

Techscapes Mystische Parallelwelten und magische Orte fotografierte Jürgen Scriba im Deutschen Museum

ExperimentierKüche Im Deutschen Museum in Bonn entdecken Schülerinnen und Schüler die Chemie im Alltag

Augen für das unsichtbare Universum Riesenteleskope suchen im All nach Gammastrahlung

KULTUR & TECHNIK

Ansichts-Sachen

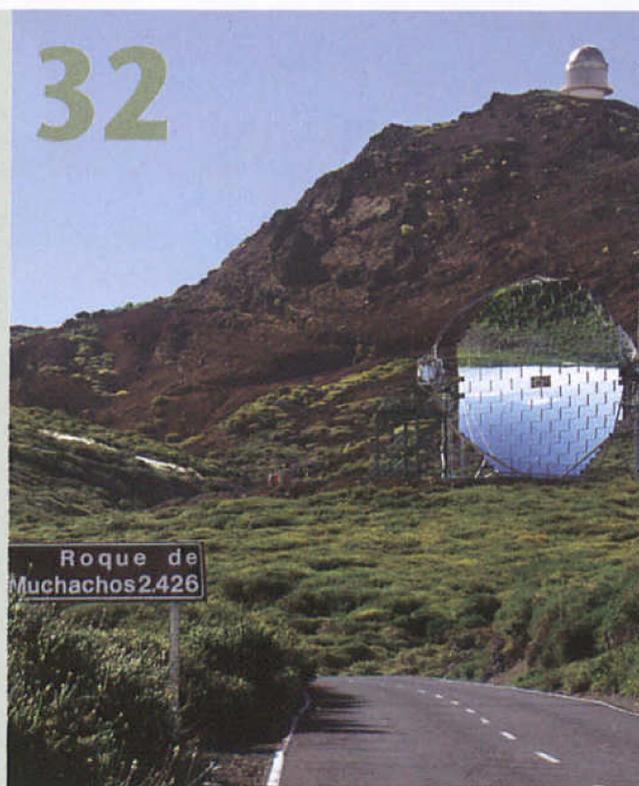
Kommen! Sehen! Staunen!
Ein Spaziergang durch das Deutsche Museum.



Inhalt

Ansichts-Sachen

Thema	Magazin	Rubriken
10 Techscapes Fotografische Entdeckungen Jürgen Scriba	35 Augen für das unsichtbare Universum Riesenteleskope suchen im All nach Gammastrahlung Robert Wagner	4 Kaleidoskop 8 Buchauslese 42 MikroMakro Die Seiten für junge Leser
17 Das Museumswetter Ein Blick auf den Museumsturm, hinter die Kulissen und in die Zukunft Christian Sichau	40 »Theatrum Orbis Terrarum« Ortelius' frühes Meisterwerk der Kartografie Helmut Hilz	51 Historische Galerie Oktober bis Dezember
20 Technik Welt Wandel Der neue Bildband des Deutschen Museums Anja Bayer	50 Langsames Laufrad Die Schwamkrug-Turbine Gerd Grabow	31/62 Termine 63 Neues aus dem Freundes- und Förderkreis
22 Bonner ExperimentierKüche Schüler entdecken Alltagschemie Andrea Niehaus	53 Servietten falten Tischkultur im Wandel der Zeiten Beatrix Dargel	64 Schlusspunkt On the Top of the Hill Daniel Schnorbusch
26 Die Geschichte vom Urknall Zwei Nobelpreisexponate erzählen Christian Sicka	56 Angenehme Düfte und ihre unangenehmen Seiten Ursula Klaschka	66 Vorschau, Impressum
32 Der Frequenzkamm Ein Nobelpreisexponat Christian Sichau		



In der neuen Experimentier-Küche des Deutschen Museums in Bonn entdecken Kinder und Jugendliche die Chemie im Alltag.



LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

haben Sie ein Lieblingsobjekt im Deutschen Museum? Wenn Sie mich fragen würden ... die Tauchkugel von Jacques Piccard im Untergeschoss des Hauses hat es mir angetan. Ihr statte ich regelmäßig einen Besuch ab. Manchmal wundere ich mich dann, dass in dem schummrigen Raum kein Anglerfisch mit seiner Laterne an mir vorüberschwimmt.

Im Auge des Betrachters entwickeln museale Objekte ein Eigenleben. Sie entführen in Fantasiewelten oder locken Erinnerungen hervor. Der Wissenschaftsautor und Fotograf Jürgen Scriba hat etliche Artefakte und Details entdeckt, die – für sich betrachtet – eine eigene Magie entwickeln (ab Seite 10).

Von Scribas fotografischer Expedition durch das Museum angeregt, stellen wir Ihnen im Thementeil drei Nobelpreisexponate vor. Der metallene Charme einer Tauchkugel oder die Ästhetik eines Fliehkraftreglers fehlt diesen wissenschaftlichen Instrumenten unserer Tage allerdings. Ihre Fähigkeiten sind hochkomplex – ihr Äußeres eher unspektakulär.

Die Funktionsweise derart hoch spezialisierter Messinstrumente auch für den Laien einigermaßen verständlich zu beschreiben, ist eine Kunst für sich. Als Kuratoren müssen

Der sinnlichen Dimension von technischen Museumsobjekten nähert sich Jürgen Scriba durch ungewöhnliche Perspektiven. Die Fotografien sind noch bis 11. Januar 2009 in der Ausstellung Foto + Film zu sehen.

Christian Sichau und Christian Sicka täglich den Spagat zwischen wissenschaftlicher Korrektheit und allgemeiner Zugänglichkeit üben. Eine verständliche Beschreibung des »Frequenzkammes« abzuliefern, war allerdings selbst für Christian Sichau eine Herausforderung (ab Seite 32). Und auch das »Differenzielle Mikrowellenradiometer«, dessen spannende Geschichte Christian Sicka anschaulich beschreibt (ab Seite 26), gehört zu den eher »spröden« Objekten, an denen man beim gelegentlichen Besuch des Museums womöglich achtlos vorbeigeht.

Apropos »Besuche«: Wann waren Sie zuletzt in unserem Haus? Schauen Sie in den nächsten Wochen doch einmal bei uns vorbei – mit Ihren Kindern zum Beispiel. Denn die können mit etwas Glück einen Preis bei unserem Rätsel gewinnen. Oder Sie besuchen wieder einmal Ihr persönliches Lieblingsobjekt. — Diesmal können nämlich auch die Erwachsenen etwas gewinnen: Schreiben Sie

uns, welches Ihr liebstes Artefakt im Museum ist. Vielleicht haben Sie dazu auch eine persönliche Geschichte? Ihre Zuschriften veröffentlichen wir in der nächsten Ausgabe. Unter allen Einsendern verlosen wir außerdem die Bücher *Mathematischer Cocktail* von George Szpiro, *Irrwitziges aus der Wissenschaft* von Heinrich Zankl und *Der Mond* von Brigitte Röthlein.

Es grüßt Sie herzlich
Sabrina Landes

Zuschriften bitte an:
kute@folio-muc.de oder:
Kultur & Technik, Abt. Publikationen
Museumsinsel 1, 80543 München

Anzeige

Mineralientage München 2008

Hallen A6, A5, A4
Fr./Sa. 9-19, So. 9-18
31. Oktober:
Fachhändlertag
1.-2. November:
Publikumsbörse

45. Internationale
Geo-Fachmesse
31. Okt. - 2. Nov. 2008
Messe München

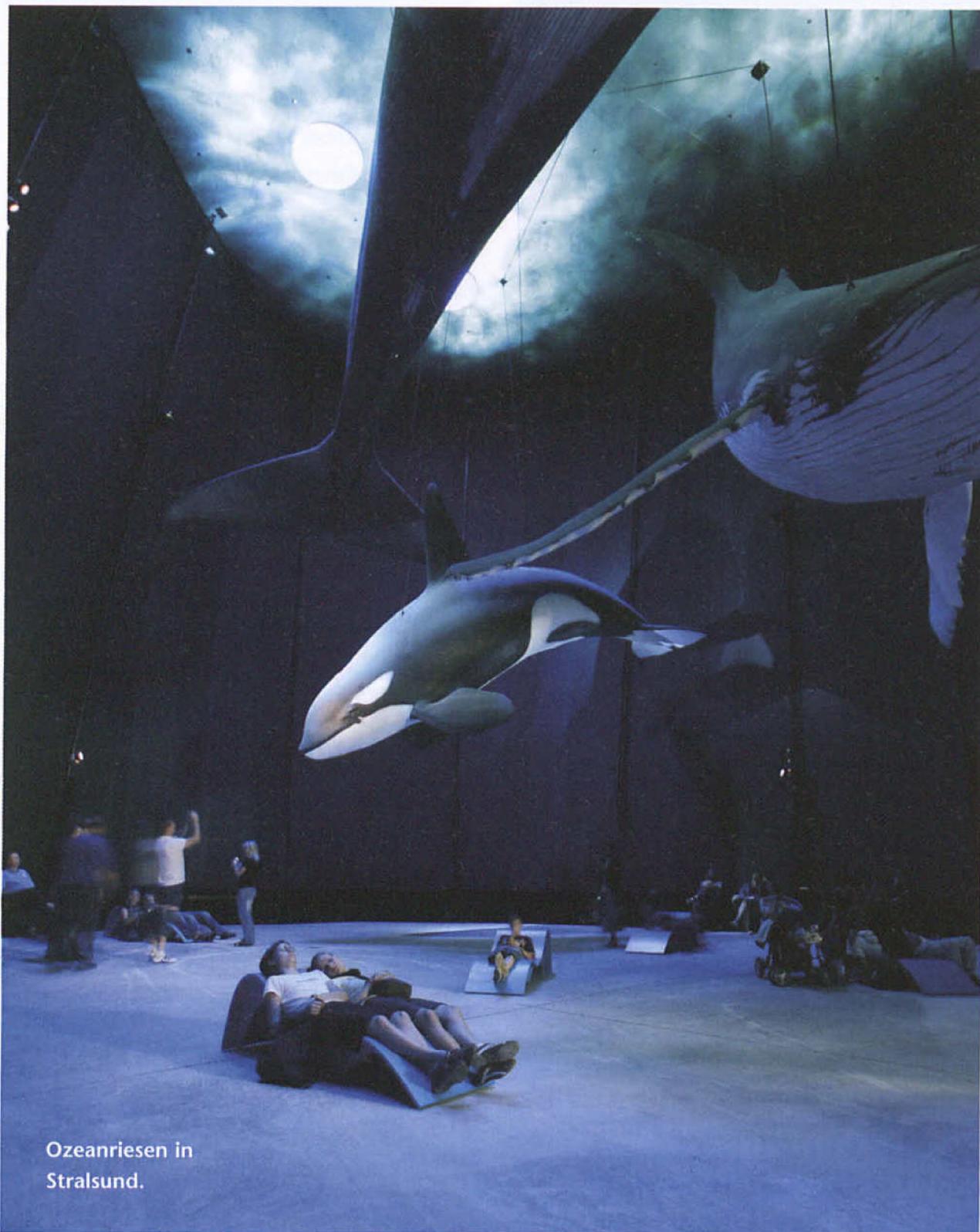
- Mineralien
- Fossilien
- Edelsteine
- Schmucksteine
- Grubenlampen
- Sammlerzubehör
- Werkzeuge
- Fachliteratur



Europas Messe
für die schönen Steine

Mineralientage München, Postfach 1361, 82034 Oberhaching
Besucherservice: ☎ 089-6134711 • Fax 089-6135400

www.mineralientage.de



Ozeanriesen in Stralsund.

NÖRDLICHE MEERE

Im September sind neue Mieter eingezogen: Ein etwa 600 Fische starker Heringsschwarm bewohnt nun ein 2,6 Millionen Liter fassendes Meerwasserbecken im Stralsunder Ozeaneum. Eine Attraktion mehr für den spektakulären Museumsneubau, in dem die Dependence des Deutschen Meeresmuseums einquartiert ist. Vierzig Aquarien zeigen hier das Leben in Nordsee, Nordatlantik und Polarmeer. Der

Ostsee ist ein großer Teil der ständigen Ausstellung gewidmet. Ein anderer Höhepunkt ist der Bereich »1:1 – Riesen der Meere«. In einem zwanzig Meter hohen Raum hängen Modelle von Walen in Originalgröße von der Decke, u.a. ein 26 Meter langer Blauwal und ein 15 Meter langer Pottwal, der mit einem Riesenkalmar kämpft. Licht- und Töneffekte verstärken den Eindruck tatsächlich im Meer zu sein. Auf bequemen Liegen kann der Besucher verweilen

und den Gesängen der Wale lauschen. Für Kinder gibt es eigene Seiten im Internet. Der freundliche Schweinswal Walfred lädt dort zum Entdecken und Spielen ein.

www.ozeaneum.de

www.kindermeer.de

SCHMECKEN SOLL'S JA AUCH

Der Genuss von Leinsamen soll vor Krebs schützen. Sekundäre Pflanzenstoffe, in diesem Fall Phytoöstrogene, beeinflussen auf positive Weise den Zellaufbau im Körper und wirken dadurch präventiv gegen hormonabhängige Krebsarten wie Brust- oder Prostatakrebs. Lupinenkerne hingegen sollen sich positiv auf einen erhöhten Cholesterinspiegel auswirken. Damit es für den Verbraucher leichter wird, derlei wertvolle Inhaltsstoffe aufzunehmen, untersuchen Forscher des Fraunhofer-Instituts für Verfahrenstechnik und Verpackung die Möglichkeiten des sogenannten Functional Food. Dabei werden die brauchbaren Teile der Samen isoliert und in möglichst regelmäßig zu genießende Lebensmittel eingeschleust. Vor allem Backwaren kommen da in Frage. Dank der unterschiedlichen Lösbarkeit der Einzelbestandteile und verschiedener Filtermethoden gibt es die tägliche Dosis Medizin ohne bitteren Beigeschmack. Ungeklärt ist allerdings noch die tatsächliche Wirksamkeit der sekundären Pflanzenstoffe. Hier sollen Untersuchungen in den nächsten Jahren Aufschluss geben.

www.ivv.fraunhofer.de

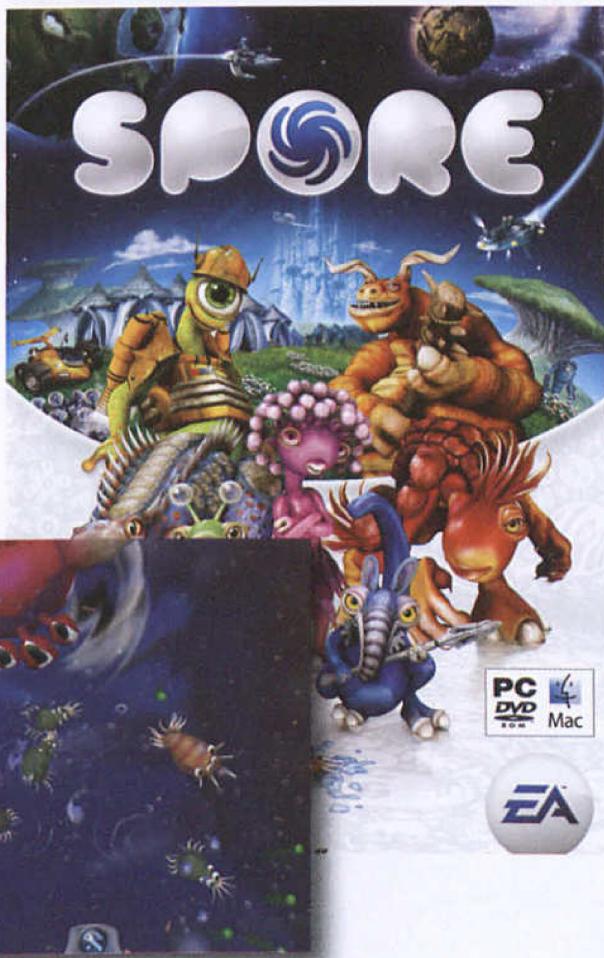
RAUS AUS DER URSUPPE!

Rechnergestützte Simulationen sind ein gern eingesetztes Werkzeug, egal ob bei der Küchenplanung im Möbelhaus oder zum Zwecke der Klimaforschung. Großer Beliebtheit erfreuen sich auch Computerspiele, in denen Situationen und Prozesse möglichst realitätsnah errechnet werden – ganz im Gegensatz zu buchstäblich vorprogrammierten Szenarien. Fast zwanzig Jahre ist es her, seit Software-Entwickler Will Wright mit der Wirtschaftssimulation *SimCity* erste Erfolge feierte. Menschlicher ging es dann bei den *Sims* zu, soziale Interaktionen zwischen virtuellen Charakteren in einer der unseren sehr ähnlichen Welt sind der Inhalt dieses Spiels. Jetzt haben sich Wright und seine Kollegen einem noch komplexeren Prozess zugewandt: In *Spore* wird schlicht Evolution simuliert. Auf den Bildschirmen tummeln sich pinkfarbene Einzeller und hellgrüne Wesen mit drei Augen und sieben Zehen. Durch umfangreiche Editiermöglichkeiten in einer dreidimensionalen Lebewesen-Werkstatt sind der Fantasie kaum Grenzen gesetzt. Orientiert an den Entwicklungsstufen von Leben auf der Erde, durchlaufen »Spore-Lebewesen« fünf Evolutionsphasen. Schon in der Zellphase wird mit harten Bandagen gekämpft, nur der Anpassungsfähige hat Überlebenschancen. Kaum an Land gegangen, muss die Kreatur schnell lernen: wer seine Ernährung und sein Sozialverhalten gut im Griff hat, kann einen Stamm gründen. Ab hier übernimmt der Spieler dann nicht nur die Verantwortung für die biologische Entwicklung, sondern auch für

die kulturelle und technische Entfaltung seiner Geschöpfe. Aus der Sicherheit ihrer Städte machen sich die Kreaturen bald auf, anderen Stämmen und Kulturen in Ein- oder Zweitracht zu begegnen. Wenn ihnen ihr eigener Planet schließlich zu klein wird, treibt sie ihr Forschergeist ins Weltall hinaus, wo sie wiederum andere Planeten besuchen und besiedeln können. Kein Evolutionär ist in diesem Universum allein. Durch Verwendung von über das Internet zugänglichen Datenbanken werden Umgebungen, Kreaturen, ja ganze Planeten, die andere Spieler erstellt haben, zum Bestandteil des eigenen Spiels.

Spore gibt es in verschiedenen Ausführungen für PC, Mac und Nintendo DS.

www.spore.de



TAGUNG: 10 JAHRE BRÜCKENBAU IM DEUTSCHEN MUSEUM

Am 7. Mai 1998 wurde die inhaltlich und architektonisch vollständig erneuerte Ausstellung Brückenbau im Deutschen Museum eröffnet. Anlässlich dieses Jubiläums findet eine Tagung mit prominenten Brückenbauern und Forschern statt, die allesamt in enger Verbindung zur Ausstellung stehen. Als Gäste werden all jene begrüßt, die an der Planung, am Aufbau, an der Gestaltung und an der Finanzierung, aber auch am Unterhalt der Ausstellung mitgewirkt haben. Darüber hinaus sind auch all jene Interessierten herzlich eingeladen, denen diese Ausstellung Freude macht.

Dienstag, 18. November 2008, 9.30–17 Uhr, Ehrensaal des Deutschen Museums

Anmeldung per E-Mail bei: muenchen@betonmarketing.de

Einlass nur nach vorheriger Anmeldung. Die Teilnahme ist kostenlos.

– Webtipp –



18 MINUTEN INSPIRATION

Eine Konferenz zu Technologie, Entertainment und Design (TED), deren Publikum aus handverlesenen, schlauen, einflussreichen und wohlhabenden Menschen besteht, kann getrost elitär genannt werden. TED-Konferenzen werden alljährlich im kalifornischen Monterey abgehalten. Dort hatte sie der philanthropische Designer Richard Saul Wurman ins Leben gerufen. Er wünschte sich interdisziplinären Austausch und hoffte damit eine Plattform zu schaffen, um gute Ideen unter die Leute zu bringen. Unter den ersten Rednern waren damals u.a. Benoît Mandelbrot und Marvin Minsky. Die Auswahl der Vortragenden folgt den Launen der Veranstalter: schüchterne Wissenschaftler, ausgeflippte Kreative oder inspirierende Persönlichkeiten. Die Besonderheit liegt auch im Format: Ein Vortrag soll nur ungefähr 18 Minuten lang sein. So gibt es pro Konferenz 50 Reden. Seit 2006 werden ausgewählte Vorträge auf der stiftungseigenen Website veröffentlicht, dort können sie kostenlos angesehen werden, derzeit etwa 300 Stück. Gleichzeitig öffnet sich TED auch einem globaleren Publikum: Alle zwei Jahre findet eine Schwesterkonferenz außerhalb der USA statt. Noch liegen alle Vorträge ausschließlich auf Englisch vor, Übersetzungen als Untertitel sind aber geplant.

www.ted.org

BLICK AUF DIE MODERNE

Wer keine Gelegenheit hatte, die Lovis-Corinth-Werkschau auf einer ihrer bisherigen Stationen zu besuchen, kann dies ab November in Regensburg nachholen. Die zu seinem 150. Geburtstag zusammengestellte Retrospektive umfasst mehr als einhundert Werke, die weltweit aus öffentlichen oder privaten Sammlungen stammen. Der Maler, der vor allem in Paris, München und Berlin tätig war, gilt als Wegbereiter der Moderne, lässt sich aber kunsthistorisch nicht einfach einer bestimmten Richtung zuordnen. Corinth war in den Kunstbetrieb seiner Zeit erfolgreich eingebunden, doch obwohl er sich auf seinen Stationen auch Künstlergruppen wie der Münchner und Berliner Secession anschloss, entzieht sich sein Werk einer klaren Einordnung. Sein Stil bleibt unabhängig. Die Sujets sind vielfältig: ausladende Darstellungen antiker Mythologie und alttestamentarischer Szenen voll fleischiger Körperlichkeit, realistisch blutige Schlachthauszenen, psychologisierende Porträts oder auch innige Landschaften umfasst das Oeuvre. Um den Bogen zu einer figurativen Malerei der Gegenwart zu schlagen werden in Regensburg neben den Werken Corinths auch Gemälde von späteren Vertretern der Moderne gezeigt, Anselm Kiefer oder Markus Lüpertz zum Beispiel.

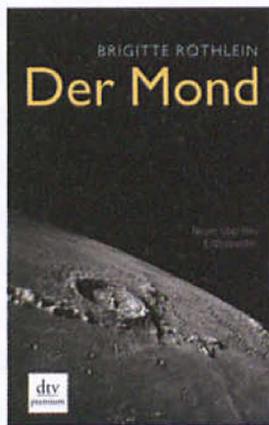
Lovis Corinth und die Geburt der Moderne

Kunstforum Ostdeutsche Galerie Regensburg, 9. November 2008 bis 15. Februar 2009

www.lovis-corinth.com, www.kunstforum.net



NEUES VOM ERDTRABANTEN



Eine Fülle an Details hat die Physikerin und Wissenschaftsautorin Brigitte Röthlein in diesem Buch zusammengetragen. Mythos, Historie und wissenschaftliche Fakten präsentiert sie

derart kurzweilig und anschaulich, sodass wir unseren guten alten Mond mit neuen Augen sehen. Höchste Zeit! Denn immerhin birgt unser nächtlicher Begleiter nach wie vor etliche Geheimnisse, die auf wissenschaftliche Klärung warten. Woher kommen die geheimnisvollen Lichtphänomene, die immer wieder beobachtet werden? Gibt es verborgene Eisflächen? Neue Sonden sind geplant, die unter anderem Einblicke in die Frühgeschichte des Sonnensystems gewähren sollen. Für die Autorin sind jedoch nicht nur die derzeit messbaren Fakten interessant. »Mindestens ebenso faszinierend und dazu noch geheimnisvoller sind die Wirkungen des Mondes auf Mensch, Tier und Pflanze, selbst auf die Erde als Ganzes.« Röthlein verliert die beiden Seiten des Mondes nicht aus den Augen und zieht ihre Leser in den Bann eines zauberhaften Gestirns.

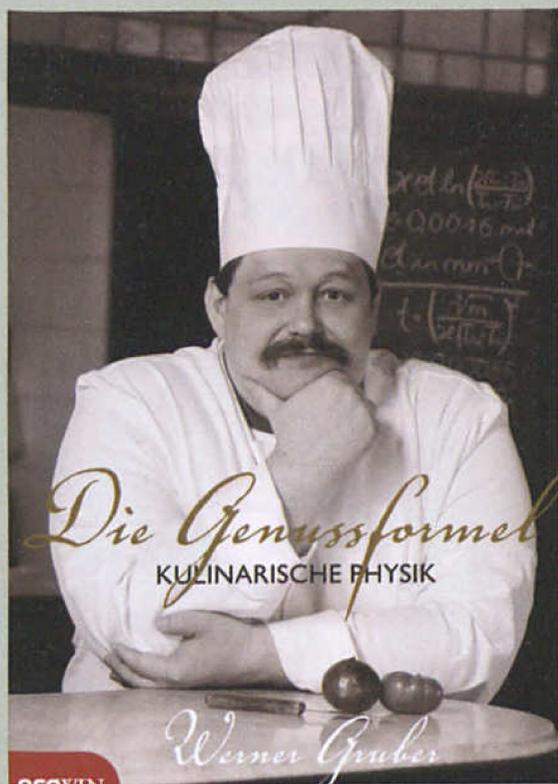
Brigitte Röthlein, Der Mond

dtv, 2008, 16,90 Euro

ISBN 978-3-423-24678-1

Salome, 1900. Nachdem dieses Bild für eine Ausstellung abgelehnt wurde, verließ Corinth München und zog ins progressivere Berlin.

– Buchtipp –



GENUSS IST RELATIV

Von wegen mit Liebe gebacken: Physik und Chemie müssen stimmen, beim Rosinenguglhupf zum Beispiel. Sich über physikalische Kniffe und chemische Glücksfälle Gedanken zu machen, ist die Paradedisziplin des österreichischen Physikers Werner Gruber. Mit viel Sachverstand und einer ordentlichen Prise Humor widmet er sich in seinem neuesten Buch zur Alltagsphysik der Kunst des Kochens. Knusprige Hendl oder fluffige Semmelknödel gelingen nur, wenn die physikalischen und chemischen Rahmenbedingungen passen. Letzteres kann man beim Kochen experimentell herausfinden. Dem Genuss auf der Spur, macht sich Gruber auf, die Tricks zu entschlüsseln, die eine Speise zu einem Erlebnis werden lassen. Denn so etwas wie Geheimrezepte gibt es eigentlich gar nicht, es gibt nur erfolgreiche Experimente. Und der Erfolg wird beim Essen gemessen.

Werner Gruber

Die Genussformel: Kulinarische Physik
EcoWin Verlag, 2008, 21,90 Euro
978-3-902404-59-6

MÜNCHEN LEUCHTET FÜR DIE WISSENSCHAFT

BERÜHMTE FORSCHER UND GELEHRTE (BAND 2)

An viele Wissenschaftler, deren Wirken in und für München wichtig war, erinnern nur noch Straßen, etwa die Fallmerayerstraße in Schwabing oder die Quiddestraße in Neuperlach. Aber was haben die Namensgeber für die Wissenschaft Bahnbrechendes geleistet? Und wie waren sie privat? Der zweite Begleitband zur Vortrags- und BR-Sendereihe »München leuchtet für die Wissenschaft« will diese Fragen beantworten und zeichnet die Lebenslinien außergewöhnlicher Wissenschaftler nach.

TU-Präsident Wolfgang Herrmann stellt den Ingenieur Carl von Linde vor, der den bayerischen Brauereien zu den ersten Kühlmaschinen Deutschlands verhalf – und Millionen Durstigen auch im Sommer zu einem kühlen Bier. Außerdem porträtiert Hannelore Putz den Orientforscher Jakob Philipp Fallmerayer, Karl Holl den Historiker und Politiker Ludwig Qidde, Hiltrud Häntzschel die Schriftstellerin und Historikerin Ricarda Huch, Elisabeth Vaupel den Chemiker Heinrich Wieland, Friedrich L. Bauer den Mathematiker Alfred Pringsheim, Karl Decker den Biochemiker Feodor Lynen und Markus Riederer den Botaniker Carl Friedrich Philipp von Martius. »Ein farbiges und fachübergreifendes Bild der Wissenschaftsgeschichte und des Universitätslebens.« urteilte die Süddeutsche Zeitung über die Reihe, für die die engagierten Herausgeber wieder renommierte Autorinnen und Autoren gewonnen haben.

Die Herausgeber: Ulrike Leutheusser studierte Geschichte, Geografie und Latein in Köln und Berlin. Sie arbeitete mehrere Jahre im Pressereferat der Max-Planck-Gesellschaft und verantwortete fünfzehn Jahre lang den Programmbereich Wissenschaft – Bildung – Geschichte im Bayerischen Fernsehen. 2007 erhielt sie die Medaille »Bene merenti« der Bayerischen Akademie der Wissenschaften Sie lebt als freie Journalistin und Autorin in Grünwald.



Lesenswert: Münchner Wissenschaftler im Portrait

Heinrich Nöth hatte dreißig Jahre lang an der LMU München einen Lehrstuhl für Anorganische Chemie inne. Obwohl mittlerweile emeritiert, forscht er weiter auf dem Gebiet der Wasserstoffverbindungen sowie der Hauptgruppenelemente. Er war zweimal Präsident der Gesellschaft Deutscher Chemiker und acht Jahre lang Präsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

Ulrike Leutheusser, Heinrich Nöth (Hrsg)
München leuchtet für die Wissenschaft
Berühmte Forscher und Gelehrte (Band 2)
172 Seiten, 14,90 Euro
ISBN 978-3-86520-286

Bereits erschienen:

Ulrike Leutheusser, Heinrich Nöth (Hrsg)
München leuchtet für die Wissenschaft
Berühmte Forscher und Gelehrte (Band 1)
232 Seiten, 16,90 Euro
ISBN 978-3-86520-257-4
(siehe auch: Besprechung in
Kultur&Technik 1/2008, Seite 5)

Für junge Forscher

Experimente, Erkenntnisse, Ideen

JACQUELINE FORTEY

Große Wissenschaftler – von Aristoteles bis Stephen Hawking. Gerstenberg, Hildesheim 2007
64 Seiten, 12,90 Euro

GISELA LÜCK

Erforsche deine Umwelt. Kosmos, Stuttgart 2008, 12 Seiten. 12,95 Euro

MARTIN VERG

Das Geolino – Experimentierbuch. Kosmos, Stuttgart 2006, 107 Seiten, 12,95 Euro

JÜRGEN TEICHMANN

Mit Einstein im Fahrstuhl – Physik genial erklärt. Arena, 2008, 131 Seiten, 12,95 Euro

Eigentlich sollte es viel mehr naturwissenschaftliche Sachbücher für Kinder und Jugendliche geben. Jugendliche Leser sind ausgesprochen neugierig und Wissenschaft ist äußerst spannend. Aber manchmal auch schwierig! Doch es gibt sehr gute Titel auf dem Buchmarkt, sogar von deutschen Autoren.

Unter den vier Büchern, die ich ausgewählt habe, ist nur eine Übersetzung dabei: **Große Wissenschaftler** (etwa ab 10 Jahren). Sie zeigt zugleich Vor- und Nachteile internationaler Editionen. Die Ausstattung ist fantastisch, das können kleinere Auflagen, die nur in Deutschland vertrieben werden, für den Preis nicht leisten. Auf (meist) einer Doppelseite begegnet uns ein Wissenschaftler mit großartigen und teilweise sehr originellen Farbbildern zum Thema. Zu Darwin etwa gibt es ein-

drucksvolle Tierbilder, dazu Karikaturen und Instrumente. Das Layout ist hinreißend und lädt zum Stöbern und Entdecken ein. Die deutsche Textübersetzung allerdings klingt abgehoben, mitunter angestrengt – jedenfalls oft nicht jugendgerecht. Und von 30 Wissenschaftlern stammen 18 aus den angelsächsischen Ländern.

Nun zwei sehr gut ausgestattete Experimentierbücher für unterschiedliche Altersstufen. Ab fünf Jahren wird **Erforsche deine Umwelt** von Gisela Lück empfohlen (dann müssen natürlich die Eltern die Experimentieranleitungen vorlesen). Gisela Lück ist wirklich eine Expertin für frühkindliches naturwissenschaftliches Lernen – mit Professorentitel. Sie breitet zehn Experimente zu Luft, Zucker und Salz, Eis und Wasser, Kohlendioxid, Waschen, Kochen vor den Kinder- und -händen aus. Sehr schön! Vielleicht etwas zu viel Text, aber mit Verständnis. Die Bilder plus Layout sind exzellent. Eine mehrfach drehbare Wissensscheibe zum Nachspielen der Experimente ist auch dabei.

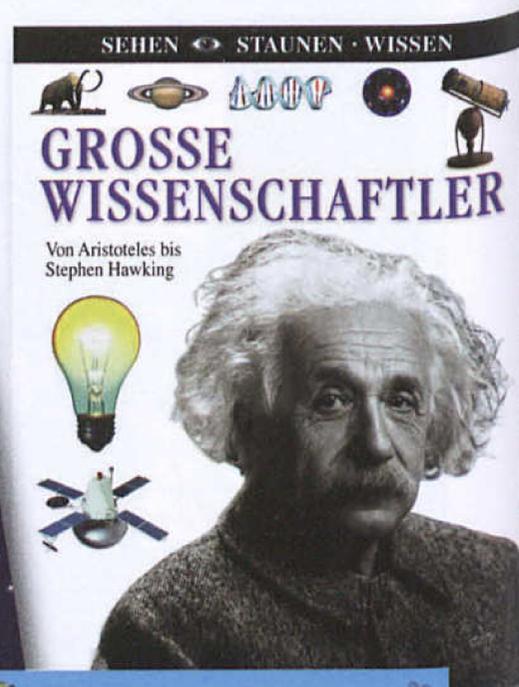
Das **Geolino – Experimentierbuch** bringt 26 ausführliche Experimentier- und Bastelanleitungen, nicht alles neu, aber doch originell aufbereitet (z. B. den Fröbelstern, das Papiererschöpfen oder einen Sonnenofen). Das alles wird kind-/jugendgerecht erzählt, ist ungefähr ab acht Jahren lesbar, und in perfektem und insbesondere spaßigem Layout gestaltet.

Zum Schluss möchte ich ein Buch von mir empfehlen, für Jugendliche ab 10 Jahren: **Mit Einstein im Fahrstuhl**. Sicher kann ich das

nicht neutral besprechen. Doch beim Vergleich mit den eben empfohlenen meine ich, auch strengeren Richtern als ich selbst einer bin, könnte es gefallen – vor allem natürlich jugendlichen Lesern. Hoffentlich!

Ich starte in der Physikausstellung des Deutschen Museums, noch ohne Fahrstuhl, bei »Schwerpunkt und Kräften« und bohre dann bald verschiedene Traumtunnel durch die Erde, springe hinein, irgendwann dann auch mit Einstein zusammen. Was wird wohl passieren? Es endet jedenfalls mit Einsteins Relativitätstheorie und der dunklen Materie, doch immer mit Denksport und Experimenten zum Mitmachen.

Neutral loben darf ich Thilo Krapp, eigentlich ein Märchenillustrator, der fantasievolle farbige Grafiken dazu entworfen hat. Wer dazu noch mehr wissen will: Im Glossar wird alles haarklein, aber anschaulich mit Bildern, ausgelotet. ■■



– BRIEFE AN DIE REDAKTION –

»Schaukelnde Brücken«, Ausgabe 3/2008

Stimmt, eine Brücke mit einer Spannweite von 1991 km ist wirklich eine lange Brücke (Ausgabe 3/2008, S 34, rechts unten)! Vergleichbar mit Rom-Stockholm – ohne Abstützung. Da hat der Fehlerteufel aber ordentlich zugeschlagen! Ansonsten sehr beeindruckende Informationen zum Thema Brücken. Danke.

Manfred Krenn

Ein besonders perfider Streich des Fehlerteufels! Tatsächlich hat die Akashi-Kaikyo »nur« eine Spannweite von 1.991 Metern. Immerhin: Auch damit schlägt sie weltweit alle Rekorde. Unserem aufmerksamen Leser herzlichen Dank!

»Zwei Grad mehr«, Ausgabe 3/2008

Es ist keineswegs gesichert, ob und inwieweit der Mensch verantwortlich für Klimaschwankungen ist. Es gibt dazu kein »stabiles Klima«, das der Mensch »erhalten« kann. In den letzten 10.000 Jahren gibt es gut dokumentierte Klimaschwankungen, mit denen der Mensch nicht das Geringste zu tun hat. Und da reden wir von Veränderungen von mehr als 5°C in nur wenigen Jahren. Gesichert ist bislang nur, dass die Klimatologie erste langfristig wirksame Wetterprozesse zu verstehen beginnt. Langfristige Wetterprognosen können mit den bisherigen Modellen kaum als »wissenschaftlich gesichert« gelten (...). Es ist Aufgabe der Menschheit, Ressourcen zu schonen und die Umwelt nicht unnötig zu belasten. Es ist nicht die Aufgabe der Kultur- und Geisteswissenschaften der Gesellschaft eine »regionale« Lebensweise vorzuschreiben aufgrund von nicht wissenschaftlich gesicherten Klimamodellen. Es wäre allerdings Aufgabe aller »Wissenschaftler«, sich an Fakten zu halten und sich objektiv zu informieren. (...) Sie erreichen viele Leser mit Ihrer Zeitschrift, die mir insgesamt gut gefällt. (...) Deshalb ist es wichtig, diese Beiträge besser inhaltlich abzusichern oder zumindest zu berücksichtigen, wie Ihre Beiträge gedeutet werden könnten.

S. Zaft

»Historische Galerie«, Ausgabe 2/2008

Als langjähriges Ehrenmitglied des Kuratoriums des Deutschen Museums lese ich auch regelmäßig die Zeitschrift *Kultur&Technik*, zu deren ausgezeichneten Leitung ich Ihnen ein Kompliment mache. Jedoch fielen mir in der Ausgabe 2/2008 auf Seite 51 der »Historischen Galerie« zwei Fehler auf. Weder ist am 26. 5. 1983 der erste Start eines Satelliten der ESA erfolgt noch startete am 16. 6. 1983 die erste europäische Trägerrakete Ariane. Der erste Start erfolgte nach meiner Erinnerung Weihnachten 1979.

Prof. Dr. Reimar Lüst

Prof. Lüst hat recht. Am 17. Mai 1968 brachte eine amerikanische Scout-Trägerrakete den Strahlenforschungssatelliten ESRO 2B in den Weltraum. Am 24.12.1979 startete die Ariane (nach zwei vorangegangenen Fehlversuchen) zu ihrem Jungfernflug.

»Kaleidoskop«, Ausgabe 1/2008

Inspiziert durch die Ankündigung des ersten Bandes von *München leuchtet für die Wissenschaft*, habe ich mir diesen angeschafft und kann das Buch uneingeschränkt empfehlen. Trotz des Anthologie-Charakters, der immer auch mit Schwankungen in der Autoren-Qualität verbunden ist, sind die Beiträge fesselnd genug, um mit Gewinn gelesen zu werden. Mir jedenfalls ging es so. Freilich ist einschlägiges Interesse eine Voraussetzung dafür. Hans-Peter Dürr beispielsweise ist ein glänzendes Porträt Heisenbergs gelungen, aber auch all den anderen Autoren möchte ich großes Lob aussprechen. Ich war positiv überrascht, wie lebendig und sensibel so unterschiedliche Wissenschaftler wie Karl von Frisch, Max Weber oder Joseph von Fraunhofer porträtiert werden.

Dr. Hubert Suter

Liebe Leserin, lieber Leser,

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



Stadtatlas München

Karten und Modelle
von 1570 bis heute

Herausgegeben vom Münchner Stadtmuseum
und dem Stadtarchiv München

Leinenkassette mit 16 Münchner Stadtkarten
im Originalformat und Begleitpublikation,
216 Seiten, 60 großformatige Abbildungen
auf Klapptafeln
Ladenpreis 86,00 Euro

stadtatlas-muenchen.de



Stadtatlas Nürnberg

Karten und Modelle
von 1492 bis heute

Herausgegeben vom Stadtarchiv Nürnberg,
dem Nürnberger Stadtmuseum und dem
Staatsarchiv Nürnberg

Leinenkassette mit 16 Nürnberger Stadtkarten
im Originalformat und Begleitpublikation,
212 Seiten, 60 großformatige Abbildungen
auf Klapptafeln
Ladenpreis 94,00 Euro

stadtatlas-nuernberg.de

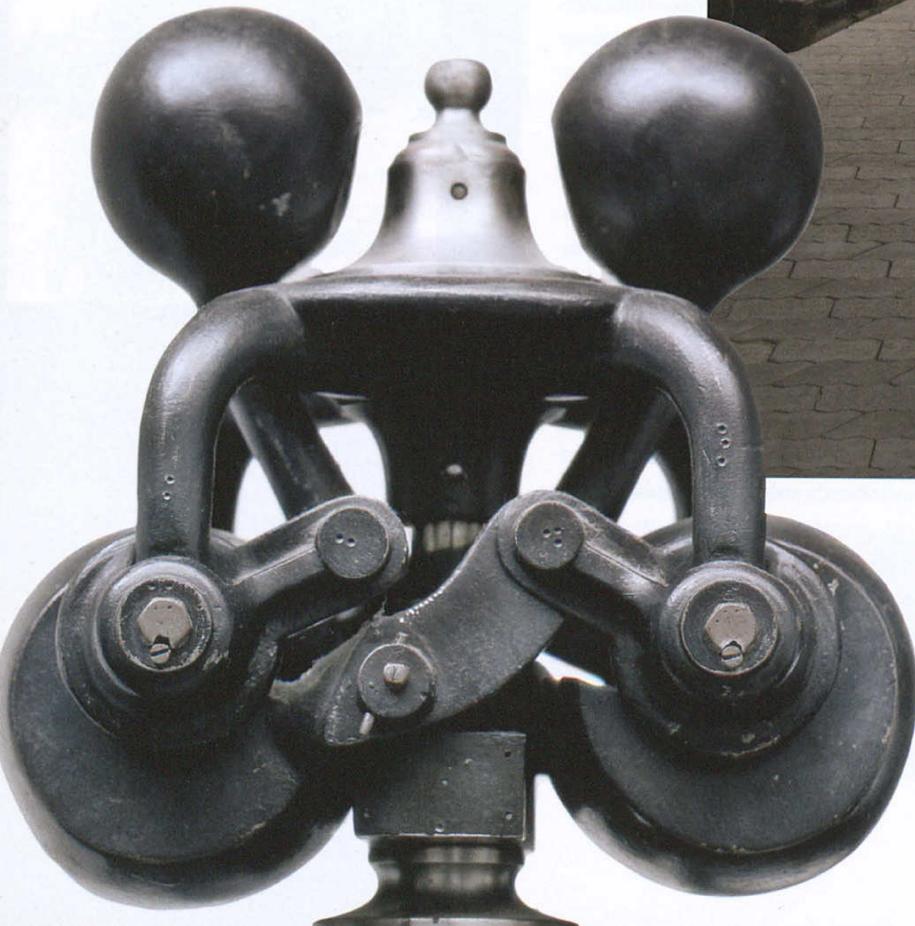
Bestellungen an den Verlag unter:
Franz Schiermeier Verlag München
Waltherstraße 28
80337 München
Tel. 089 / 599 477 51
franz-schiermeier-verlag.de

Tec

Fotografische Entdeckungen
im Deutschen Museum



Ins Quarantänezelt musste dieser Borgward Isabella nach Befall durch Schlupfwespen.

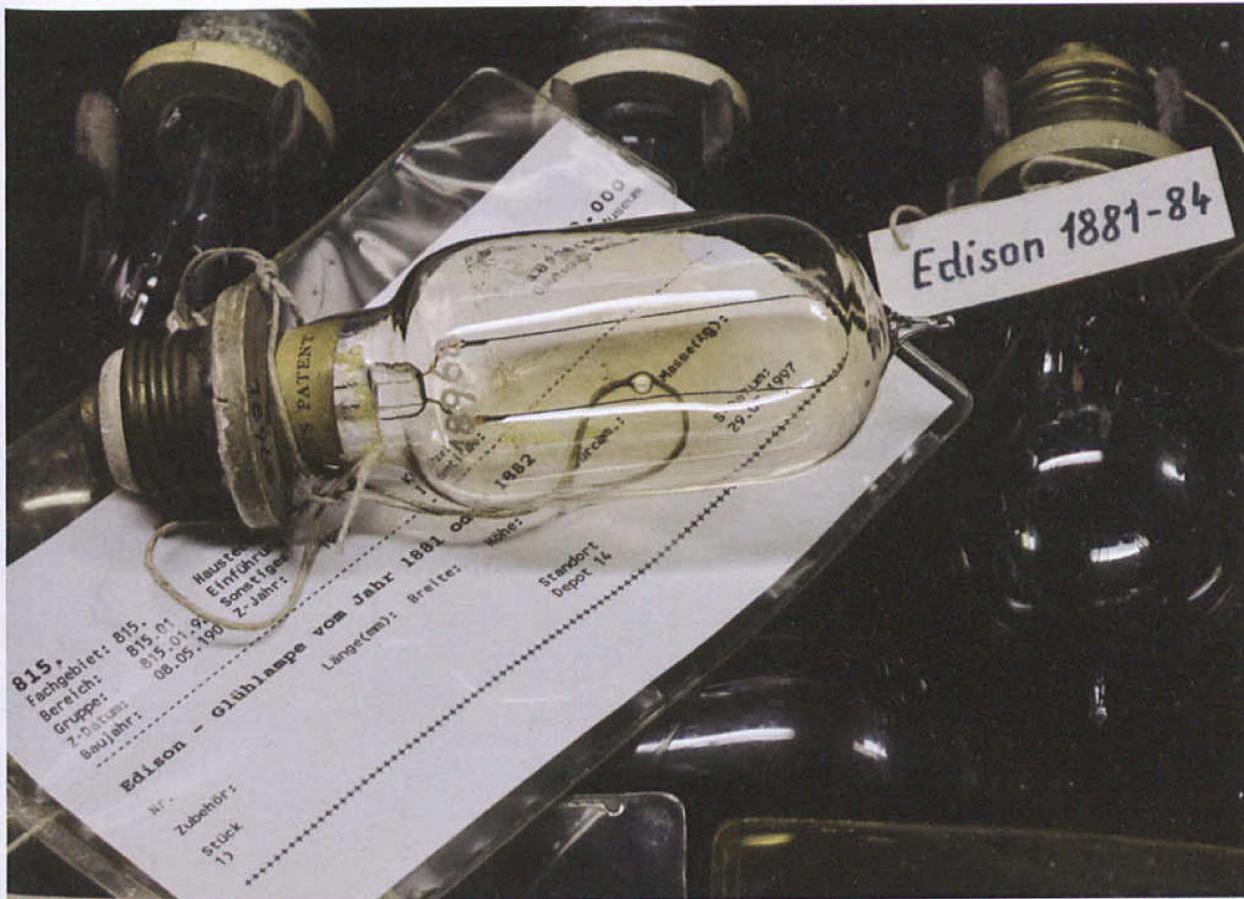


In eine Skulptur verwandelt der Fotograf diesen Fliehkraftregler einer Dampfmaschine.

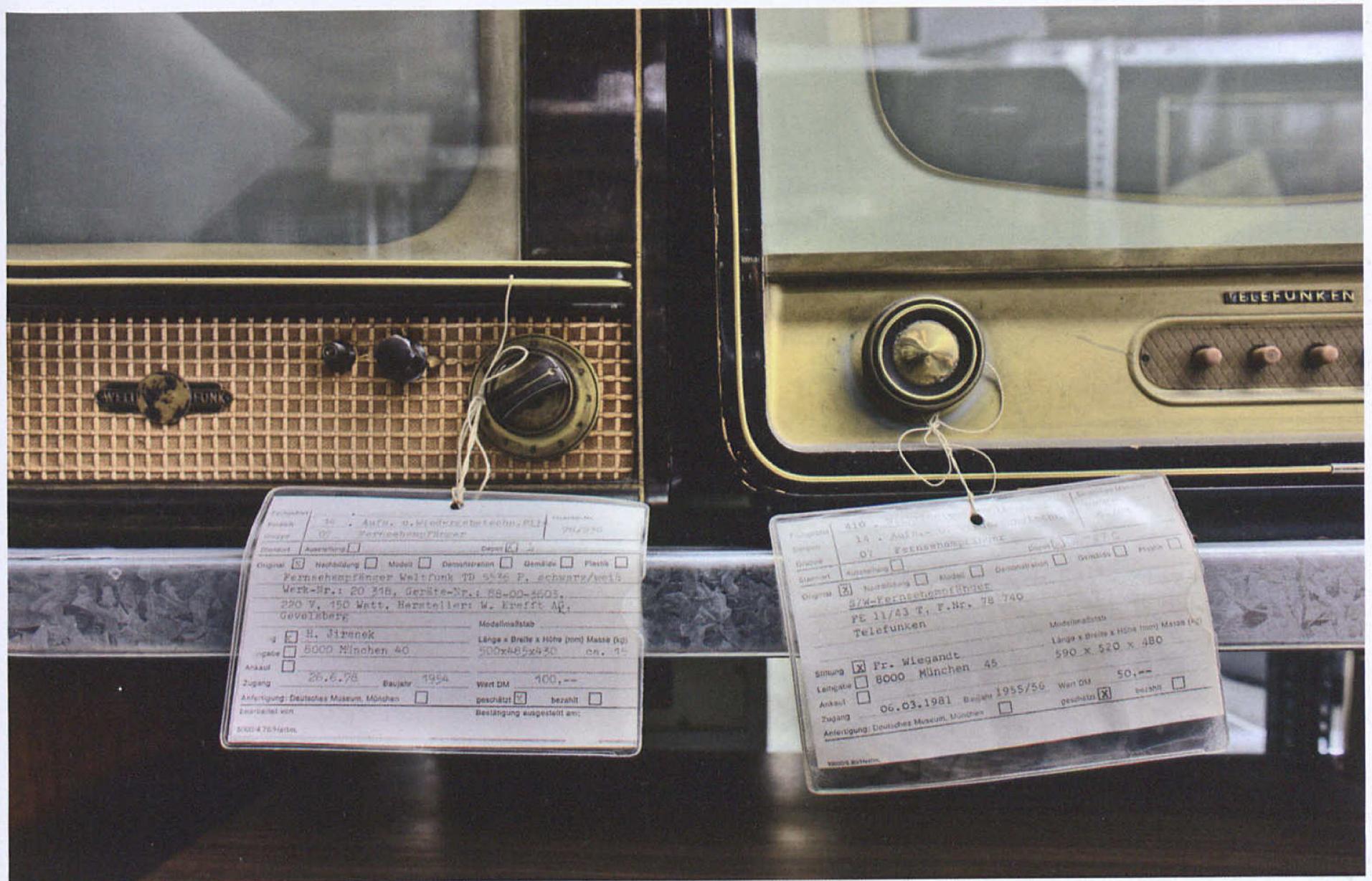
Eine andere Sicht der Technik suchte der Journalist und Fotograf Jürgen Scriba bei seinen Streifzügen durch das Museum: Maschinen-Charaktere zeigen die »Techscapes«-Bilder, die derzeit in einer Sonderausstellung der Abteilung Foto + Film zu sehen sind. Mystische Parallelwelten zu den Ausstellungsräumen entdeckte Scriba in den Exponatarchiven. **Text und Fotografien von Jürgen Scriba**



In einem jahrelangen Verdauungsprozess werden aus Alltagsgegenständen Zeitzeugen. Ob die Neuheit, die der Kurator ins Archiv bringt, jemals als Meilenstein ausgestellt wird, zeigt sich oft erst Jahrzehnte später.

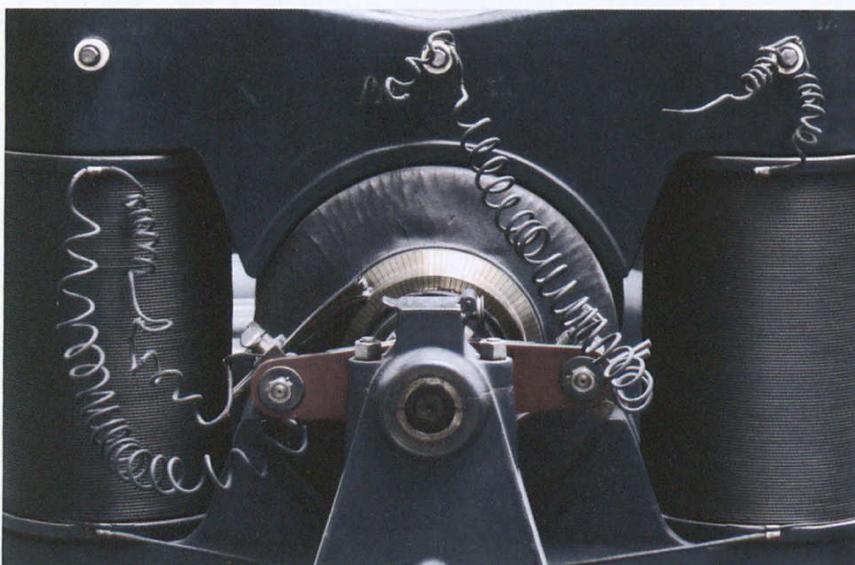


Glühlampen, Computer und Fernseher sind als Exponate inventarisiert. Vielfältig schillert das Metall der Maschinen.

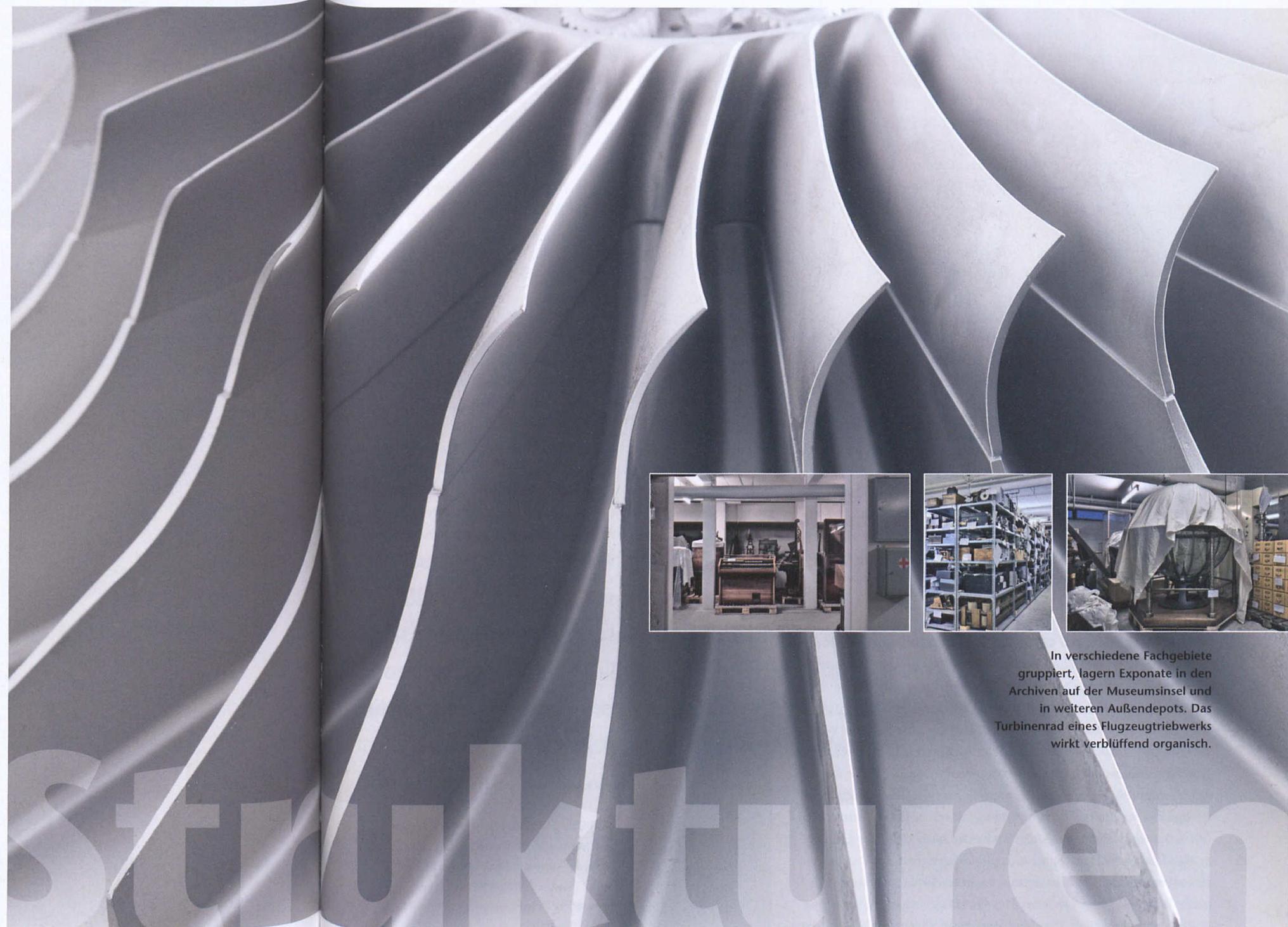




Die Fahrräder hängen zur Schonung der Reifen von der Decke des Kellers unter der Flugwerft Schleißheim. Mobiltelefone liegen nur wenige Regalplätze entfernt von den ersten Versuchsapparaturen zur Sprachübermittlung. Die frühen Generatoren zeigten noch unverhüllt ihr Innenleben aus Spulen und Schleifkontakten.



Auch vermeintlich normierte Massenprodukte tragen individuelle Spuren, die von Herstellung und Gebrauch erzählen. Technische Formen lassen neben der Funktion auch die Gedanken ihrer Schöpfer erahnen.



In verschiedene Fachgebiete gruppiert, lagern Exponate in den Archiven auf der Museumsinsel und in weiteren Außendepots. Das Turbinenrad eines Flugzeugtriebwerks wirkt verblüffend organisch.

Nebenan knattern wieder die Hochspannungsentladungen. Schüler toben an mir vorbei, die es noch zur Demonstration des Blitzeinschlags schaffen wollen. Beifall nach dem großen Knall mit einer Million Volt. Als sich das Publikum wieder in die angrenzenden Ausstellungsräume verteilt, bleiben einige der Jugendlichen kurz stehen, verwundert, dass der Typ mit der Kamera immer noch sein Stativ vor der Dynamomaschine hin- und herschiebt oder schon wieder vor dem Quecksilberdampf-Gleichrichter kniet. Ein unsicherer Blick auf das nahe Schild an der Wand. Ist das hier irgendwie wichtig? »Guck mal Papi, ein Fotograf«, flüstert ein Mädchen an der Hand ihres Vaters, der auch nicht so genau weiß, was er von der Szene halten soll. Eine Aufsicht schlendert vorbei, nickt mir zu. Wir kennen uns schon, denn es ist nicht meine erste Expedition durch das Museum.

In den letzten zwei Jahren bin ich immer wieder durch die Sammlung gestreift auf der Suche nach dem anderen Blick auf die Technik. Nicht wie ein Besucher wollte ich sehen, der vom Spektakulären beeindruckt ist: von wuchtigen Schwungrädern, blinkenden Lämpchen und Ingenieursrekorden. Auch der Sichtweise der Ausstellungsmacher durfte ich mich nicht anschließen und darüber nachdenken, was ein Exponat bedeutsam macht, Ehrfurcht vor der Einmaligkeit spüren oder die Leistung des Erfinders würdigen. Ich war auf der Suche nach dem Wesen der Maschine, dem Charakter der Geräte. So spürte ich Kratzer und Schleifspuren auf, die über das Gebrauchsleben der nun konservierten Geräte Auskunft gaben. Ich fand Markierungen, mit denen die Arbeiter Teile kennzeichneten, die sie exakt zueinander passend gemacht hatten, und die nun beim Zusammenbau nicht verwechselt werden durften. Mit den Mitteln der Portraitfotografie suchte ich nach Leben in kalten Metalloberflächen. Wie Landschaften wollte ich die gefrästen, genieteten oder verschraubten Konstruktionen bereisen. »Techscapes« taufte ich daher das Projekt, eine Wortschöpfung aus »technology« und »landscape«, dessen Ergebnisse nun in der gleichnamigen Sonderausstellung in der Abteilung Foto und Film zu sehen sind.

FOTOGRAFIE AN DER GRENZE ZUR GRAFIK. Auch wenn die Bilder fotografischen Ursprungs sind, dürften sie in den Augen mancher Betrachter die Grenze zur Grafik überschreiten, denn die Entdeckerreise setzte sich nach der Aufnahme fort. Ausgehend vom digitalen Farbfoto entstand am Computer zunächst eine Schwarz-Weiß-Version der Bilder, die der Interpretation von Licht und Schatten große Spielräume lässt. Erst im letzten Schritt kam die Farbe wieder dazu, je nach Motiv als reduzierter Anklang an die Originalsicht oder als digitale Emulation klassischer Tonungen, wie sie in der chemischen Dunkelkammer oder dem Mehrfarbdruck üblich sind. Der großformatige Tintenstrahldruck auf Büttenpapier bereichert den Prozess um eine eigene Ästhetik. Fast holografisch wirken die dargestellten Strukturen. Wie Stoff scheint sich das Metall in Bögen zu legen, wie Flüsse mäandern Fugen über die Maschinenhaut. Bewusst verraten die

»Techscapes« nichts über den Maßstab der Abbildung. Der wuchtige Schraubenkopf kann die Makrosicht eines filigranen Schraubchens sein, die statuenhafte Silhouette zu einem massiven Gusseisenteil gehören. Wer mag, kann anhand der technischen Hinweise zu den Bildtiteln versuchen, die Entdeckungsreise durch die Ausstellungen nachzuvollziehen.

DIE ENTDECKUNG MAGISCHER ORTE. Bei meinen Erkundungen durfte ich auch in Bereiche vordringen, die dem normalen Besucher verschlossen bleiben. So fand ich die geheimnisvollen Gewölbe, die Fachleute nüchtern Exponatarchiv nennen. Für mich ein magischer Ort, an dem man zusehen kann, wie die Zeit vergeht. Schicht für Schicht sedimentiert hier die Gegenwart zur Geschichte. Aus der Sicht der Archivare trennen Alexander Graham Bells Telefonapparat und den mobilen Personal-Communicator nur wenige Regalmeter. Wie Konzertflügel glänzen die polierten Lackflächen der Fernseher aus den fünfziger Jahren mit ihren goldenen Drehknöpfen und schreien nach wärmenden Häkeldeckchen im kalten Blechregal, während einige Reihen weiter die spritzgegossenen Plastikgehäuse tragbarer Farbfernseher mit eingestanzten Schriftzügen wie »all Transistor« das Ende der Röhrenzeit bejubeln. Sonys Taschenfernseher »Watchman« kam im Originalkarton in die Ablage, und die Zahl der Tage, bis das iPhone seine Inventarnummer bekommt, lässt sich abschätzen.

Die elektronische Wurlitzer-Orgel ist heute ebenso historisches Musikinstrument wie das Cembalo oder das Giraffenklavier, und Meilensteine der Staubsaugerentwicklung haben die Kuratoren genauso penibel gesichert wie die Highlights der Weltraumforschung. Für Schaulustige ist dieses Zeitbergwerk nicht gemacht, aus dessen Flötzen Exponate nur im Rhythmus von Jahrzehnten in die Sammlungsräume gelangen. Nur mithilfe der HDR-Fotografie ließ sich Licht in die verschlungenen Gänge und dicht gestellten Regalreihen bringen. So entstand wiederum eine eigene Bildsprache, in der sich das Mystische dieser Parallelwelt zu den Ausstellungsräumen mit den lärmenden Schulklassen und staunenden Besucheraugen widerspiegelt. ■■



JÜRGEN SCRIBA studierte Physik, Informatik und Journalistik. Als Wissenschaftsredakteur arbeitete er bei den Magazinen *Focus* und *Spiegel*. Nach seiner Tätigkeit als Mitgründer und Entwicklungsvorstand der Biotechfirma Advalytix ist er Fotograf und Medienkünstler.

Das Museumswetter

Ein Blick auf den Museumsturm, hinter die Kulissen und in die Zukunft



der Plattform des Museums-
nes wird ein Gerät zur Messung
Globalstrahlung und der
nenscheindauer justiert.

Das Deutsche Museum hat eine neue Wetterstation. Der Blick hinauf zum Museumsturm zeigt: Auf dem Mast sind, wenn auch klein und fast unscheinbar, neue Instrumente installiert. Mit ihnen messen wir künftig das Wetter. Eine dazugehörige Bodenstation im Freigelände vervollständigt die museale Wetterbeobachtung. Von Christian Sichau

Wie wird das Wetter morgen sein? Inwieweit verändert sich langfristig das Klima? Solche Fragen können nur beantwortet werden, wenn präzise Messungen vorliegen. Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeitsgehalt, Niederschlag, Wind und Sonneneinstrahlung sind dabei die wichtigsten Beobachtungsgrößen. Täglich werden weltweit Hunderttausende solcher Messungen auf dem Land, auf See und in der Luft durchgeführt. Zusammen mit Satellitenaufnahmen wird so der Zustand der Atmosphäre erfasst. Dies ermöglicht Wettervorhersagen und eine kontinuierliche Wetterbeobachtung, die zum Beispiel hilft, den langfristigen Klimawandel zu untersuchen. Mit unserer neuen Wetterstation verstehen wir uns als Teil dieser weltweiten Wetterbeobachtung.



In luftiger Höhe auf dem Turmmast wurden die Instrumente zur Messung der Temperatur, der Luftfeuchtigkeit und der Windgeschwindigkeit installiert.

DATENFLÜSSE. Wir betreiben die Wetterstation in Kooperation mit meteomedia, dem von Jörg Kachelmann gegründeten privaten Wetterdienst. Damit wollen wir gewährleisten, dass die Messdaten heute üblichen meteorologischen Standards entsprechen. Denn die Vielzahl der Daten verschiedener Stationen lässt sich nur dann gewinnbringend nutzen, wenn die Messbedingungen vergleichbar sind. Dies zielt zum einen auf die verwendeten Instrumente, die vorgegebene Anforderungen erfüllen müssen. Zum anderen müssen möglichst vergleichbare Standortbedingungen erfüllt werden. Durch die Zusammenarbeit mit meteomedia wollen wir zugleich gewährleisten, dass all diese Messungen tatsächlich für die Wettervorhersage und darüber hinaus für die allgemeine Wetterbeobachtung genutzt werden. Als Museum brauchen wir ferner – in Anbetracht unserer vielfältigen Aufgaben – einen kompetenten Partner, der hilft, unsere Station permanent zu überwachen. Stimmt die Qualität der Daten? Ist ein Sensor möglicherweise defekt bzw. funktioniert er nicht ordnungsgemäß? Um solche, oftmals geringen Störeinflüsse zu erkennen, bedarf es einer sorgfältigen Analyse der Daten. Daher werden alle Messwerte zunächst an meteomedia übertragen, dort begutachtet und ausgewertet, bevor sie wieder zurück ans Museum fließen. Hier zeigen wir unseren Besuchern die Messdaten auf einer großen Anzeigetafel im Museumshof.

VON DER MECHANIK ZUR ELEKTRONIK. Als der Museumsturm in der Mitte der 1920er Jahre seine großen, meteorologischen Anzeigen erhielt, mussten sich die beteiligten Firmen einiges einfallen lassen, um dieses Vorhaben technisch zu realisieren (siehe Beitrag im Heft 02/2008). Heute stellt sich die Situation scheinbar um ein Vielfaches einfacher dar: moderne Sensoren messen elektronisch. Wir können die Messwerte also fast beliebig zur Anzeige bringen, wann, wo und wie wir wollen. Doch wie wollen wir sie eigentlich präsentieren? Die klassische, der Elektronik angepasste Darstellungsweise wäre als Zahl. Wissen Sie jedoch, was es bedeutet, wenn der Wind mit 30 Metern pro Sekunde über das Museum hinwegfegt? Ist das eher ein laues Lüftchen oder doch gar ein Sturm?

Wer sich nicht intensiver mit dem Thema Wetter beschäftigt, dem sagt also die »nackte Zahl« oftmals wenig – wir benötigen eine Skala, die uns hilft, einen Wert rasch einordnen zu können. Doch eine solche Einordnung setzt auch Grenzen: Es gibt einen Minimal- und einen Maximalwert. Wie sind diese zu wählen? Ein Blick auf unser altes Thermometer am Turm zeigt beispielsweise einen Maximalwert von etwa 35° C. Ist das ausreichend? Am 13. August 2003 maß die Wetterstation der Münchener Universität mit 37,3° C einen neuen Temperaturrekord für München. An diesem Tag war also unser altes, gutes Turmthermometer überfordert. Eine Skala will also gut überlegt sein.

DAS DESIGN IST WICHTIG. Bei den historischen Fassadeninstrumenten waren Technik und künstlerische Gestaltung insofern voneinander getrennt, als das Museum den Dekorationsmaler Julius Mössel beauftragte. Doch bereits er war nicht völlig frei bei dieser Gestaltungsaufgabe. Traditionelle und weit verbreitete Instrumente wie Barometer oder Thermometer hatten Sehgewohnheiten entstehen lassen, die es zu berücksichtigen galt. Die vertrauten Instrumente gaben ein Stück weit vor, wie die Anzeige auf der Turmfassade auszusehen hatte, auch wenn – technisch gesehen – die Anzeige vom Instrument hier bereits getrennt war und ganz andere Darstellungsweisen denkbar gewesen wären. Auch heute, im elektronischen Zeitalter, bleiben solche Sehgewohnheiten trotz aller Veränderungen spürbar. Sie ermöglichen uns, rasch und auf einen Blick eine Information zu erfassen. Dies gilt es entsprechend zu berücksichtigen.

Die Elektronik verbirgt sich zugleich nicht nur hinter den Dingen – in unserem Fall also einer Anzeigetafel. Sie hat auch prägenden Einfluss auf die Gestalt, das Aussehen bzw. die Wirkung der Anzeige selbst. Diese verschiedenen Anforderungen in einer Anzeige zu erfüllen, erforderte die Kombination verschiedener Kompetenzen, die – glücklicherweise – in den Werkstätten des Museums vorhanden sind. Ob uns diese Aufgabe gelungen ist, können Sie als Besucher des Museums nun selbst beurteilen.

UNDURCHSICHTIGE SENSOREN, UNBEKANNTE SCHÄTZE. Die Elektronik bietet uns heute also neue Möglichkeiten, doch für uns als Museum bereitet sie auch Probleme. Die heute in unserer Wetterstation verwendeten Sensoren sind kaum mehr zu »durchschauen«: Keine Quecksilbersäule hilft beispielsweise mehr ein physikalisches Verständnis des Luftdrucks herzustellen, keine Kugelschalen drehen sich mehr im Wind und machen die Messung einer Windgeschwindigkeit »offensichtlich«.

Solche historischen Instrumente finden sich in großer Zahl in unserer Sammlung, darunter einige sehr bedeutende und einzigartige Stücke – zum Beispiel ein Registrierinstrument mit der Wetterforscher Richard Assmann am Ende des 19. Jahrhunderts in mehreren Ballonfahrten erstmals das Wetter in hohen Atmosphärenschichten erkundete. Viele weitere Schätze unserer Sammlung warten jedoch noch darauf, von uns heute in ihrer historischen Bedeutung und technischen Funktion besser erforscht zu werden. Hier liegt noch eine Menge Arbeit vor uns. Heutige Messinstrumente stellen uns als Museum hingegen vor andere und neue Herausforderungen. Wie können wir deren »verborgene« Funktionsweise auch dem breiten Museumspublikum in ansprechender Weise erläutern? Auf unserer Internetseite versuchen wir bereits zu erläutern, welche Instrumente für die Wetterbeobachtung eingesetzt werden und wie sie funktionieren? Ergänzend zu diesen technischen Grundinformationen wollen hier weitere Fragen beantworten: Wie ist das Wetter heute? Wie war das Wetter gestern? Diese Fragen wollen wir auf unsere Internetseiten beantworten. Eine umfangreiche Datenbank wird im Hintergrund unsere Messdaten speichern und Rückblicke ermöglichen. War das Frühjahr tatsächlich so verregnet und kalt, oder trägt unser Empfinden? Was war der heißeste oder kälteste Tag im vergangenen Monat? Solche Informationen werden künftig im Internet bereitgestellt.

EINLADUNG ZUM EXPERIMENTIEREN. Doch ein Museum ist natürlich nicht bloß eine Datensammelstelle. Wir wollen mehr vermitteln – und Lernen erfordert auch Eigenaktivität! Wer wissen will, wie Naturwissenschaft und Technik funktionieren, muss auch selbst forschen und experimentieren dürfen. Für die Vermittlung naturwissenschaftlich-technischer Inhalte im Museum sind begleitende Programme und Aktivitäten heutzutage essenziell. Deshalb wird auch das Wetter zukünftig Teil der erfolgreichen Programme für Kinder und Schüler sein. Neben die Themen Wasser, Feuer, Klang und Optik tritt nun das Wetter. In einem Workshop können Kinder altersspezifisch zu Wetterphänomenen experimentieren, wichtige Größen wie Temperatur, Druck, Feuchte oder Wind selbst messen, erfahren wie eine Wettervorhersage entsteht und sich dann auf große Entdeckungstour durch das Museum machen.

Eine solche Tour, die selbstverständlich jedem offen steht, führt nicht in einen einzigen Ausstellungsraum. Denn es existiert derzeit keine Ausstellung im Deutschen Museum, die das Thema Wetter umfassend aufgreift, in der wir unsere Schätze aus der Sammlung präsentieren und so die historische Entwicklung der Wetterkunde darstellen könnten. Deshalb schlagen wir einen Pfad quer durch die existierenden Ausstellungen vor, der zeigt, in welcher vielfältiger Weise das Wetter bereits im Museum präsent ist: Blitzvorführungen in der Ausstellung »Starkstromtechnik«, frühe meteorologische Drachen in der »Luftfahrt«, Wettersatelliten in der »Raumfahrt« bis hin zu Windharfen in der »Musikabteilung« oder der Diskussion des Klimawandels in der »Umwelt«. Insgesamt elf Stationen werden so bisher zusammengefasst, nähere Informationen finden sich im Internet.

Ein weitere Station wird noch hinzukommen: ein »Wettergarten« im Freigelände des Deutschen Museums. Er wird als weitere Ergänzung der Ausstellungsaktivitäten dienen und einen zusätzlichen Fokus für unsere (Kinder-)Programme bieten. Eindrucksvolle Installationen werden wichtige Aspekte des Themas begreifbar machen: Natürliche Phänomene werden ebenso aufgegriffen wie die Funktionsprinzipien einiger Messinstrumente. Auch geräuschvolle und visuell attraktive Wetter-«Kunst« wird einbezogen werden. Die Umsetzung dieser Ideen wird jedoch noch einige Zeit in Anspruch nehmen. Mit der Errichtung der Wetterstation haben wir einen ersten Schritt gemacht, weitere werden folgen. ■■



Wetterguru Jörg Kachelmann und Generaldirektor Wolfgang M. Heckl feiern die neue meteorologische Station des Deutschen Museums.

Hier finden Sie täglich die aktuellen Wetterdaten:

www.deutsches-museum.de/wetter

»Technik Welt Wandel – Die Sammlungen des Deutschen Museums«



Auf vierhundert Seiten mit rund tausend Bildern wird man ab Dezember das Deutsche Museum neu erkunden können. Exkursionen des Wissens führen in seine Abteilungen, Zweigmuseen, Archive, Depots und weiteren Einrichtungen. Ein Serviceteil bietet Informationen von A bis Z und dreizehn thematische Touren. Das opulente Werk, an dem dreißig Fachautoren mitgewirkt haben, zeichnet sich durch viele leserfreundliche Elemente und eine übersichtliche »Buch-Navigation« aus. Als echtes Produkt des Deutschen Museums wurde es hausintern konzipiert und von den beiden kleinen Teams der Publikationsabteilung und der Fotografen umgesetzt – das Haus zeigt sich dem Leser in diesem Buch in der ganzen Fülle seiner Besonderheiten.

Rückblende und Zukunftsvision als Auftakt: Ein Essay des Generaldirektors über die Zukunft des Deutschen Museums und ein Aufsatz mit einer bebilderten Zeittafel zu seiner Geschichte stehen am Anfang dieses Bildbandes. Nach Geschossen geordnet, widmet das Buch anschließend jeder Abteilung ein eigenes Kapitel: »Schifffahrt – Brücke zwischen den Kontinenten«, »Luftfahrt – Die Verwirklichung eines Menschheitstraumes«, »Zeitmessung – Zwischen Urknall und Nanosekunde«, »Astronomie – Den Himmel verstehen«, »Glastechnik – Flüssigkeit aus Sand und Feuer«, »Foto + Film – Zeichnen mit Licht«.

Lust auf vielfältige Entdeckungstouren durchs Deutsche Museum macht der neue Bildband des Hauses, der sich übrigens auch hervorragend als Geschenk unterm Weihnachtsbaum eignet! Inspiration und Wissen für die ganze Familie.

So und ähnlich lauten die Überschriften zu insgesamt fünfzig Fachgebieten. Jedem von ihnen ist eine Übersichtsseite vorangestellt, die die relevanten Zahlen, Daten und Fakten zur Abteilung enthält. Hier werden die Höhepunkte der Ausstellung gelistet, Hinweise auf Führungen und Vorführungen gegeben und Publikationen genannt, die das Deutsche Museum zum jeweiligen Thema veröffentlicht hat. Detailliert beschriftete Grundrisspläne dienen der Orientierung innerhalb der Abteilung.

Ein einführender Text zu jedem Kapitel bietet einen inhaltlichen und historischen Einstieg ins Thema. Danach beginnt der »Rundgang durch die Ausstellung«, der reich bebildert und anhand von Schlagworten übersichtlich gegliedert ist. Besondere Aspekte der jeweiligen Materie werden als Spezialthemen behandelt. Hier finden sich zum Beispiel Kurzporträts bedeutender Wissenschaftler und Erfinder, Beschreibungen von Meisterwerken, Zeittafeln oder Darstellungen kulturgeschichtlicher Zusammenhänge. Eine seitenfüllende Fotografie markiert schließlich den Beginn der nächsten Abteilung.



Mit je einem eigenen ausführlichen Kapitel sind auch die drei Zweigmuseen »Deutsches Museum Verkehrszentrum«, »Deutsches Museum Flugwerft Schleißheim« und »Deutsches Museum Bonn« vertreten. Unter der großen Überschrift »Forschen – Wissen – Bilden« werden das Forschungsinstitut, die Bibliothek, das Archiv und die Bildungsprogramme des Museums näher vorgestellt.

Besonders spannend wird für viele Leser der Blick hinter die Kulissen sein: Das Kapitel über das Exponatarchiv (hier werden auf einer Gesamtfläche von über 30.000 m² mehr als 104.000 inventarisierte Sammlungsgegenstände verwaltet) zeigt eindrucksvolle Bilder aus den Depots. Der Text über die 23 hauseigenen Werkstätten lässt ahnen, wie traditionelles Handwerk, Kreativität und Akribie ineinandergreifen müssen, um Sammlungen und Gebäude instand zu halten. Der Abschnitt »Restaurieren – Vergangenes bewahren« erläutert schließlich eine der zentralen Aufgaben musealer Arbeit und deren besondere Ausprägung im Deutschen Museum.

Alles Wissenswerte rund um den Museumsbesuch enthält der Serviceteil am Ende des Buches, darunter auch Tipps für den Besuch mit Kindern und Jugendlichen sowie Informationen über die täglichen Führungen und Vorführungen. Wer das Deutsche Museum auf eigene Faust erkunden will, findet hier dreizehn thematische Touren, die alle durch mehrere Abteilungen führen: Damit lassen sich »Abenteuer zu Wasser, in der Luft und auf dem Lande« bestreiten, »Wasserkraft und Stromerzeugung« verstehen, »Schätze der Erde« entdecken oder »Berühmte Wissenschaftler, Laboratorien und Arbeitsgeräte« kennenlernen, um nur einige der gebotenen Themenkreise zu nennen. Was für die Touren im Besonderen gilt, kennzeichnet auch den Bildband als Ganzes: Er macht die zahlreichen Vernetzungen zwischen den einzelnen Disziplinen im Deutschen Museum erlebbar. *Anja Bayer*

Wolfgang M. Heckl (Hrsg.)

Technik Welt Wandel

Die Sammlungen des Deutschen Museums

München 2009, ca. 400 Seiten

Broschur: 22,5x28,0 cm, 14,90 €, ISBN 978-3-940396-05-1

Die Publikation kann ab Dezember über die Shops des

Deutschen Museums bezogen werden. Telefon: 089 / 21 38 38 92

SONDERAUSSTELLUNG

DIE MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AG

Die Sonderausstellung, in deren Mittelpunkt der erste Dieselmotor steht, zeigt auf 300 m² Grundfläche die technischen Meisterleistungen aus der 250-jährigen Geschichte der MAN und ihrer Vorläuferunternehmen. Aus allen Unternehmensbereichen des heutigen Konzerns werden exemplarisch Objekte vorgestellt, die gleichzeitig Höhepunkte der Technik- sowie der Unternehmensgeschichte bedeuten.

Entwicklungen, Persönlichkeiten und Unternehmensführung sind besonders anschaulich an einem Shiftscreen abrufbar.

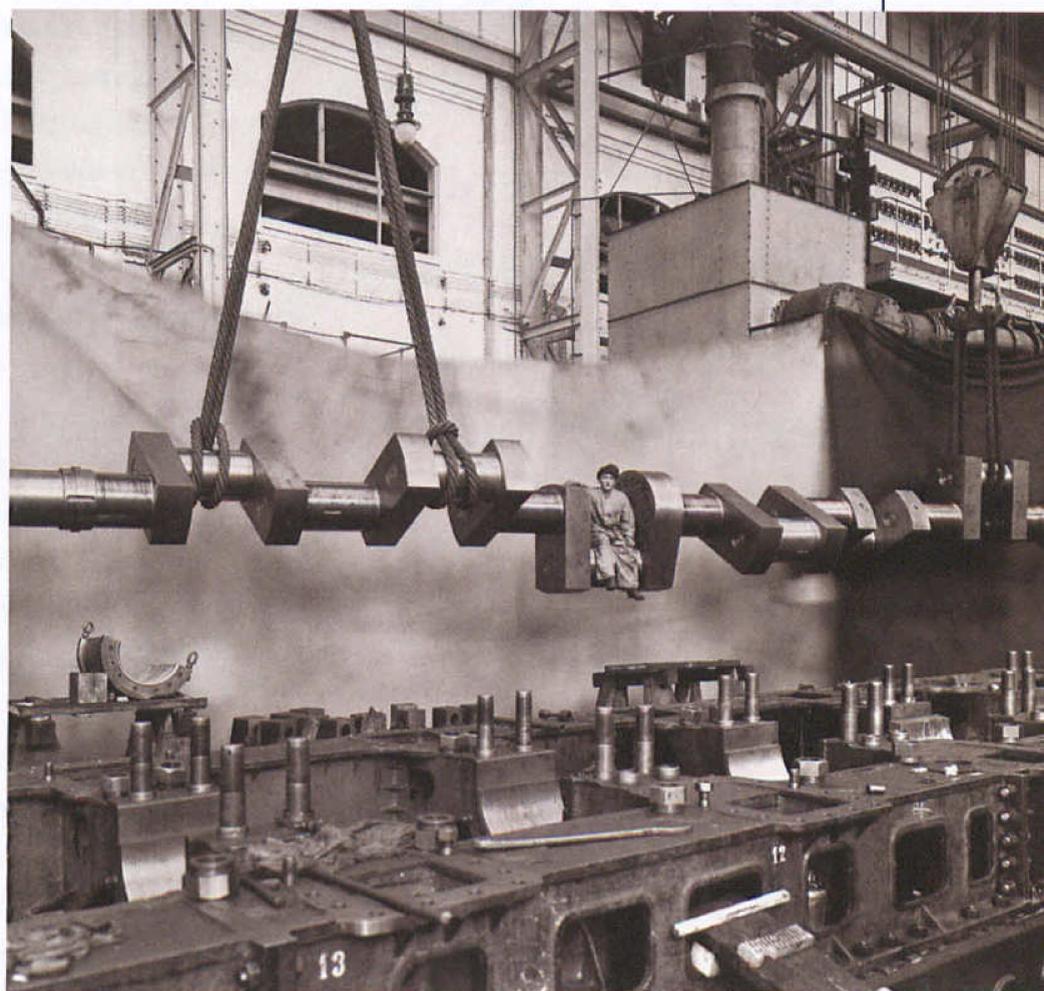
Interaktiva erläutern die technischen Objekte und machen sie so erlebbar. Ein Begleitheft führt Sie zu den vielen anderen Objekten, die die MAN dem Museum einst gestiftet hat und die fester Bestandteil weiterer Ausstellungen des Deutschen Museums sind.

Museumsinsel, im Ausstellungsraum

»Kraftmaschinen/Maschinenelemente«

ab Mittwoch 15. Oktober 2008 bis Oktober 2009

Sonderausstellung »Vom Hochofen zum Hybridantrieb
MAN – 250 Jahre deutsche Technikgeschichte«



Am menschlichen Maßstab des Arbeiters gemessen erscheint die Kurbelwelle eines Dieselmotors unvorstellbar groß. Der Motor wurde 1913 im MAN-Werk Nürnberg gebaut.

ExperimentierKüche

Schüler entdecken

AlltagsChemie

Eine Kooperation der Deutsche Telekom Stiftung
und des Deutschen Museums Bonn



**Schluss mit trockener
Theorie: Seit März 2007
wird in der Bonner
Zweigstelle des
Deutschen Museums
erhitzt und gekühlt,
gemischt und getestet.
In der Experimentier-
Küche entdecken Kinder
und Jugendliche die
Chemie im Alltag.**

Von Andrea Niehaus

Versuche mit Produkten, die in jedem Supermarkt erhältlich sind, lassen Schülerinnen und Schüler selbst entdecken, wie viel Chemie im Alltag steckt. Sie stellen Gummibärchen her, erhalten Ernährungstipps oder lernen, Haarwaschmittel von Flüssigseife zu unterscheiden. Diese Erfahrungen sollen dazu beitragen, ein grundlegendes Interesse an wissenschaftlichen Fragestellungen und Methoden zu wecken und Berührungängste abzubauen. Das Programm des Schülerlabors zur Alltagschemie richtet sich an weiterführende Schulen bis zur 10. Klasse, aber auch Grundschulklassen ab der 2. Klasse kommen auf ihre Kosten.

Die Zweigstelle in Bonn stellt damit nicht nur wichtige naturwissenschaftlich-technische Entwicklungen neuerer Zeit in lebendiger Form dar und setzt sie in Zusammenhänge. Sie vermittelt darüber hinaus mit Angeboten wie dem 2003 eröffneten Schülerlabor zur Nanotechnologie »Mannometer: Nanometer!«, dem umfangreichen Workshopangebot für Kinder und Jugendliche und nun der »ExperimentierKüche« auch Kernkompetenzen, die für jede Lebens- und Berufsbewältigung wichtig sind: Kreativität, aber auch Effektivität, Fantasie, Innovationskraft und pure Neugier mit der daraus resultierenden Freude am Entdecken.

WENN VIELE »KÖCHE« ZUSAMMENWIRKEN ... Durch das Zusammenspiel mit engagierten Partnern wird aus guten Ideen erst ein erfolgreiches Projekt. Für die »ExperimentierKüche« konnte mit der in Bonn ansässigen Deutsche Telekom Stiftung ein idealer Kooperationspartner gefunden werden. Die Stiftung engagiert sich gezielt für die Verbesserung der Bildung in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik und ist seit Juli 2007 auch Förderer von »Lernort Labor«, der Netzwerkplattform der nationalen Schülerlabore. »Schülerlabore sind aus der deutschen Bildungslandschaft nicht mehr wegzudenken, stehen aber in der bildungspolitischen Diskussion noch zu sehr im Hintergrund«, erklärte Ekkehard Winter, Geschäftsführer der Deutsche Telekom Stiftung, anlässlich der Eröffnung der ExperimentierKüche am 29. März 2007. »Mit unserem Engagement wollen wir dazu beitragen, dass dieses Thema mehr Aufmerksamkeit erhält. Die ExperimentierKüche wird sich dabei hoffentlich zu einem Paradebeispiel für einen gelungenen und modernen außerschulischen Lernort entwickeln.«

Um genau dieses Ziel zu erreichen, arbeiten wir seit fast drei Jahren bei der Konzeption, dem Aufbau und der Weiterentwicklung der ExperimentierKüche mit der Deutsche Telekom Stiftung zusammen. Auch der Titel »ExperimentierKüche« war eine gemeinsame Entscheidung. Schließlich liegt unser Labor im Eingangsbereich des Museums, hinter dem Kassenbereich und dem Museumsshop. Damit ist es die natürliche Einflugschneise für alle Besucher, die ins Museum hinein und wieder heraus wollen: ein Durchgangsraum mit jungem, fröhlichem Design, näm-

lich vielen bunten Streifen, die entfernt an einen »Barcode« erinnern. Der Begriff der »Küche« schien uns schon allein deshalb treffender und alltagsnäher, weil man schließlich auch eine Küche sieht, mit einer großen Küchenzeile übereck mit viel Arbeitsfläche, Dunstabzugshauben, Backofen und Oberschränken, durch deren Glasscheiben einzelne Warengruppen blitzen: Zucker, Essig, Gewürze, Waschmittel, Mehl und frei verkäufliche Arzneimittel. Noch dazu sind die übrigen Wandflächen dekoriert mit thematisch einstimmenden Sinnsprüchen wie: »auf den Leim gehen«, »seinen Senf dazugeben« oder »klar wie Kloßbrühe«.

HIER STIMMT DIE CHEMIE! Die Experimentierküche wird noch von weiteren Partnern unterstützt. An erster Stelle sei hier der Lebensmittelchemiker Prof. Dr. Georg Schwedt genannt, der mit Experimentalvorträgen unter anderem zur Chemie von Supermarktprodukten bundesweit bekannt wurde. Auf ihn geht die Idee eines Supermarktlabors zurück. Mit der Bezirksregierung Köln, den Chemieverbänden NRW, dem Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften der Universität Bonn (IEL) sowie dem Schulamt für die Stadt Bonn können wir auf kompetente Partner zählen. Den Aufbau der Experimentierküche hat zudem der Fonds der Chemischen Industrie unterstützt. Alle Partner sind auch im Beirat vertreten, der zweimal im Jahr tagt.

Wie hervorragend die Partner aufeinander abgestimmt sind, zeigte sich bereits bei der Eröffnung. Sie wurden nicht nur Zeugen eines Kriminalfalls, der damit in die Museumsgeschichte einging, sondern standen auf einmal selbst im Fadenkreuz der Ermittlungen. Denn kurz nachdem Generaldirektor Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl die Gäste begrüßt hatte, unterbrach eine Kommissarin die Veranstaltung. Grund: Der versuchte Diebstahl eines Exponats! Am Tatort wurde ein weißes Pulver gefunden, und schon mussten die geladenen Gäste auf dem Podium ihre Taschen ausräumen. Und siehe da: Jeder hatte irgendein weißes Pulver dabei. Der eine angeblich Natron, andere Zucker oder Ascorbinsäure. War es nun Dr. Klaus Kinkel, der Vorsitzende der Deutschen Telekom Stiftung? Oder etwa Prof. Dr. Rudolf Galensa (IEL), Uwe Wäckers (Chemieverbände NRW), Gertrud Bergkämper-Marks (Bezirksregierung Köln)? Nur gut, dass »unser« Chemiker Georg Schwedt ebenfalls anwesend war, der sich mit Hilfe von Schülern der Partnerschulen Anne-Frank-Hauptschule und Beethoven-Gymnasium sofort an die Auflösung des Falls machte. Nach einigen Experimenten mit der am Tatort sichergestellten Substanz und den in den Taschen der Gäste gefundenen Pulvern ermittelte er den Täter: Klaus Kinkel gestand daraufhin sofort den »Anschlag«, der natürlich nur inszeniert war, um die Experimentierküche auf den Prüfstand zu stellen. Denn alles, was die Experten zur Analyse brauchten, waren Rotkohlsaft, Soda oder Spülmittel. Diese »Chemikalien« findet man in jedem Supermarkt, einige von ihnen benutzt man sogar tagtäglich. Test bestanden!

»**ALLES IST CHEMIE**« Justus von Liebig's bekanntes Bonmot wird in der Experimentierküche für jeden schnell nachvollziehbar. Die Programme dauern rund 90 Minuten und werden unter anderem von Studierenden der Universität Bonn geleitet. Dazu schloss das Deutsche Museum Bonn einen Kooperationsvertrag mit dem IEL. »In der Experimentierküche knallt und zischt nichts«, schmunzelt dessen Direktor Professor Dr. Rudolf Galensa. »Da können Eltern und Lehrer ganz beruhigt sein. Alle Versuche werden sachkundig betreut und mit ungefährlichen, haushaltsüblichen Stoffen durchgeführt.«

Im Workshop »Ganz schön bunt« (geeignet von der 3. bis 5. Klasse) geht es zum Beispiel rund um das Thema Farben. Mit Rotkohlsaft, Speisefarben und Tinte starten die Schüler eine bunte Entdeckungsreise in die Welt der Farben. Die »Kleine Gummibärchenkunde« (5. bis 7. Klasse) stellt eine bei Groß und Klein überaus beliebte Nascherei in den Mittelpunkt der Versuche. Hier wird die Experimentierküche zur Zuckerbäckerei, denn die Schüler stellen ihre eigenen Gummibärchen her.

Der Detektiv-Workshop »Chemische Spürnasen« (6. bis 8. Klasse) ist eigentlich ein kleines Theaterstück: Tatort Museum. Ein versuchter Diebstahl wird gemeldet. Nun

Die »Chemikalien«, die in der Experimentierküche zum Einsatz kommen, findet man in jedem Supermarkt.





sind kluge Köpfe gefragt, die den Täter überführen! Die Schüler gehen auf Spurensuche. In der ExperimentierKüche nehmen sie die sichergestellten Beweisstücke genau unter die Lupe, zum Beispiel mit Papierchromatografie und der Unterscheidung von Zucker und Salz mithilfe elektrochemischer Reaktionen. Was Haarwaschmittel alles können müssen, erfahren Schüler (8. bis 10. Klasse) in dem Workshop »Waschen, duften, pflegen«. Was macht eigentlich Shampoo aus? Die Beschriftung auf den Verpackungen hilft nur erfahrenen Chemikern weiter, der Normalverbraucher versteht hingegen beim Lesen der Inhaltsstoffe oft nur Bahnhof. Um zu entscheiden, mit welchem Produkt sie sich die Haare waschen würden, untersuchen Schüler verschiedene Flüssigprodukte nach Emulsionsvermögen, pH-Wert, Schaumverhalten, Oberflächenspannung und Verhalten in »hartem« Wasser. In weiteren Workshops geht es um die Sinne (2. und 3. Klasse) und die Welt der Farben (9. und 10. Klasse). Darüber hinaus wird das Angebot stetig erweitert.

LERNEN MACHT DIE RUNDE. Das methodisch-didaktische Konzept der Workshops wird von Museumspädagogin Dr. Kirsten Bohnen erarbeitet, ausgebildete Chemie- und Biologielehrerin und damit prädestiniert als Projektleiterin der ExperimentierKüche. Unser Ziel war von Anfang an, über die Alltagschemie einen niedrigschwelligen und erlebnisorientierten Zugang zur Chemie zu schaffen. Denn damit können wir auch Schulformen in den Blick nehmen, in denen die naturwissenschaftliche Ausbildung häufig zu kurz kommt, wie zum Beispiel in Hauptschulen. Diese waren von vornherein unsere Zielgruppe, zum einen weil wir bislang relativ wenige attraktive Angebote für diesen Schultyp hatten, zum anderen weil hier ein unaus-

Deutsches Museum Bonn

Im Wissenschaftszentrum

Ahrstraße 45

53175 Bonn

☎ 02 28 / 30 22 55

Fax 02 28 / 30 22 54

info@deutsches-museum-bonn.de

www.deutsches-museum-bonn.de

Das sind die Termine 2008:

12. und 26. Oktober,

9. und 23. November, 14. Dezember.

Für Buchungen und Fragen rund um das Angebot »Lernen im Museum« steht die Infonummer

☎ 02 28 / 30 22 56

von Dienstag bis Freitag zwischen 14 und 17 Uhr zur Verfügung.

Nach einer telefonischen Voranmeldung benötigen wir noch eine schriftliche Bestätigung für die Teilnahme. Diese ist per Post oder Fax oder E-Mail möglich.

geschöpftes Potenzial liegt. Hauptschüler interessieren sich schon sehr früh, also ab der 8. Klasse, für ihre berufliche Perspektiven und sind begeistert bei der Sache, wenn sie merken, dass es auch mal um ihre Person geht. Also neben dem reinen Wissenserwerb, der in Phasen der Berufsorientierung wichtige Impulse gibt, vermitteln wir darüber hinaus auch wichtige persönliche Kompetenzen wie Selbstwertgefühl und Selbstvertrauen. Der Besuch der ExperimentierKüche trägt im idealen Fall dazu bei, einen Prozess zu unterstützen, der normalerweise innerhalb der Familie stattfindet: nämlich herauszufinden, wo die persönlichen Neigungen liegen, und sie in die Berufswahl einfließen zu lassen.

Das erleben wir immer wieder bei der Zusammenarbeit mit unserer Partnerschule, der Anne-Frank-Schule. An dieser Hauptschule gibt es vier Chemielehrer – ein absoluter Luxus, doch eher die Ausnahme –, mit Heike Arnold-Fußhöller arbeiten wir seit fast zwei Jahren ganz besonders eng zusammen. Diese Kooperation hilft uns sehr bei der Weiterentwicklung der Programme. Mit der engagierten Lehrerin und ihren Schülern testen wir regelmäßig, wie unsere didaktischen Konzepte ankommen, und verbessern sie daraufhin. Für die Schüler ist das eine spannende Aufgabe, sie fühlen sich gebraucht und ernst genommen und äußern sich auch recht spontan. Ein Schüler, der aus seiner Einschätzung von Schule generell keinen Zweifel lässt, sagt nach einem Shampoo-Workshop: »Hey Alter, cool, jetzt weiß ich, wie Shampoo geht.« Schön, wenn dann Mitschülerin Samira Afariad in der Schülerzeitung dazu aufruft: »Also motiviert eure Chemielehrer/-innen dazu, mit euch dort hinzugehen.«

Offensichtlich kommen die Workshops aber auch bei allen anderen Schulformen gleichermaßen gut an. Dies meldet uns das



engagierte, sechsköpfige Betreuungsteam zurück, das bei der Durchführung die direkten Reaktionen der Schüler erlebt. Eines der Erfolgsrezepte: Alle Kurse sind als Lernparcours mit bis zu fünf Stationen aufgebaut, an denen die Schüler selbstständig in kleinen Gruppen arbeiten und von Station zu Station rotieren. Dieses »Stationenlernen« entwickelt sich, wie auch unsere anschließende Evaluation zeigte, zu einem Alleinstellungsmerkmal eines außerschulischen Lernorts. Denn viele Schulen können zwar das apparative Niveau der Experimente selbst erreichen und führen diese auch selbst durch. Jedoch ist den Lehrern der Aufbau eines gut arbeitenden Lernzirkels aufgrund der intensiven Vor- und Nachbereitung im Schulalltag kaum möglich. Die Schüler wiederum empfinden das Stationenlernen als wichtig, weil es ihnen Raum zur eigenverantwortlichen, unabhängigen Durchführung der Experimente gibt. Dieses war nur ein Ergebnis unserer Evaluation, die eine Vielzahl positiver Reaktionen sowohl von Lehrkräften als auch von Schülern brachte. Und das schönste Ergebnis ist natürlich die Auslastung: »Wir sind bis zu den Sommerferien ausgebucht«, mussten wir Interessenten bereits im April sagen. Seit Eröffnung 2007 bis zu diesem Sommer haben rund 150 Schulklassen und rund 50 Kindergruppen Chemie zum Anfassen im Deutschen Museum Bonn erlebt!

VIER-JAHRESZEITEN-CHEMIE. Neben dem »Routineprogramm« gibt es einige »Schmankerl« in der Experimentierküche. Die haben wir Georg Schwedt zu verdanken, der glücklicherweise sein Engagement mit der Eröffnung nicht als beendet gesehen hat. Obwohl er nach seiner Emeritierung und seinem Umzug nach Bonn eigentlich Zeit für anderes haben könnte, lässt ihn die Chemie nicht los. Unermüdlich als Autor tätig, ist er zudem am

In der neuen Experimentierküche des Deutschen Museums Bonn können Kinder und Jugendliche nach Herzenslust experimentieren. Das vielfältige Programm soll den Nachwuchs für dieses spannende wissenschaftliche Fach begeistern.

DR. ANDREA NIEHAUS studierte Kunstgeschichte in Kiel, München und Florenz. Seit 2001 leitet sie das Deutsche Museum in Bonn.

hiesigen IEL beschäftigt. Und er findet auch noch Zeit für die Experimentierküche: Stets steht er für alles, was mit ihr zu tun hat, mit nicht endender Begeisterung zur Verfügung, zum Beispiel auch für Lehrerfortbildungen.

Die von ihm angeregte Vortrags- und Workshopreihe zur »Vier-Jahreszeiten-Chemie« zeigt, dass Chemie fast überall drinsteckt, vor allem in unseren Nahrungsmitteln: angefangen vom Ei (Frühling: Ostern), über Obst und Gemüse (Sommer) und Kartoffeln (Herbst) bis hin zu Gewürzen (Winter). Zum Auftakt in der Osterzeit ging es »Um das Gelbe im Ei«. In seinem Experimentalvortrag stellte Georg Schwedt die wichtigsten chemischen Bestandteile von Eiern in den Mittelpunkt. Darüber hinaus widmete er sich auch der Kunst des Eierfärbens auf chemischer Ebene – mit künstlichen und natürlichen Farbstoffen. Im Winter werden dann vertraute Düfte durch die Experimentierküche wehen, denn dann steht die Weihnachtsbäckerei an, bei der die Zutaten beim Kuchenbacken unter die Lupe genommen werden.

BLICK IN DIE ZUKUNFT. Die Experimentierküche und ihre Entwicklung wird uns hoffentlich noch länger beschäftigen. Gerade für die Zielgruppe Hauptschulen erarbeiten wir in Zusammenarbeit mit der Deutsche Telekom Stiftung neue, weiterführende Strategien, die besonders die Übergangphase Schule – Beruf betreffen. Hier gibt es noch viel zu tun!

Doch bevor wir unsere diesbezüglichen Ideen umsetzen, steht der nächste Schritt an. Unter dem Motto »Experimentierküche entdecken« können nicht nur Schüler, sondern alle Besucher an jedem zweiten und vierten Sonntag im Monat von 14 bis 17 Uhr bei unseren Schnupperkurse mitmachen, beispielsweise bei der Parfümherstellung! ■

Die Geschichte vom Urknall

Zwei Nobelpreisexponate erzählen



Im Juni 2008 besuchte der amerikanische Physik-Nobelpreisträger George Smoot das Deutsche Museum und brachte ein neues Exponat mit.

Von Christian Sicka

Der Entdecker der Fluktuationen im kosmischen Mikrowellenhintergrund, Georg Smoot, hatte sein Differentielles Mikrowellenradiometer (DMR) mitgebracht, das er dem Deutschen Museum übergab. Bei dem neuen Nobelpreisexponat handelt es sich um das mechanische Testmodell eines von drei Geräten, die an Bord des Forschungssatelliten COBE (Cosmic Background Explorer) im Jahr 1992 Temperaturschwankungen im Mikrowellenhintergrund gemessen haben (Bild 2). Da sich das Original des 31 GHz DMR noch im Orbit befindet und am Ende der Mission planmäßig zusammen mit dem Trägersatelliten COBE in der Erdatmosphäre verglühen wird, kann dem Museumsbesucher

»nur« das Testmodell als Zeuge dieser epochalen Entdeckung gezeigt werden. Smoot stellt dem Museum sein DMR, das ihn jahrelang auf Vortragsreisen begleitet hat, als Leihgabe zur Verfügung. Es wird vorläufig im Eingangsbereich der Astronomieausstellung ausgestellt, bevor es als eines der Hauptexponate in der geplanten Kosmologieausstellung zu bewundern sein wird.

Mit Smoots Beobachtung kleiner Temperaturschwankungen im kosmischen Mikrowellenhintergrund begann eine neue Epoche in der Kosmologie – man spricht von der Ära der Präzisionskosmologie. Gemeint ist damit, dass Messungen von Fluktuationen im Mikrowellenhimmel erstmals Daten lieferten,

die eine genaue Überprüfung des Urknall-Modells erlaubten. Der englische Physiker Steven Hawkins bezeichnete die Ergebnisse der COBE-Mission deshalb überschwänglich als: »...die größte Entdeckung des Jahrhunderts, wenn nicht sogar aller Zeiten.« (Interview mit der *London Times* im April 1992)

MESSUNG MIT DER HORNANTENNE. In der Euphorie der ersten Stunden nach der Veröffentlichung der COBE-Ergebnisse war die Begeisterung von Steven Hawkins sicherlich gerechtfertigt. Sieht man die gesamte Geschichte kosmologischer Forschung, so war die eigentliche Entdeckung der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung 28 Jahre früher eine vergleichbar große wissenschaftliche Sensation. Für diese Entdeckung wurde ebenfalls der Nobelpreis für Physik verliehen. Ihn erhielten 1978 die beiden Radioastronomen, Arno Penzias und Robert Wilson.

Auch von ihrer Entdeckung erzählt ein Nobelpreisexponat im Deutschen Museum. Es ist die Messapparatur der Hornantenne von Penzias und Wilson, mit der die beiden die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung im Jahr 1964 entdeckten (siehe Bild 3). Das Exponat kam zur Eröffnung der Astronomieausstellung im Jahr 1992 an das Deutsche Museum und war bis vor einem Jahr im Rundraum im 5. OG ausgestellt. Seit 2007 hat es einen Ehrenplatz im Vorraum der Astronomieausstellung. Im Schreiber kann man hier noch die erste Messung der Reststrahlung vom Urknall bewundern. Das eigentliche Horn der Hornantenne, ein 15 Meter langer Trichter mit dem Segment eines metallischen Parabolspiegels, steht heute als »National Historic Landmark« in Holmdel, New Jersey. Das kleine Messhäuschen ist heute allerdings leer (siehe Bild 1). Die Messinstrumente, mit denen Penzias und Wilson damals die vom Horn gesammelte Mikrowellenstrahlung analysierten, stehen im Deutschen Museum. Arno Penzias, der 1933 in München geboren wurde und als Jude zusammen mit seiner Familie in die USA emigrieren musste, hatte das Deutsche Museum aus seiner Kindheit in Erinnerung und überließ die Messapparatur dem Deutschen Museum als Leihgabe.

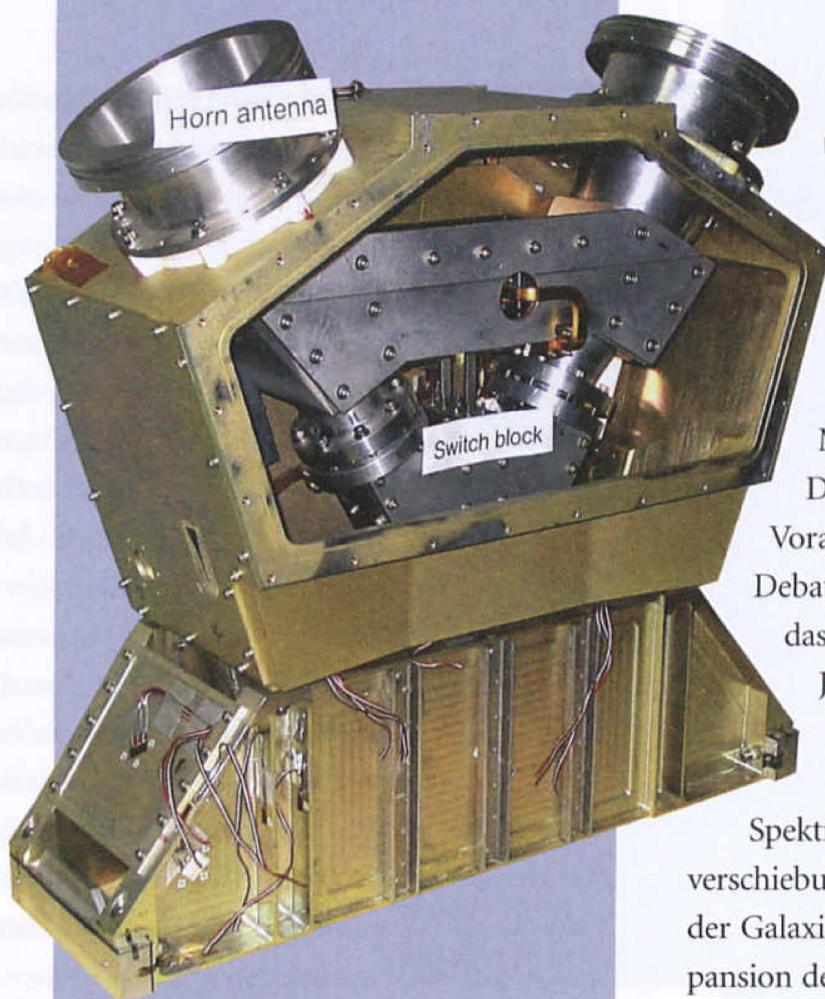


Bild 2: Mechanisches Testmodell des 31 GHz Differentiellen Mikrowellenradiometers (DMR), das an Bord des Forschungssatelliten COBE im Jahr 1992 Temperaturunterschiede im kosmischen Mikrowellenhintergrund aufspürte.

Bild 1 linke Seite: Arno Penzias (rechts) und Robert Wilson (links) vor der Hornantenne, mit der die Radioastronomen den kosmischen Mikrowellenhintergrund entdeckten. Die Messapparatur war in der Kabine links untergebracht und steht heute im Deutschen Museum.

MIKROWELLEN BEWEISEN

URKNALL. Die Entdeckung des kosmischen Mikrowellenhintergrundes durch Penzias und Wilson – mit der im Deutschen Museum ausgestellten rauscharmen Verstärkeranlage für schwache Mikrowellensignale – bedeutete den Durchbruch des Urknall-Modells. Voraus ging eine 35 Jahre anhaltende Debatte, welches Modell vom Kosmos das richtige sei. Angefangen hat sie im Jahr 1929, als Edwin Hubble eine Beziehung zwischen der Entfernung und der Rotverschiebung der Spektren von Galaxien fand. Diese Rotverschiebung deutet auf eine Fluchtbewegung der Galaxien und damit auf eine globale Expansion des Kosmos hin. Die Galaxien mussten daher anfangs enger zusammengedrängt gewesen sein. In letzter Konsequenz führt das auf einen Beginn des Kosmos zu einer Zeit hin, als alle Materie auf einen Punkt konzentriert war.

Der erste Vertreter dieser Idee war der belgische Priester und Physiker Abbé Georges Lemaître mit seiner Vorstellung vom Beginn des Kosmos aus einem Uratom. In den 1940er Jahren fand anschließend eine Gruppe um den russisch-amerikanischen Atomphysiker George Gamow im heißen Urknall ideale Bedingungen, um die heute im Kosmos vorherrschenden leichten Elemente Wasserstoff, Helium und Lithium zu erzeugen. Doch weder die mögliche Elemententstehung im Urknall noch die Rotverschiebung entfernter Galaxien konnte ganz überzeugen. Der britische Astronom und Mathematiker Sir Fred Hoyle erdachte mit einigen Kollegen daraufhin in den 1950er Jahren eine Alternative zum Urknall-Modell, die sogenannte Steady-State-Theorie. Danach sollte sich das Universum in einem Zustand der Gleichförmigkeit befinden, in welchem die kontinuierliche Erzeugung von Materie die Expansion des Weltalls vorantreibt. Erst die Entdeckung der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung 1964 mit der Hornantenne brachte eine Entscheidung zwischen den konkurrierenden Theorien über den Kosmos zugunsten des Urknall-Modells. Die über den ganzen Him-

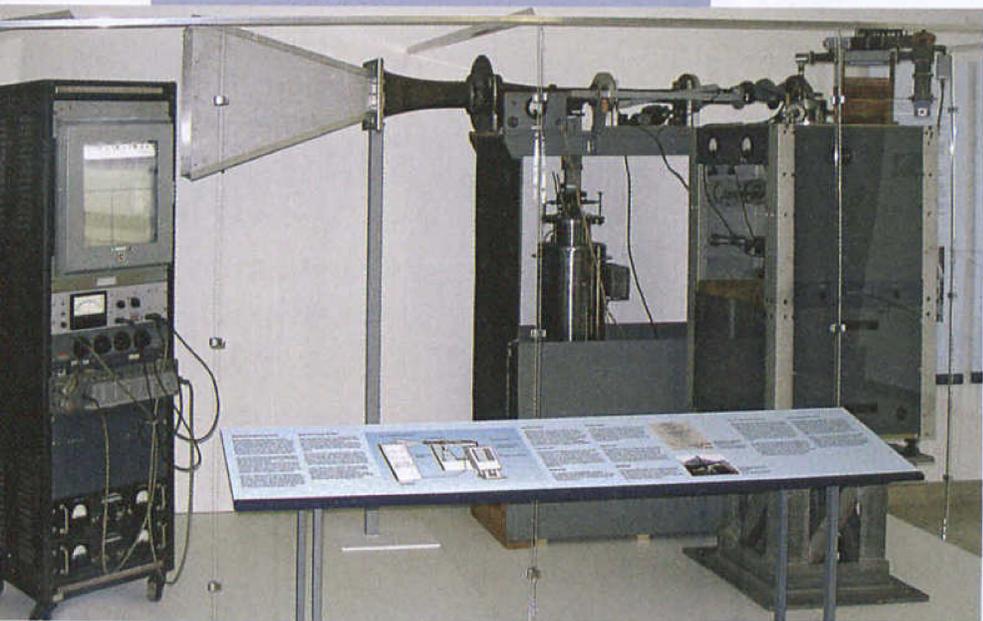


Bild 3: Messapparatur zur Aufzeichnung schwacher Mikrowellensignale bei einer Wellenlänge von 7,3 cm. Arno Penzias und Robert Wilson fanden mit dieser Messvorrichtung im Jahre 1964 die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung.

mel gleichmäßig verteilte Mikrowellenstrahlung konnte im Rahmen der Steady-State-Theorie nicht erklärt werden, fand aber im Gegensatz dazu als aus einem heißen Urknall übrig gebliebene Reststrahlung eine natürliche Erklärung.

STANDARDMODELL DER KOSMOLOGIE. Die Entdeckung des Mikrowellenhintergrundes veranlasste viele Kosmologen, die vorher Anhänger der Steady-State-Theorie oder einer anderen kosmologischen Theorie gewesen waren, ins Lager der Vertreter des Urknall-Modells zu wechseln, das Anfang der 1970er Jahre zum Standardmodell der Kosmologie wurde. Im Rahmen dieses Modells ist die kosmische Hintergrundstrahlung ein Überbleibsel aus dem frühen Kosmos – 380.000 Jahre nach dem Urknall, als der Kosmos noch tausendmal kleiner war und eine Temperatur von 3.000 Kelvin herrschte. Damals war das heiße Plasma so weit abgekühlt, dass die Atomkerne freie Elektronen einfangen konnten.

Photonen wurden nicht mehr an den freien Elektronen gestreut – das Universum wurde durchsichtig. Die anfänglich 3.000 Kelvin heiße Temperaturstrahlung kühlte mit der Expansion des Kosmos auf heute 2,7 Kelvin ab und kann daher hauptsächlich im Mikrowellenbereich empfangen werden. Beobachten wir den Mikrowellenhintergrund, so schauen wir deshalb auf eine sehr frühe Epoche des Kosmos zurück. Manchmal wird die kosmische Hintergrundstrahlung auch als Nachglühen des Urknalls bezeichnet.

NICHT GESUCHT UND DOCH GEFUNDEN. Kurioserweise war die Entdeckung der kosmischen Hintergrundstrahlung von Penzias und Wilson im Jahr 1964 eine Zufallsentdeckung, obwohl in Fachkreisen eine Mikrowellenhintergrundstrahlung als Reststrahlung des Urknalls schon mehrfach diskutiert worden war. So sagten die amerikanischen Physiker Ralph Alpher und Robert Hermann schon 1948 einen Mikrowellenhintergrund voraus und berechneten seine Temperatur auf 5 Kelvin. Beide Physiker und ihr Kollege George Gamow veröffentlichten in der Folgezeit mehrere Arbeiten über das Thema. Es fand sich aber niemand, der versuchte diese Strahlung zu messen, bis eine Gruppe von Physikern an der Princeton Universität Anfang der 1960er Jahre das Thema wieder aufgriff und begann, im Frühjahr 1964 eine Antenne zur Messung der Mikrowellenhintergrundstrahlung zu bauen. Penzias und Wilson wussten weder davon, noch kannten sie die theoretischen Berechnungen Gamows und seiner Kollegen. Die beiden waren als Radioastronomen bei der Bell Telephone Company angestellt, und starteten 1963 ein Forschungsprogramm mit einer 20-Fuß-Hornantenne. Sie hofften, mit dieser Antenne Radiowellen aus dem Halo der Milchstraße zu empfangen, um damit den Aufbau unserer Heimatgalaxie zu entschlüsseln. Das Radorauschen der Milchstraße ist aber schwer zu unterscheiden von dem unvermeidlichen elektrischen Rauschen, das von der Antenne, der Verstärkeranlage und der Atmosphäre erzeugt wird. Deshalb mussten Penzias und Wilson zuerst die verschiedenen Rauschquellen identifizieren. Zu ihrer Überraschung empfangen sie im Frühjahr 1964, bei einer Wellenlänge von 7,35 Zentimetern, ein beachtliches Rauschen, das sie keiner bekannten Quelle zuordnen konnten.

Ein Jahr suchten sie vergeblich nach der Rauschquelle, bis Penzias über Umwege Kontakt zu einer Forschergruppe um Robert Dicke aus Princeton aufnahm, die das Rauschen als Reststrahlung des Urknalls deuteten. Dicke soll nach dem Telefonanruf von Penzias aus Crawford Hill ausgerufen haben: »Jungs, man ist uns zuvorgekommen!«

DIE FORSCHUNGSMASCHINERIE KOMMT IN GANG. Penzias und Wilson haben nicht nur eine Vorentscheidung bei der Debatte um das richtige kosmologische Modell herbeigeführt, sie haben mit ihrer Entdeckung ein neues Forschungsfeld eröffnet. Denn schon bald war klar, dass im Mikrowellenhintergrund noch sehr viel mehr Information über den Kosmos steckt. Die beiden amerikanischen Astrophysiker Rainer Sachs und Arthur Wolfe berechneten im Jahr 1967, dass die kosmischen Mikrowellen eigentlich nicht ganz gleichmäßig aus allen Himmelsrichtungen kommen.

Da es sich bei der kosmischen Hintergrundstrahlung um Temperaturstrahlung handelt, spricht man auch von Temperaturschwankungen im Mikrowellenhintergrundhimmel. Ihren Berechnungen nach entstanden die Temperaturunterschiede durch kleine Materieverdichtungen 300.000 Jahre nach dem Urknall. Ohne diese Materieverdichtungen könnte sich keine Materie in der Folge zusammengeballt haben. Mit anderen Worten: Es wären keine Sterne, keine Galaxien und keine Galaxienhaufen entstanden.

Nach der Entdeckung der Mikrowellenhintergrundstrahlung entwickelte sich ein regelrechter Wettlauf, wer als Erster die Fluktuationen im Mikrowellenhintergrundhimmel messen würde. Um das Problem der schlechten Durchlässigkeit der Erdatmosphäre für Mikrowellen zu umgehen, wurden Mikrowellenradiometer mit Ballonen in große Höhen gebracht. In den 1970er Jahren konnten erstmals Temperaturschwankungen von nur 1/1.000 Kelvin im Mikrowellenhintergrundhimmel gemessen werden. Der Temperaturunterschied trat auf, wenn man gegenüberliegende Himmelsbereiche verglich. Es ist die sogenannte Dipolanisotropie, ein Dopplereffekt, den man beobachtet, weil sich die Milchstraße mit einer Geschwindigkeit von ca. einem Tausendstel der Lichtgeschwindigkeit durch den Kosmos bewegt. Allerdings gab es weiter keine Anzeichen für die von Sachs und Wolfe berechneten Temperaturschwankungen, die ihren Ursprung im frühen Kosmos haben sollten.

MESSUNG IM WELTRAUM. Nach einigen fehlgeschlagenen Versuchen, weitere Temperaturschwankungen neben der Dipolanisotropie im Mikrowellenhintergrundhimmel zu messen, kam man letztendlich zu dem Schluss, dass die erforderliche Messgenauigkeit wohl nur bei einer Messung im Weltraum von einem Satelliten aus zu erreichen sei. Smoot und sein Team reichten daraufhin einen Antrag bei der NASA ein, um eine Satellitenmission zur Erforschung des kosmischen Mikrowellenhintergrundes zu starten. Bewilligt wurde ein Satellit mit drei Geräten zur Erforschung des Mikrowellenhintergrundes. Eines davon war das Differentielle Mikrowellenradiometer von Smoot.

Das Unternehmen war anfangs vom Pech verfolgt. Eigentlich war geplant, den Satelliten mit einem Spaceshuttle ins All zu befördern. Nach der Challenger-Katastrophe im Januar 1986 wurde dieser Plan aber fallengelassen und das ganze Projekt drohte zu scheitern. Smoot gab nicht auf, und schließlich stimmte die NASA zu, den Forschungssatelliten mit einer Delta-Rakete auf seine Umlaufbahn zu bringen. Das Gewicht des Satelliten musste noch einmal erheblich reduziert werden, bevor COBE endlich am 18. November 1989 von der Vandenberg Air Force Base in Kalifornien starten konnte (siehe Bild 4).

Mit an Bord waren drei Radiometer zur Kartierung der Fluktuationen im Mikrowellenhintergrund, empfindlich bei 31,4, 53, und 90 GHz. Jedes Radiometer hatte zwei Hornantennen mit einem Sichtwinkel von sieben Grad, welche auf 60 Grad voneinander entfernte Positionen ausgerichtet wurden. Ein Empfänger schaltete sehr schnell zwischen den beiden Antennen hin und her. Aus der Differenz der beiden Messwerte konnte Smoot auch feinste Unterschiede bestimmen. Die hohe Empfindlichkeit wurde durch eine genaue Temperaturkontrolle erreicht: 300 Kelvin für 31,4 GHz und 140 Kelvin für 53 und 90 GHz.

DAS ERSTE BILD VOM KOSMOS. Die Messdaten, die das DMR ab 1989 vier Jahre lang sammelte und zur Erde funkte, waren sensationell. Die Himmelskarten, die Smoot und sein Team aus den Daten erstellen konnten, zeigten deutliche Unregelmäßigkeiten im Mikrowellenhintergrundhimmel. Dabei stellten sie fest, dass die Temperatur beim Blick in verschiedene Richtungen im Bereich von nur 1/100.000 der mittleren Mikrowellenhintergrundtemperatur schwankt. Gemäß dem Urknall-Modell sind diese Temperaturschwankungen ein direktes Abbild der Materiekonzentrationen 380.000 Jahre nach dem Urknall. Der mit dem DMR aufgenommene Mikrowellenhinter-

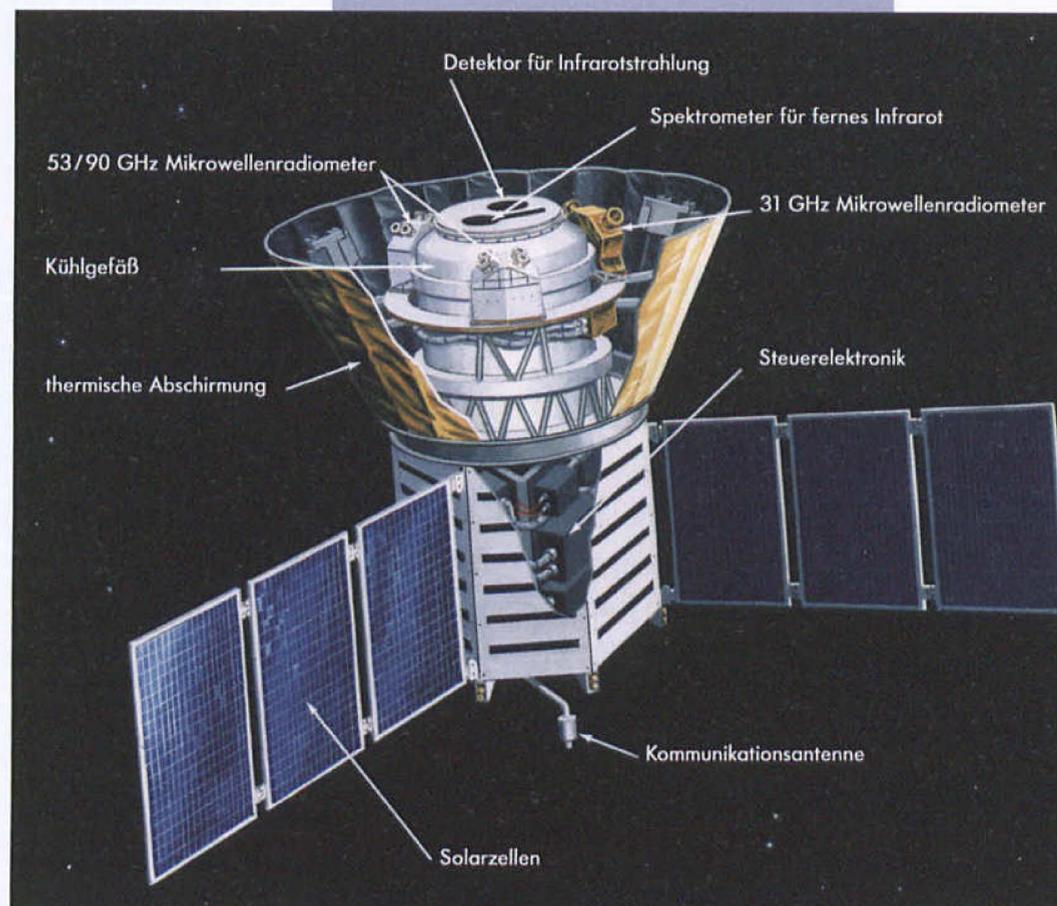


Bild 4: NASA-Forschungssatellit COBE (Cosmic Background Explorer) mit den beiden Apparaturen zur Vermessung des Mikrowellenhintergrundes, dem Differentiellen Mikrowellenradiometer (DMR) und dem Spektrographen FIRAS.

grundhimmel ermöglicht damit einen Blick tief in die Vergangenheit des Kosmos – es ist das erste »Bild« vom jungen Universum (siehe Bild 5).

Die lange Suche nach den Anisotropien im Mikrowellenhintergrund war damit erfolgreich. Die Temperaturschwankungen waren gerade noch groß genug, um gemäß dem Urknall-Modell die Entstehung der heutigen Galaxien und Galaxienhaufen aus frühen Materiekonzentrationen erklären zu können. Hätten die Messungen nur halb so große Temperaturunterschiede ergeben, so wären die anfänglichen Materiekonzentrationen zu gering und die Schwerkraft hätte sie nicht zu den heutigen Großstrukturen zusammenziehen können – das Urknall-Modell wäre ernsthaft in Gefahr gewesen.

Eine weitere Bestätigung des Standardmodells der Kosmologie brachte ein zweites Instrument an Bord des COBE-Satelliten. Der amerikanische Astrophysiker John Mather und sein Team entwickelten ein Spektrometer zur genauen spektralen Vermessung der Mikrowellenhintergrundstrahlung. Mather konnte zeigen, dass das Spektrum der Mikrowellenhintergrundstrahlung exakt dem eines schwarzen Körpers bei einer Temperatur von 2,73 Grad über dem absoluten Nullpunkt entspricht. Das gemessene Spektrum und die daraus resultierende Temperatur stimmen hervorragend mit den Voraussagen des Urknall-Modells überein. Zusammen mit Smoot wurde Mather dafür im Jahr 2006 der Nobelpreis für Physik verliehen.

ANALYSE DER FEINEN STRUKTUREN.

Nach den großartigen Ergebnissen der COBE-Mission setzte sich die Erfolgsgeschichte bei der Erforschung des Mikrowellenhintergrundes fort. Da das DMR von Smoot nur Temperaturunterschiede im Mikrowellenhintergrundhimmel detektieren konnte, die zwischen zehn und 90 Grad lagen, war das erste Bild vom frühen Kosmos noch unscharf. Nach COBE galt es, die feineren Strukturen im Mikrowellenhintergrundhimmel aufzulösen. Diese sollten etwas über die physikalischen Prozesse aussagen, die bis 380.000 Jahre nach dem Urknall das Geschehen im Kosmos bestimmten. Das Plasma wurde damals durch

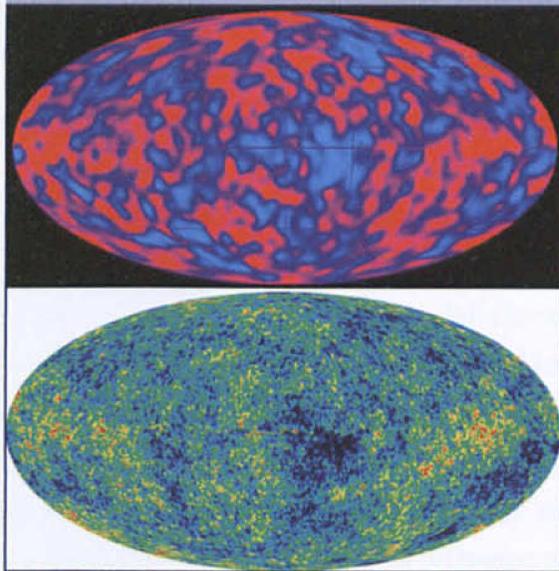


Bild 5 oben:
Die Karte zeigt geringe Temperaturunterschiede (rot ist wärmer) im Mikrowellenhintergrundhimmel, die mithilfe des Differentiellen Mikrowellenradiometers (DMR) während der COBE-Satellitenmission aufgezeichnet werden konnten.

Bild 6 unten:
Diese Karte des Mikrowellenhintergrundes wurde mithilfe des 2001 gestarteten Forschungssatelliten WMAP erstellt. Mit einer Winkelauflösung von unter einem Grad zeigt sie ein wesentlich genaueres Bild vom frühen Kosmos als die ersten Kartierungen von 1992 mithilfe des COBE-Satelliten.

DR. CHRISTIAN SICKA ist seit 2004 am Deutschen Museum als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Der promovierte Astrophysiker war in dieser Zeit an der Konzeption mehrerer Ausstellungen beteiligt. Momentan plant er eine Ausstellung zur Kosmologie, die als Teil der bestehenden Astronomieabteilung im Mai 2010 eröffnet werden soll. In seiner Promotion an der LMU in München beschäftigte er sich mit inhomogenen kosmologischen Modellen, einer möglichen Alternative zum Standardmodell der Kosmologie.

die Gravitationskraft an Stellen höherer Dichte zusammengezogen und danach durch den Strahlungsdruck wieder auseinandergetrieben – man bezeichnet dieses Verhalten auch als akustische Schwingung. Dichtere Bereiche mit großer räumlicher Ausdehnung brauchten für diesen Vorgang länger als kleinräumige Dichtefluktuationen. 380.000 Jahre nach dem Urknall hörten diese Prozesse fast schlagartig auf. Die freien Elektronen wurden durch die Atomrümpfe eingefangen, die Photonen wurden nicht mehr an den Elektronen gestreut und konnten sich ab jetzt frei ausbreiten – das Universum war durchsichtig geworden. Die akustischen Schwingungen sollten auf einer Winkelskala kleiner als ein Grad im Mikrowellenhintergrundhimmel eingefroren sein.

Ballongestützte Messungen brachten in den 1990er Jahren eine bessere Auflösung bei der Kartierung bestimmter Himmelsbereiche und fanden erstmals einen Hinweis auf die vorausgesagten akustischen Schwingungen. Anfang des 21. Jahrhunderts konnten Astronomen mithilfe der im Jahr 2001 gestarteten Sonde WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe) eine hochaufgelöste Karte des gesamten Mikrowellenhimmels erstellen (siehe Bild 6). Messungen aus dieser Satellitenmission bilden die momentan wichtigste Datengrundlage in der kosmologischen Forschung.

Die Beobachtung der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung hat damit nicht nur zum Durchbruch des Urknall-Modells geführt, sondern ermöglicht es auch, Parameter dieses Modells wie das Alter des Universums oder den Beginn und das Ende bestimmter Epochen in der Geschichte des Kosmos genau zu bestimmen.

Im Jahr 2008 wird ein europäischer Forschungssatellit (PLANCK) gestartet, der eine noch genauere Karte vom Mikrowellenhintergrundhimmel erstellen wird. Auch einige bodengebundene Experimente sind im Gange. Die Erforschung des Mikrowellenhintergrundes beansprucht heute einen Milliardenetat und hunderte von Forschern sind auf diesem Gebiet tätig.

Am Anfang dieser spannenden Forschungsgeschichte stand eine Zufallsentdeckung von zwei Radioastronomen mit einer Hornantenne irgendwo in New Jersey. ■

Veranstaltungen & Ausstellungen

OKTOBER BIS DEZEMBER 2008

MUSEUMSINSEL

Die Museen sind geschlossen am: 1. November, 10. Dezember ab 13 Uhr, 24. Dezember, 25. Dezember, 31. Dezember, 1. Januar.

SONDERAUSSTELLUNGEN

Techscapes – Fotografien von Jürgen Scriba (29. Juli bis 11. Januar)

Vom Hochofen zum Hybridantrieb. MAN – 250 Jahre deutsche

Technikgeschichte (ab 15. Oktober)

Jüdische Mathematiker in der deutschsprachigen

akademischen Kultur (ab 20. November)

SONDERVERANSTALTUNG

Di 18.11. Tagung: 10 Jahre Neugestaltung der Ausstellung

Brückenbau im Deutschen Museum

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

20.10. N.N.

03.11. Vom Experiment zur Lithografie: Instrumentenskizzen aus Heidelberger Laboratorien um 1870

17.11. Zur Erfahrungsgeschichte der deutschen Chemiker und Ingenieure im 20. Jahrhundert. Berufsbiografien im Leuna- und im Bunawerk

01.12. N.N.

15.12. Museums in the 20th Century: Objects, Spaces, Ideas

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,- Euro. private Mitglieder frei

01.10. Das Herz der Mathematik

08.10. Die Chemie als heimlich Geliebte –

Experimente in der Weltliteratur von Goethe bis Thomas Mann

15.10. Schwarze Löcher im Teilchenbeschleuniger LHC?

22.10. Turbulentes Weltall: Die Physik des interstellaren Mediums

29.10. Aus Ideen Erfolge machen: Die Nominierungen zum Deutschen Zukunftspreis 2008

05.11. Lasst Enzyme für Euch arbeiten – sanfte Chemie mit biologischen Katalysatoren

12.11. Web 2.0 – gesellschaftliche, mediale und politische Auswirkungen der Informationstechnologie

19.11. N.N.

26.11. N.N.

03.12. Kriminalität im Internet

10.12. N.N.

17.12. Pisa, Bach, Pythagoras

SONDERVORFÜHRUNGEN GLASBLASEN

2. OG, Glasbläserstand neben der Altamira-Höhle

Di 14.10. 14.00 Uhr Fadenglas

Sa 29.11. 11.30/14.00 Uhr Verbindungen von Glas und Metall

So 30.11. 11.30/14.00 Uhr Verbindungen von Glas und Metall

Mi 03.12., Do 04.12., jeweils 14.00 Uhr (1. OG, Hörsaal der Abteilung Chemie)

Silberner Christbaumschmuck

SENIORENFÜHRUNGEN

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

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

09.10. »Über den Wolken« - Ein ehemaliger Flugkapitän erzählt

13.11. Die Abteilung Astronomie mit Planetariumsbesuch (nur 10 Uhr)

11.12. Reise durch die Welt der Mathematik

FRAUEN TECHNIK WISSEN

Mittwoch, 10 Uhr, Treffpunkt: Hauptpforte des Deutschen Museums, Eintritt frei

08.10. Spaziergang durch die Welt der Rechenhilfen

12.11. Maß, Zahl und Klang – Vom Clavichord zum Klavier

10.12. Einblicke in die Welt der Symmetrie

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

Sa 25.10. 14.30 Uhr 850 Jahre München I: Orgelkonzert

So 02.11. 11.15 Uhr 850 Jahre München II: Matinee

Sa 15.11. 14.30 Uhr 850 Jahre München III: Orgelkonzert

der dritte mittwoch

So 23.11. 11.15 Uhr 850 Jahre München IV: Matinee

So 07.12. 11.15 Uhr 850 Jahre München V: Matinee

der dritte mittwoch

Sonderführung

So 05.10. 11.15 Uhr Siemens-Studio für elektronische Musik

KINDER- UND JUGENDPROGRAMM

FERIENPROGRAMM

Für Kinder und Jugendliche von 9 bis 16 Jahren. Das vollständige Programmangebot entnehmen Sie bitte ab Mitte Oktober den aktuellen Angaben unter

www.mathe-in-muenchen.de oder der Tagespresse.

Information und Anmeldung (soweit erforderlich): ☎ 089 / 21 79 - 592

E-Mail: g.kramer@deutsches-museum.de

Di. 04.11. bis Sa. 08.11, täglich 10 bis 16 Uhr

Zahllose Abenteuer – Mit mathematischem Blick durch München

(Mathematische Knobelien und Spiele – Wissensgalerie – Zahlreiche

Kurzworkshops – Mathe-Theater – Tagesworkshops – Mathe im Trickfilm)

Mi 05.11. 10 bis 16 Uhr Mathe im Trickfilm

Do 06.11. 10 bis 16 Uhr Mathe im Trickfilm

Sa 08.11. 10 bis 12 Uhr Schach-Mathe!

Sa 08.11. 14 Uhr Mathe-Forum und Mathe-Theater

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

08.10., 22.10. Wetter

12.11., 26.11. Origami

TRY IT! – WORKSHOPS FÜR JUNGE LEUTE AB 13

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

Kosten: Museumseintritt und ggf. Materialkosten

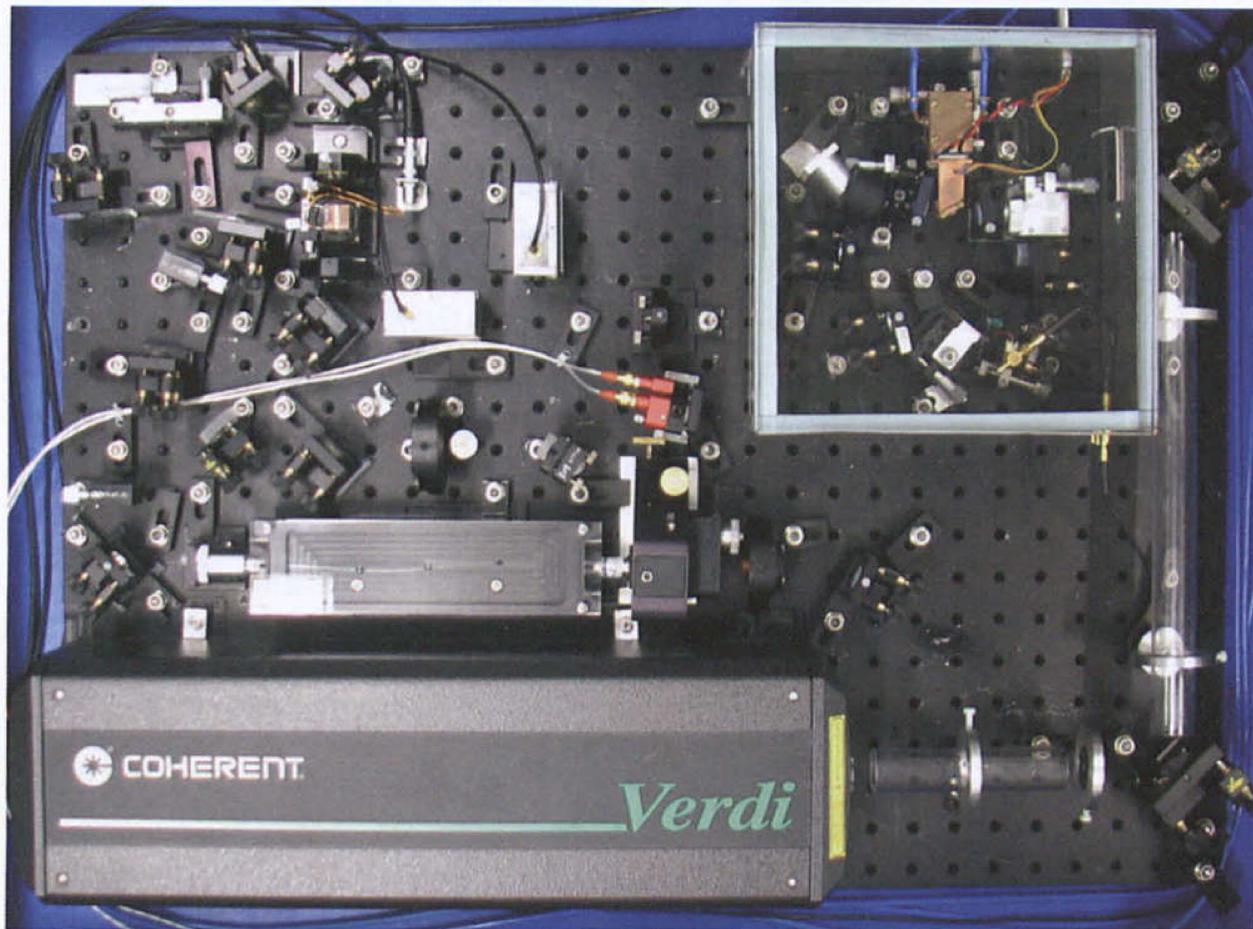
Sa 25.10. 14 bis 15.30 Uhr Hier wird was gedreht!

Sa 15.11. 9 bis 17 Uhr Rasterelektronenmikroskop

Fortsetzung Seite 62

Der Frequenzkamm

Ein Nobelpreis-Exponat im Deutschen Museum



Vor drei Jahren erhielt der Physiker Theodor W. Hänsch den Nobelpreis für Physik. Ausgezeichnet wurde der Garchinger Forscher unter anderem für sein Präzisionsgerät zur Messung der Wellenlänge des Lichts. Von Christian Sichau

Im Jahr 2005 erinnerte das Deutsche Museum in einer Ausstellung an die Arbeiten des wohl berühmtesten Naturwissenschaftlers – Albert Einstein. An einer Stelle wurde der Nobelpreis thematisiert, den Einstein 1922 für die Deutung des sogenannten fotoelektrischen Effekts erhalten hatte. Einstein hatte 1905 in einem Aufsatz darauf hingewiesen, dass Licht – entgegen der damaligen Lehrmeinung – nicht nur als eine elektromagnetische Welle aufzufassen ist, sondern auch Teilchencharakter hat (Photonen). Bei der Vergabe des Nobelpreises für das Jahr 2005 wollte auch das zuständige Komitee an diese

100 Jahre zurückliegende Arbeit Einsteins erinnern. Ausgezeichnet wurden daher Wissenschaftler, die neue Erkenntnisse über das Licht und dessen Eigenschaften gebracht haben. Gemeinsam mit den US-amerikanischen Forschern John L. Hall und Roy J. Glauber wurde auch Theodor W. Hänsch (Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching und Ludwig-Maximilians-Universität München) für seine Leistungen auf dem Gebiet der Präzisionslaserspektroskopie und für die Entwicklung des Frequenzkamms mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet.

Die neuen, weitreichenden Einsichten und

Möglichkeiten, die Hänsch mit seiner nun prämierten Forschung eröffnete, verweisen allerdings auf die Wellentheorie des Lichts. Sie erinnern damit eher an einen der berühmtesten Physiker des 19. Jahrhunderts: James Clerk Maxwell. Er hatte mit seiner Theorie des Elektromagnetismus im 19. Jahrhundert die Grundlage der Wellentheorie des Lichts geschaffen. Neben diesem physikalischen Verweis kann Hänschs Forschungsarbeit noch in anderer Hinsicht mit Maxwell verknüpft werden. In seiner Antrittsvorlesung an der Universität Cambridge im Jahr 1871 hatte Maxwell auf die (nicht nur damals) weit verbreitete Meinung hingewiesen, dass in wenigen Jahren alle wichtigen Größen der Physik gemessen sein würden und es dann die einzige verbleibende Aufgabe der Wissenschaftler wäre, diese Messungen um eine weitere Dezimalstelle zu verbessern.

NEUE ERKENNTNIS DURCH MESSUNG.

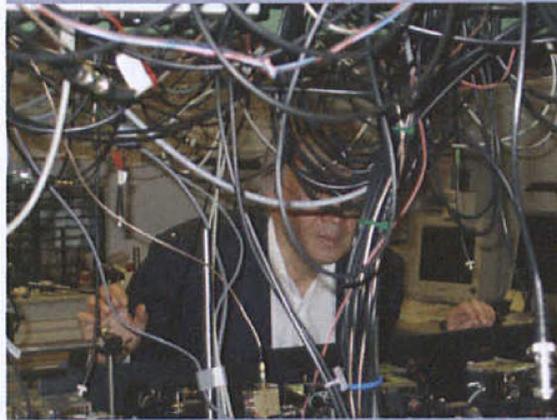
Aussagen ähnlicher Art kursieren vielfach in der Physikgeschichte. Immer wurde behauptet, die wesentlichen Erkenntnisse seien bereits erlangt und nun müsse man nur noch »langweilige« Messungen durchführen, um die eine oder andere Größe etwas genauer zu bestimmen. Dabei war und ist eine solche Sicht in vielfacher Weise falsch, wie auch das Nobelpreiskomitee in seiner Würdigung der Preisträger betonte: »Die Geschichte der Wissenschaft lehrt uns, dass viele Fortschritte von beispiellosen Präzisionsmessungen angetrieben wurden, die neue Strukturen und Phänomene aufdeckten.«

Ein zentraler Aspekt der Forschungsarbeiten von Theodor Hänsch lässt sich verkürzt so ausdrücken: Wie genau können wir eigentlich die Wellenlänge von Licht bestimmen? Wie präzise können wir »nahe« beieinanderliegende Spektrallinien voneinander unterscheiden? Praktische, instrumentenbedingte Faktoren spielen hier ebenso eine Rolle wie grundsätz-

liche Grenzen. Doch die Frage bleibt: Können wir Spektrallinien finden, die extrem fein sind? Eine mögliche Technik hierfür wurde bereits 1944 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet (Isidor Rabi), sie wurde zur Grundlage der Atomuhren. Genutzt wird eine bestimmte elektromagnetische Welle, die unter definierten Bedingungen von Cäsium ausgesendet bzw. absorbiert wird. Die Frequenz dieser Welle, also die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde, liegt im Mikrowellenbereich und kann extrem genau mit einem elektronischen Zählwerk gemessen werden. Dementsprechend ist heute die Sekunde definiert als das 9.192.631.770-fache der Periodendauer dieser Welle; die Längeneinheit Meter wurde 1983 wiederum auf Basis dieser Festlegung und mithilfe der Lichtgeschwindigkeit definiert als diejenige Strecke, die das Licht in $1/299.792.458$ Sekunden durchquert.

Hier zeigt sich bereits, wie eng präzise Messungen von Frequenzen mit der Definition unserer Maßeinheiten verknüpft sind. Die Arbeiten von Theodor Hänsch knüpfen daran an. Dabei setzte er auf den Laser als Lichtquelle. Die Entwicklung des Lasers in den 1960er Jahren ermöglichte es, Licht herzustellen, das sehr genau »einfarbig« ist, also im Spektrum eine extrem feine Linie darstellt. Störungen sind vor allem durch Erschütterungen im Betrieb verursacht. Seit Beginn der 1970er Jahre arbeitete Hänsch an einer Stabilisierung der Frequenz des Laserlichts und dessen Nutzung für die hochpräzise Vermessung von anderen, unbekanntem Spektrallinien. Das Hauptaugenmerk war dabei zunächst auf das Wasserstoffatom als einfachstem Atom gerichtet, da hier die Messungen mit genauen theoretischen Berechnungen verglichen werden können.

Mit der Neudefinition von Sekunde und Meter als Basiseinheiten war die Frage der genauen Messung einer Wellenlänge von (Laser-)Licht allerdings noch nicht behoben. Die Wellenlänge, ausgedrückt in Meter, ergibt sich, wenn man die per Definition festgelegte Lichtgeschwindigkeit durch die gemessene Frequenz des Lichts teilt. Letztlich muss hierzu messtechnisch die Frequenz des Lichts mit der Frequenz einer Atomuhr in Verbindung gebracht werden. Dieses Unterfangen erwies



Kabelsalat: Theodor Hänsch in seinem Forschungslabor.

Bild linke Seite: Ein Blick in das Innere des Frequenzkamms.

Weiterführende Links

www.mpg.de

führt zur Arbeitsgruppe von Professor Hänsch.

nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2005/index.html

führt zur Seite des Nobelpreiskomitees.

sich als äußerst schwierig, da die jeweiligen Frequenzen um mehrere Größenordnungen auseinanderliegen und zudem die Frequenzen sichtbaren Lichts weit jenseits der Möglichkeiten elektronischer Zählwerke liegen, wie sie in der Atomuhr zum Zuge kommen. So lange dieses Problem nicht besser beherrschbar und mit weniger Aufwand in den Griff zu bekommen war, blieb die Neudefinition des Meters für viele Zwecke unbrauchbar.

An dieser Stelle kommt nun der von Theodor Hänsch und seinen Mitarbeitern entwickelte Frequenzkamm als geniale messtechnische Lösung ins Spiel. Wie kann man Schwingungen vermessen, die sich technisch nicht zählen lassen? Nun, man muss sie mit einem einstellbaren und bekannten Faktor so weit herabsetzen, dass sie zählbar werden. Auch wenn diese Lösung einfach klingt, ist die technische Realisierung keine triviale Angelegenheit. Dazu wird das Licht der zu messenden Welle mit den sehr kurzen Pulsen eines Lasers überlagert.

TAUSENDE KAMMARTIGE LINIEN. Bei einer präzisen Ausrichtung des Signals des Pulslasers wird sichergestellt, dass eine ganzzahlige Anzahl von Schwingungszyklen des zu messenden Lichts zwischen zwei Pulsen liegt. Kennt man die Wellenlänge des zu messenden Lichts wenigstens ungefähr – was man mit anderen, vergleichsweise einfachen Messungen erreichen kann –, so lässt sich die zunächst unbekannte Anzahl von Schwingungszyklen zwischen zwei Pulsen festlegen, etwa auf eine Million. Um die gesuchte Frequenz genau zu ermitteln, genügt nun die Kenntnis der Pulswiederholfrequenz des Lasers. Zu deren Bestimmung können jedoch wieder elektronische Zählwerke eingesetzt werden. Auch wenn im Einzelnen bei diesem Vorgehen noch zahlreiche schwierige physikalische und technische Schwierigkeiten zu meistern sind: Die messtechnische Aufgabe ist prinzipiell gelöst. Der meist verwendete Begriff »Frequenzkamm« rührt im Übrigen daher, dass eine Darstellung des Signals des Pulslasers in Form von Frequenzen ein breites Spektrum mit Hunderttausenden feinen Linien mit wohl definierten Abständen ergibt,



Am 18. Juni 2008 übergab Theodor Hänsch die »Version Null« des Frequenzkamms an Wolfgang M. Heckl.

die einem Kamm ähnlich sind. Hänsch und seinen Mitarbeitern gelang es nicht nur, diese Technik grundsätzlich zu realisieren, sondern sie zugleich von einem laborraumfüllenden Versuchsaufbau zu einem handhabbaren, knapp ein m² großen Gerät zu reduzieren. Die Version Null dieses Frequenzkamms hat Theodor Hänsch nun am 18. Juni 2008 dem Deutschen Museum übergeben.

Die Wissenschaft erwartet von den neuen messtechnischen Möglichkeiten wichtige Impulse für die Forschung. Zu welchen neuen Einsichten und vielleicht neuen Phänomenen dies führen wird, lässt sich natürlich nicht genau vorhersagen. Doch einige der Forschungen, die mit Hilfe des Frequenzkamms in Angriff genommen werden können, deuten sich bereits an. So sind nun weitere hochpräzise Messungen von Atomspektren, etwa beim Wasserstoffatom, möglich, die wiederum sich als neue, noch genauere »Tests« der Quantentheorie verstehen lassen. Auch neue Präzisionsmessungen der Allgemeinen Relativitätstheorie werden durchführbar, um zu überprüfen, inwieweit deren Gültigkeit möglicherweise begrenzt ist. Auch zur Beantwortung einer weiteren Grundfrage der Physik – nämlich eine von Theoretischen Physikern diskutierte, mit der Entwicklung unseres Kosmos verknüpfte, allmähliche Veränderung der Naturkonstanten – lassen sich mit dem Frequenzkamm neue Experimente konzipieren. Darüber hinaus sind auch neue (mess-)technische Anwendungen in Aussicht. »Optische Uhren«, die die besten Atomuhren in der Genauigkeit noch um mehrere Größenordnungen übertreffen sollen, sind in den Bereich des Möglichen gerückt. Die Herstellung von verbesserten Eichnormalen für die Längenmessung folgt dann konsequent, da sie über die Festlegung des Wertes für die Lichtgeschwindigkeit unmittelbar mit der Zeitmessung verknüpft ist. Aber auch die Satellitennavigation oder die Datenübertragung mittels optischer Glasfasern könnten von der neuen Technik profitieren. ■■

Anzeige

Bravo!

Harenberg
Kulturführer
Klaviermusik

Harenberg
Kulturführer
Kammermusik

Harenberg
Kulturführer
Malerei

Harenberg

Kultur erleben - Kultur verstehen

Begeistern Sie sich für Kultur!
In den Harenberg Kulturführern finden Sie alles
Wissenswerte über wichtige Werke und deren
Schöpfer – anschaulich, kompetent und sinnlich.
Macht Lust auf mehr ...

Jeweils 768 bzw. 800 Seiten, Gebunden.
50,- € [D]; 51,40 € [A]; 84.80 CHF

Klaviermusik: ISBN 978-3-411-07103-6
Kammermusik: ISBN 978-3-411-07093-0
Malerei: ISBN 978-3-411-07821-9

Abbildungen: Deutsches Museum

Augen für das unsichtbare Universum

Riesenteleskope suchen im All nach Gammastrahlung



Lichtquanten, etwa tausend Milliarden Mal energiereicher als das sichtbare Licht, sind Zeugen von gewaltigen Explosionen, nicht nur in unserer Milchstraße, sondern auch von Geschehnissen um supermassive schwarze Löcher in fernen Galaxien. Auf der Kanareninsel La Palma spürt ein europäisches Forscherteam die Quellen der Gammastrahlung auf. **Von Robert Wagner**



Victor Hess vor seiner Ballonfahrt am 7. Juli 1912.

In bis zu 5.000 Metern Höhe gelang **Victor Hess** zum ersten Mal der Nachweis der kosmischen Strahlung. Gammastrahlungsteleskope wie MAGIC leisten derzeit Beiträge zur Identifikation der Quellen kosmischer Strahlung. Die Wissenschaftler hoffen, knapp einhundert Jahre nach Hess' Entdeckung das Rätsel der kosmischen Strahlung zu lösen.

Der Blick zum nächtlichen Himmel mit seinen Abertausenden Sternen, Nebeln und Galaxien fasziniert die Menschheit seit Anbeginn der Zeit. Im 17. Jahrhundert begannen die Astronomen, allen voran Galilei, Teleskope einzusetzen, um die Gesetzmäßigkeiten des Universums zu begreifen. Bis heute tragen Beobachtungen astronomischer Objekte im sichtbaren Licht entscheidend zu unserem Verständnis des Alls bei. Trotzdem stellt das sichtbare Licht nur einen kleinen Teil des gesamten Spektrums der sogenannten elektromagnetischen Strahlung dar, die sich von den Radiowellen über das Infrarotlicht, das sichtbare Licht und das ultraviolette Licht bis hin zur Röntgenstrahlung und darüber hinaus erstreckt: Auf die Akustik übertragen entspricht das sichtbare Licht einer Oktave, und so können wir behaupten, die Natur spielt auf einer 15 Meter breiten Klavier!

Als der österreichische Physiker **Victor Hess** am 7. Juli 1912 zu einer Fahrt in seinem Forschungsballon aufbrach, konnte er nicht ahnen, dass die Astrophysiker knapp 100 Jahre später noch immer damit beschäftigt sein würden, seine damaligen Beobachtungen zu erklären. Hess entdeckte während seiner Ballonfahrten eine hochenergetische, durchdringende Strahlung aus dem Universum. Heute wissen wir, dass diese »kosmische Strahlung« aus hochenergetischen Elementarteilchen besteht, hauptsächlich aus Protonen und schwereren Atomkernen, welche weit höhere Energien besitzen, als wir auf der Erde erzeugen können. Die kosmische Strahlung erreicht uns aus allen Richtungen des Weltalls, und die auf der Erde ankommenden hochenergetischen Teilchen selbst erlauben daher keine eindeutige Zuordnung zu ihren Quellen. Aufgrund ihrer elektrischen Ladung werden sie auf dem weiten Weg von ihren Entstehungsorten durch Magnetfelder innerhalb und außerhalb unserer Galaxie abgelenkt. Dadurch sind uns Rückschlüsse auf ihre ursprüngliche Richtung am Himmel nicht mehr möglich.

STERNEXPLOSIONEN ALS ASTROPHYSIKALISCHE LABORATORIEN. Seit einiger Zeit machen sich jedoch die Astrophysiker die Tatsache zunutze, dass bei jedem teilchenphysikalischen Beschleunigungsprozess ganz unweigerlich auch sehr energetische Lichtquanten entstehen können. Die sogenannte Gammastrahlung besteht aus Lichtquanten, die etwa tausend Milliarden Mal mehr Energie besitzen als die Quanten des sichtbaren Lichts, noch weitaus mehr als Röntgenstrahlung. Die Gammastrahlung ist elektrisch neutral und lässt sich auf dem Weg zu uns nicht ablenken. Damit weist sie direkt auf ihre Quellen am Himmel zurück. Diese Strahlung stellt somit einen wichtigen Botschafter dar: Sie berichtet uns von extrem hochenergetischen Prozessen im Universum, welche durch die üblichen Kernfusionsreaktionen in Sternen nicht erklärbar sind.

Trevor Weekes und seinem Forscherteam vom Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics gelang es 1989 nach zwanzig anstrengenden Jahren, den berühmten Krebsnebel als erste Quelle hochenergetischer Gammastrahlung zu finden. Damit war die »Gamma-Astronomie« als jüngste astronomische Disziplin geboren, da die Quellen der Gammastrahlung am Himmel identifizierbar wurden (Siehe Kasten: »Wie können wir Gammastrahlung beobachten?«). Die Gamma-Astronomie bietet den Astrophysikern die einzigartige Möglichkeit, ihre Theorien über die Teilchenbeschleunigung in komplexen astrophysikalischen »Laboratorien« zu überprüfen und zu verbessern. Im Krebsnebel beispielsweise versorgt ein sich dreißig Mal pro Sekunde drehender Neutronenstern, ein sogenannter Pulsar, den umliegenden Nebel mit Energie zur Produktion der Gammastrahlung. Von Namibia und den Kanaren aus, wo hervorragende astronomische Bedingungen herrschen, durchforsten die Teleskope des »High Energy Stereoscopic System« (H.E.S.S., benannt zu Ehren von Victor Hess) und die beiden »Major Atmospheric Gamma Imaging Cerenkov« MAGIC-Teleskope jede Nacht den Himmel. Seit Weekes Entdeckung ist viel geschehen, ganz besonders in den letzten fünf Jahren. Mittlerweile kennen wir bereits über 50 Gammastrahlungsquellen in unserer eigenen Milchstraße sowie über 20 extragalaktische Objekte, die Gammastrahlung erzeugen.

Die hohe Energie der beobachteten Gammastrahlung deutet darauf hin, dass sie in extremen astrophysikalischen Umgebungen in Wechselwirkungsprozessen mit anderen Teilchen sowie mit magnetischen und elektrischen Feldern entstanden sein muss. Grundvoraussetzung dafür ist die Beschleunigung von Elementarteilchen wie Protonen und Elektronen auf diese hohen Energien.

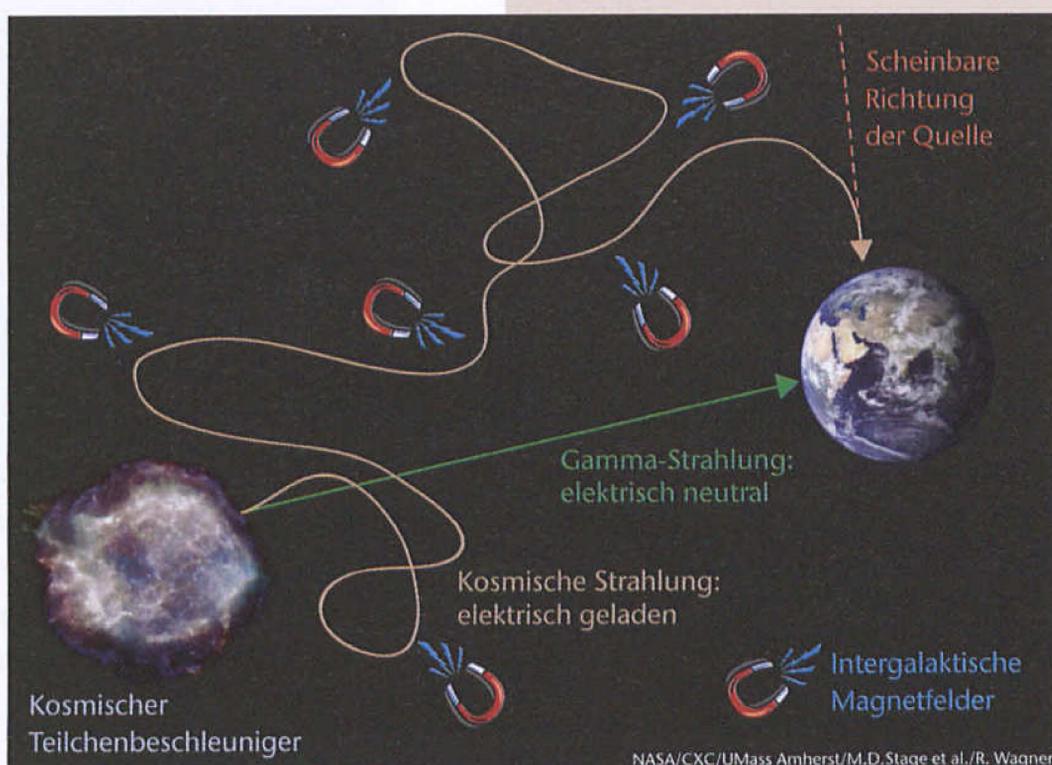
Wie aber geht eine derartige Beschleunigung von Elementarteilchen vor sich? Der Kernphysiker Enrico Fermi hat bereits 1949 einen Mechanismus vorgeschlagen, bei dem Teilchen durch wiederholtes Überqueren von Schockfronten Energie ansammeln können. Ein mechanisches Analogon stellt ein Tennisball dar, der wiederholt von zwei Tennisschlägern geschlagen und zurückgeschlagen wird, die sich aufeinander zu bewegen: Bei jedem Schlag gewinnt der Ball ein wenig Energie.

Eine astrophysikalische Schockfront kann man sich vorstellen wie einen schnell bewegten Schneepflug, der umliegende Materie mitreißt. Solche Schockfronten können besonders gut in den Überresten gewaltiger Sternexplosionen beobachtet werden. Im Jahre 1006 verfolgten Astronomen rund um die Erde die bis heute hellste Explosion eines Sterns, eine sogenannte Supernova. Bei solchen dramatischen kosmischen

Ereignissen wird der Ursprungstern vollständig zerstört. Der Überrest der Supernova 1006 zeigt eine schalenartige Struktur, in der die Regionen, in denen sich Schockfronten herausgebildet haben, als helle, filamentartige Bänder sichtbar sind. Diese Supernova 1006 leuchtet auch im hochenergetischen Gammalicht, wie es die Tscherenkow-Teleskope registrieren können, was als Nachweis der Schockbeschleunigungstheorie angesehen werden kann. Neben den Supernova-Überresten und den Pulsarwindnebeln, die über einen langen Zeitraum stetig im Gammalicht leuchten, existieren in unserer Milchstraße aber noch weitere Objekte, die Gammastrahlung abgeben: Binärsysteme, bestehend aus einem massiven Stern, der von einem kompakten Objekt wie einem Neutronenstern oder einem schwarzen Loch umkreist wird, zeichnen sich durch periodisch variierende Gammastrahlung aus. Es existieren zudem einige sogenannte dunkle Gammaquellen, die den Forschern Rätsel aufgeben, weil sie bisher nur im Gammalicht, aber nicht im Licht anderer Wellenlängen entdeckt wurden.

SUPERMASSIVE SCHWARZE LÖCHER: KOSMISCHE STAUBSAUGER. Aber nicht nur um das Band der Milchstraße herum wurden die Wissenschaftler auf der Suche nach Gammastrahlung fündig. Etwa ein Prozent aller uns bekannten Galaxien enthalten aktive Kerne, bestehend aus einem etwa zehn Millionen bis zehn Milliarden Sonnenmassen »schweren« schwarzen Loch, welches von einer rotierenden Materiescheibe umgeben ist. Diese Materie wird vom schwarzen Loch kontinuierlich aufgesogen. Bei diesem Prozess können bis zu 40 Prozent der verschlungenen Materie in Energie umgewandelt werden. Ein typischer aktiver Galaxienkern strahlt dabei etwa zehn Milliarden Mal heller als unsere Sonne. Manche dieser Galaxienkerne werden auch als quasistellare Objekte (kurz: Quasare) bezeichnet, weil sie ihre Wirtsgalaxie vollkommen überstrahlen, und deshalb in Teleskopen punktförmig und unscheinbar wie Sterne erscheinen. Diese hellsten über lange Zeit leuchtenden Quasare erlauben uns Blicke so weit weg – und damit so weit zurück in die Vergangenheit – wie keine anderen Objekte im Universum.

Noch nicht vollständig erforscht ist die Ausbildung der »Jets«, stark gebündelter Materieauswürfe entlang der Drehachse des aktiven Kerns. Man nimmt an, dass dafür starke Magnetfelder verantwortlich sind, die durch die rotierende Materiescheibe entstehen. Ist ein solcher Jet auf uns als Beobachter ausgerichtet, können wir direkt in sein Innerstes sehen: Nahe des schwarzen Lochs wird Materie injiziert, welche sich dann in Form von Schockfronten mit nahezu der Lichtgeschwindigkeit entlang des Jets vom Zentrum der Galaxie weg bewegt. Dabei entstehen nach dem oben beschriebenen Fermi-Mechanismus hochenergetische, geladene Teilchen. Die Details allerdings sind noch weitgehend ungeklärt. Wie geht die Teilchenbeschleunigung genau vonstatten? Entstehen die hochenergetischen Teilchen in der unmittelbaren Umgebung des schwarzen Lochs? Oder lebt die Teilchenbeschleunigung von Turbulenzen in den Jets selbst?



Die Grafik zeigt: Geladene Kosmische Strahlung wird abgelenkt, Gammastrahlung weist auf ihre Quellen zurück.

Interessante Websites:

Webseite der MAGIC-Kollaboration:
magic.mpp.mpg.de/

Webseite der H.E.S.S.-Kollaboration:
www.mpi-hd.mpg.de/HESS/

Astroteilchenphysik in Deutschland:
www.astroteilchenphysik.de/

Hier geben neueste Messungen wichtige Hinweise: Die Helligkeit solch immenser galaktischer Kerne verändert sich nämlich unerwartet schnell. Dabei begrenzt die Dauer der Intensitätsveränderungen die Größe ihrer Entstehungsregion, da sich die Information über die Helligkeitsveränderung in ihr nicht schneller als mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten kann. So kann die beobachtete Zeitskala unmittelbar Auskunft über die Ausdehnung der kosmischen Teilchenbeschleuniger geben. Während Beobachtungen von aktiven galaktischen Kernen durch MAGIC und H.E.S.S. wurden in einigen Nächten extrem hohe und variable Strahlungsflüsse registriert. Es gehört natürlich viel Glück dazu, die Teleskope genau zur richtigen Zeit dorthin auszurichten. Erstmals fanden die Forscher Verdopplungen der Strahlungsintensität innerhalb

Die Kanareninsel La Palma liegt westlich der nordafrikanischen Küste. Etwa vier Flugstunden von München entfernt finden die Astrophysiker einen der dunkelsten Nachthimmel weltweit, weit über 250 klare Beobachtungsnächte pro Jahr, und damit beste astronomische Beobachtungsbedingungen vor. Auf dem 2.200 Meter hohen Kraterrand des Roque de los Muchachos auf dem Gelände des Instituto Astrofísico de Canarias befindet sich der Standort von MAGIC. Die Abbildung zeigt auch drei sogenannte Luftschauber über La Palma. Das sind lawinenartige Kaskaden, wie sie Teilchen der kosmischen Strahlung und Gammastrahlung beim Eintritt in die Erdatmosphäre erzeugen. MAGIC nutzt die Erdatmosphäre als Detektor für Gammastrahlung, in dem es das schwache, blaue Tscherenkowlicht registriert, das von den Luftschaubern erzeugt wird.

WIE KÖNNEN WIR GAMMASTRAHLUNG BEOBACHTEN?

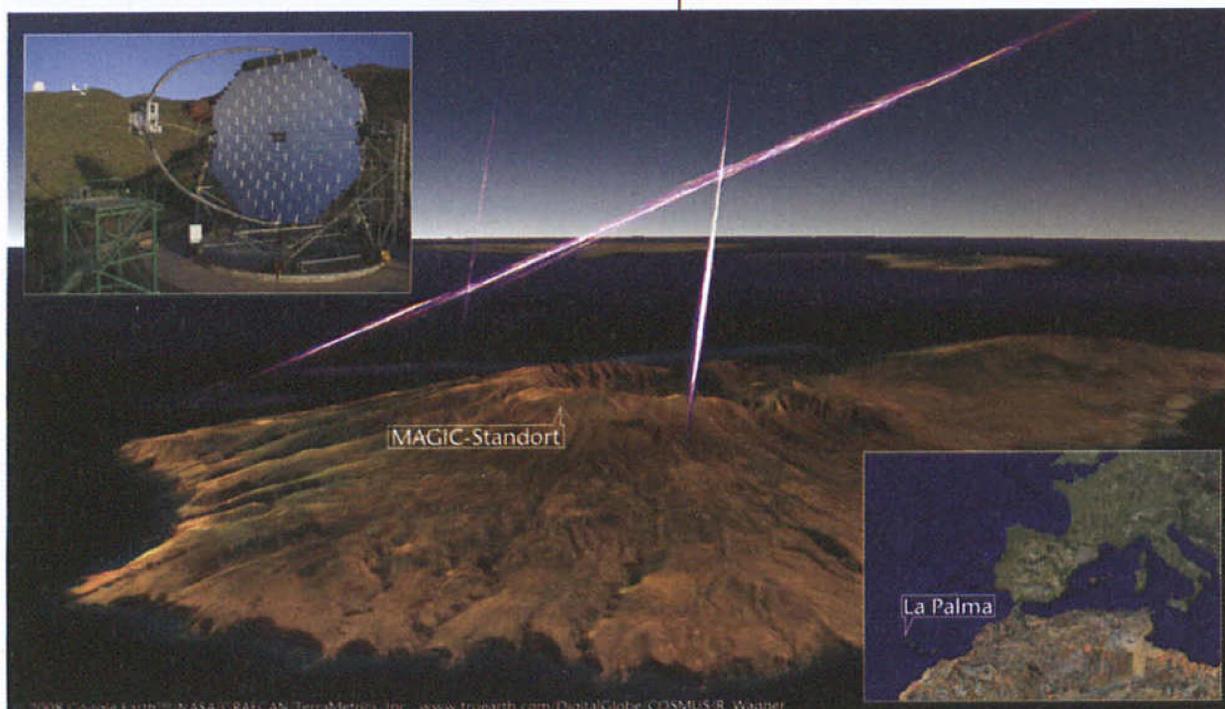
Je energiereicher die erzeugten Gamma-Quanten in astrophysikalischen Beschleunigungsprozessen, desto weniger gibt es von ihnen. Um trotzdem eine große Anzahl der ganz hochenergetischen Gamma-Quanten zu sammeln, benötigt man Nachweisinstrumente, die weitaus größer sind, als dass man sie beispielsweise auf Satelliten unterbringen könnte. Eine schlaue Experimentiertechnik ermöglicht es, die Erdatmosphäre selbst als Detektor einzusetzen und damit eine riesige Detektorfläche zu erhalten, etwa von der Größe zweier Fußballfelder.

Unsere Atmosphäre schützt uns vor der hochenergetischen Gammastrahlung, denn diese reagiert ab etwa 20 Kilometern Höhe mit Luftmolekülen unserer Erdatmosphäre. Dabei entstehen entlang der Richtung des einfallenden Gamma-Quants in einer Kettenreaktion einige Tausend Elektronen und Antielektronen, sowie weitere niederenergetische Photonen. Was die Experten »Luftschauber« nennen, bewegt sich annähernd mit Vakuum-Lichtgeschwindigkeit durch die Atmosphäre entlang der ursprünglichen Richtung des Gamma-Quants. Die vielen Teilchen senden dabei schwaches bläuliches Licht aus, das nach Pawel Tscherenkow benannt wurde, der diese Strahlung 1934 entdeckte und als Erster theoretisch erklärt hat.

Große Teleskope, wie beispielsweise die beiden »Major Atmospheric Gamma Imaging Cerenkov«-Teleskope (kurz: MAGIC) auf La Palma, benutzen die über ihnen liegende Atmosphäre als Detektor, indem sie wie Fotoapparate Bilder der Luftschauber im Tscherenkow-Licht aufzeichnen. Eine entscheidende Eigenschaft der Luftschauber ist, dass ihre Lichtintensität mit der Energie der ursprünglichen Gamma-Quanten ansteigt – somit kann nicht nur die Ankunftsrichtung, sondern auch die Energie der Gammastrahlung bestimmt werden. Dabei werden dank der extrem großen Lichtsammelfläche der MAGIC-Gammastrahlungsteleskope selbst sehr lichtschwache Luftschauber registriert. So wird ein Bereich des elektromagnetischen Spektrums vermessen, der anderen Messinstrumenten – bodengebundenen wie satellitengestützten – bisher unzugänglich war. Ein neues Fenster zum Universum wurde geöffnet.

Das erste MAGIC-Teleskop wurde in den Jahren 2002 bis 2004 installiert und wird seitdem von einer internationalen Forschergruppe betrieben. Auf 2.200 Meter über dem Meeresspiegel herrschen auf dem Gelände des Observatorio del Roque de los Muchachos auf der Kanareninsel La Palma die besten astronomischen Bedingungen auf der Nordhalbkugel. Ein zweites Teleskop wurde im September dieses Jahres fertiggestellt und nimmt derzeit seinen Messbetrieb auf. Gemeinsame Beobachtungen

werden dann die Empfindlichkeit von MAGIC weiter steigern. Mit seinen beiden Reflektoren, die jeweils einen Durchmesser von 17 Metern haben, besteht MAGIC derzeit aus den größten Gammastrahlungsteleskopen weltweit. Am Projekt sind 23 Universitäten und Forschungsinstitute mit etwa 150 Wissenschaftlern aus Deutschland, Spanien, Italien, der Schweiz, Finnland, Bulgarien, Polen, Kroatien, Armenien und den USA beteiligt. Dabei nimmt das Max-Planck-Institut für Physik in München, das seit 1992 Gamma-Astronomie in La Palma betreibt, eine federführende Rolle ein.



nur weniger Minuten. Damit konnten sie die Größe der Region, in der die Strahlung erzeugt wurde, auf wenige Lichtminuten einschränken – also auf etwa ein Zehntel der Größe der zentralen schwarzen Löcher, die sich in den Zentren der beobachteten aktiven Galaxien befinden.

Damit sind Theorien, die als Ursache der Variabilität periodische Effekte von umlaufender Materie um die schwarzen Löcher erklären, praktisch verworfen. Wahrscheinlicher ist nun, dass die Variabilität durch Unregelmäßigkeiten der Materie- und Magnetfeldverteilung in den Jets selbst zustande kommt. Noch eindringlicher ist das Resultat, wenn man die Dimensionen mit Größen in unserem Sonnensystem vergleicht: Die Strahlungsausbrüche wurden in Regionen erzeugt, die nur etwa ein Fünftel der Distanz Sonne – Jupiter groß sein können.

KOSMISCHE ARCHÄOLOGIE. Während die meisten im Gammalicht beobachteten aktiven Galaxien auf kosmischen Skalen eher in unserer nicht allzu weiten Nachbarschaft liegen, konnte MAGIC in den letzten Jahren immer weiter entfernte aktive galaktische Kerne im Gammalicht aufspüren. Und das, obwohl die Wissenschaftler lange Zeit davon überzeugt waren, dass uns Gammastrahlung aus so großen Entfernungen gar nicht erreichen könnte. Das kommt daher, dass Gammastrahlung, die kosmologische Distanzen zu uns zurücklegen muss, mit dem sogenannten extragalaktischen Hintergrundlicht reagiert und dadurch für uns als Beobachter verloren geht. Je weiter wir also im Gammalicht blicken können, desto weniger extragalaktisches Hintergrundlicht ist im Universum vorhanden. Und genau die Frage nach der Menge des Hintergrundlichts ist sehr eng mit der gesamten Entwicklung der Sterne und des Universums überhaupt verbunden, denn dieses Licht setzt sich aus dem gesamten Licht zusammen, das bis heute von Sternen und Galaxien im Universum abgestrahlt worden ist.

Mit MAGIC konnten Forscher während zweier Nächte im Februar 2006 Gammastrahlung von dem weit entfernten Quasar 3C 279 nachweisen. Diese Photonen waren über fünf Milliarden Jahre zu uns unterwegs. Die Ent-



Eines der bekanntesten Bilder des Hubble-Weltraumteleskops zeigt den Krebsnebel im Sternbild Stier. Dieser Überrest einer Sternexplosion im Jahr 1054 ist eines der am besten untersuchten astrophysikalischen Objekte. Der Krebsnebel ist auch die erste gefundene Quelle hochenergetischer Gammastrahlung.

DR. ROBERT WAGNER ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Max-Planck-Institut für Physik in München und Mitglied des DFG-Exzellenzclusters »Origin and Structure of the Universe«. Seit 2002 ist er Mitglied der internationalen MAGIC-Kollaboration. Sein besonderes Interesse gilt den Gammastrahlungsquellen außerhalb unserer Milchstraße und den ihnen zugrunde liegenden physikalischen Prozessen.

deckung von 3C 279 als Gammastrahlungsquelle begeistert die Wissenschaftler, weil sie mit dem Nachweis hochenergetischer Gammastrahlung von einer derart weit entfernten Quelle die Theorien über das extragalaktische Hintergrundlicht genau überprüfen können. Das Universum ist der Messung zufolge durchlässiger als erwartet. Das All enthält damit nicht mehr sichtbares Licht, als bereits beispielsweise durch das Hubble-Weltraumteleskop gemessen wurde.

EINE HERAUSFORDERUNG: DIE MYSTERIÖSEN GAMMASTRAHLUNGSBLITZE.

Noch weiter entfernt als die Quasare sind die sogenannten Gammastrahlungsblitze, bei denen innerhalb weniger Sekunden ungeheure Energien freigesetzt werden. Im Jahre 1967 zufällig von Überwachungssatelliten für Atomwaffen entdeckt, ist noch immer recht wenig über diese mysteriösen Ereignisse bekannt. Zeit und Richtung am Himmel, an denen ein Gammastrahlungsblitz stattfinden wird, sind nicht vorhersagbar. Satelliten, die den ganzen Himmel beobachten, schlagen bei solchen Ausbrüchen Alarm, und die beiden je 65 Tonnen schweren MAGIC-Teleskope sind in der Lage, sich im Schnitt innerhalb von nur 40 Sekunden auf eine beliebige Stelle am Himmel auszurichten. Das ist entscheidend, um den Gammastrahlungsblitzen auf die Spur zu kommen, und die Wissenschaftler hoffen, das »Nachglühen« solcher Blitze auch mit MAGIC zu beobachten.

Um die Sensitivität ihrer Detektoren und die Präzision der Messungen weiter zu steigern, planen sie derzeit schon die Nachfolgeinstrumente der zurzeit betriebenen Teleskope: Am Zukunftsprojekt »Cherenkov Telescope Array«, einem großen Teleskopfeld mit bis zu einhundert einzelnen Teleskopen, arbeiten mehr als vierzig europäische Forschungsinstitute mit. Wenn das Observatorium in Betrieb geht, hoffen die Physiker nicht nur einige Tausend Gammastrahlungsquellen aufzuspüren und sie genau zu vermessen, sondern auch auf das, was ihnen immer schon am liebsten war: überraschende und völlig unerwartete Entdeckungen – genau wie damals Victor Hess bei seinen Ballonfahrten. ■■

»Theatrum Orbis Terrarum«

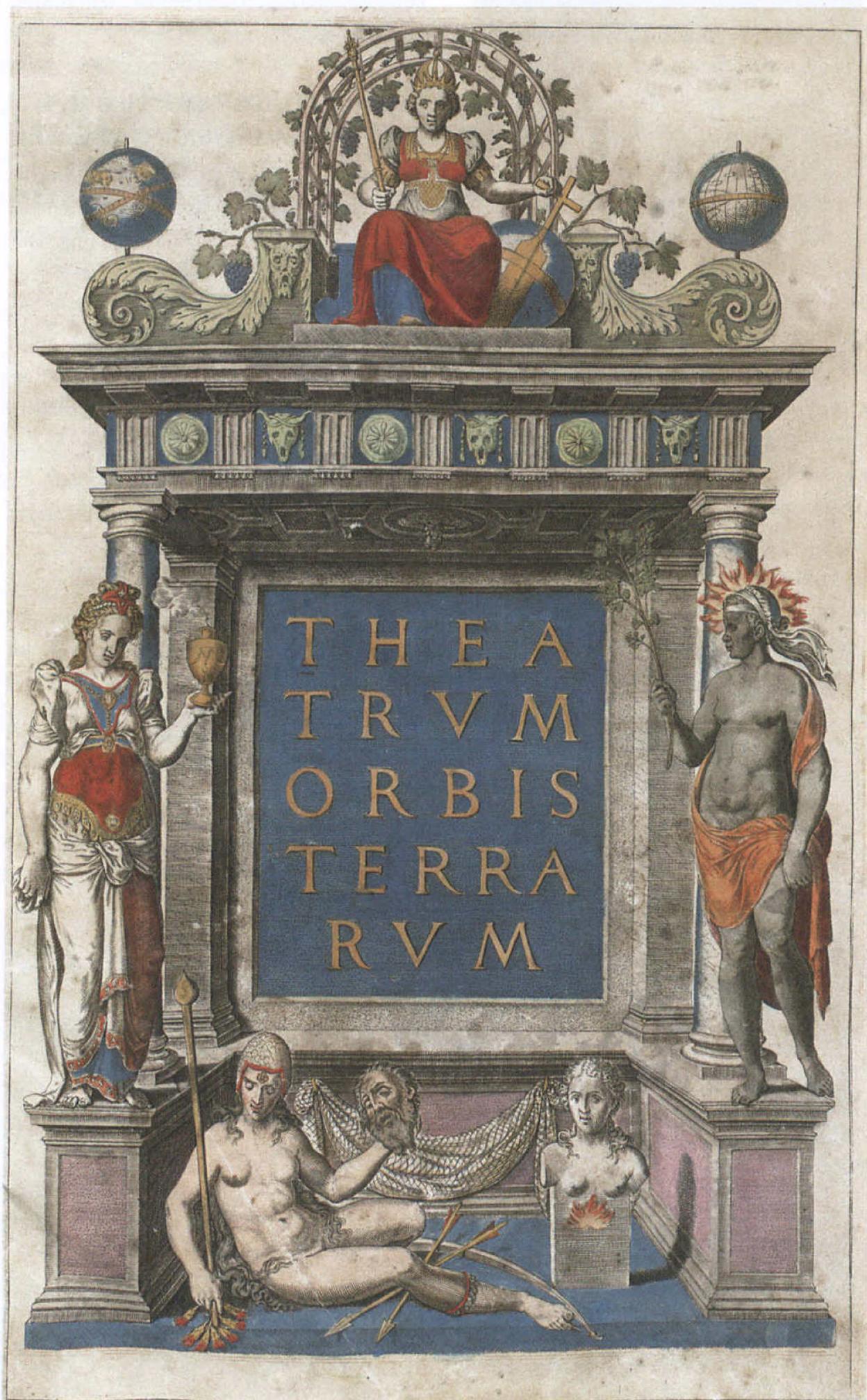
Ortelius' frühes Meisterwerk der Kartografie

Zehn Jahre lang trug der Geograf Abraham Ortelius die besten Karten seiner Zeit zusammen. So schuf er den ersten zusammenhängenden Atlas.

Von Helmut Hilz

Es ist für uns selbstverständlich, dass wir uns mithilfe klassischer Atlanten oder des Internets in kürzester Zeit über die geografische Lage eines Ortes informieren können. Dieses Wissen aber wurde erst seit dem letzten Drittel des 16. Jahrhunderts langsam breiteren Kreisen zugänglich. Die Entstehung der ersten gebundenen Kartenwerke, die seit 1595 als Atlanten bezeichnet werden, ging von flämischen und holländischen Kartografen aus. Menschen in der frühen Neuzeit waren von diesen Werken ähnlich fasziniert, wie uns heutige Google Maps begeistern. Doch im Gegensatz zu heute war der Zugang zu den Kartenwerken wenigen Privilegierten – reichen Kaufleuten und Politikern – vorbehalten. Die horrenden Preise schränkten die Verbreitung dieser Drucke noch ein, doch der Weg für eine allgemeine Zugänglichkeit zum geografischen Wissen war damit unumkehrbar eingeschlagen.

Den Anfang dieser Entwicklung bildet das Kartenwerk des Abraham Ortelius (1527–1598), das *Theatrum Orbis Terrarum*, das zu den prachtvollsten Bänden in der Bibliothek des Deutschen Museums zählt. Dieses Werk des flämischen Geografen und Kartografen



ist, wenn es auch noch nicht diesen Namen trägt, der erste Atlas. Bis dahin existierten Karten für einzelne Gebiete, die – vor allem Seekarten – oft streng geheim gehalten wurden, da deren Besitz für Kaufleute und Militärs von entscheidender Bedeutung sein konnte.

Abraham Ortelius verbrachte sein gesamtes Leben in Antwerpen. Die nach Manier des Humanismus latinisierte Form seines Familiennamens Ortels verwandte er seit den 1540er Jahren. Schon damals war Antwerpen eine der bedeutendsten Handelsstädte Europas, deren Kaufleute vor allem für den Fern- und Überseehandel die neuesten Karten benötigten. Ortelius lernte in seiner Jugend Griechisch sowie Latein und befasste sich auch eingehend mit Mathematik. Bereits im Alter von zwanzig Jahren arbeitete er als Kolorist von Landkarten und wandte sich schließlich dem Karten- und Buchhandel zu. Reisen in zahlreiche Länder Europas nutzte er zum Sammeln von Karten. Die besten von ihnen sollten später Eingang in das *Theatrum Orbis Terrarum* finden, das Ortelius seit den 1560er Jahren zusammenstellte.

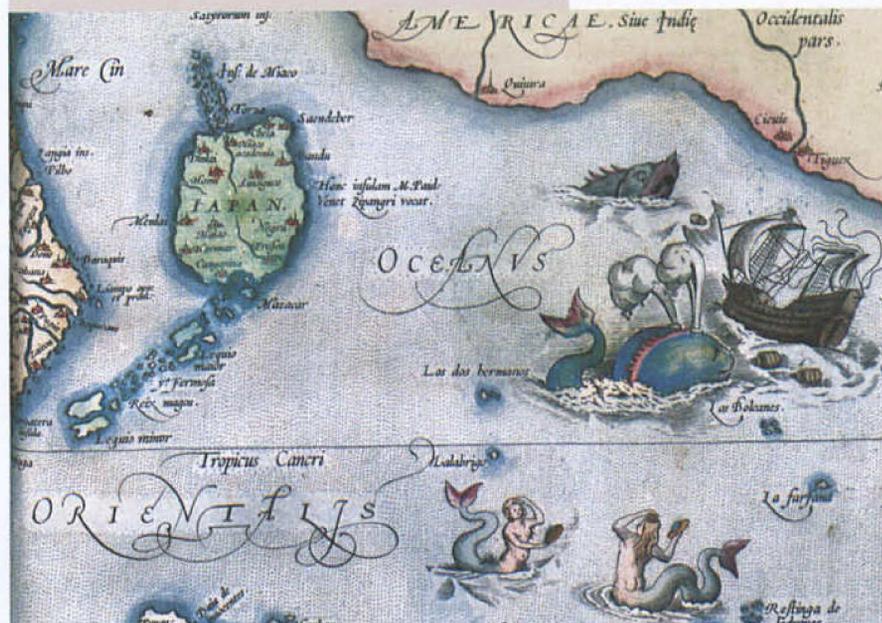
Das erstmals 1570 erschienene Werk stellte die Kenntnisse der besten Geografen der Zeit zu Beginn des letzten Drittels des 16. Jahrhunderts einer breiteren Öffentlichkeit zur Verfügung. Zur Entstehungszeit dieses Werks lagen Kolumbus' Entdeckung Amerikas und die erste Weltumseglung durch Magellan noch nicht allzu weit in der Vergangenheit. Auch den Gebildeten waren diese Gebiete ebenso wie viele europäische Länder noch kaum vertraut. Die ersten fünf Karten des *Theatrum Orbis Terrarum* zeigen die damals bekannte Welt und die Kontinente Amerika, Asien, Afrika und Europa. Vor allem die Südhalbkugel war noch weitgehend unbekannt, Australien noch nicht entdeckt. Das Schwergewicht legte Ortelius mit 56 Karten naturgemäß auf die europäischen Länder, wobei er Deutschland, Frankreich, Italien und die Niederlande besonders berücksichtigte.

Gegen Ende des Werks finden sich zehn Karten zu Asien und Afrika. Dabei handelt es sich vor allem um Karten des Osmanischen Reichs, der heutigen Türkei. Im Geschmack der Zeit ließ Ortelius die Karten mit mythologischen Darstellungen und der Abbildung



Ausschnitt aus der von Phillip Apian (1531–1589) stammenden Karte Bayerns, die bis um 1800 von den Kartografen verwendet wurde.

Bild linke Seite: Das Frontispiz mit den Sinnbildern der vier bekannten Kontinente: Europa (sitzend oben), Afrika (rechts), Asien (links) und Amerika (unten liegend).



Der Japan darstellende Kartenausschnitt zeigt, wie begrenzt das geografische Wissen zu Ende des 16. Jahrhunderts noch war. Die japanischen Inseln und der Nordpazifik waren den Europäern noch weitgehend unbekannt.

DR. HELMUT HILZ leitet die Bibliothek des Deutschen Museums.

von nautischen Geräten oder Schiffen verzieren. Den 53 Blättern mit ihren insgesamt 69 Karten stellte Ortelius jeweils eine kurze lateinische Einleitung voran, die das dargestellte Gebiet kurz beschreibt.

Ortelius' Verdienst ist es, dass er das von 87 Kartografen erarbeitete Material sammelte und zusammenstellte, dieses dann – Voraussetzung für einen gebundenen Atlas – in ein einheitliches Format bringen

ließ und schließlich in seinem *Theatrum Orbis Terrarum* veröffentlichte. Ortelius schmückte sich dabei keineswegs mit fremden Federn, seinem Kartenwerk stellte er eine genaue Liste der verwandten Karten und deren Autoren voran. Heute selbstverständlich, war dies in einer Zeit der Raubdrucke noch völlig unüblich.

Das Werk hatte unmittelbar großen Erfolg, da es die besten Karten seiner Zeit in höchster Qualität enthielt. Die meisten Karten wurden

von einem der berühmtesten Kupferstecher der Zeit, Frans Hogenberg (1535–1590), in Kupfer gestochen. Bis 1612 sollten 42 Ausgaben dieses Werks in sieben Sprachen erscheinen, die mit dem Anwachsen der geografischen Kenntnisse immer wieder um neue Karten erweitert wurden. Auch die im

Besitz der Bibliothek des Deutschen Museums befindlichen Ausgaben spiegeln dies wider. Während die 1571 erschienene Ausgabe noch keine zusätzlichen Blätter enthält, waren in der 1579 publizierte Ausgabe bereits 38 weitere, insgesamt also 91, enthalten. ■■



Ingenieurnachwuchs: Stolz zeigen die Siegerteams ihre Brücken, nachdem diese den Tragfähigkeitstest bestanden haben.

Eine Flasche geht noch ...

Ein Konstruktionswettbewerb an der Staatlichen Fachoberschule für Technik in München

Die Bedingungen waren streng. Eine Papierbrücke sollte konstruiert werden, mit einem Eigengewicht von maximal 350 Gramm. Einzig zulässige Materialien: Papier, Bindfaden und Klebstoff. 85 Schülerinnen und Schüler der Münchner Fachoberschule für Technik haben gerechnet, gezeichnet und gebastelt. In einem spannenden Wettbewerb präsentierten sie ihre Modelle.





Herausforderung: Diese Hänge-Spann-Konstruktion hat schon beim Schönheitswettbewerb abgesaht. Anschließend ist es aber gar nicht so einfach, ausreichend viel Limoflaschen zwischen den Verstrebungen zu platzieren, um auch die erstaunliche Tragfähigkeit des Bauwerks zu beweisen.



Zusammenbruch: Nicht jede Brücke übersteht den Belastungstest schadlos.



Liehaberobjekt: Eine elegante Gewölbebrücke von begrenzter Tragfähigkeit.

Kreativität und Tragfähigkeit waren die Kriterien, nach denen die Lehrerjury die Bauwerke ihrer Schützlinge beurteilte.

Innovation: Die Fahrbahn fehlt, aber die Jury drückt ein Auge zu. Dieses etwas eigenwillige Modell einer Hängebrücke bricht alle Rekorde in Sachen Tragfähigkeit.



Sanierungsarbeiten: Die aufwendige Fachwerkkonstruktion hält den Belastungen des Wettbewerbs nicht stand. Zwischendurch müssen die Konstrukteure kleinere Reparaturarbeiten durchführen.

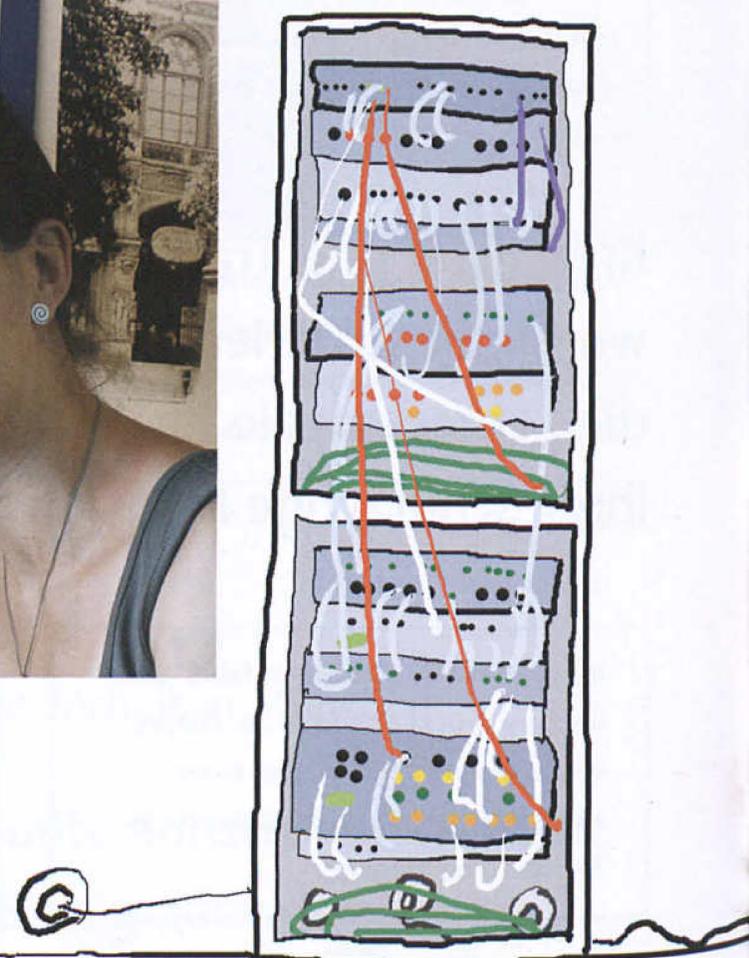
Eine Reise durchs Museum

Aus dem Leben eines Exponats



Wie heißt dieses Objekt?
Wer das Rätsel löst, kann mit
etwas Glück ein Buch oder
einen Kosmos-Baukasten
gewinnen.

Das Deutsche Museum besitzt weit über hunderttausend Ausstellungsstücke, sogenannte Exponate. Viele von ihnen lagern in den Depots. Dort werden sie aufbewahrt, damit sie auch unseren Nachfahren noch erhalten bleiben, oder sie warten auf ihren großen Auftritt: als Ausstellungsstück in einer Vitrine. Auf diesen Seiten werfen wir einen Blick hinter die Kulissen des Museums und zeigen euch, was die Besucher sonst nicht zu sehen bekommen.



... dazu haben wir uns ein Exponat ausgesucht und seinen Weg durch das Museum verfolgt. Vor mehr als 100 Jahren ist dieses Ausstellungsstück ins Museum gekommen. Damals war es eine technische Neuheit, die für viel Aufsehen sorgte: Sprache, Gesang oder Geräusche konnten dank dieser Erfindung aufgenommen und auch wieder abgespielt werden. Die Menschen waren fasziniert von diesem »Wunder der Technik«. Auch die Museumsmacher des Deutschen Museums hielten dieses Gerät für so wichtig und bedeutend, dass sie es für ihre Sammlungen haben wollten.

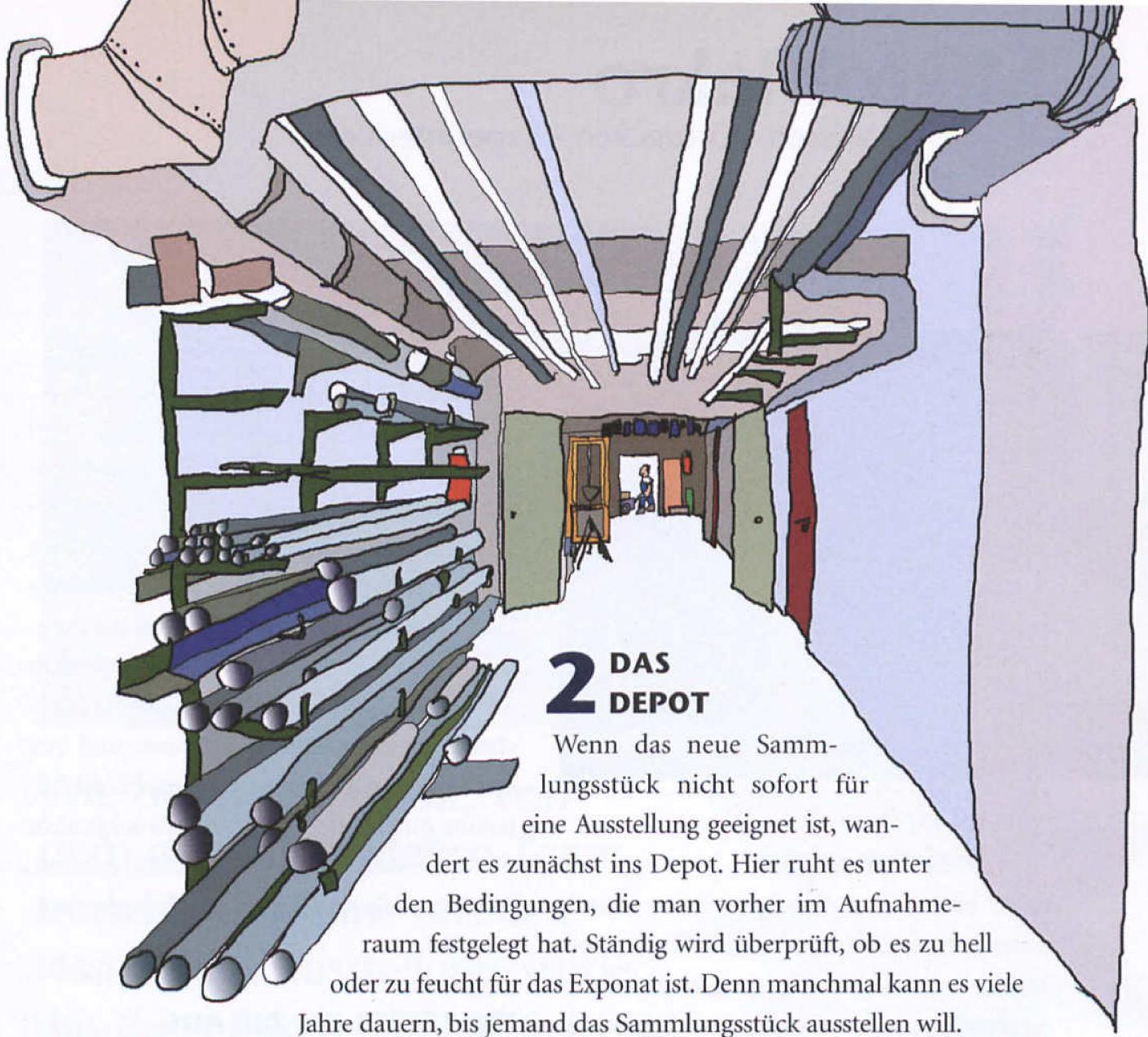


1 CHECK-IN INS MUSEUM

Bevor ein Exponat wie unsere »Aufzeichnungsmaschine« ins Haus kommt, muss es eine wichtige Schleuse passieren – den sogenannten Aufnahme-raum. Dort wird es genauestens vermessen, gewogen und fotografiert. Die wichtigsten Informationen speichert eine elektronische Datenbank.



Alles, was man sonst zu dem Exponat weiß, Beschreibungen oder Zeichnungen, werden in einer Akte gesammelt und in der Exponatverwaltung aufbewahrt. Da unser Ausstellungsstück zunächst im Depot ruhen soll, muss man überprüfen, wie es gelagert werden kann, damit es die nächste Zeit gut übersteht. Denn oftmals kann Luftfeuchtigkeit, Licht oder auch die Nähe zu Exponaten, die aus anderen Materialien bestehen, schädlich für das Sammlungsstück sein und es über die Jahre zerstören. Sind diese Bedingungen festgelegt, bekommt es eine Nummer – die Inventarnummer – und einen kleinen Zettel, auf dem die wichtigsten Informationen stehen.



2 DAS DEPOT

Wenn das neue Sammlungsstück nicht sofort für eine Ausstellung geeignet ist, wandert es zunächst ins Depot. Hier ruht es unter den Bedingungen, die man vorher im Aufnahme-raum festgelegt hat. Ständig wird überprüft, ob es zu hell oder zu feucht für das Exponat ist. Denn manchmal kann es viele Jahre dauern, bis jemand das Sammlungsstück ausstellen will.

3 DER KURATOR HAT EINE IDEE

Dieser »Jemand« ist in der Regel ein Kurator. Davon gibt es eine ganze Reihe im Museum, und jeder ist für einen ganz bestimmten der verschiedenen Ausstellungsbereiche zuständig. So gibt es jemanden, der sich gut mit physikalischen Instrumenten auskennt. Ein anderer betreut die Eisenbahnen und der nächste ist Fachmann oder Fachfrau für Musikinstrumente. Manchmal sind es aktuelle Anlässe, die einen Kurator auf eine neue Ausstellungsidee bringen. Als das Museum beispielsweise vor ein paar Jahren seinen 100. Geburtstag feierte, wollte man dafür eine besondere Ausstellung zeigen und Exponate aus den frühen Jahren des Museums präsentieren.



4 DIE QUAL DER WAHL

Wenn der Kurator nun weiß, wie das Thema seiner geplanten Ausstellung lautet, beginnt er die Sammlungsstücke zu durchsuchen. Als erstes schaut er in die Datenbank, in der alle Exponate des Museums eingetragen sind. Er wählt aus, welche davon in die Ausstellung passen würden. Aus Fotos und Akten in der Exponatverwaltung bekommt er zusätzliche Informationen, die etwas über das Sammlungsstück erzählen. Dann geht er ins Depot schaut sich die Exponate und ihren Zustand an und wählt zum Schluss aus, was er davon in der Ausstellung zeigen möchte.



5 IN DEN WERKSTÄTTEN

Auch unser Aufzeichnungsgerät hat irgendwann ein Kurator für seine Ausstellung ausgewählt. Bevor es aber dorthin gelangt, wird es nochmals genauestens unter die Lupe genommen: Hat es Verunreinigungen? Gibt es kaputte Stellen, die man reparieren muss? Ist es noch funktionstüchtig? Fehlen womöglich einzelne Teile? Das war zum Beispiel bei unserem Exponat der Fall. Ursprünglich zeichnete es Töne auf, die auf Stanniolpapier geschrieben wurden. Das Stanniolpapier musste man vor jeder neuen Aufnahme auswechseln. Als das Exponat ins Museum kam, fehlte jedoch das Papier. Damit der Besucher sehen kann, wie der Apparat benutzt wurde, musste ein neues Stanniolpapier eingefügt werden. Solche Arbeiten übernehmen die Werkstätten des Deutschen Museums. Manchmal ist das ganz einfach, wie bei unserem Objekt, manchmal aber auch sehr aufwendig. Wenn es sein muss, bauen die Mitarbeiter des Museums auch einmal einen kompletten Kutschensimulator, damit jeder ausprobieren kann, wie es sich mit einer Kutsche fährt.



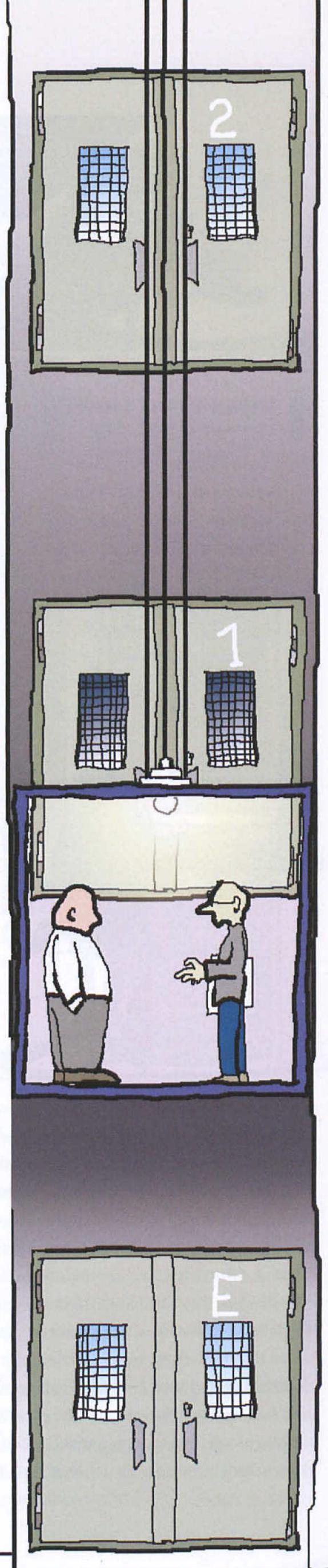
6 DIE AUSSTELLUNG ENTSTEHT

Eine Ausstellung braucht natürlich noch mehr als viele spannende und schöne Exponate. Damit man in der Ausstellung etwas lernen kann, muss sie gestaltet werden. Vitrinen müssen aufgestellt werden. Ein besonderes Licht ist notwendig und Tafeln mit erklärenden Texten. Oft gibt es auch eine Hörstation oder Bildschirme mit Filmen, damit der Besucher noch mehr über die Exponate und ihre Geschichte erfahren kann. Das macht die Abteilung Ausstellungsgestaltung. Sie sorgt nicht nur dafür, dass die Ausstellung schön aussieht, sondern auch, dass sie für den Besucher verständlich ist.

7 TEXTE, UM DIE AUSSTELLUNG ZU VERSTEHEN

Ist die Ausstellung entworfen, muss der Kurator seine Texte verfassen. Die sollen zum Beispiel erklären, wie der gezeigte Gegenstand funktioniert und wer ihn erfunden hat. Um unser Ausstellungsstück zu beschreiben, musste sich der Kurator erst einmal mit Thomas Edison beschäftigen, der das Gerät erfunden hat. Danach überprüfen weitere Ausstellungsmitarbeiter die Texte nochmals, ob sie auch verständlich und nicht zu lang sind.

Zuletzt werden die Informationen in andere Sprachen übersetzt, damit auch ausländische Gäste die Ausstellungen verstehen können.



8 NOCHMAL DIE WERKSTÄTTEN

Während der Kurator schreibt, herrscht in den Werkstätten Hochbetrieb. Die Ausstellung muss fertig werden: Die Handwerker bauen Vitrinen, entwickeln Simulatoren, entwerfen Modelle und streichen Wände. Auch Strom für das Licht oder die Medienstationen muss verlegt werden. Wenn schließlich alles an seinen Platz gebracht ist, gibt es eine letzte Putzaktion, und die Ausstellung kann mit einer Feier eröffnet werden.



Wie heißt das Gerät, von dem das MikroMakro-Team berichtet? Nenne uns den Namen des Ausstellungsstücks, das du auf dem Bild auf Seite 44 sehen kannst.

**NUR WER
MITMACHT,
KANN
GEWINNEN!**

Sende deine Lösung per E-Mail an:

MikroMakro@folio-muc.de

oder per Post an:

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

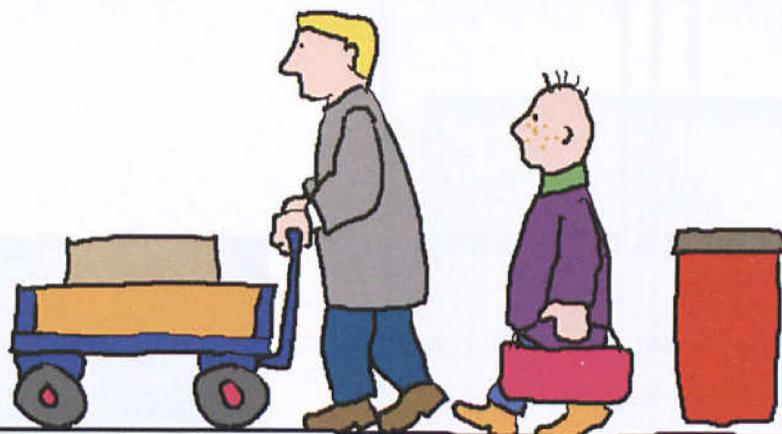
Zu gewinnen gibt es: Einen Experimentierkasten von »Kosmos« und spannende Bücher. Bitte vergiss nicht, deinen Vornamen und Namen sowie deine Adresse und dein Alter anzugeben!

Wir drücken dir die Daumen!

9 DIE AUSSTELLUNG STEHT

Nun ist es so weit, dass Besucher die Ausstellung besichtigen können. Sie sehen Exponate, die vielleicht lange Zeit im Depot ruhten und jetzt ihre Geschichte erzählen. Dabei können Kinder und Erwachsene nicht nur lesen und staunen, sondern auch vieles selbst ausprobieren und Neues lernen.





BIBLIOTHEK UND ARCHIV: JEDE MENGE LESESTOFF

Der Museumsgründer Oskar von Miller wollte nicht nur ein Museum, das Technik und Naturwissenschaft zeigt. Es sollte ein Ort zum Lernen und Lesen sein. Deswegen plante er von Anfang an eine Bibliothek ein, die allen interessierten Menschen offen stehen sollte.

Die größte Museumsbibliothek Deutschlands

In einer Lesesaal können Forscher und Wissenschaftler gut 900.000 Bücher für ihre Studien nutzen. Hinzu kommen etwa 20.000 verschiedene Zeitschriften – sogenannte Periodika. Aber auch vielen Schülern und Studenten bietet die Bibliothek hilfreiches Material über Naturwissenschaft und Technik und hat sicher bei so manchem Referat geholfen.

Bücher aus alten Zeiten

Besonders wertvoll sind die Libri rari, das ist lateinisch und bedeutet »seltene Bücher«. Damit bezeichnet man sehr alte Bücher, die das Museum in einem abgeschiedenen Raum verwahrt. Dort gibt es sogar Bücher, die aus dem 16. Jahrhundert stammen.

Viele Bücher kamen als Stiftungen von Verlagen oder einzelnen Sammlern in die Regale. Die Bestände der Bibliothek bieten wichtige Informationen, wenn es darum geht, eine Ausstellung zu entwerfen,

da viele Historiker weltweit die Geschichte der Technik und Wissenschaften erforschen und ihre Erkenntnisse dann wieder den Kuratoren bei ihrer Arbeit helfen.

Persönliche Notizen berühmter Forscher

Neben der Bibliothek gibt es ein »Archiv«. Hier werden verschiedene Dokumente, Akten, Notiz- oder Laborbücher aus der Geschichte der Naturwissenschaft und Technik verwahrt. Es zählt zu den bedeutendsten Archiven Europas. 4,5 Regalkilometer haben sich bisher angesammelt. Hier finden sich Nachlässe wichtiger Naturwissenschaftler, Techniker, Ingenieure und Erfinder. Sie haben dem Museumsarchiv Briefe, gezeichnete Skizzen und Urkunden oder Tagebücher geschenkt. Viele, vor allem sehr persönliche Informationen, kann man hier erstöbern.

Wertvolle Pläne und Zeichnungen

Zum Archiv gehört auch eine Bildstelle. Etwa 50.000 Fotografien zum Deutschen Museum und zu wichtigen Personen oder Exponaten werden hier aufbewahrt. Besonders wertvoll sind die »Plansammlungen«, also Pläne, Stiche und technische Zeichnungen. Wie Oskar von Miller es sich gewünscht hätte, steht auch das Archiv interessierten Besuchern offen.

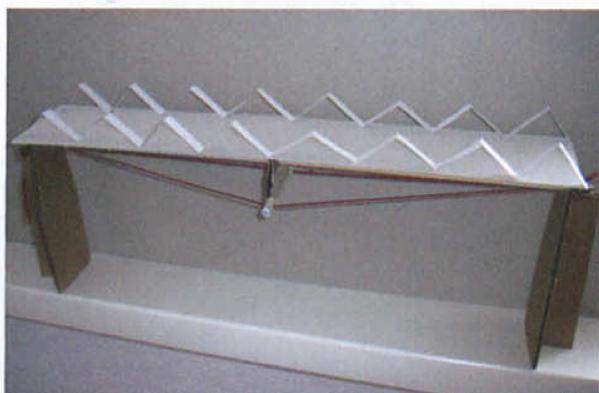
»Brückenbau-Wettbewerb« – die Gewinner:

Aus Papier und/oder Pappe haltbare Brücken zu bauen, das erfordert schon einiges an Geschick. Drei Brücken haben der Jury besonders gefallen. **HERZLICHEN GLÜCKWUNSCH!**

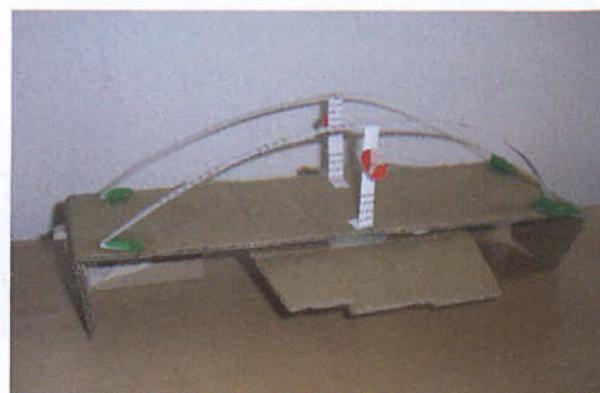
Diese fachwerkgestützte Brückenplatte hat Juri Koop angefertigt. Er ist am 22. Juni 2008 sechs Jahre alt geworden.

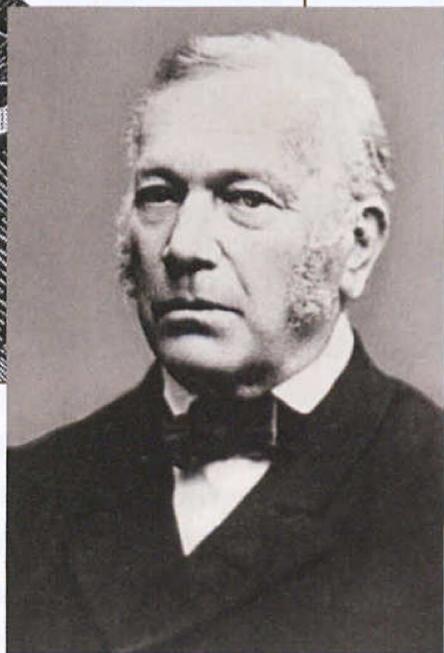
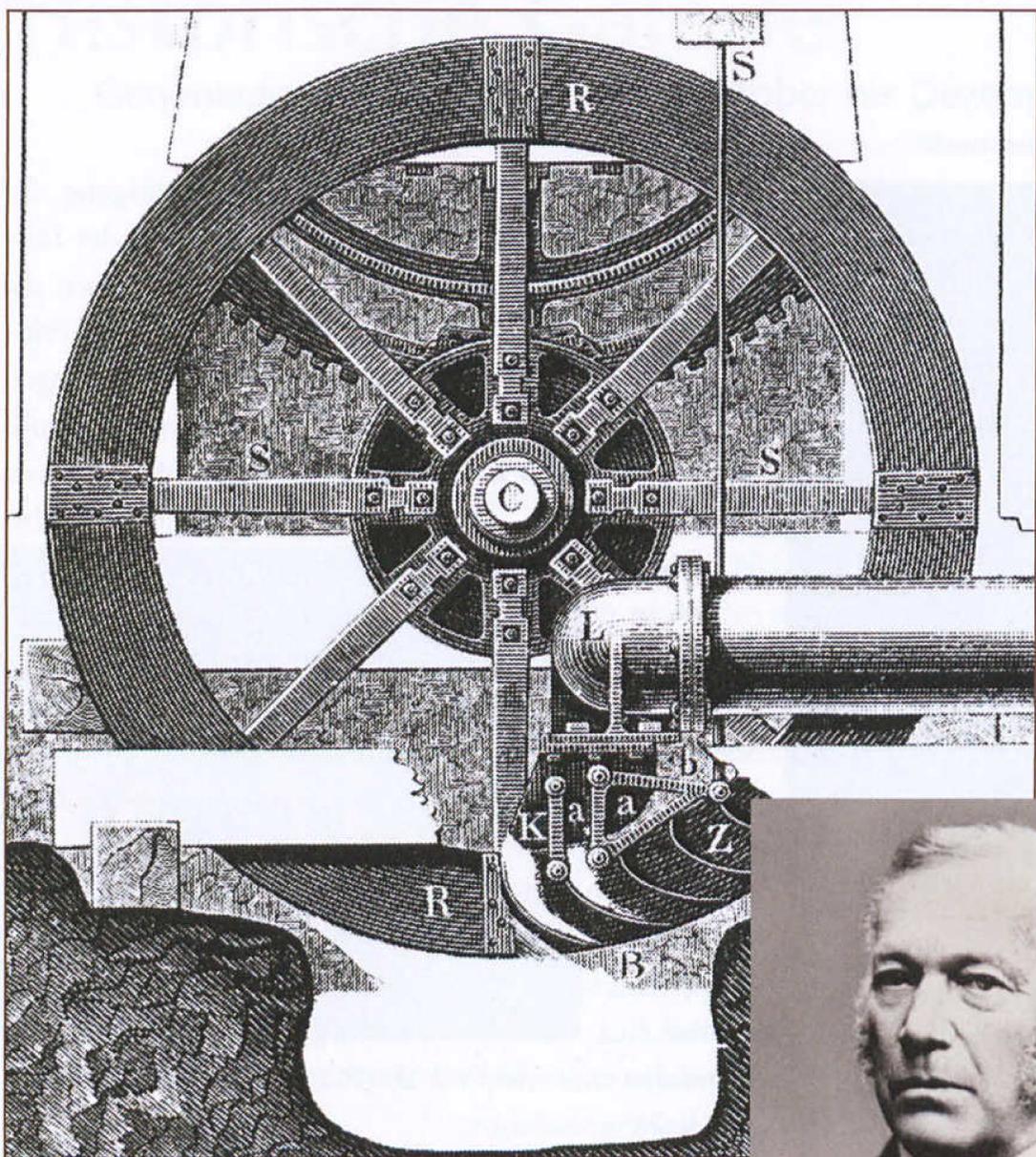


Maya Döhne (8 Jahre) baute die Spannseilbrücke und schrieb uns: »Brücken baue ich schon lange und gerne. Ist einfach toll.«



Gopi Döhne (5 Jahre) überzeugte die Jury mit seiner luftigen Konstruktion einer Bogenbrücke.





Rechts: Friedrich Wilhelm Schwamkrug (1808–1880)
Oben: Schematischer Aufbau der Schwamkrug-Turbine

Langsames Laufrad

Die Schwamkrug-Turbine

Vor 200 Jahren wurde der Erfinder und Maschinenbauer Friedrich Wilhelm Schwamkrug geboren.

Von Gerd Grabow

Friedrich Wilhelm Schwamkrug wurde am 20. Februar 1808 in Schneeberg als Sohn des Berggeschworenen Christian August Schwamkrug geboren. Nach dem Besuch des dortigen Gymnasiums und der Bergschule studierte er von 1826 bis 1830 an der Bergakademie Freiberg. Er fand Anstellung als Maschinenbauehilfe bei der Halsbrücker Hütte und wurde im Jahre 1839 Maschinenmeister unter dem Maschinendirektor Brendel, 1845 zugleich Assessor in Maschinenbauangelegenheiten bei allen sächsischen Bergämtern. Von 1846 an unterrichtete er auch an den Technischen Staatslehranstalten in Chemnitz. 1855 wurde Schwamkrug zum Oberkunstmeister, 1869 zum Bergrat ernannt, nachdem ihm bereits 1857 der Sächsische Albrechtsorden verliehen worden war.

Schwamkrug hat sich um das Maschinen- und Bauwesen des Bergbaus und der fiskalischen Hütten sehr verdient gemacht. Zu nennen ist vor allem auch seine Mitarbeit beim

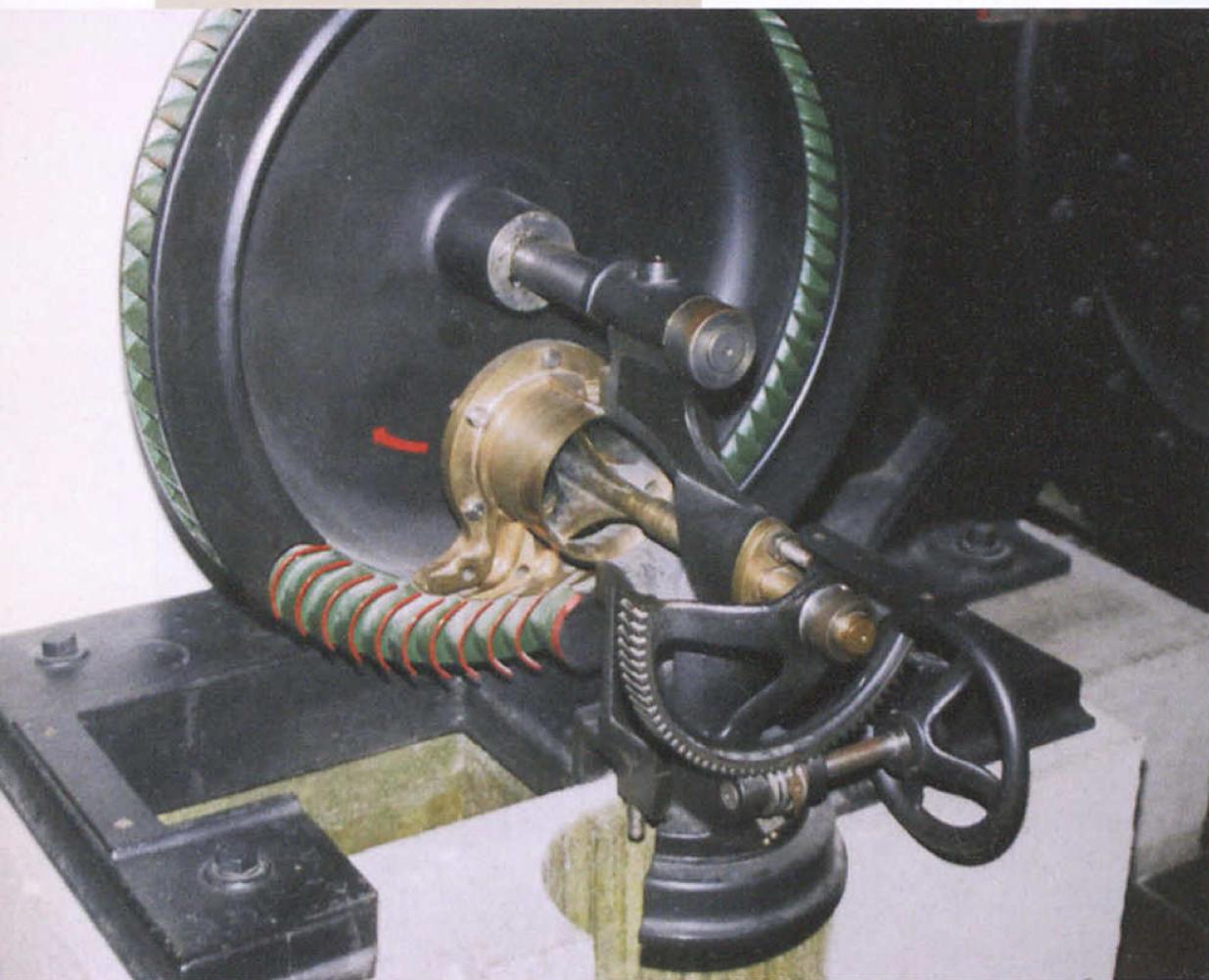
Bau des Rothsönberger Stollens, die im Jahre 1878 durch Verleihung des Sächsischen Verdienstordens anerkannt worden war.

Der Maschinenmeister und Bergamtsassessor Schwamkrug entwickelte 1846/1847 für den Einsatz im Bergbau einen neuen Turbinentyp, die Schwamkrug-Turbine. Diese hat ihn unter den Bergleuten und Maschinenbauern am meisten bekannt gemacht.

LANGSAM ABER WIRKUNGSVOLL. Turbinen sind schnelllaufende Maschinen, wegen die früher üblichen Kolbenpumpen-Kunstzeuge ebenso wie die Förderanlagen einen ziemlich langsamen Gang hatten. Wollte man die bei den meist großen Fallhöhen in den Gruben schnelllaufenden Turbinen als Kraftmaschinen nutzen, wäre ein derart umfangreiches Zahnradvorgelege notwendig gewesen, dass der Wirkungsgrad der Anlage sehr niedrig gewesen wäre. Der Vorteil der Turbine konnte also nicht ausgenutzt werden.

Schwamkrug erkannte, dass eine möglichst langsam laufende Turbine entwickelt werden musste. Für seine Konstruktion wählte er einen großen Laufraddurchmesser, die Aufschlagwassermenge hielt er möglichst klein und führte sie partiell auf die Beschau felung. Damit war der Betrieb mit einfacheren Vorgelegen möglich. Das Bild oben zeigt mit dem schematischen Aufbau das Wirkprinzip dieser Schwamkrug-Turbine.

Eine geschnittene Originalturbine der Firma Ganz & Co. AG, Budapest, 1890, befindet sich im Deutschen Museum in München (Modell-Inv.-Nr. 4835; Bild Seite 58). Die Konstruktion und Betriebsweise waren wie folgt: Das Aufschlagwasser wurde über ein Rohr von der Seite kommend an den inneren Durchmesser der Laufradbeschau felung der Turbine geführt. Die Leitschaufeln am Ende des Aufschlagrohres waren mit Klappen verbunden, die von außen zur Regelung der Aufschlagwassermenge bis zum völligen Ver-



Demonstrationsmodell im Schnitt

Radialturbine: Das Wasser schlägt von innen nach außen auf – im Gegensatz zur Axialturbine.

Literatur:

Rötting, E. Beschreibung der vertikalen Turbinen, *Jahrbuch für den Berg- und Hütten-Mann*, 1849, S. 32, Freiberg

Schiffner, C. Aus dem Leben alter Freiburger Bergstudenten, Mackisch Freiberg, Bd. 1 (1935/38) und Bd. 2 (1940)

Escher, R. Die Entwicklung der Turbine, *Schweizerische Bauzeitung*, Zürich 1901, 21. und 28. Dez. (n. 25 und 26)

PROF. GERD GRABOW war von 1972 bis 1995 an der Technischen Universität in Freiberg für den Fachbereich Fluid-Energie-maschinen und Technische Thermodynamik tätig. Er hat sich speziell mit Pumpen, Verdichtern und Motoren beschäftigt.

schluss verstellbar werden konnten. Die Beaufschlagung im untersten Teil des Laufrades und die Gestaltung der Leit- und Laufradschaufeln sowie die Betriebsweise weisen die Maschine als Radialturbine aus. Mit ihrer Größe, dem Prinzip der partiellen Beaufschlagung und der relativ geringen Drehzahl steht die Schwamkrug-Turbine aber sowohl mechanisch wie auch historisch zwischen den Wasserrädern und den Turbinen, stellt also einen entwicklungsgeschichtlich besonders interessanten Maschinentyp dar.

Sehr erfolgreich agierte Schwamkrug auch auf dem Gebiet des Hüttenwesens. Seit 1838 war er Hüttenwerksmeister und seit 1845 mit der Bearbeitung aller Maschinenfragen der Hütten betraut. Auf dem Gebiet der Hüttengebläse steht er in einem besonderen – von der Geschichte des Maschinenbaues geprägten – Verhältnis zu seinem großen Vorgänger und Lehrer, dem Maschinenbauer Christian Friedrich Brendel (1776–1861). Dieser hatte 1805 bis 1844 Dampfmaschinen, Wassersäulenmaschinen und Zylindergebläse (u.a. das »Schwarzenberg-Gebläse«) gebaut oder zumindest entworfen: war also führend in der Konstruktion von Kolbenmaschinen.

EINE NEUE GENERATION VON TURBINEN. Schwamkrug, der nächsten Generation der Maschinenbauer angehörig, wollte hingegen die energetischen und in der Wirkungsweise günstigeren, rotierenden Maschinen einführen. Während Brendel noch 1829/1831 sein berühmtes Schwarzenberg-Gebläse als Kolbenmaschine konstruierte, baute sein damals junger Mitarbeiter Schwamkrug schon 1836 bis 1838 ein Schraubengebläse für den Silberbergbau in Muldenhütten (bei Freiberg) als rotierendes Gebläse. Es war nach dem Prinzip der Förderschnecke konstruiert (daher Schraubengebläse) und tauchte unten tief in ein Wasserbecken ein. Die vom oberen Schraubenumgang der schräg gelagerten Maschine geschöpfte Luft wurde durch die Rotation der Schraube in deren Windungen schräg nach unten befördert. Im Verhältnis der Neigung der Schraube zu dem horizontalen Wasserspiegel wurde die Luft komprimiert und trat mit relativ geringem, für die Hüttenprozesse aber ausreichendem Druck aus der Maschine in die zu dem Schmelzaggreat führende Windleitung. Vorteile des Schraubengebläses waren die einfache Konstruktion, die rotierende Bewegung, die geringe Reibung, der Wegfall von Windverlusten und schädlichem Raum gegenüber den Zylindergebläsen sowie der geringe Leistungsbedarf für den Antrieb.

In den Folgejahren traten Zentrifugalgebläse (Kreiselradgebläse) als ebenfalls rotierende Gebläsemaschinen in echte Konkurrenz zu den Schraubengebläsen. Ihre Bedeutung und höhere Leistung erlangten die Zentrifugalgebläse erst später mit den dann gegebenen Möglichkeiten des Maschinenbaus, doch sind Brendels und Schwamkrugs Arbeiten historisch wichtige Beiträge für die Einführung dieses Maschinentyps.

Für die Bergbau- und Hüttenmaschinen hat sich Friedrich Wilhelm Schwamkrug einen derartigen Ruf erworben, dass ihm in der Geschichte des Maschinenbaus stets ein würdiger Platz gebührt. Er leistete damit einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung der Produktionsinstrumente. Der Stadt Freiberg diente er viele Jahre als Stadtverordneter und erwarb sich große Verdienste um die Wasserversorgung der Stadt. Friedrich Wilhelm Schwamkrug ist am 23. April 1880 in seinem 73. Lebensjahr in Freiberg gestorben und wurde auf dem dortigen Donatsfriedhof beigesetzt. Er war der letzte sächsische Oberkunstmeister. ■

Historische Galerie

Gedenktage technischer Kultur: Oktober bis Dezember 2008

Manfred von Weiher



Das Brandenburger Tor im Herzen Berlins.

1.10.1808

In Grüneiche bei Breslau stirbt der bedeutende Baumeister des Frühklassizismus, Carl Gotthard **Langhans**. Als Direktor des Berliner Oberhofbauamtes entstehen unter seiner Leitung ab 1786 in Berlin und Potsdam hervorragende klassizistische Repräsentativbauten, von denen das 1788-91 entstandene **Brandenburger Tor** sein berühmtestes Bauwerk ist.

4.10.1858

In Culoz, Frankreich, wird Léon **Serpellet** geboren. Als Ingenieur entwickelt er **dampfgetriebene Straßenfahrzeuge** mit Schnellverdampfern, die den Verdampfungsprozess derart beschleunigen, dass sich keinerlei flüssiges Siedewasser im Kessel sammelt, was die Betriebssicherheit erhöht.

8.10.1883

Zu seiner ersten Erprobungsfahrt startet in Paris ein von den Brüdern Albert und Gaston **Tissardier** konstruiertes **Prall-Luftschiff**. Bei einer Länge von 23 Metern und einem batterieelektrischen Propellerantrieb von etwa 1,5 PS Leistung erweist sich dieser frühe Vorläufer der später bis zu 236 Meter langen Passagier-Luftschiffe (»Zeppeline«) wegen seiner geringen Formstabilität als kaum manövrierfähig.

11.10.1708

In Dresden stirbt der Philosoph, Mathematiker und Chemiker Ehrenfried Walter **Graf von Tschirnhaus**. Mithilfe großer Brennspiegel und Linsen erschmilzt er 1687 eine porzellanähnliche Substanz und 1693 gelingt ihm die Einschmelzung des **ersten europäischen Porzellans**.

15.10.1608

In Faenza (Norditalien) wird der spätere Mathematiker, Physiker und Naturforscher Evangelista **Torricelli** geboren. Nach seinen Studienjahren wird er Sekretär des alten, bereits erblindeten Galilei, wirkt nach dessen Tod als Professor für Mathematik an der Akademie in Florenz und entwickelt dort die Infinitesimalrechnung weiter. Auf der Basis früherer Experimente Galileis mit Quecksilber erfindet Torricelli 1643 das **Barometer**, das erstmals genaue Luftdruckmessungen ermöglicht und zur Grundlage moderner Wettervorhersagen wird.

16.10.1933

Zwischen Berlin und Hamburg nimmt die Deutsche Reichspost den **ersten amtlichen Fernschreibverkehr** auf. Diese elektromechanische Technologie ermöglicht durch Eintippen schriftlicher Nachrichten in einen schreibmaschinennähnlichen »Fern-Schreiber« eine nahezu simultane Direktübertragung von Text. Frühere Telegrafieverfahren, die sich z. B. auf das umständliche Morsealphabet stützen, werden bald durch die neuen »**Telex**«- und Telegramm-Dienste bald ersetzt. Ein halbes Jahrhundert lang gilt der Fernschreiber, mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von bis zu 13,5 Zeichen pro Sekunde, als Standard der schriftlichen Nachrichtenübermittlung (1983: ca. 1,5 Millionen Fernschreiber weltweit), bis der elektronische Fernkopierer, Telefax und E-Mail noch schnellere und vielseitigere Übertragungswege eröffnen.

17.10.1983

In Brunsbüttel an der Nordsee, wird die bislang **größte Windkraftanlage GROWIAN** in Betrieb gesetzt. Die mit einer Leistung von bis zu drei Megawatt Stromerzeugung ausgelegte Konstruktion erweist sich bald als überdimensioniert, da die mechanischen Beanspruchungen immer neue Haarrisse in der Rotornabe verursachen. Nach vierjährigem Betrieb wird das Windrad 1988 endgültig abgerissen. Seitdem wird Verbundanlagen, die mit kleineren Einzelrotoren erfolgreicher arbeiten, der Vorzug gegeben.

21.10.1833

Als Sohn eines Sprengstoffchemikers wird in Stockholm Alfred **Nobel** geboren. Beim Vermischen von Glycerintrinitrat (»Nitroglycerin«) mit Kieselgur entdeckt er 1867 das **Dynamit**. Sein Explosivstoff dynamisiert nicht nur den modernen Berg- und Verkehrswegebau sondern auch die Militärtechnik und damit die Größenfantasien imperialistischer Machtstrategen. Als Weltbürger und überzeugter Pazifist bestimmt er testamentarisch, dass die Zinsen seines großen Vermögens jährlich zur Verleihung des »**Nobelpreises**« auf den Gebieten der Physik, Chemie, Physiologie, Medizin, Literatur und der Friedensbewegung dienen sollen, was seit 1901 geschieht.

27.10.1883

In Paris stirbt Louis Françoise **Breguet**. Ab 1838 entwickelt er elektrische Telegrafien, die sich zunächst noch der Zeichensymbolik der optischen Telegrafie bedienen und zwischen 1845–1849 bei der französischen Staatsbahn eingeführt werden. Zur **Sicherung gegen Blitzschäden** wendet Breguet 1846 vermutlich als Erster den Schmelzdraht an: ein bis heute in vielen Schmelzsicherungen zur Anwendung kommender Überspannungsschutz.



Jean Baptiste Le Rond d'Alembert (1717–1783).

29.10.1783

In Paris stirbt Jean Baptiste Le Rond d'Alembert. Als unehelicher Sohn eines Grafen und einer Schriftstellerin nach seiner Geburt vor einer Pariser Kirche ausgesetzt und in einer Handwerkerfamilie aufgewachsen, macht d'Alembert schon bald durch außergewöhnliche Leistungen in Mathematik, Physik und Astronomie von sich reden. 1743 veröffentlicht der 26-Jährige mit *Traité de dynamique* einen Markstein der klassischen Mechanik und führt die Bewegungseigenschaften starrer Körper auf statische Gleichgewichtsprobleme zurück. Gemeinsam mit Denis Diderot gibt er ab 1751 die große *Enzyklopädie der Wissenschaften, Künste und Handwerke* heraus: ein das Ancien Régime provozierendes lexikalisches Mammutwerk, mit dem die Enzyklopädisten auch dem von Adel und Klerus bewusst ohne Bildung gehaltenen einfachen Volk das gesamte Wissen ihrer Zeit frei zugänglich machen wollen. Ein früher Vorläufer der »Wikipedia« also!

5.11.1858

Zwischen Emden und Cromer, Norfolk/England wird das erste deutsch-englische **Telegrafenkabel** verlegt. Unter Umgehung französischer und belgischer Telegraf-Netze ermöglicht das fast 450 km lange Seekabel erstmals eine direkte Nachrichtenübermittlung zwischen den beiden Nationen.

9.11.1783

In Neuwied wird Christian Friedrich **Remy** geboren, der als Hüttenmechaniker 1824 auf

dem Rasselstein Deutschlands ersten Puddelofen zur Herstellung von Schweißstahl und Schmiedeeisen in Betrieb nimmt. Sein Walzwerk produziert die **Schienen zu Deutschlands erster Eisenbahn**, die 1835 zwischen Nürnberg und Fürth verkehrt.

17.11.1858

In Newton, Nord-Wales, stirbt der britische Sozialreformer und Unternehmer Robert **Owen**. Bereits kurz nach seiner Übernahme der Baumwollspinnereien von New Lanark beginnt er ab 1800 die Lebensbedingungen der Arbeiterschaft nachhaltig zu verbessern: Er verbietet die Kinderarbeit, beschränkt den Arbeitstag auf 10,5 Stunden, gründet eine Mustersiedlung für seine Betriebsangehörigen mit Läden, in denen Arbeiter zum Selbstkostenpreis einkaufen können. Auch ein vorbildliches Schulsystem wird von Owen realisiert. Überzeugt, dass eine bessere Umwelt auch bessere Menschen hervorbringe, gründet er in Indiana, USA, 1825 die Gemeinschaftssiedlung »New Harmony«, in der alle gleichen Anteil am Ertrag haben sollen. Nach wenigen Jahren scheitert dieses Projekt jedoch an den Regelüberschreitungen seiner Bewohner. 1833 ist Owen an der Gründung der ersten britischen Gewerkschaft beteiligt und wird durch seine sozialreformerischen Schriften **einer der einflussreichsten Frühsozialisten**.

19.11.1883

In London stirbt Sir William **Siemens**, der Bruder und Mitarbeiter des Elektropioniers und Unternehmers Werner Siemens. Gemeinsam mit seinem Bruder Friedrich entwickelt William das Prinzip des Regenerativofens 1864 zum **Siemens-Martin-Verfahren** weiter, das sich nach der Patentierung seines Elektrostahlofens 1879 bei der Stahlverhüttung international durchsetzt und bis heute neben der Bessemer- und Thomas-Stahltechnologie erfolgreich behauptet.

8.12.1933

In Hannover stirbt der deutsche Motorflugpionier Karl **Jatho**. Bereits 1896 konstruiert er einen Doppeldecker. 1903, als in den USA den Gebrüder Wright der erste Motorflug gelingt, unternimmt Jatho auf der Vahrenwalder Heide bei Hannover mehrere **Flugversuche** mit einem Aeroplan, das von einem 12-PS-Motor angetrieben wird.

10.12.1908

Der 1845 in Luxemburg geborene Naturwissenschaftler Gabriel **Lippmann** erhält den Physik-Nobelpreis für seine Methode der **Farbfotografie**. Seit 1886 Direktor des physikalischen Forschungslaboratoriums an der Pariser Sorbonne, gelingt es Lippmann 1891 erstmals auf der Basis von Interferenzerscheinungen eine Farbfotografie über einen längeren Zeitraum zu fixieren.

10.12.1933

Für seine **Theorie der Atomstruktur** von 1925 wird der in Würzburg geborene, erst 32 Jahre alte Professor für theoretische Physik Werner Karl **Heisenberg** mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet. Sein zweites Hauptwerk, *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*, wird 1930 veröffentlicht. Bei der Entwicklung der Mechanik fällt Heisenbergs **Unschärferelation** eine zentrale Rolle zu, das von ihm formulierte Prinzip stellt die Lehre vom klassischen Determinismus in Frage und beeinflusst seitdem auch die moderne Philosophie.

12.12.1833

In Trossingen, Schwarzwald, wird Matthias **Hohner** geboren. Der gelernte Uhrmacher beginnt um 1856 mit der Herstellung der Mundharmonika in handwerklicher Massenerstellung und verkauft seine begehrten Instrumente bald auch weit über den deutschsprachigen Raum hinaus, mit anhaltendem Erfolg.



Servietten falten

Tischkultur im Wandel der Zeiten

Gefaltete Tischdekorationen mit Tieren, Schlössern, Schiffen und anderen Figuren, vom 16. Jahrhundert bis zur Gegenwart, sind im Barockmuseum am Mirabellgarten in Salzburg bis zum 26. Oktober 2008 in der Sonderausstellung »Tischlein deck dich – Tafeldecken und Serviettenbrechen« des katalanischen Faltkünstlers Joan Sallas zu sehen. **Von Beatrix Dargel**

Abbildungen: Beatrix Dargel



Die Ärmel der Mona Lisa:
Exakter Berechnung folgt die Faltung, die sich wie eine Ziehharmonika verschieben lässt.

Linke Seite: Respekt einflößend steht der geflügelte Leinen-Greif auf den Hinterbeinen, mit den ausgefahrenen Krallen bereit zur Verteidigung des Tischbrunnens.

Katalog zur Ausstellung

Joan Sallas, Tischlein deck dich
Ursprung und Entwicklung des
Serviettenbrechens.
Freiburg im Breisgau und Salzburg,
2008, 64 Seiten, 331 Abbildungen,
16 Euro, ISBN 978-3-901925-31-7

Zu beziehen über Joan Sallas,
www.serviettenbrechen.de
oder im Salzburger Barockmuseum.

Eine CD für 9 Euro mit Faltanleitungen
ist ebenfalls bei Joan Sallas,
www.serviettenbrechen.de und im
Salzburger Barockmuseum zu beziehen.

...Monna Lisa studierte er deren Armeffaltung, in der alle Bewegungsmöglichkeiten der Arme in der Faltrichtung sehr genau berücksichtigt wurden und übernahm sie perfekt in sein Bild. Die asymmetrischen Winkel der einzelnen Faltschritte bewirken, dass sich die gesamte Faltrichtung von Faltschritt zu Faltschritt spiralförmig verschiebt. Beim Zusammenstellen des Armes überlagern sich die Kanten und es entsteht ein sich dem Kreis näherndes Viereck. Diese Art der Faltung ermöglicht eine maximale Flexibilität des Armes, ohne dass sich die innere Ordnung der Faltrichtung auflöst. Die Darstellung der Faltung ist nicht auf den ersten Blick erkennbar. Hier sind zwei Gemälde: Verbindet man die jeweils gleichen Faltschritte miteinander, so ergeben sich zwei identische Linien, die wiederum in völliger Übereinstimmung zum Gesamtbild stehen und der Struktur der Kleidung Frau Isabella D'Ambrósio entsprechen.

Den Besucher »begrüßt« gleich in der Eingangshalle, über der Treppe schwebend, eine meterlange Schlange, die ihm den Weg weist. Stufe um Stufe geht es bis zum Ende der Schlange in die Ausstellung im Obergeschoss. Auf einem Tisch, in Stoff gehüllt, steht ein Tischbrunnen mit Löwe und Greif aus gewebtem Leinen mit kunstvollen »Schuppenfalten«. Bereits im späten Mittelalter, und ab dem 16. und 17. Jahrhundert, gab es aufwändige Leinen-Dekorationen, um die Gäste zu unterhalten und bei Tisch für Gesprächsstoff zu sorgen. Auch im 21. Jahrhundert, im Jahr 2008, betrachten die Besucher beeindruckt das Brunnenensemble mit plätscherndem Wasser. Der Tischbrunnenentwurf stammt aus dem *Plicatur-Büchlein* von Andreas Klett, Nürnberg, 1677.

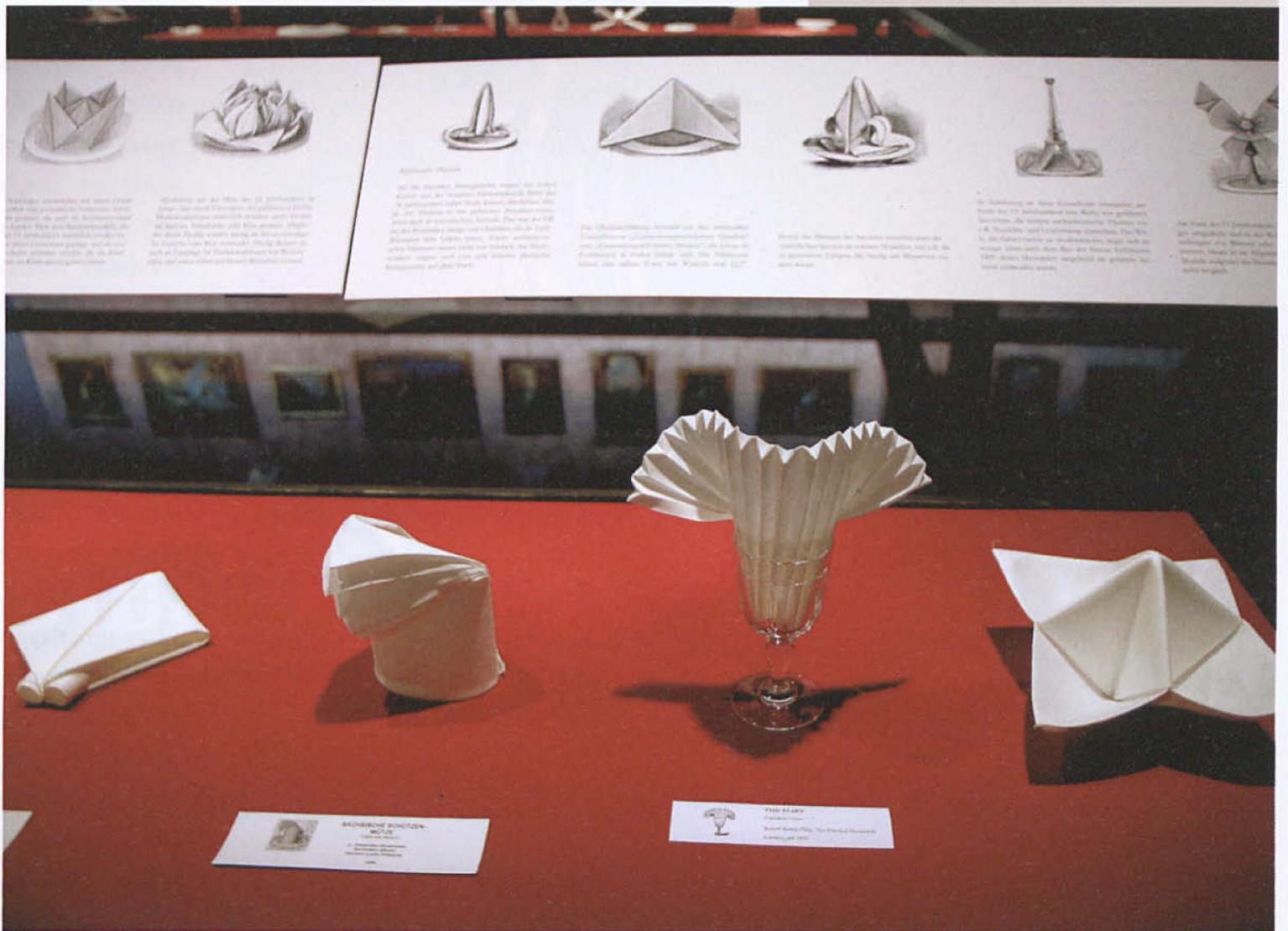
DIE FALTEN DER MONA LISA. Mona Lisas

unergründliches Lächeln in Leonardo da Vincis Gemälde ist bekannt. Aber Falten? Die finden sich bei der Kleidung, speziell an den Ärmeln. An einer Büste ist diese ungewohnte Technik der Ärmelfaltung, ähnlich einer Ziehharmonika, mittels Leinen veranschaulicht. Beweglichkeit und Flexibilität sind mathematisch kalkuliert. Die Faltschnitte weisen asymmetrische Winkel auf, wodurch sich die Faltstruktur spiralförmig verschiebt. Schiebt man die Ärmel einfach nach oben, sieht das heutzutage rasch unordentlich aus. Ganz anders ist das bei den Armkleidern der Mona Lisa. Diese Falten folgen einer Ordnung. Es ist anzunehmen, dass die Mona Lisa Leonardo da Vincis ein Gewand aus Samt trug, da der Stoff eher weich fällt. Während der Renaissance entwickelte sich die Faltekunst bei textilen Geweben in Italien. Schneidermeister fertigten aufwändige Gewänder mit Falten. Auch auf vielen Gemälden aus der Barockzeit lassen sich Falten entdecken.

EIN BAYERISCHER LEHRER IN PADUA. Wie kommt ein Bayer nach Italien? Als katholisches Land unterhielt Bayern im 16. und 17. Jahrhundert gute Beziehungen nach Italien. Auf beiden Seiten der Alpen entwickelte sich die Faltekunst und ermöglichte einen Austausch der Faltechniken. Der deutsche Lehrer Mattias Jäger, geboren in Moosburg, wanderte zu Beginn des 17. Jahrhunderts über die Alpen ins Nachbarland. Dort unterrichtete er als Mattia Giegher an der Universität von Padua die Falt- und Tranchierkunst und sorgte für die Verbreitung von Faltechniken. Mattia Giegher ist Autor der Bücher *Lo Scalco* aus dem Jahr 1621 und *Il Trinciante* aus dem Jahr 1623. Ihm ist es zu verdanken, dass 1639 in Italien das erste bebilderte Faltbuch der Welt mit Faltanleitungen *Li Tre Trattati* (Die drei Traktate) erschien. Nun bestand die Möglichkeit, die Faltekunst aus einem Buch zu lernen. Schneider oder auch Kellner mussten nicht mehr eigens nach Italien reisen.

DIE SUCHE NACH DEM PASSENDEN STOFF. Im Kunstgewerbemuseum im Schloss Pillnitz in Dresden sind Stoffe aus dem 16. und 17. Jahrhundert erhalten, die zum Falten genutzt wurden. Als Joan Sallas dort 2007 seine erste Ausstellung zum Thema Serviettenbrechen vorbereitete, suchte er zunächst nach dem passenden Stoff. Bei der Oberlausitzer Leinenweberei Hoffmann, die sich der traditionellen Textilherstellung verschrieben hat, wurde er schließlich fündig. Die Qualität vergangener Jahrhunderte allerdings lässt sich heute kaum noch reproduzieren. Sallas experimentierte, um einen annähernd passenden Stoff herzustellen. Aus optischer und ästhetischer Perspektive ist die Farbgebung ein wichtiger Aspekt, aus der Faltperspektive eher nachrangig. Entscheidender für das Gewebe war die Art der Faden- und Leinwandbindung, denn Servietten aus

der Renaissance bis zum 19. und 20. Jahrhundert sollten mit dem selben Stoff gefaltet werden. »Wir können von der Vergangenheit viel lernen. Falten ist kein Neben- oder Unterthema der Tischkultur, eher ein unglaublicher Ozean, in dem man fast ertrinkt«, erläutert Sallas sein Interesse an dem Thema. Der Künstler hat sich intensiv mit der technischen Entwicklung des Serviettenfaltens beschäftigt. Als Origami-Autor und Leiter einer Origami-Schule in Freiburg im Breisgau »lebt er das Falten« und überträgt seine Begeisterung auf Schüler und Faltfreunde.



FALTEN ZUM SELBERMACHEN. Ein Besuch in Salzburg lohnt sich. Sie können hier nicht nur Bildungslücken schließen, sondern auch die richtigen Kniffe für Ihre nächste feine Tafelrunde erlernen: An einem Übungstisch in der Ausstellung wählen Sie zwischen verschiedenen Faltanleitungen aus und falten Schritt für Schritt Ihre Liebblingsserviette. Das ist nicht nur nützlich, sondern trainiert quasi nebenbei räumliches Vorstellungsvermögen und Kreativität. Manche behaupten sogar, Falten sei ein meditativer Akt. Faltend wird scheinbar Wichtiges unwichtig. Probieren Sie es aus! ■■

Auf den Ausstellungstischen sind fantasievolle Leinenservietten nach Faltanleitungen aus den vergangenen Jahrhunderten zu sehen. So eine Tischdekoration war und ist ein Blickfang auf jeder Festtafel.



Weitere Informationen

Salzburger Barockmuseum
Orangerie des Mirabellgartens
Mirabellplatz 3, 5020 Salzburg, Österreich
Tel.: 00 43 - (0)6 62- 87 74 32
Fax: 00 43 - (0)6 62 - 87 74 32 17
office@barockmuseum.at
www.barockmuseum.at
Öffnungszeiten: Mittwoch bis Sonntag,
Feiertage: 10–17 Uhr

Begleitprogramm zur Sonderausstellung:

»Tischlein deck dich – Tafeldecken und Serviettenbrechen«

Führungen am Samstag, 14 Uhr: 18. und 25. Oktober; Lange Nacht der Museen: 4. Oktober, 18–1 Uhr; Großer Kindertag mit Faltspaß: 5. Oktober, 13–17 Uhr

DIPL.-ING. (FH) BEATRIX DARGEL studierte Garten- und Landschaftsarchitektur an der FH in Erfurt. Seit 2001 arbeitet sie in München als Fach- und Fotojournalistin.



Angenehme Düfte

und ihre unangenehmen Seiten

Duftstoffe sind beliebt. Sie riechen gut, hellen die Stimmung auf und überdecken schlechte Gerüche. Dass Duftstoffe auch negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben können, ist vielen Konsumenten nicht bewusst.

Von Ursula Klaschka

Früher waren Duftstoffe ein Zeichen für Luxus, heute sind sie aus dem Alltag kaum mehr wegzudenken. In den letzten Jahrzehnten haben sowohl die Gesamtmenge der eingesetzten Stoffe, die Anzahl der Stoffe als auch die Vielfalt der Anwendungsbereiche stark zugenommen. Bei manchen Produktgruppen wie Kosmetika oder Reinigungsmitteln ist es sogar schwierig, Produkte ohne Duftstoffe im Handel zu finden. In Deutschland werden pro Jahr ca. 20.000 Tonnen Duftstoffe eingesetzt, ein Drittel in Wasch- und Reinigungsmitteln, ein Viertel in Kosmetika und der Rest in anderen Verwendungsbereichen, mit steigender Tendenz. Die Riechstoffhersteller erwirtschaften in Deutschland einen Jahresumsatz von 500 Millionen Euro. Die Verwendungsmenge in Wasch- und Reinigungsmitteln hat in den letzten zehn Jahren um 50 Prozent zugenommen. Heute gibt es sehr viele Produkte, die früher nicht mit Duftstoffen versetzt waren.

TAUSENDE VARIATIONEN. Als Duftstoffe bezeichnet man alle Stoffe, die selbst duften, die einen Duft verstärken oder einen Duft »maskieren«, so die Definition des Internationalen Riechstoffverbands (IFRA). Etwa 2.750 Duftstoffe, die in der Europäischen Union in Kosmetika eingesetzt werden (SCCNFP), sind derzeit erfasst. Diese Liste ist jedoch nicht vollständig, da auch andere Stoffe angenehm riechen können. Schätzungsweise können bis zu 10.500 verschiedene Stoffe als Duftstoffe eingesetzt werden.

Duftstoffe können aus Pflanzen oder Tieren gewonnene Naturstoffe oder chemisch synthetisierte Verbindungen sein. Manche synthetischen Verbindungen besitzen die gleiche Struktur wie Naturstoffe, andere haben kein Vorbild in der Natur.

Duftstoffe gehören zu ganz unterschiedlichen Stoffklassen, z.B. Alkohole, Aldehyde, Amine, Carboxylsäuren, Ester, Lactone, Ether, Sulfide. Beispiele für häufig verwendete Stoffe sind Citronellol, Geraniol, Hexylcinnamaldehyd, Linalol, Limonen, Nerol, alpha-Pinen, Tetrahydrolinalool oder Thymol. Natürliche Duftöle bestehen aus vielen Einzelverbindungen und ihre Zusammensetzung kann variieren.



Riechstoffhersteller erwirtschaften in Deutschland einen jährlichen Umsatz von 500 Millionen Euro.

In fast allen Kosmetika, beispielsweise in Parfüm, Deo, Seifen, Zahnpasta, Lippenstift, Lotion oder Shampoo, sind Duftstoffe enthalten.

Duftstoffe sind auch Bestandteil fast aller Wasch- und Reinigungsmittel. Der Zusatz von Duftstoffen zu Produkten, das »Duftdesign«, erfreut sich als Marketinginstrument zunehmender Beliebtheit. Der gute Geruch eines Produktes soll die Konsumenten zum Kauf anregen.

Inzwischen gibt es eine Vielzahl von duftenden Produkten, wie Toilettenpapier, Windeln, Wischtücher oder Katzenstreu. Es gibt Duftstoffe, die nach Leder riechen und echtes Leder vortäuschen. Duftstoffe werden in Kleidung – beispielsweise in Strumpfhosen oder Strümpfen – eingearbeitet, die beim Tragen auf der Haut freigesetzt werden und den Körpergeruch überdecken sollen. Duftstoffzusätze in Zigaretten maskieren unangenehme Bestandteile des Zigarettenrauchs. Manche Bilderbücher und Spielsachen werden mit Duftstoffen versetzt, um Kinder neugierig zu machen. Die Beduftung von Räumen mit Duftsäulen oder durch Zusätze in Klimaanlage ist ein wachsender Markt. In manchen Arztpraxen oder Altersheimen werden unangenehme Gerüche durch Raumbeduftung überdeckt. In Büros sollen Duftstoffe die Mitarbeiter zur Arbeit motivieren. Es gibt Ladengeschäfte, in denen durch angenehme Düfte die Aufenthaltszeit von Kunden und damit

In der Tabelle sind ein paar natürliche duftende Alltagsprodukte aus dem Haushalt und jeweils eine ihrer wichtigen Duftkomponenten aufgeführt. Diese Einzelstoffe werden auch von der Duftstoffindustrie verwendet und z.B. in Produkten, die in der rechten Spalte aufgeführt sind, eingesetzt.

Pflanze	HAUPTBESTANDTEIL DES DUFTS	VERWENDUNG IN PRODUKTEN
Anissamen	Anethol	Seifen und Mundpflegemittel
Geranien	Citronellol	verschiedene Handspülmittel von Pril
Gewürznelke	Eugenol	Fa Deo For Men Spicy Black, Lebkuchen
Kiefernadeln	alpha-Pinen	Erkältungsbalsam
Kümmel	Cuminaldehyd	Aftershave
Lavendel	Linalool	Fa Deos und Duschgels, Ariel, Lenor
Pfefferminz	Menthol	Fa Active Sport Duschbad
Rose	Geraniol	Fa Duschbäder und Deos, Mr Proper, Lenor
Zedernholz	alpha-Cedren; Thujopsen	Zedan Insektenschutzmittel
Zimtstange	Zimtaldehyd	Zimtsterne, Lebkuchen
Zitronenschale	Limonen	Persil, Fa Duschgels und Bodylotions



Natürlich oder künstlich? Immer häufiger werden Lebensmitteln Aromen zugesetzt.

Zum Weiterlesen

Ursula Klaschka, The Infochemical Effect. A new chapter in ecotoxicology *Env Sci & Pollut Res*, 15(6) S. 448-458, 2008

Ursula Klaschka, Odorants – Potent Substances at Minor Concentrations. The ecological role of infochemicals. In: *Pharmaceuticals in the environment. Sources, fate, effect and risks*. 3rd edition. Kümmerer, K. ed. Springer, 2008

Klaschka, Kolossa-Gehrin
Review Article: Fragrances in the environment: pleasant odours for nature? *Environ Sci & Pollut Res*. 14 Special Issue (1) 44-52, 2007

Ursula Klaschka, Was vom Bade übrig bleibt – belastet am Ende Flora und Fauna unserer Gewässer. *Kultur und Technik* 01/2006, S. 30-33

der Umsatz erhöht werden soll. Und es gibt Kinos, in denen zusätzlich zu Ton und Bild die passenden Gerüche verströmt werden. Sogenannte »Luftverbesserer« für Autos, Toiletten oder Wohnräume setzen Duftstoffe frei, die unangenehme Gerüche überdecken sollen. Die Anzahl der Produktgruppen mit Duftnoten im Handel nimmt zu. So gibt es duftende Kosmetikartikel für Babys und Kleinkinder, Wecker, die mit Duft wecken, Fernsehgeräte und Computer, die Düfte passend zum Film oder Computerspiel ausströmen, oder Heizöl, dem Duftstoffe zugesetzt werden, die den Heizölgeruch maskieren sollen. Der Zusatz von geeigneten Duftstoffen als Aromen in Lebensmitteln ist ebenfalls ein wachsender Sektor. Viele Konsumenten nehmen neue Duftnoten gerne an, sodass es unzählige modische Neuentwicklungen mit weiteren Duftqualitäten gibt. Ebenfalls im Trend liegen Stoffe mit einer längeren und intensiveren Duftwirkung.

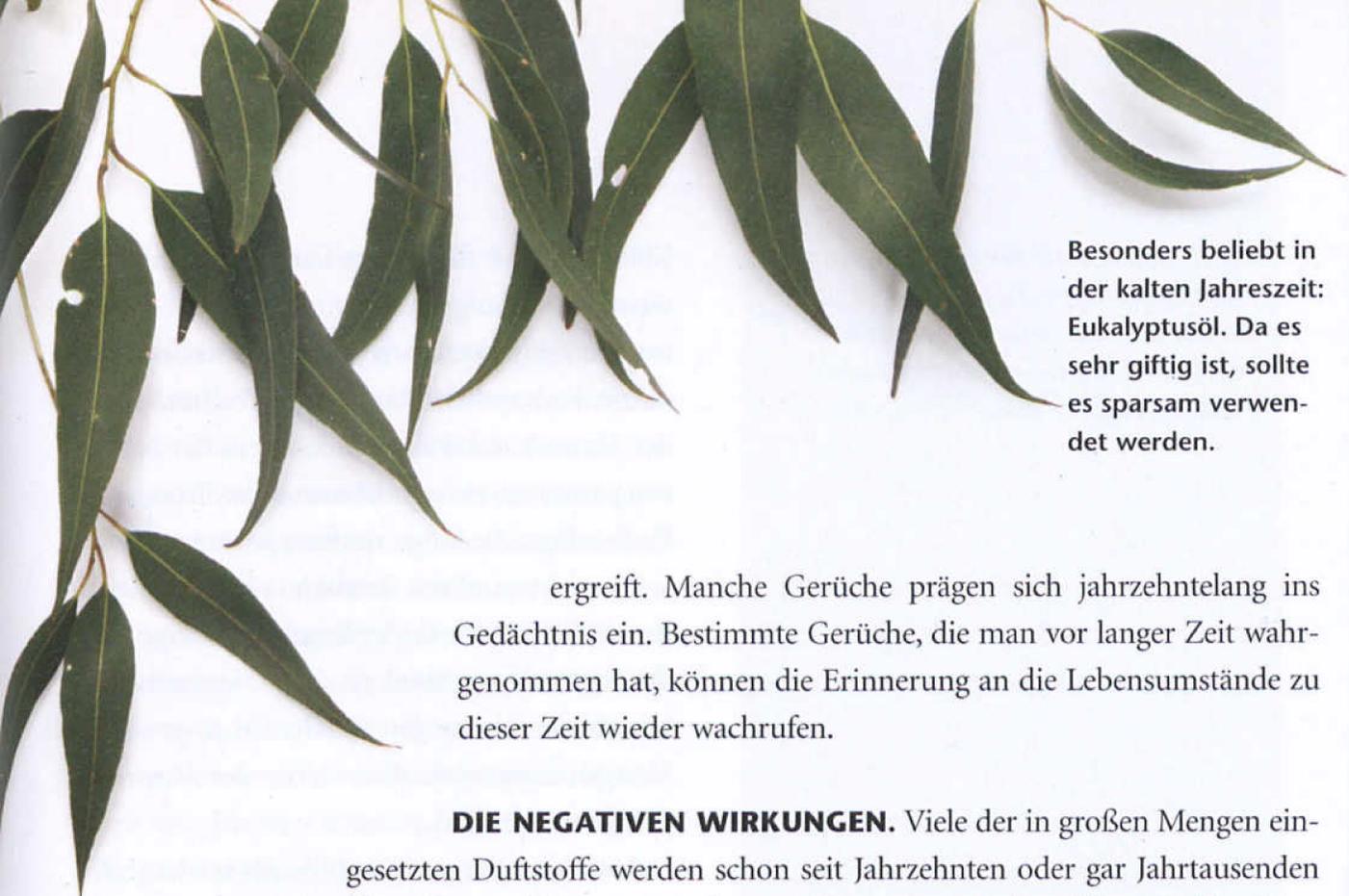
GEHEIME REZEPTUREN. Für die Verbraucher, die sich über bestimmte Duftinhaltsstoffe informieren oder diese vermeiden möchten, sind die Angaben auf den Produkten meist nicht zufriedenstellend. Parfums oder Duftöle enthalten einen hohen Prozentanteil an Duftstoffen. In den meisten anderen Produkten sind Duftstoffe nur zu einem Anteil von wenigen Promille bis einigen Prozent enthalten, da meist sehr geringe Konzentrationen für die Geruchswahrnehmung ausreichen. Bei Kosmetika und Wasch- und Reinigungsmitteln kann der Konsument etwas mehr über die enthaltenen Duftstoffe erfahren. Kosmetikinhaltsstoffe werden auf der Verpackung aufgeführt, die Bestandteile mit den größten Anteilen stehen am Anfang der Liste. Mit der Bezeichnung »Parfum« ist dort die Duftstoffmischung für das betreffende Produkt bezeichnet, das aus Dutzenden bis einigen Hundert verschiedenen einzelnen Duftstoffen bestehen kann. Die genaue Zusammensetzung dieser Mischungen ist in der Regel patentrechtlich geschützt und wird geheim gehalten. Informationen über Duftstoffe in Wasch- und Reinigungsmitteln findet man, ähnlich wie bei Kosmetika, auf der jeweiligen Website der Hersteller.

Namentlich müssen nur 26 Duftstoffe, die allergenes Potenzial aufweisen, auf der Packung aufgeführt werden, wenn sie zu mehr als 0,01 Prozent in einem Produkt enthalten sind. Bei Kosmetika, die auf der Haut bleiben und nicht sofort wieder abgewaschen werden, wie etwa Körperlotion, gilt ein Grenzwert von 0,001 Prozent (EU-Richtlinie 2003/15/EC). Die genauen Mengen und die weiteren Duftbestandteile werden nicht bekannt gegeben. Auf Lebensmittelverpackungen ist ebenfalls aufgedruckt, ob Aromastoffe zugesetzt wurden. Die Duftinhaltsstoffe in anderen Produkten müssen nicht offengelegt werden. Wenn mit der Eigenschaft eines guten Geruchs, z.B. bei Papiertaschentüchern oder Toilettenpapier, geworben wird, haben die Verbraucher wenigstens einen Hinweis darauf, dass Duftstoffe im Produkt enthalten sind. Ansonsten müssen sie auf ihre eigene Nase vertrauen.

GERÜCHE SIND ÜBERLEBENSWICHTIG. Das zwischenmenschliche Leben wird sehr stark durch Gerüche beeinflusst. Denken Sie beispielsweise an die Rolle des Geruchs bei der Partnerwahl, bei der Säuglingspflege und in der Pubertät. Gerüche können von verschiedenen Menschen sehr unterschiedlich wahrgenommen werden. Was der eine als angenehm empfindet, ist für die andere eine Zumutung.

Der Geruchssinn hat eine überlebenswichtige Bedeutung für den Menschen. Der Geruch ist Ausdruck von Hygiene und Sauberkeit. Gute Gerüche erhöhen das Wohlbefinden, sind motivationssteigernd oder regen den Appetit an. Die Vielfalt an Gerüchen ist umfangreicher als die Farben- oder Klangvielfalt und damit eine große Bereicherung für die menschliche Wahrnehmung. Man kann seinen Geruchssinn schulen und so den Reichtum an Geruchserlebnissen und Genüssen vergrößern. Schlechte Gerüche sind Alarm- und Warnsignale. Wir erkennen am Geruch, ob Lebensmittel verdorben sind. Wir haben eine sehr feine Nase für Brandgeruch und reagieren empfindlich auf unbekannte Gerüche.

Es gibt Gerüche, die so unangenehm sind, dass sie zu Übelkeit, Brechreiz und sogar zu Todesangst führen. Die militärische Forschung hat Geruchsstoffe als sogenannte nicht-tödliche Waffen (»stench warfare«) entwickelt, die so extrem stinken, dass jeder, der kann, panikartig die Flucht



Besonders beliebt in der kalten Jahreszeit: Eukalyptusöl. Da es sehr giftig ist, sollte es sparsam verwendet werden.

ergreift. Manche Gerüche prägen sich jahrzehntelang ins Gedächtnis ein. Bestimmte Gerüche, die man vor langer Zeit wahrgenommen hat, können die Erinnerung an die Lebensumstände zu dieser Zeit wieder wachrufen.

DIE NEGATIVEN WIRKUNGEN. Viele der in großen Mengen eingesetzten Duftstoffe werden schon seit Jahrzehnten oder gar Jahrtausenden verwendet. Über diese Stoffe hat man recht gute Kenntnisse. Anders sieht es bei den Tausenden von anderen Duftstoffen aus, die in den letzten Jahren dazugekommen sind. Zudem haben sich die Mengen und die Zusammensetzungen der Duftmischungen sehr verändert, sodass man nicht davon ausgehen kann, dass Duftstoffe, nur weil sie schon lange verwendet werden, auch unschädlich sind.

Jeder kennt den Einfluss von manchen Gerüchen auf die Stimmung. Die angenehme psychoaktive Wirkung von Duftstoffen ist erwünscht. Für die meisten Menschen haben Duftstoffe bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Produkte keine unangenehmen Nebeneffekte. Es gibt jedoch immer mehr Menschen, die sehr empfindlich auf Duftstoffe reagieren und deren Lebensqualität durch diese Unverträglichkeit deutlich reduziert wird. Manche Duftstoffe können auf die Haut, das zentrale Nervensystem, das Herz-Kreislauf-System, das Immunsystem und die Atmung einwirken. Es gibt Hinweise darauf, dass manche Duftstoffe nervenschädigend, krebserregend, hormonartig wirksam sind oder sich in der Nahrungskette anreichern können. Duftstoffe können auch einen Asthmaanfall oder Migräneschub auslösen.

Für Duftstoffe, die im Kosmetikbereich eingesetzt werden, wird in der Regel getestet, ob sie hautreizend, sensibilisierend oder fototoxisch sind. Duftstoffe sind nach Zink die Hauptursache von Kontaktallergien. Man schätzt, dass in Deutschland mindestens eine halbe Million Menschen von Duftstoffallergien betroffen sind. Eichenmoos und Isoeugenol sind die häufigsten Allergieauslöser. Über die anderen Wirkungen von Duftstoffen auf die menschliche Gesundheit liegen bisher nur wenige Untersuchungen vor. Viele Duftstoffe sind hitze- und lichtempfindlich, sodass sie sich in der Innenraumluft chemisch verändern. Dies ist vor allem bei Duftkerzen, Duftöllämpchen und Räucherstäbchen relevant. Die entstehenden Reaktionsprodukte sind oft giftiger als die Ausgangsstoffe. Mit natürlichen Duftölen, sogenannten ätherischen Ölen, sollte man vorsichtig umgehen, da sie ebenfalls giftige Stoffe enthalten können. Besonders giftig sind Kampher, Eukalyptus- und Pfefferminzöl, etwas weniger giftig sind Terpentinöl, Orangen-/Zitronenschalen-, Teebaum- und Nelkenöl. Ätherische Öle können das zentrale Nervensystem, die Nieren oder die Atemwege beeinträchtigen und beim Verschlucken zu massiven Vergiftungen führen. Vor allem Säuglinge und Kleinkinder reagieren auf kleinste Mengen.

Duftstoffe können auch dann Wirkungen auf den menschlichen Körper haben, wenn sie in so geringen Konzentrationen in der Luft vorhanden sind, dass wir sie nicht bewusst wahrnehmen. Sie können dann z.B. die Stimmung beeinflussen, ohne dass wir in der Lage wären, dies auf einen Geruchsreiz zurückzuführen. Mit Duftstoffen lassen sich Menschen manipulieren. Wie schon beschrieben ist die Verweilzeit in bedufteten Geschäften oder Restaurants höher als in unbedufteten. Wenn Duftstoffe bei der Raumbeduftung dazu eingesetzt werden, unangenehme Gerüche zu überdecken, täuschen sie damit hygienische Zustände vor, sodass die warnende Wirkung von Gestank nicht mehr vorhanden ist und unhygienische Verhältnisse nicht rasch beseitigt werden, mit den entsprechenden möglichen Folgen für die Gesundheit.

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 4 + 7

80331 München

Telefon 089/23 50 98-0

Fax 089/26 42 17

mail@radspieler-muenchen.de



In manchen Anwendungen ist die giftige Wirkung von Duftstoffen sogar erwünscht, bei Duftstoffen in Zahnpasta zum Beispiel. Mundgeruch ist vor allem auf die Ausscheidungen von Bakterien im Mundraum zurückzuführen. Wenn in Zahncremes Duftstoffe enthalten sind, die gut riechen und die gleichzeitig bakterizid wirken, also das Wachstum der Bakterien im Mund beeinträchtigen, wird der Mundgeruch abnehmen, einmal durch die mechanische Beseitigung der Bakterien durch das Bürsten und zum anderen durch die biozide Wirkung der Duftstoffe. Auch Gewürze haben oft durch die in ihnen enthaltenen Duftstoffe biozide Eigenschaften und dienen damit in gewissem Umfang auch der Konservierung von Lebensmitteln.

Manche negative Wirkung von parfümierten Produkten rührt nicht von den Duftstoffen her, sondern von den zugesetzten Konservierungs- bzw. Zusatzstoffen.

RESTE BELASTEN DIE UMWELT. Duftstoffe aus Körperpflege-, Wasch- und Reinigungsmitteln bleiben nur zu einem sehr geringen Teil auf der Haut, dem Haar oder der Kleidung. Etwa 99 Prozent gelangen ins Abwasser. Bisher wurde das Verhalten in der

Bei Zahnpasta ist die giftige Wirkung der verwendeten Duftstoffe sogar erwünscht. Sie wirken gegen die Bakterien, die beispielsweise Karies oder schlechten Atem verursachen.

Interessante Links

www.daab.de

Deutsche Allergie- und Asthmabund

www.bfr.bund.de

Institut für Risikobewertung

www.evz.de

Europäisches Verbraucherzentrum EVZ

www.ifraorg.org

International Fragrance Association

www.riechstoffverband.de

Riechstoffverband

www.rifm.org

internationales Duftstoffforschungsinstitut, das von der Duftstoffindustrie finanziert wird

www.umweltbundesamt.de/

uba-info-presse/hintergrund/duftstoffe.pdf

Hintergrundpapier des Umweltbundesamtes zu Duftstoffen

www.helmholtz-muenchen.de/flugs/

linksammlungen/duftstoffe-und-luftfrischer/index.html

Linksammlung zu Duftstoffen und Luftfrischern

Kläranlage nur für wenige Duftstoffe genauer untersucht. Aufgrund der physikalisch-chemischen Eigenschaften von Duftstoffen ist davon auszugehen, dass einige Duftstoffe in der Umwelt stabil sind und sich in der Nahrungskette anreichern können. Der Trend zu Duftstoffen, die lange riechen, ist unter Umweltgesichtspunkten kritisch zu sehen, da damit diese Stoffe in der Regel auch länger in der Umwelt vorhanden sind. Synthetische Moschusverbindungen wurden in so großen Mengen eingesetzt, dass sie in der Umwelt nachzuweisen sind.

Umweltorganismen sind noch stärker auf die Wahrnehmung von Gerüchen angewiesen als der Mensch. Sie erkennen ihre Nahrung, ihre Artgenossen oder ihre Feinde anhand der Geruchsstoffe in ihrer Umgebung. Zum Beispiel muss der einheimische Fisch Elritze den Hecht, seinen Feind, nicht sehen, um zu wissen, dass er in der Nähe ist. Um zu wissen, wie groß er ist und ob er alleine ist, ob der Hecht hungrig ist und ob er zurzeit Appetit auf Elritzen hat. Die Elritze kann all diese Informationen riechen. Es gibt Hinweise, dass diese hochempfindliche Wahrnehmung der Umgebung durch Umweltchemikalien, z.B. Duftstoffe, gestört wird. Diesen Effekt nennt man »Infochemical Effect«.

»NATÜRLICH« IST NICHT BESSER.

Natürliche Duftstoffe sind nicht grundsätzlich besser als synthetische Duftstoffe. Dafür gibt es vor allem zwei Gründe: Erstens gibt es auch gesundheitsschädliche natürliche Stoffe. Es ist ein Irrglaube, dass Naturstoffe grundsätzlich weniger giftig wären als chemisch synthetisierte Stoffe. Viele natürliche Duftstoffe sind sekundäre Pflanzenstoffe, die diese Pflanzen in kleinen Mengen herstellen, um einen bestimmten Zweck zu erfüllen: Sie locken mit diesen Stoffen Insekten als Bestäuber an, sie wehren sich damit gegen Schädlinge oder sie schützen sich dadurch vor Infektionen. Natürliche Duftstoffe weisen daher oft eine hohe biologische Aktivität auf, die in der Anwendung als Duftstoff nicht immer förderlich für die menschliche Gesundheit sein muss.

Ein Stoff mit einer bestimmten chemischen Struktur hat eine bestimmte Wirkung, egal ob er aus einer Pflanze gewonnen oder

chemisch synthetisiert wurde. Bei der Isolierung aus Pflanzen oder Tieren werden meist Gemische mit mehreren Hauptkomponenten gewonnen, die je nach Wachstumsbedingungen der Pflanzen variabel sein können, chemische Synthesen werden genau gesteuert, so dass die Endprodukte in der Regel besser bekannt und »sauberer« sind.

Zweitens stammen diverse Naturstoffe aus Wildsammlungen, die nicht nachhaltig sind. Viele natürliche Duftstoffe werden aus Pflanzen gewonnen, die auf Feldern angebaut werden, wie Rosen, Geranien oder Lavendel. Da die gärtnerische Kultivierung jedoch nicht bei allen für die Verwertung interessanten Pflanzen möglich oder rentabel ist, werden Pflanzen in der Natur gesammelt, oft ohne Rücksicht auf die Nachhaltigkeit der Bestände. Die Duftstoffgewinnung aus tierischen Quellen spielt für den europäischen Markt eine vernachlässigbare Rolle. Der Verbrauch an Tieren war bzw. ist für den aussereuropäischen Markt oft ebenfalls nicht nachhaltig. So werden für die traditionelle Gewinnung von einem Kilo des natürlichen Moschusduftes 160 männliche Tiere des Moschushirsches getötet. Duftstoffe, die chemisch synthetisiert wurden und die gleiche Struktur wie ihre natürlichen Vorbilder haben, können daher umweltverträglicher sein, da sie das natürliche Vorkommen der Pflanzen- und Tierarten nicht dezimieren.

Kosmetikprodukte mit dem Zeichen für kontrollierte Naturkosmetik enthalten vorwiegend Naturstoffe aus biologischem Anbau und nachhaltiger Produktion.

AUF DUFTSTOFFE VERZICHTEN? Es ist nicht einfach, sich im normalen Alltag Duftstoffen zu entziehen. Sie sind fast allgegenwärtig. Das Angebot an duftstofffreien Produkten ist sehr übersichtlich. Der Deutsche Allergie- und Asthmabund verschickt auf Anfrage eine Liste mit Produkten, die das Logo des Deutschen Allergie- und Asthmabunds tragen. Auch das europäische Verbraucherzentrum EVZ in Kiel hat eine Liste von duftstofffreien Produkten veröffentlicht. Beachten Sie, dass »duftneutrale« Produkte nicht »duftstofffrei« sind, denn sie enthalten Duftstoffe, die den Eigengeruch der anderen Inhaltsstoffe überdecken.

PROF. DR. URSULA KLASCHKA

befasste sich als Mitarbeiterin im Umweltbundesamt mit der Bewertung der Umweltgefährlichkeit von Stoffen. Seit 1998 ist sie Professorin für umweltorientierte Unternehmensführung und umweltverträgliche Produktion an der Fachhochschule Ulm.

Einzelne lokale Initiativen rufen zum freiwilligen Verzicht auf Duftstoffe auf, z.B. in Kalifornien an der Dalhousie Universität oder in Kanada an der Universität von Calgary (»Scent Free Awareness Program«).

Beim Umgang mit Duftstoffen sollten Sie sich bewusst sein, dass ein angenehmer Geruch mit unangenehmen Wirkungen auf Gesundheit und Umwelt verbunden sein kann. Viele Duftstoffe sind (noch) nicht gekennzeichnet oder verboten, da sehr wenige Informationen vorliegen, die Stoffe nur in sehr kleinen Mengen verwendet werden oder es sich um Naturstoffe handelt. In unserer Gesellschaft muss jeder Konsument selbst Verantwortung für seinen Umgang mit Gefahrstoffen im Alltag tragen. Bei Alkohol, Tabakwaren und Arzneimitteln ist das bekannt. Dass Duftstoffe ebenso in diese Liste gehören, ist für viele eine Offenbarung. ■■

EMPFEHLUNGEN ZU EINEM BEWUSSTEN UMGANG MIT DÜFTEN

Duftstoffe können gesundheitsschädlich sein. Gehen Sie deshalb sparsam damit um. Überlegen Sie, wann Sie sich und Ihre Umgebung Duftstoffen aussetzen wollen!

Verzichten Sie auf sogenannte »Luftverbesserer«, Klosteine, Duftbäumchen, Räucherstäbchen, Öllämpchen oder Duftsprays. Sie belasten die Raumluft zusätzlich. Beseitigen Sie stattdessen die Quelle des schlechten Geruchs (Das geht im Haushalt einfach, indem Sie den Mülleimer öfter leeren und reinigen, den Kühlschrank putzen, Spülschwämme trocknen und waschen, Filter in der Wasch- und Spülmaschine reinigen...) und lüften Sie ausreichend.

Gehen Sie mit Produkten für die »Aromatherapie«, mit duftenden »Wellness«- oder »Esoterik«-Produkten und mit natürlichen ätherischen Ölen vorsichtig um, da diese giftige Stoffe enthalten können. In diesen Produkten sind die Duftstoffkonzentrationen oft besonders hoch.

Verwenden Sie Parfum oder Aftershave sparsam.

Kinder reagieren besonders empfindlich auf Duftstoffe. Sie sollten möglichst wenig Duftstoffen ausgesetzt werden. Setzen Sie auch Naturstoffe sparsam ein.

Naturprodukte sind nur dann besser für Gesundheit und Umwelt, wenn sie keine giftigen Stoffe enthalten und nicht aus Pflanzen aus Wildsammlungen oder von Tieren stammen.

Duftstoffe können hygienische Zustände vortäuschen und manipulieren. Versuchen Sie, Gerüche bewusst wahrzunehmen und lassen Sie sich nicht irreführen.

Ziehen Sie Produkte mit Umweltzeichen aus Wildsammlungen – dem Blauen Engel oder der Europäischen Margerite – vor. Es gibt eine neue Vergabegrundlage für die Produktgruppe Shampoos, Duschprodukte und Seifen der EU, sodass Sie bald Produkte mit der Europäischen Margerite in den Regalen finden werden.

Veranstaltungen & Ausstellungen

OKTOBER BIS DEZEMBER 2008

MÄRCHEN IM MUSEUM

Die genauen Spielzeiten und Spielorte entnehmen Sie bitte den aktuellen Angaben auf unserer Website unter www.deutsches-museum.de/information/aktuell/ sowie der Tagespresse. (Keine Platzreservierung nötig.) Nähere Informationen unter: ☎ 089 / 21 79 - 592; E-Mail: g.kramer@deutsches-museum.de
So, 07.12., 14.12. und 21.12.

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, kontakt@tumlab.de

VERKEHRZENTRUM

SONDERAUSSTELLUNGEN

Die moderne Tram in Europa (bis 5. Oktober)
Ein Auto für Millionen – 100 Jahre Ford Model T (ab 11. Oktober)

SONDERVERANSTALTUNGEN

So 19.10. 11 bis 17 Uhr Radeln in allen Lebenslagen!
Sa 25.10. 19 bis 2 Uhr Lange Nacht der Museen: 5 x 100 Jahre
Do 13.11. 9 bis 17 Uhr Moderne Verkehrstechnologie einfach nutzbar

VORTRÄGE

Donnerstag, Beginn: 18.30 Uhr, Eintritt 3 Euro, Mitglieder frei
16.10. Ein Auto für Millionen
23.10. Innovationen für einen umweltgerechten Verkehr
30.10. Die »Judentransporte« der Reichsbahn
06.11. Podiumsdiskussion: Reifen – nur ein Stück Gummi?
13.11. Podiumsdiskussion: Begegnungszone – mehr Freiraum für Fußgänger
20.11. Im Rahmen der Sonderausstellung Ein Auto für Millionen – 100 Jahre Ford Model T
27.11. Innovationen für einen umweltgerechten Verkehr
04.12. 100 Jahre S3/6
18.12. Innovationen für einen umweltgerechten Verkehr

SENIORENFÜHRUNGEN

Mittwoch 14 Uhr, Anmeldung: Seniorenbeirat der LH München, Burgstr. 4, 80331 München, ☎ 089 / 233 - 2 11 66
15.10. 100 Jahre S3/6
26.11. 100 Jahre Modell T
17.12. Mein erstes Auto – Einsteigerfahrzeuge aus den 50er Jahren

KINDER- UND JUGENDPROGRAMM IM VERKEHRZENTRUM

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

KINDERPROGRAMM

Do 16.10. und Fr 17.10., jeweils 11.00 bis 16.00 Uhr
Haltungswechsel-Gesundheitstag »fahren und reisen«

KINDERFERIENPROGRAMM

Fr 07.11., 11.00 bis 16.00 Uhr
Fahrrad-Geschicklichkeitsparcours und mobile Fahrradwerkstatt

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 13.12., 11 bis 14 Uhr
Fahrradübersetzungen: von der Draisine zum Mountainbike

FAHRRAD-FLICK-KURSE

Eintritt: 3 Euro + 1,50 Euro 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

Di 04.11., Mo 29.12., Di 30.12., 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

Fr 03.10. 9 bis 17 Uhr Oldtimer-Modellfliegen
Sa 11.10. 9 bis 14 Uhr RC-Modellbau-Flohmarkt
So 12.10. 9 bis 17 Uhr Tag des Modellbaus
Sa 18.10./ So 19.10., jeweils 9 bis 17 Uhr PC-Flugtag
So 16.11. 12 bis 17 Uhr Hallen-Airshow

VORTRAG DER ROYAL AERONAUTICAL SOCIETY

Do 06.11. 17.30 Uhr Willy Messerschmitt

FLUGMODELLBAUKURS

Für Kinder ab 12 Jahren, Jugendliche und Erwachsene
Anmeldung: 01 73 / 4 80 73 68, E-Mail: epochellIII@t-online.de
Kosten: 39 Euro bis 69 Euro (je nach Modell, inklusive Kursgebühr, Materialkosten und Museumseintritt); Werkzeug wird gestellt
Sa 25.10., Do 06.11., Sa 22.11., Sa 13.12., jeweils 9 bis 17 Uhr

KINDER- UND JUGENDPROGRAMM

Fr 10.10. 14.30 bis 17.00 Uhr Abheben mit Mathe
Für Kinder und Jugendliche ab 12 Jahren; Kosten: 3 Euro Eintritt plus 2 Euro Materialkosten; Anmeldung: 089 / 21 79 - 592, E-Mail: g.kramer@deutsches-museum.de; Weiter Informationen: www.mathe-in-muenchen.de

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

Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum e.V.



 Direktor Jorge Wagensberg (Pfeil) begrüßte Wolfgang M. Heckl, Christiane Kaske und die Mitglieder des Freundeskreises im Museum »Cosmo Caixa« in Barcelona.

In die Welt der berühmten Bauten des katalanischen Architekten Antonio Gaudi führte Freundeskreis-Vorstandsmitglied Professor Dr. Otto Meitinger ein. Ausflüge nach Figueras ins Dali-Museum und zum Kloster Montserrat rundeten das Programm ab.

Auf den Spuren von Oskar von Miller, dem genialen Ingenieur und Museumsgründer, verbrachten die Freundeskreis-Mitglieder im Oktober 2008 einen Tag im Erlebniskraftwerk Walchensee sowie im neuen Franz Marc Museum in Kochel: Spannung zwischen »Kultur und Technik«.

GEMEINSAME ERLEBNISSE ERHALTEN DIE FREUNDSCHAFT

Der Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum kann im achten Jahr seines Bestehens eine stolze Bilanz vorweisen. Hält das große Interesse an einem Beitritt unvermindert an, dürfte bald die 250. Mitgliedschaft in den Büchern stehen. Ein gutes Fundament für die Zukunft des Freundes- und Förderkreises ist die freundschaftlich-familiäre Verbundenheit der Mitglieder, die auch durch gemeinsame Erlebnisse entstanden ist. Dazu zählen neben den exklusiven Führungen im Deutschen Museum, wie der Einblick in die Libri Rari der Bibliothek oder ein Blick hinter die Kulissen des Archivs, auch die Benefitmaßnahmen. Die festlichen Dinners im Ehrensaal des Deutschen Museums und die Reisen zu befreundeten Museen europaweit, die jeweils im Zweijahresrhythmus durchgeführt werden, sind dabei die Höhepunkte.

Ein besonderes Erlebnis war im April 2008 der Ausflug in das Flugmuseum Willy Messerschmitt in Manching. Freundeskreis-Mitglied Professor Gero Madelung, Mitglied des Beirats der Messerschmitt-Stiftung und Neffe des Stifters, hatte zusammen mit EADS Deutschland und der Stiftung eingeladen. Prof. Madelung erläuterte die Flugzeuge des genialen Konstruk-

teurs Willy Messerschmitt, und die Teilnehmer hatten zudem das Privileg, am Technologie-Standort EADS in Manching die Produktionsabläufe für den Eurofighter zu besichtigen. Das Deutsche Museum hat 2007 den ersten Prototypen des Eurofighters EF 2000 als Exponat für die Flugwerft Schleißheim erhalten. Krönender Abschluss waren in Manching die Flugvorführungen der legendären Flugzeuge Me 108 und Me 109.

Die dritte Museumsreise des Freundeskreises führte im Mai 2008 nach Barcelona. Generaldirektor Professor Dr. Wolfgang Heckl begleitete die Reise und öffnete die Türen zum Partnermuseum Cosmo Caixa, dem neuen Science Center in Barcelona. Museumsdirektor Dr. Jorge Wagensberg, der das Haus in den letzten Jahren zu einem Fundament des Wissens gestaltet hat, war ein brillanter Gastgeber. Ein Zitat aus der Landespresse zu seiner Arbeit: »Interaktivität und Emotionen sind die Grundsteine, mit denen Jorge Wagensberg ein Universum errichtete, das die Freude am Verstehen und die Neugier auf weiteres Wissen weckt. Hier zählt das Leben, und die Wirklichkeit ist der beste Weg, dies zu verstehen.« Seit 2005 haben zwei Millionen Besucher das Museum erlebt.

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:

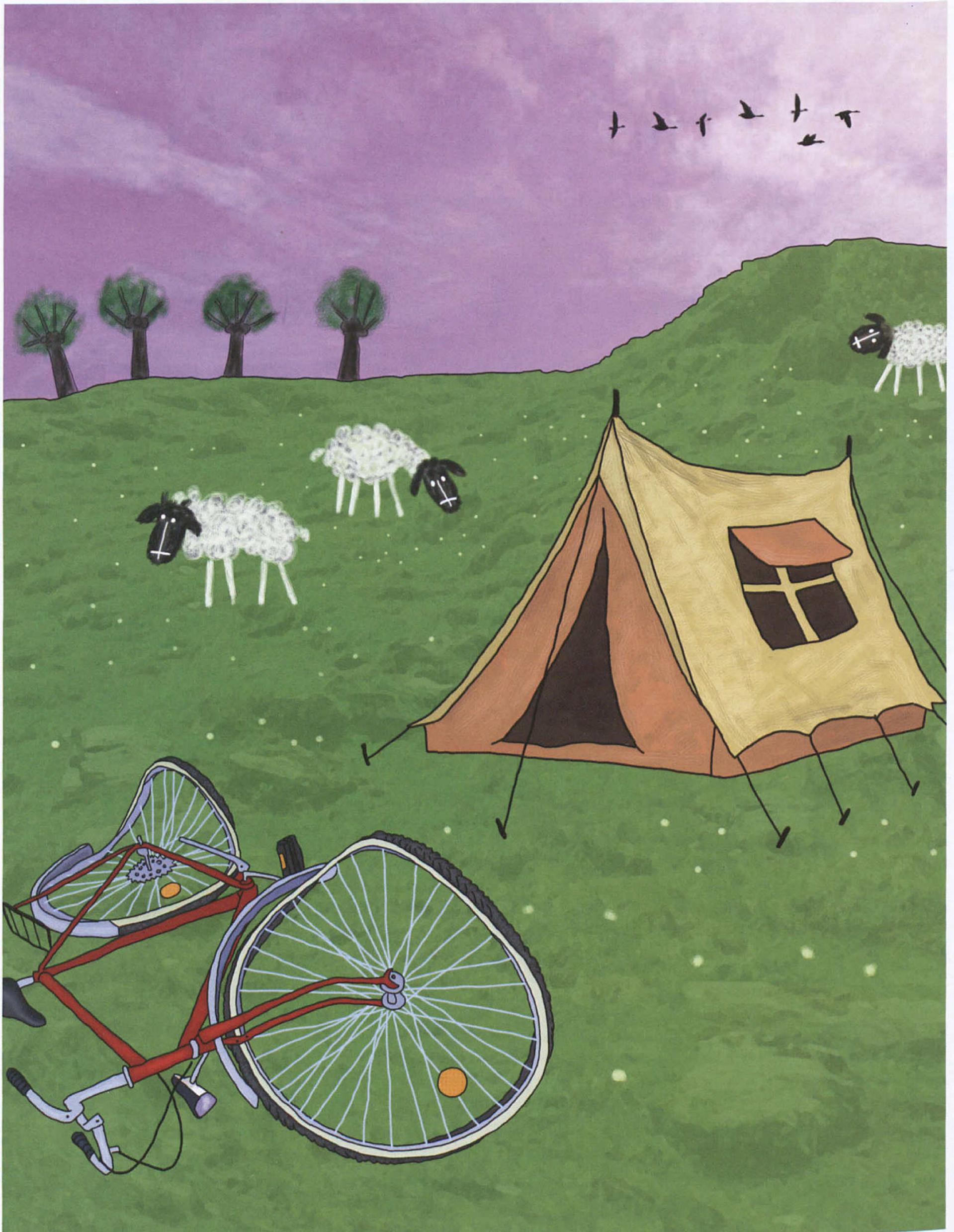
Freundes- und Förderkreis
Deutsches Museum e.V.
Museumsinsel 1
80538 München

Ihre Ansprechpartnerin:

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

Schlusspunkt

Ansichts-Sachen



Wenn Sie, liebe Leserin, lieber Leser, diesen Text lesen, bin ich, wenn die Götter und die Technik es gut mit mir meinen, längst schon wieder an meinem süddeutschen Wohnort. Im Moment hingegen bin ich im Urlaub (!) und habe soeben eine SMS der geschätzten Redaktion bekommen, mit der Anfrage, wo denn eigentlich der Schlusspunkt bleibe. Tja, habe ich in diesem Moment dann auch gedacht, wo bleibt denn eigentlich der Schlusspunkt. Temporäres Alzheimer ist ja viel weiter verbreitet als man so denkt. Das nächste

Jugend ist eine Sache der Haltung!« Fräulein Schröder lächelte milde und ging in den Keller. Sie suchte die alten Campingsachen von damals zusammen. Ich friemelte an den Fahrrädern.

Schon Meilen bevor man in Dover von der Fähre geht, bieten sich einem die Kreidefelsen in all ihrer rauen Schönheit dar. Obendrauf liegt Dover Castle. Castles liegen ja generell ganz gerne oben. Vor allem die, die man besichtigen will. Aber auch sonst herrscht im Süden Englands eine gewisse Neigung zur

On the Top of the Hill

Text: Daniel Schnorbusch, Illustration: Jana Konschak

Mal, bevor ich auf Reisen gehe, werde ich mein Mobiltelefon allerdings trotzdem einfach ausschalten. Diese Rund-um-die-Uhr-Erreichbarkeit bis hin ins letzte Kuhdorf beispielsweise in Cornwall, ist doch ganz klar nur ein weiterer Schritt des Menschen in die selbstverschuldete Unmündigkeit. Freiheit, das war gestern. Immerhin aber gibt mir diese elektronische Gängelung jetzt die schöne Gelegenheit, von meinen jüngsten Heldentaten zu berichten – kleine Abwechslung mal zu all den Niederlagen, mit denen mich das Schicksal sonst so zu beschenken weiß.

Fräulein Schröder hatte sich tatsächlich breitschlagen lassen, mir einen Jugendtraum zu erfüllen, und ist mit mir auf eine Fahrradtour quer durch den Süden Englands gegangen, von Dover nach Land's End. »Ich mache das jetzt mit dir«, hatte sie gesagt »damit du endlich von dieser Pfadfinder-Schnapsidee geheilt wirst«. Dann sagte sie noch etwas in die Richtung, dass ich endlich erwachsen werden müsse, dass man in unserem Alter nicht mehr im Zelt auf einer Isomatte kampiere, dass Tütensuppen und Instantkaffee etwas für Geschmacksbarbaren seien und dass Jugendherbergen, wie der Name schon sage, für Jugendliche da seien. Ich hingegen wusste gar nicht, was sie mit »in unserem Alter« überhaupt meinte. »Jugend«, sagte ich im Brustton der Überzeugung, »ist keine Sache des Alters,

Steigung. »On the top of the hill«, wie der freundliche Gentleman sagte, als er uns den Weg zum Bicycle Mechanic wies. Meine Schaltung war zwischenzeitlich etwas überfordert. Dann stieg er kopfschüttelnd in seinen Range-Rover. Waren es meine kurzen Hosen, meine överschmierten Hände oder der Gepäckturm, der hinter meinem Sattel aufragte? »On the top of the hill«, sagte auch das junge Mädchen in Winchester. Wir suchten eine Pharmacy, um eine Wundsalbe für eine beim Radeln sehr betroffene Körperregion zu besorgen. Und die ältere Dame, die »on the top of the hill« ein Bed & Breakfast anbot, war wirklich sehr beeindruckt, als ich ihr das Reiseziel erklärte. Sie sah erst mich an, dann Fräulein Schröder. Ein Hauch von Mitleid zeichnete sich in ihrem Gesicht ab. Ob wir gutes Regenzeug dabei hätten, wollte sie wissen. Sicher, sagte ich, alles super wind- und wasserdicht. Diese Behauptung der Hersteller war dann doch etwas zu optimistisch.

Die Leute sagten später, so einen Sommer wie diesen habe Cornwall seit Jahrzehnten nicht erlebt. Es war dann auch so, dass das tolle neue Zelt wirklich sehr gemütlich war und viel Platz bot – bis eben das schlammige Wasser durch die Reißverschlüsse drang. Ich konnte ja nicht wissen, dass ich lieber ein Schlauchboot mit Dach hätte kaufen sollen. Dadurch haben wir aber immerhin die englischen Jugendher-

bergen besser kennengelernt. Fräulein Schröder – ihr Englisch ist ja deutlich besser als meins – war es mit Blick auf meine nicht mehr ganz so dunklen Haare anfangs wohl etwas unangenehm, nach den Youth Hostels zu fragen. Aber das legte sich, sobald sie bemerkte, dass man in Jugendherbergen vor allem mit Gleichaltrigen zusammenkommt. Außerdem kann man sich dort auch gut über die optimale Altersversorgung und die diversen körperlichen Maleschen, die eine Rad- oder Wandertour so mit sich bringen kann, unterhalten. Zum Beispiel mein Knie. Mein Knie ist ja, ich hatte das bisher nicht erwähnt, ein gewisser Schwachpunkt bei mir. Das war nicht immer so. Ich weiß auch nicht woran es liegt, aber das Knie knackt seit einiger Zeit merkwürdig und wird bereits nach 25 Meilen immer so dick. Fräulein Schröder meint, es sei einfach Verschleiß. Das kann aber nicht sein. Ich benutze es ja sonst kaum. Mein Knie müsste es im Grunde mit dem Knie jedes 17-Jährigen aufnehmen können. Na ja, und dann die Geschichte mit meinem Rücken. Die hat bestimmt nichts mit der harten Isomatte zu tun. Ging ja früher auch. Dass ich neuerdings das Gefühl habe, dort, wo andere eine Wirbelsäule haben, eine rostige Regenrinne mein Eigen zu nennen, liegt wohl eher daran, dass mein Sattel noch nicht ganz perfekt eingestellt ist, oder mein Lenker. Oder beides. Fräulein Schröder macht diese Reise jedenfalls auch großen Spaß. Sie hat mir gestern erst gesagt, dass sie sehr, sehr, sehr froh sein wird, wenn wir Land's End erreicht haben. Ist das nicht schön? Ich glaube, ich werde ihr im nächsten Jahr auch mal einen Jugendtraum erfüllen. So eine Kreuzfahrt soll ja gar nicht so übel sein. ■

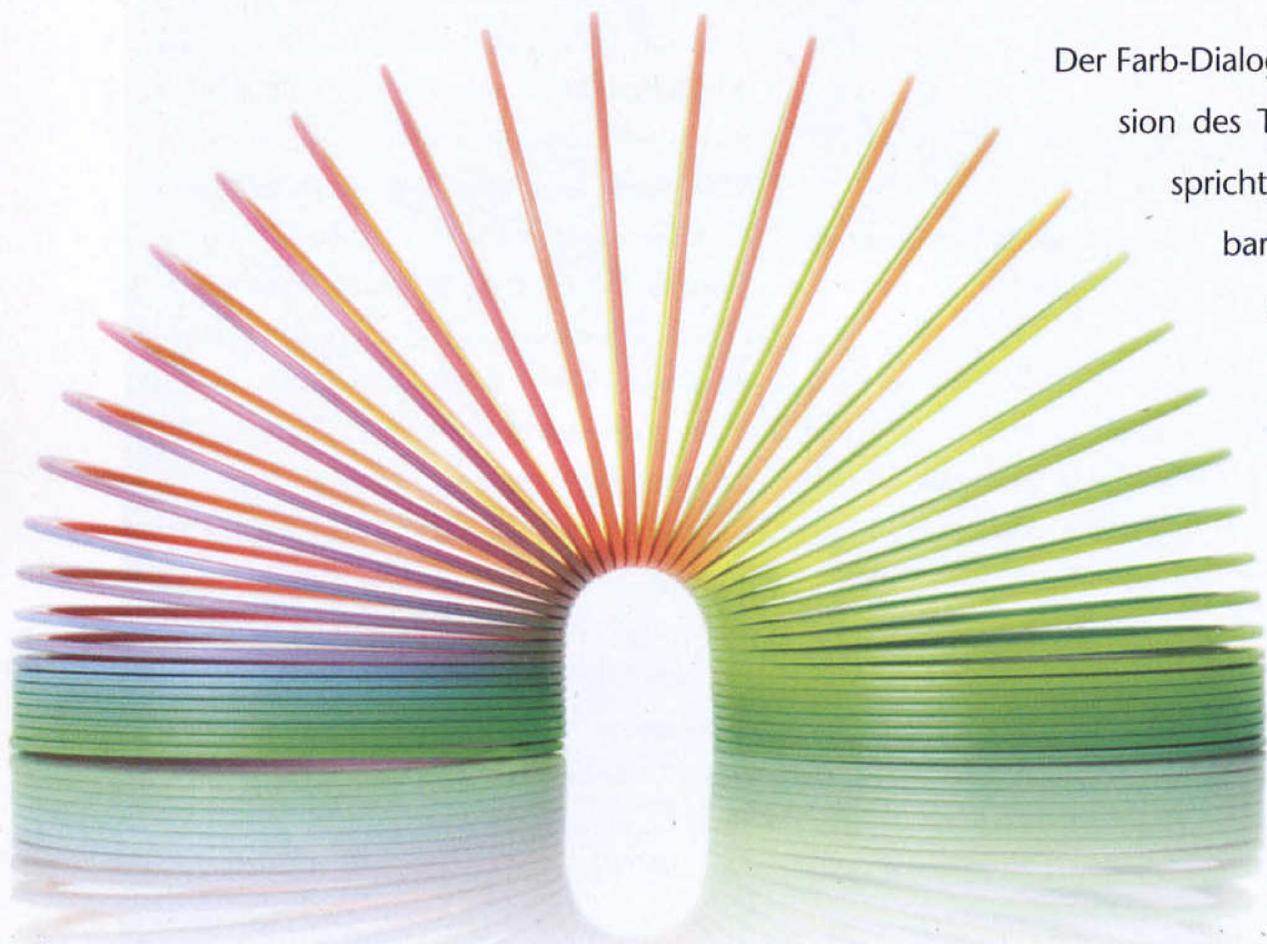
DR. DANIEL SCHNORBUSCH ist freier Autor und Dozent für Theoretische Linguistik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München.

»EIN FRISCHES GELB, EIN APFELGRÜN...«

»Wir waren mit Grau eigentlich sehr zufrieden.« »Zufrieden? Ich habe hier eine Graukollektion von einer belgischen Firma... Da haben Sie 28 Grautöne in jeder Qualität, da werden Sie bestimmt zufrieden sein: Mausgrau, Staubgrau, Aschgrau...« (aus: Lorient, Ödipussi)

Der Farb-Dialog aus dem Film »Ödipussi« von Lorient lässt die Dimension des Themas erahnen: Es ist nahezu unerschöpflich. Farbe spricht, wie Töne oder Gerüche, unsere Sinne ganz unmittelbar an. Sie kann sogar unsere Stimmung beeinflussen. Wir spannen den Bogen von den neuesten Erkenntnissen zur Farbwahrnehmung bis hin zu konkreten Anwendungsbereichen, beispielsweise in der Wissenschaft oder in der Textiltechnik.

Einen bunten Herbst wünscht Ihnen
Ihr Redaktionsteam



IMPRESSUM

Das Magazin
aus dem Deutschen Museum

32. Jahrgang

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

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

Redaktion: folio gmbh, Gistelstraße 63, 82049
Pullach, Telefon (089) 121167-12, E-Mail:
landes@folio-muc.de; Sabrina Landes-Rachlé (Redak-
tionsleitung), Bärbel Bruckmoser (Redaktion; Kalei-
doskop), Andrea Bistrich (Redaktion; Korrektorat),
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. 24,
Anzeigenschluss: sechs Wochen vor Erscheinen.

Repro: Rehbrand, Rehms & Brandl Medientechni-
k GmbH, Friedenstraße 18, 81671 München

Druck und Bindung: Memminger MedienCen-
trum, Fraunhoferstraße 19, 87700 Memmingen

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

Bezugspreis 2008: Jährlich 24 €;
Einzelheft 7 €, jeweils zuzüglich Versandkosten

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der
Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbei-
trag enthalten (Erwachsene € 52, Schüler und Stu-
denten € 25,50). Erwerb der Mitgliedschaft:
Schriftlich beim Deutschen Museum, 80306 Mün-
chen. Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesell-
schaft zur Förderung der Geschichte der Natur-
wissenschaften und der Technik e.V. ist der Preis
für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag
enthalten. Weitere Informationen: Georg-Agricola-
Gesellschaft, Institut für Wissenschafts- und Tech-
nikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596
Freiberg, 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

