide Projekte haben zum Ziel, eine intensive Auseinandersetzung mit einem naturwissenschaftlich-technischen Thema anzuregen, zu begleiten und ein nachhaltiges Lernen durch Lehren zu erreichen.

Auch 2009 unterstützt der Freundes- und Förderkreis wieder das Jahresprojekt. Es steht unter dem Motto »Geistesblitze – Ideen für die Zukunft 2009«. Ein Wettbewerb lädt Kinder und Jugendliche ein, ihre Ideen anschaulich zu machen und einzureichen. Einige Schulklassen werden bei ihrer Ideenentwicklung eng begleitet. Die Begegnung mit Ideen früherer Erfinder im Deutschen Museum soll Inspiration für sie sein.

Unterstützen Sie den Freundeskreis des Deutschen Museums!

Jahresbeitrag:

- ▶ 500 Euro für persönliche Mitgliedschaften
- ▶ 250 Euro für Juniormitgliedschaft (bis 35 Jahre)
- ▶ 2.500 Euro für Mitgliedschaften mittelständischer Unternehmen nach EU-Norm
- ▶ 5.000 Euro für die Mitgliedschaft großer Unternehmen

Kontakt:

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

Ihre Ansprechpartnerin:

Claudine Koschmieder
Telefon: (0 89) 21 79 - 314
Telefax: (0 89) 21 79 - 425
c.koschmieder@deutsches-museum.de



Deutsches Museum intern

Nachrichten, Tipps, Termine

PUBLIKATIONSPREIS DES DEUTSCHEN MUSEUMS FÜR DAS JAHR 2007

Am 21. November 2005 feierte das Deutsche Museum zum 20. Mal die Verleihung der Publikationspreise des Deutschen Museums. Initiator und Stifter des Preises ist Dr. Ing. Hans H. Moll, langjähriger Verwaltungsratsvorsitzender und Ehrenmitglied des Kuratoriums im Deutschen Museum.

Der Preis wird herausragenden Publikationen zuerkannt, die im Deutschen Museum und Münchner Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte (MZWTG) entstanden sind. Es werden zum einen fachwissenschaftliche Veröffentlichungen (Forschungspreis), zum anderen populärwissenschaftliche Arbeiten (Bildungspreis) in Buch- oder Aufsatzform ausgezeichnet, die von hoher Qualität und in ihrer Art vorbildlich sind.

Die Jury, Prof. Dr. W. M. Heckl, Dr. H. H. Moll, Prof. Dr. H. Trischler, Prof. Dr. U. Wengenroth und Frau U. Leutheusser, beschloss in ihrer Sitzung vom 15. Juli 2008 einstimmig, den mit tausend Euro dotierten Bildungspreis für das Jahr 2007 an Dr. Winfried Glocker für die Publikation *Drucktechnik. Ein Begleitbuch zur Ausstellung im Deutschen Museum* zu verleihen. In der Laudatio hieß es: »Sammlungskataloge und Ausstellungsführer gelten als das publizistische Kerngeschäft von Museen. Ausstellungsführer eröffnen den Besuchern die Möglichkeit, die im Museum gewonnenen Eindrücke zu vertiefen und zu systematisieren. Für ein nachhaltiges Lernen im Museum sind sie ein wichtiges Instrument. Umso mehr ist es zu begrüßen, dass nun endlich auch für die Drucktechnik ein ebenso überzeugend konzipierter wie umfangreicher Ausstellungsführer vorliegt. Die Jury hofft, dass dieses gelungene Werk Schule machen wird und in den nächsten Jahren für möglichst viele Abteilungen neue Ausstellungsführer entstehen werden. Dabei sollte das gewählte Format, das den Autor ganz offensichtlich zu vielen Kompromissen bei den Abbildungen gezwungen hat, durchaus noch einmal überdacht werden.«

Der ebenfalls mit tausend Euro dotierte Forschungspreis wurde ebenso einstimmig Dr. Arne



Den Moll-Preis erhielten die Autoren **Winfried Glocker und Arne Schirmacher** für ihre herausragenden Publikationen.

Schirmacher zuerkannt für die Publikation *Der lange Weg zum neuen Bild des Atoms. Zum Vermittlungssystem der Naturwissenschaften zwischen Jahrhundertwende und Weimarer Republik*. Auch hier hielt Professor Heckl die Laudatio, mit folgendem Inhalt: »Arne Schirmacher zeigt am Beispiel der Berichterstattung über das Atom auf, wie sich die naturwissenschaftliche Wissensvermittlung im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts zunehmend ausdifferenzierte. Für unterschiedliche Teilöffentlichkeiten bildeten sich neue Vermittlungsorgane heraus – nicht zuletzt das Deutsche Museum, das im Prozess der naturwissenschaftlichen Wissensvermittlung für einen Massenmarkt eine maßgebliche Rolle spielte, wie Schirmacher unter anderem am Beispiel des Modells des Wasserstoffatoms aufzeigt, das 1918 nach Plänen Arnold Sommerfelds für das Deutsche Museum angefertigt wurde. Das neue Bild des »leeren« Atoms prägte sich nicht zuletzt im öffentlichen Raum des Museums aus. Der Artikel leistet einen innovativen Beitrag zur Historisierung des Modells der Wissensgesellschaft, zeigt er doch überzeugend auf, dass Wissenschaft und Öffentlichkeit schon im frühen 20. Jahrhundert eng miteinander verknüpft waren. Innovativ ist auch das Erklärungsmodell Schirmachers, Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressource füreinander zu denken – wie der Titel des von ihm (mit)herausgegebenen Sammelbandes programmatisch formuliert. Die Jury sieht in diesem Modell einen



viel versprechenden Ansatz, die Formen der Kopplung von Wissenschaft und Öffentlichkeit in der Moderne besser zu verstehen. Zudem hat der Artikel für die Sonderausstellung des Deutschen Museums »Bilder des Atoms« eine wichtige Grundlage gebildet. Einmal mehr wird damit deutlich, wie Forschung und Ausstellung im Deutschen Museum aufeinander bezogen sind.« Beide Bände sind im Museumsshop erhältlich.

Dorothee Messerschmid

Winfried Glocker: Drucktechnik.
Ein Begleitbuch zur Ausstellung im Deutschen Museum. Deutsches Museum, München 2007. 384 Seiten mit 39 vierfarbigen und 281 Duoton-Abbildungen, broschiert. 17,50 Euro
ISBN 978-3-940396-00-6

Sybilla Nikolow, Arne Schirmacher (Hrsg.):
Wissenschaft und Öffentlichkeit als Ressourcen füreinander. Studien zur Wissenschaftsgeschichte im 20. Jahrhundert. Campus Frankfurt, New York 2007. 370 Seiten mit 28 Schwarz-Weiß-Abbildungen, broschiert.
39,90 Euro, ISBN 978-3-593-38489-4

Verschiedene Welten

Astronomie, Kommunikation und Physik

HEINZ OBERHUMMER

Kann das alles Zufall sein? – Geheimnisvolles Universum. Ecowin, Salzburg 2008. 208 Seiten, 39 Abb., 22 Euro

DAVID WEINBERGER

Das Ende der Schublade – Die Macht der neuen digitalen Unordnung. Hanser, München 2008. 312 Seiten, 19,90 Euro

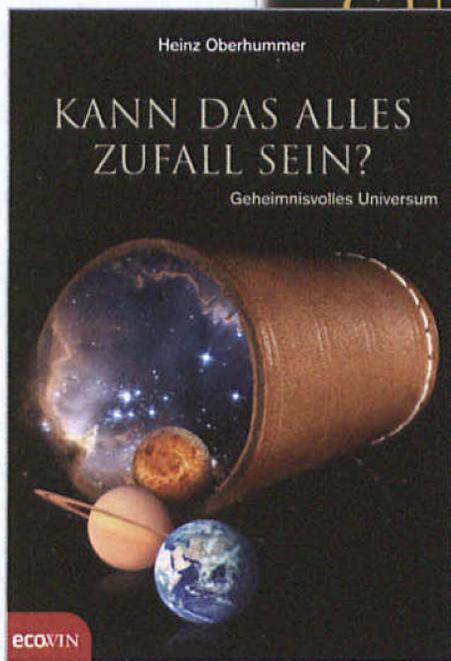
BRIGITTE RÖTHLEIN

Marie & Pierre Curie – Leben in Extremen. Fackelträger, Köln 2008. 320 Seiten, 27 Abb., 22,95 Euro

Ein Buch über Astronomie, eines über das Verhältnis analoge versus digitale Welt, eine Curie-Biografie. Es sind ganz verschiedene Welten, vielleicht typische Beispiele aus dem Sachbuch-»Multiversum« unserer Verlage. Das Stichwort Multiversum passt zur Astronomie. Fangen wir also damit an, auch weil gerade das Internationale Jahr der Astronomie begonnen hat. Vor 400 Jahren richtete Galileo Galilei sein Fernrohr zum ersten Mal auf den Himmel, fand Mondgebirge, Jupitermonde, Venusphasen und einiges Weitere. Das ist allerdings nicht das Thema von Heinz Oberhummer, Professor aus Wien. Ihn faszinieren Multiversen: Ist unser Universum das einzige existierende oder gibt es viele andere, eventuell mit anderen Naturkonstanten – aber für uns völlig unerreichbar? Ist solche, nicht bestätigbare Spekulation für Naturwissenschaftler überhaupt erlaubt? Das Buch lie-

fert eine gute, schnelle Einführung und Übersicht zu diesen und anderen Fragen, etwa noch: Was ist unser Weltall? Wie ist es entstanden? Wie entwickelt es sich weiter? Wie entstanden die Elemente? Können wir mit eventuellen außerirdischen Intelligenzen Kontakt aufnehmen? Der Autor schreibt sehr persönlich, lebendig, manchmal auch witzig. Mitunter geht er über viele Fragen zu schnell hinweg, da würde man gerne mehr erfahren. Aber wie gesagt, es ist eine Einführung. Und immer erfrischt sein vitaler Stil.

Das kann man eigentlich auch von David Weinberger behaupten. Er erzählt uns zum Beispiel, warum und wie ein Lebensmittelladen oder eine Bibliothek sortiert sind. Wie schön es doch wäre, wenn alles so geordnet beziehungsweise ungeordnet wäre, dass man sofort Zugriff hätte, ohne »Schubladen« auf- und zuzuschieben. Solchen Lösungen sind wir im Web ganz nahe. Er vergleicht die alphabetische und Sachgebietsordnung von Bibliotheken mit der »Unordnung«, die Computer-»Tags« im Prinzip darstellen. Gerade diese »Tag«-Unordnung im Gehirn erlaubt uns, fantasievolle Wechselbeziehungen zu knüpfen. Neben unserem aussprechbaren, expliziten Wissen gibt es das nicht sagbare implizite. Implizites Wissen ist in unseren Handlungen und zwischenmenschlichen Beziehungen meist wichtiger als alles Wissen, dass wir in Worten ausdrücken können. Weinberger bringt viele Beispiele, auch über die Bedeutung solchen Wissens in der digita-



len Welt. Aber irgendwann erschlägt er uns etwas damit. Sein Buch wird selbst fast zu einer Art Computermaschine. Trotzdem macht es sehr nachdenklich. Man kann ja, wie im Web, die für einen persönlich interessanten Beispiele herauspicken. Und vielleicht ist diese

ungeordnete Vielfalt, die er beschwört, gerade der Leitfaden, der unser implizites Wissen originell bereichert? Begeistert und plastisch genug kann er jedenfalls schreiben.

Das dritte Buch ist eine Biografie. Es gibt Historiker, die glaubten einmal, Biografien seien »out«. Das hat sich längst als zu modernistisches Urteil erwiesen. Gerade auch im Bereich der Wissenschaftsgeschichte öffnen hervorragende neuere Biografien den Weg zu allgemeineren Erkenntnissen. Eine, die auch von einschlägigen Historikern hoch gelobt wird, ist zum Beispiel die Einstein-Biografie von Albrecht Fölsing.

Leider gehört Brigitte Röthleins Biografie von Marie und Pierre Curie nicht zu dieser Kategorie. Es ist eine gute Einführung in das Leben beider, insbesondere aber zu Marie. Denn über sie gibt es einfach mehr Quellen. Die Autorin schöpft im Wesentlichen aus der vorhandenen Sekundärliteratur, vor allem aus dem 600-Seiten-Standardwerk von Susan Quinn über Marie Curie (das übrigens nur gering teurer ist als Röthleins Buch). An vielen Stellen erscheint sie jedoch zu nüchtern, fast trocken, ohne persönliche Leidenschaft, und oft auch stilistisch blass. Die Sachbücher der Autorin über moderne Physik haben mir besser gefallen. ■

MUSEUMSINSEL

Die Museen sind geschlossen am: 1. Januar, 24. Februar (Faschingsdienstag).

SONDERAUSSTELLUNGEN

Jüdische Mathematiker in der deutschsprachigen akademischen Kultur
(bis 31. Januar)

**Vom Hochofen zum Hybridantrieb: MAN – 250 Jahre
deutsche Technikgeschichte** (bis Oktober 2009)

Techscapes – Fotografien von Jürgen Scriba (bis 30. August 2009)

MONTAGSKOLLOQUIUM

Bibliotheksbau, Seminarraum der Institute (Raum 1402); Eintritt frei

Information: Andrea Walther, ☎ 089 / 21 79 - 280

E-Mail: a.walther@deutsches-museum.de

Beginn 16.30 Uhr, ab 16 Uhr Austausch bei Kaffee/Gebäck im Foyer der Verwaltung

Mo 12.01. **Naturwissenschaft, Kreationismus, Religion**

Mo 26.01. **Heuristik und »Public Understanding of Science«**

WISSENSCHAFT FÜR JEDERMANN

Mittwoch, 19 Uhr, Ehrensaal, 1. OG, Abendkasse ab 18 Uhr, Einlass 18.30 Uhr

Reservierung am Veranstaltungstag, 9–15 Uhr: ☎ 089 / 21 79 - 221

Eintritt: 3 €, private Mitglieder frei

14.01. **Darwins Bilder. Wie die Evolutionstheorie beim Zeichnen entstand**

21.01. **Der Mensch, das moralfähige Tier – Charles Darwins Ethik**

28.01. **Schwarze Löcher im Teilchenbeschleuniger LHC?**

04.02. **Auf der Jagd nach kosmischen Teilchenbeschleunigern**

11.02. **Wasser**

18.02. **Wissenschaft für Jjedermann**

25.02. **Dopingforschung**

04.03. **Polar- und Meeresforschung**

11.03. **Physikshow**

SONDERVORFÜHRUNGEN GLASBLASEN

2. OG, Glasbläserstand neben der Altamira-Höhle, Beginn 14 Uhr

Di 20.01. **Fadenglas**

Sa 07.02. **Glasapparate**

Di 17.03. **Montagetechnik**

SENIORENFÜHRUNGEN

Donnerstag 10 und 14 Uhr, Eingangshalle, Anmeldung: Seniorenbeirat der

LH München, Burgstraße 4, 80331 München, ☎ 089 / 233 - 2 11 66

08.01. **Geodäsie – die Wissenschaft von der Vermessung der Erde**

12.02. **Vom Feuerzeichen zum Handy. Geschichte der Telekommunikation**

12.03. **Wahrheit oder Irrtum? Optischen Phänomenen auf der Spur**

FRAUEN TECHNIK WISSEN

Mittwoch, 10 Uhr (soweit nicht anders angegeben), Treffpunkt: Eingangshalle

14.01., 17 Uhr **Kleine Einführung in die Geschichte der Sternbilder. Ein
Besuch in der Oststernwarte des Deutschen Museums**
(Eintritt frei, Treffpunkt: Hauptpforte)

11.02. **Unterwegs mit Lichtgeschwindigkeit. Eine Führung
durch das Universum**

11.03. **Der gestirnte Himmel. Entwicklung der Astronomie**

KONZERTE IN DER MUSIKINSTRUMENTEN-AUSSTELLUNG

Aktuelle Informationen unter www.deutsches-museum.de/information/konzerte

sowie ☎ 089 / 21 79 - 445, E-Mail: s.berdux@deutsches-museum.de

Von Januar bis März finden wieder Konzerte in der Musikinstrumenten-

abteilung statt. Die Termine lagen bei Redaktionsschluss leider noch nicht vor.

Aktuelle Informationen dazu erhalten Sie unter:

www.deutsches-museum.de/information/konzerte

KINDER- UND JUGENDPROGRAMM

MIMKI – MITTWOCH IM KINDERREICH

Mittwoch 14.30–15.30 Uhr; Workshops für Kinder von 4 bis 8 Jahren;

keine Anmeldung erforderlich; Kosten: Museumseintritt für Kinder ab 6 Jahren

Die nächsten Termine entnehmen Sie bitte der Tagespresse oder

unserer Website www.deutsches-museum.de/information/kids-co/

TUMLAB – LABOR FÜR SCHÜLER UND LEHRER

Kinder ab 10 Jahre; Anmeldung: montags 10–12 Uhr/14–16 Uhr unter

☎ 089 / 21 79 - 558, Informationen unter: www.tumlab.de,

E-Mail: kontakt@tumlab.de



Der Dieselmotor, von MAN-Ingenieuren gemeinsam mit dem Erfinder Rudolf Diesel entwickelt und gebaut, steht im Mittelpunkt der MAN-Ausstellung auf der Museumsinsel (Abteilung Maschinenbau, EG).

VERKEHRSZENTRUM

SONDERAUSSTELLUNGEN

Ein Auto für Millionen – 100 Jahre Ford Model T (bis 15. März)
Der Glacier Express (ab 27. März)

VORTRÄGE

- Donnerstag, Beginn: 18.30 Uhr, Eintritt 3 Euro, Mitglieder frei
- 22.01. Möglichkeiten und Grenzen alternativer Fahrzeugantriebe
 - 29.01. Umweltgerechter Verkehrswegebau
 - 05.02. Blick zurück in die Zukunft
 - 12.02. Moderne Verkehrsmanagementlösungen – der Ingolstädter Weg
 - 19.02. Design und Aerodynamik im Automobilbau
 - 26.02. Grundlagen unserer technischen Zivilisation
 - 12.03. Schadstoffarm mit Stil: Die Rückkehr der Radler
 - 19.03. Löst der Elektromotor den Dieselmotor ab?
 - 26.03. Eröffnungsvortrag zur Sonderausstellung »Glacier Express«

SENIORENFÜHRUNGEN

Mittwoch 14 Uhr, Anmeldung: Seniorenbeirat der LH München,
Burgstraße 4, 80331 München, ☎ 089 / 233 - 2 11 66

- 21.01. Mobil ohne CO₂
- 18.02. Wie neu! Reinigung und Gangbarmachung der S 3/6
- 18.03. Der InterCityExpress, ICE

KINDER- UND JUGENDPROGRAMM IM VERKEHRSZENTRUM

Buchung von Kindergeburtstagsfeiern unter ☎ 089 / 50 08 06 - 500

KINDERPROGRAMM

Kosten: Museumseintritt plus 1,50 € Materialkosten,

Anmeldung erforderlich: ☎ 089 / 50 08 06 - 762

Sa 31.01., 10 bis 12 Uhr und 14 bis 16 Uhr

Modelleisenbahn-Workshop für Kinder und Jugendliche

TRY IT! – WORKSHOPS FÜR JUNGE LEUTE AB 13

Kosten: Museumseintritt, Treffpunkt: Kasse

Anmeldung: ☎ 089 / 21 79 - 592, E-Mail: g.kramer@deutsches-museum.de

Sa 07.03., 10 bis 13 Uhr

Karosseriestruktur: Bauprinzipien für Steifigkeit und Leichtbau

FAHRRAD-FLICK-KURSE

Eintritt: 3 € + 1,50 € Materialkosten; Treffpunkt an der Information

Anmeldung erforderlich: ☎ 089 / 50 08 06 - 500

Mi 01.10., 05.11., 03.12. jeweils 14.30–15.30 Uhr

KINDERFÜHRUNG

Mo. 23.02., Mi 25.02., jeweils 15 Uhr Wie die Kutsche auf die Schiene kam

FLUGWERFT SCHLEISSHEIM

SONDERAUSSTELLUNG

Die Königlich-Bayerische Fliegertruppe in Schleißheim und ihre Spuren in die Gegenwart (ab 26. Oktober)

SONDERVERANSTALTUNG

Sa 28.02 und So, 01.03 jeweils 9.00 – 17.00 Uhr

Die Luftfahrt im Kleinen: Plastikmodellbau-Ausstellung

VORTRAG DER ROYAL AERONAUTICAL SOCIETY

Do 19.02, 17.30 Uhr Dornier Do 335 – ein ungewöhnliches Flugzeug

FLUGMODELLBAUKURS

Für Kinder ab 12 Jahren, Jugendliche und Erwachsene

Anmeldung: 01 73 / 4 80 73 68, E-Mail: epocheIII@t-online.de

Kosten: 39 € bis 69 € (je nach Modell, inklusive Kursgebühr, Materialkosten und Museumseintritt); Werkzeug wird gestellt

Fr 02.01., Sa 24.01., Sa 07.02., Do 26.02., Sa 14.03., Sa 28.03.

KINDER- UND JUGENDPROGRAMM

Sa 21.03., 10 bis 16 Uhr Workshop »Fliegende Objekte«

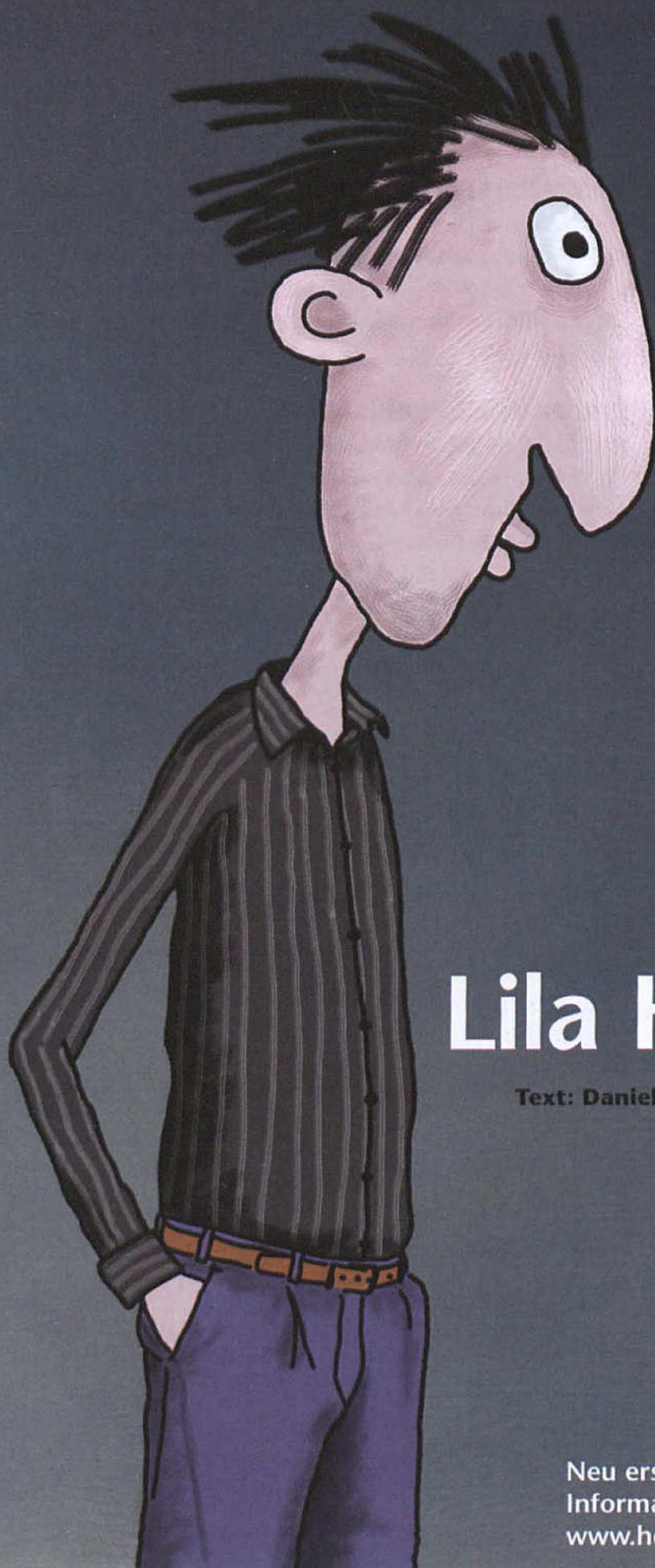
Für Kinder von 8 bis 13 Jahren; Kosten: Museumseintritt

Anmeldung direkt beim Kursleiter Dr. Eder: ☎ 0 89 / 8 12 63 52

E-Mail: eder-h@arcor.de



Anziehungspunkt für Eisenbahnfans:
die Dampflokomotive vom
Typ S3/6 im Verkehrszentrum.



Lila Hose

Text: Daniel Schnorbusch, Illustration: Jana Korschak

Neu erschienen von Jana Korschak.
Informationen zum Buch:
www.helga-silberbohne.de



Elektrischer Strom ist ja seit einiger Zeit gelb. Andere behaupten allerdings, Strom sei grün. Das ist auch eine schöne Farbe. Grüner Strom kommt angeblich aus Windrädern, gelber vermutlich aus Atomkraftwerken. Möglicherweise gibt es auch blauen Strom. Das wäre dann wohl solcher, der aus Wasserkraftwerken kommt. Leute, die im Ruhrgebiet wohnen, kriegen aber wahrscheinlich nur den bösen schwarzen Strom aus Kohlekraftwerken geliefert. Solarstrom hingegen kann selbstverständlich nur weiß sein. Manchmal hätte ich gerne so eine Art Zapfhahn, wie ihn der Münchner Oberbürgermeister hat, wenn er das erste Fass Bier auf der Wiesn ansticht. Ich stelle mir vor, ich ramme so einen Hahn in eine meiner Steckdosen, rufe »O'zapft is!«, drehte den Hahn auf und die Kilowattstunden strömten da nur so heraus, dass es eine Freude wäre. Fontänen von wirklich klasse Strom spritzten mir ins Gesicht und über die Hände, und ich könnte dabei dann genau sehen, welche Farbe mein Strom hat, ob er gelb oder grün oder blau oder schwarz ist – ich vermute mal, er ist bunt. Natürlich weiß ich auch, dass das nur so metaphorische Redeweisen sind, die sich irgendwelche Werbefritzen ausgedacht haben. Aber ganz falsch scheinen sie ja damit nun auch nicht zu liegen. Denn wenn es etwas gibt – und gibt es etwa keinen Strom? –, dann müsste man das doch auch irgendwie sehen können. Jedenfalls im Prinzip. Also vielleicht nicht mit unseren Augen, aber vielleicht mit irgendwelchen Hilfsmitteln, mit Brillen, Rastertunnelmikroskopen, Computertomografen – oder zur Not auch mit Geräten, die es noch gar nicht gibt. Na ja, und wenn man etwas irgendwie sehen kann, dann muss es ja auch irgendeine Farbe haben. Oder etwa nicht? Die ersten beiden Sätze meiner Erkenntnistheorie, wenn ich denn eine aufstellen wollte, müssten somit lauten:

1. Alles, was es gibt, das kann man irgendwie sehen.
2. Alles, was man sehen kann, das hat eine Farbe.

Zu dieser schwachen Version meiner Theorie gibt es auch noch eine starke Version, die mit den folgenden Ergänzungen angereichert ist:

3. Alles, was eine Farbe hat, das kann man (im Prinzip) sehen.
4. Alles, was man (im Prinzip) sehen kann, das gibt es auch.

Worum ich mich allerdings bisher gedrückt habe, ist die Antwort auf die bedeutende Frage, welche Farbe ein Ding hat. Und auch, was es überhaupt heißen soll, dass etwas eine bestimmte Farbe hat. Zum Beispiel meine Lieblingshose. Meine Lieblingshose ist blau. Fräulein Schröder spricht aber immer von meiner lila Hose. »Du hast ja schon wieder diese lila Hose an«, sagt sie und ich weiß gar nicht was sie meint. »Ich habe keine lila Hose«, sage ich. Und sie sagt, »ist diese olle Hose da etwa nicht lila?« Und ich sage, »nein, diese Hose ist nicht lila, diese Hose ist blau.« Dann kriegt sie wieder ihr Augenrollen.

Zugegeben, wenn die Lichtverhältnisse ungünstig sind, dann könnte man eventuell den Eindruck gewinnen, dass meine blaue Hose einen kleinen Rotstich hat. Aber wirklich nur minimal. Ich sagte ihr neulich, »du brauchst gar nicht immer so mit deinen Augen zu rollen, das ist nicht gut für die Augen, das trübt auf die Dauer die Wahrnehmung.« Fräulein Schröder sagte daraufhin, ihre Augen seien tadellos und nicht sie sondern ich sei es, der wie üblich die Realitäten verdränge. Die Hose möge ja vor hundert Jahren mal blau gewesen sein, jetzt sei sie lila. Als ob ich mit lila Hosen herumlaufen würde! Bin ich vielleicht ein Bhagwan-Jünger? Ein Öko-Zausel? Ein Feminist?

Dann kam Gudrun zu Besuch und ich habe sie gefragt, welche Farbe meine Hose hat. Gudrun als neutrale Instanz sozusagen. Gudrun sagte, sie fände, dass meine Hose irgendwie grau sei. Eigentlich habe sie gar keine Farbe. Vor allem sei sie zerschlissen. Ich habe dann Gudrun erst mal klar gemacht, dass meine Hose erstens, wenn auch zu Fräulein Schröders Leidwesen, existiere und sie deshalb zweitens auch eine Farbe haben müsse. Eine Hose ohne Farbe sei ein Widerspruch in sich. Gudrun murmelte etwas von luxuriösen Scheinproblemen angesichts von Klimakatastrophe und der Unterdrückung Tibets. Meine Hose sei ihr wurscht. Blau, lila, grau. Der Nächste würde womöglich sagen, sie sei

gelb. Der Paketbote mit Migrationshintergrund, der vorgestern an der Tür war, muss mich allerdings völlig missverstanden haben. Ich zeigte auf meine Hose und fragte: »Da, Hose! Welche Farbe?«. Zur Antwort bekam ich: »Rose da, rot!«

Ich dachte, vielleicht liegt es ja auch daran, dass alles, was blau ist und was ich zutreffend als blau bezeichne, von Fräulein Schröder einfach irrtümlich lila genannt wird. So kaufte ich gestern eine Flasche Blue Curaçao, stellte sie beiläufig auf den Küchentisch und sagte, »sieh mal, dieses Zeug da, wie schön lila das schimmert«. Sie warf kurz einen Blick auf die Flasche, dann musterte sie mich sehr ernst. »Du musst dich mal durchchecken lassen«, sagte sie. »Irgendwas stimmt mit deiner Wahrnehmung nicht. Vielleicht hast du einen Gehirntumor.«

Die Idee vom falschen Wortgebrauch hatte sich damit jedenfalls erledigt. Vor lauter Ratlosigkeit habe ich mir dann erst mal den ein oder anderen Cocktail gemixt. Der Test-Curaçao musste ja schließlich noch zu irgendwas gut sein. Und das war er dann auch.

Als ich heute Morgen meine Hose suchte, fand ich sie erst nicht. »Die habe ich gewaschen«, flötete mir Fräulein Schröder aus der Küche zu. Ich kann auch nicht sagen, warum sie bei der Gelegenheit zugleich ihr rotes Halstuch aus alten Kommunardenzeiten mitgewaschen hat. Das noch feuchte Beinkleid, das ich aus der Trommel zog, war jedenfalls unbestreitbar violett. »Hier«, sagte ich zu ihr, die Hose in der Hand, »du hast es geschafft«. Aber nix. Nicht ein Funken von Reue. »Was willst du überhaupt?«, fragte sie unschuldig. »Ist doch schön sauber geworden. Und sogar wieder richtig blau.« Wenn Sie mich jetzt fragen sollten, welche Farbe meine Hose wirklich hat, ich weiß es nicht. Absolut keine Ahnung. Aber immerhin, sie hat eine, ich kann sie sehen, sie existiert also. Mehr Gewissheit brauche ich auch eigentlich nicht. ■

DR. DANIEL SCHNORBUSCH ist freier Autor und Dozent für Theoretische Linguistik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München.

»» *Was du mir sagst, das vergesse ich.
Was du mir zeigst, daran erinnere ich mich.
Was du mich tun lässt, das verstehe ich.*«

(Konfuzius)

MODELLE IN DER WISSENSCHAFT

Wie aus Wasser Energie werden kann, lässt sich theoretisch beschreiben. Zeichnungen erleichtern das Verständnis. Aber wer Gelegenheit hat, mit einem einfachen Bausatz zum Beispiel eine Brennstoffzelle selbst herzustellen, um damit ein Windrad oder Modellauto anzutreiben, versteht wirklich, wie diese Technik funktioniert. Wenn es nur immer so einfach wäre. Forscher haben es aber auch mit Phänomenen in Nano- oder Makrobereichen zu tun. Um diese verstehen und erklären zu können, brauchen sie Modelle. Wissenschaftler machen sich ein Bild von ihrem jeweiligen Forschungsgegenstand, das sie immer wieder überprüfen, korrigieren oder auch verwerfen. An dieser Stelle kommen dann auch philosophische Überlegungen ins Spiel. Denn Modelle prägen unser Bild von der Welt. Wir berichten unter anderem über Modelle im Mathematikunterricht, befassen uns mit Fragen zu Modellbildung und Erkenntnis und erläutern die Möglichkeiten und Grenzen von Rekonstruktionen.



Damit das Modell einmal fliegt wie ein echtes Flugzeug, muss es vorher präzise gebaut werden. Nicht nur bei der Konstruktion des Flügels ist Maßarbeit gefragt.

IMPRESSUM

Das Magazin
aus dem Deutschen Museum

33. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum München
Museumsinsel 1
80538 München
Postfach 80306 München
Telefon (089) 2179-1
www.deutsches-museum.de

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

Wissenschaftliche Beratung: Dr. Christian Sichau

Redaktion: folio gmbh, Gistelstraße 63, 82049
Pullach, Telefon (089) 121167-12, E-Mail:
landes@folio-muc.de; Sabrina Landes-Rachlé (Lei-
tung), Bärbel Bruckmoser (Redaktion; Kaleidoskop),
Andrea Bistrich (Redaktion; Korrektur), Birgit
Schwintek (Grafik); www.folio-muc.de

Verlag: Verlag C. H. Beck oHG, Wilhelmstraße 9,
80801 München; Postfach 400340, 80703
München, Telefon: (089) 38189-0, Telex: 5215085
beck d, Telefax: (089) 38189-398, Postbank: Mün-
chen 6229-802, 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 für Energietechnik, Starkstromtechnik
und Automation), Dipl.-Ing. Ludwig Dorn (Kura-
tor für Luftfahrt), Dr. Elisabeth Vaupel (For-
schungsinstitut für Technik- und Wissenschaftsge-
schichte), Bernhard Weidemann (Leiter Presse- und
Öffentlichkeitsarbeit Deutsches Museum)

Herstellung: Bettina Seng, Verlag C.H.Beck

Anzeigen: Fritz Leberherz (verantwortlich), Verlag
C.H.Beck oHG, Anzeigen-Abteilung, Wilhelm-
straße 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703
München; Telefon: (089) 38189-598, Telefax: (089)
38189-599. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 25,
Anzeigenschluss: sechs Wochen vor Erscheinen.

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

Druck und Bindung: Memminger MedienCen-
trum, Fraunhoferstraße 19, 87799 Memmingen

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

Bezugspreis 2009: Jährlich 24 €;
Einzelheft 7 €, jeweils zuzüglich Versandkosten

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der
Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbe-
itrag enthalten (Erwachsene € 52, Schüler und Stu-
denten € 32). Erwerb der Mitgliedschaft: Schrift-
lich beim Deutschen Museum, 80306 München.
Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesellschaft
zur Förderung der Geschichte der Naturwissen-
schaften und der Technik e.V. ist der Preis für den
Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten.
Weitere Informationen: Georg-Agricola-Gesell-
schaft, Institut für Wissenschafts- und Technikge-
schichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Frei-
berg, Telefon (03731) 393406.

Bestellungen von Kultur & Technik über jede
Buchhandlung und beim Verlag. **Abbestellungen**
mindestens sechs Wochen vor Jahresende beim Ver-
lag.

Abo-Service: Telefon (089) 38189-679.

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich. Sie und
alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen
sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung
außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechts-
gesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags.

ISSN 0344-5690

