Kultur und Technik – Das Magazin aus dem Deutschen Museum **2/2005** | 6 Euro | B 9797

ZB 7361/1

»Ich habe jetzt Einstein studiert ...« Reaktionen von Zeitgenossen auf die Spezielle Relativitätstheorie

Der Spieltrieb des Forschers Geniale Wissenschaftler haben das Spielen nie verlernt

Die Geometrie der Schönheit Mit neuen Methoden soll der Bauplan der Hagia Sophia gedeutet werden

KULTUR & TECHNIK

Das Geheimnis von Raum und Zeit

Das Geheimnisvolle ist »das Schönste, was wir erleben können«, behauptete Albert Einstein. In seiner Speziellen Relativitätstheorie erklärte er vor 100 Jahren das Wesen von Licht, Raum und Zeit neu.

Inhalt

Das Geheimnis von Raum und Zeit

Thema

10 **Ich habe jetzt Einstein studiert**
Reaktionen von Zeitgenossen
von Michael Eckert

14 **Einstein-Highlights**
München und Berlin

16 **Einstimmig gewählt**
Einstein und das Deutsche Museum
von Christian Sichau

20 **Suche nach dem Ätherwind**
Das Joos-Interferometer
von Wolfgang Heidrich

24 **Der Spieltrieb des Forschers**
Einstein und die Technik
von Jobst Broelmann

30 **Einstein in München**
Die Elektrotechnische Fabrik
von Stefan Siemer

36 **Das Undenkbare denken**
Einstein und Freud veränderten Weltbilder
von Martin Urban

Magazin

41 **Im Netzwerk von Technik und Kultur**
Oskar von Miller zum 150. Geburtstag
von Wilhelm Füßl

46 **Bibliophile Kostbarkeit**
Die Annalen der Physik
von Helmut Hilz

48 **Geometrie der Schönheit**
Die Hagia Sophia
von Karlhorst Klotz

52 **Reisen zur Postkutschenzeit**
Ein historischer Ausflug
von Manfred Vasold

Rubriken

3 **Editorial**

4 **Kaleidoskop**
Nachrichten aus Wissenschaft, Bildung und Kultur

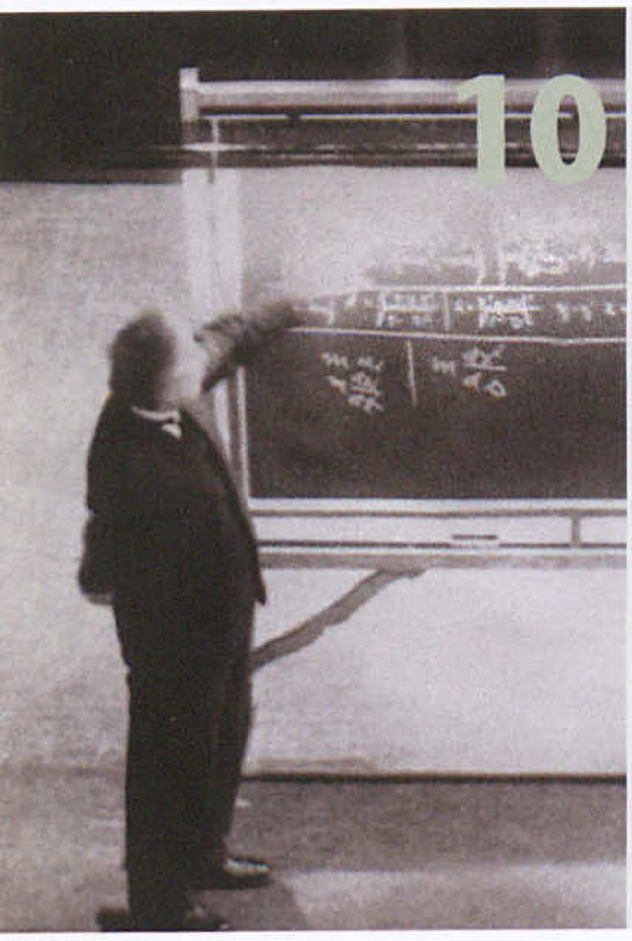
35/63 **Termine**

55 **Historische Galerie**
April bis Juli 2005

58 **Deutsches Museum intern**
Nachrichten, Tipps, Termine

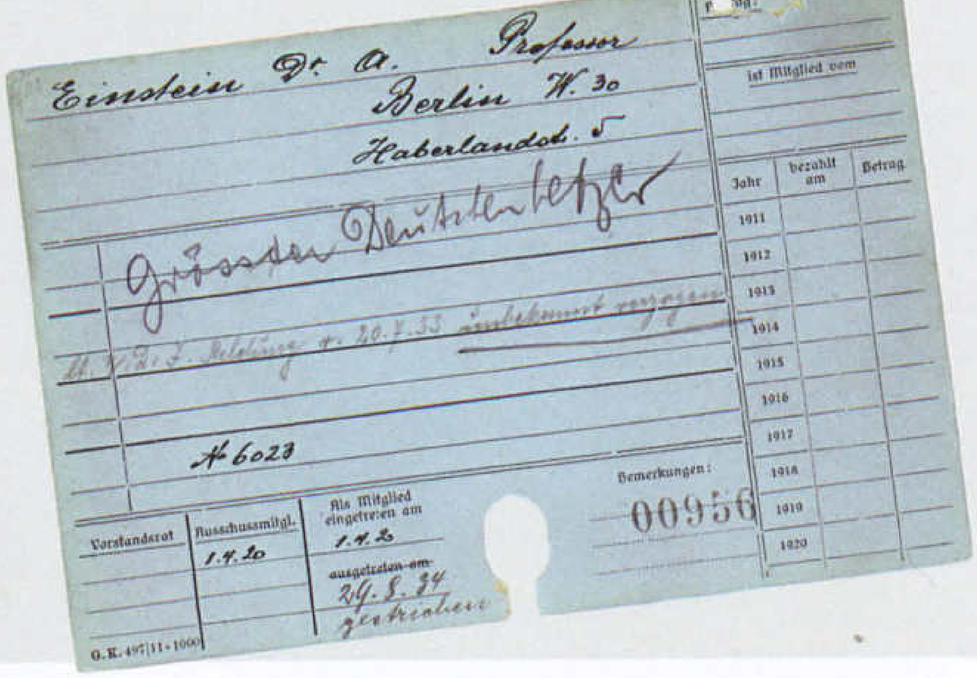
64 **Schlusspunkt**
Mit einem Körnchen Sand
von Daniel Schnorbusch

66 **Vorschau, Impressum**



10

Die Zeitgenossen reagierten sehr unterschiedlich auf die Theorien Einsteins.



Die Ideen Sigmund Freuds und Albert Einsteins veränderten die Weltbilder ihrer Epoche.

38

16

1920 wurde Einstein Mitglied des Deutschen Museums. 1933 diffamierte man ihn als »grössten Deutschenhetzer«.

Abbildungen: SV-Bilderdienst/Scherl; Deutsches Museum; Rene Manni (Titel)

Editorial

Das Geheimnis von Raum und Zeit

LIEBE LESERIN,
LIEBER LESER,

einem Zeittrend folgend hat die Unesco erneut ein »Weltjahr« ausgerufen. 2005 ist zum »World Year of Physics«, gar zum *annus mirabilis* erklärt worden. Was gibt es zu gedenken?

Vor 100 Jahren veröffentlichte Albert Einstein seine später berühmt gewordenen Arbeiten zur Relativitätstheorie und Lichtquantenhypothese. Damit konnten rätselhafte und unserem Vorstellungsvermögen nicht zugängliche Eigenschaften der Natur mathematisch »verstanden« werden.

Demnach sind Raum, Zeit und Materie voneinander abhängig, bilden eine untrennbare Einheit. Eine weitere Konsequenz aus der Relativitätstheorie ist die berühmte Formel $E = mc^2$.

Mit der Lichtquantenhypothese hat Einstein das Tor zur Quantenmechanik geöffnet. Bei deren Ausarbeitung zeigte sich, dass der Begriff von »Ursache und Wirkung« in der Mikrophysik nicht ohne weiteres anwendbar ist.

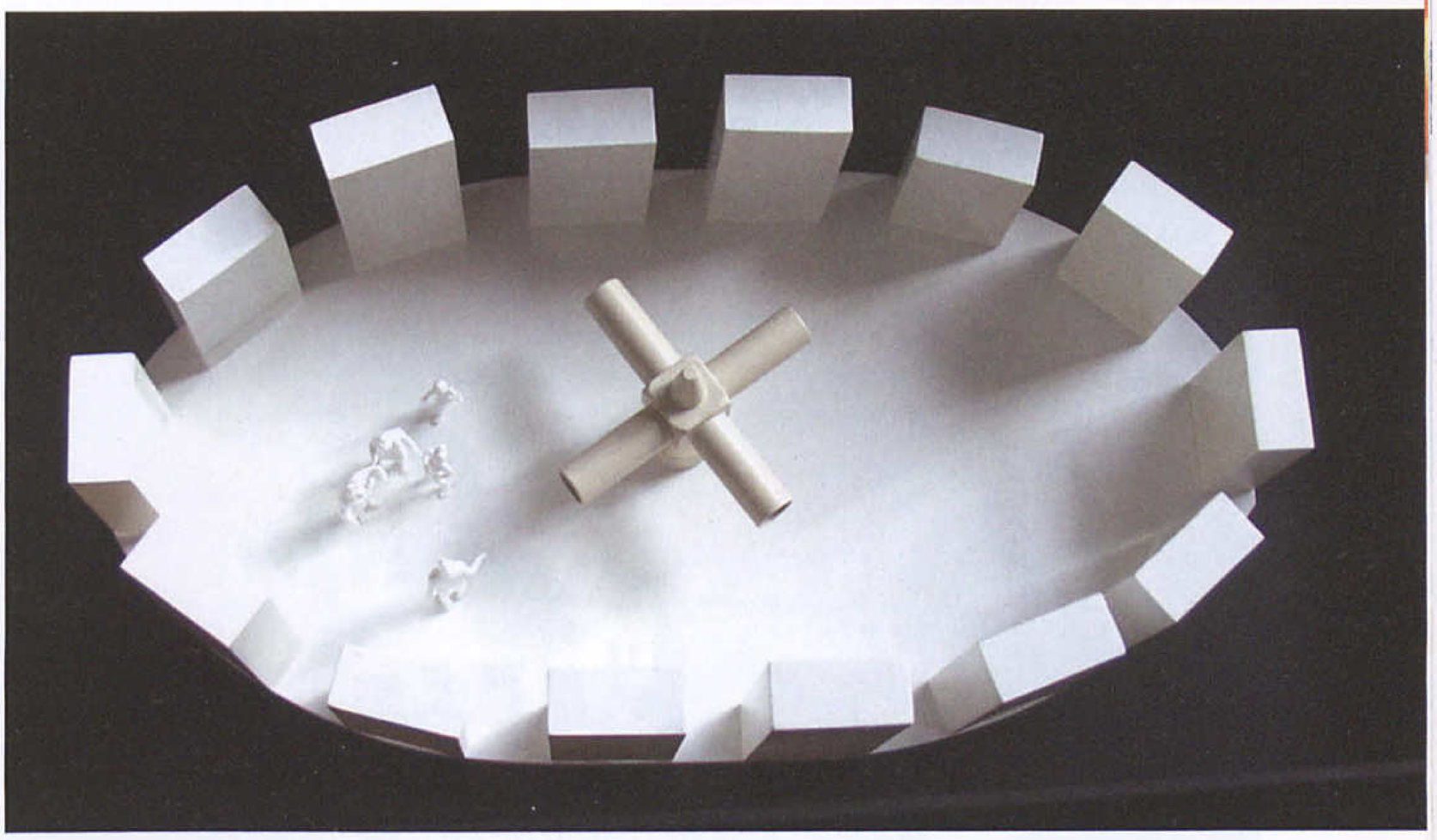
Zweifellos, allein die physikalischen Leistungen und deren naturphilosophische Konsequenzen verdienen der Erinnerung an Albert Einstein.

Beim Schreiben dieser Zeilen drängt sich mir aus aktuellem Anlass unwillkürlich die Assoziation »Einstein – Elite – Pisa« auf. Gibt es sie heute noch, vergleichbar begabte Menschen? Oder ist richtiger zu fragen: Können sie sich entfalten? In einer »Leuchtturm«-bewehrten Universitätslandschaft, den »Elite«-Förderungen, dem Trend zu Privatschulen, den zunehmend hektischeren Evaluationen und Umorganisationen des Bildungssystems, das trotzdem oder deswegen zunehmend nivellierend wirkt?

Einstein standen bei weitem nicht die heutigen »Bildungsangebote« zur Verfügung. Das war aber offenbar auch keine notwendige Voraussetzung für seine Leistungen. Einstein zeichnete sich neben seiner herausragenden Begabung nämlich noch durch weitere – notwendige – Eigenschaften aus: den unbeugsamen Willen, die Eigeninitiative und den Fleiß, sein gesetztes Ziel zu erreichen.

Einsteins physikalische Leistungen waren Voraussetzung für seine wachsende Bedeutung in moralischer, in politischer Sicht. Er engagierte sich für Gerechtigkeit, gegen den Nationalsozialismus, für die Atombombe als Mittel zu dessen Eindämmung, für den Pazifismus – als die Supermächte im Kalten Krieg atomare »Overkill«-Fähigkeiten erlangt hatten. Die tragischen Ereignisse des 20. Jahrhunderts – die Weltkriege, der wachsende Antisemitismus, die Ungeheuerlichkeiten des Naziterrors, der Zionismus und die Gründung Israels, der Kalte Krieg zwischen West und Ost – das alles hat tiefe Spuren in seinen Lebensweg gegraben.

Auch in der Beziehung Einsteins zum Deutschen Museum spiegelt sich die Geschichte in beklemmender Weise wider: Im Jahre 1920 wurde er zum Mitglied des Leitungsgremiums ernannt. Ähnlich wie andere wissenschaftliche Einrichtungen Einstein in der Nazizeit ausstießen, überschrieb jemand im Deutschen Museum später seine Karte zunächst mit »unbekannt verzogen«, dann mit »Grösster Deutschenhetzer«. Auch dieses Dokument haben wir in unserer Sonderausstellung »Abenteuer der Erkenntnis, Albert Einstein« nicht verschwiegen.



Modell der Ausstellung im Deutschen Museum. In der Mitte das Joos-Interferometer (siehe auch Seite 20).

Wenn die Ausstellung unsere Besucher, vor allem auch die jungen, zum Nachdenken über diese Themen anregt, haben wir unser Ziel erreicht.

Ihr
Alto Brachner
Museumsdirektor Naturwissenschaften

BIBLIOTHEK
DES DEUTSCHEN MUSEUMS
MÜNCHEN

Abbildungen: privat; Deutsches Museum

Das Gehäuse für die Bibliothek wird verschifft. Für den Transport ins »ewige Eis« sorgt das Alfred-Wegener-Institut.

KÖLNER KÜNSTLER LUTZ FRITSCH RICHTET »BIBLIOTHEK IM EIS« EIN

LESESCHMAUS IN DER EISWÜSTE

Seit Dezember 2004 richtet der Künstler Lutz Fritsch in der Antarktis an der Neumayer-Station des Alfred-Wegener-Instituts für Polar- und Meeresforschung (AWI) die »Bibliothek im Eis« ein. Jetzt ist sie offiziell und rechtzeitig zum 25-jährigen Jubiläum des Alfred-Wegener-Instituts eingeweiht worden – telefonisch über eine Direktlinie aus dem Bremer Rathaus in die ganzjährig besetzte deutsche Forschungsstation.

Die mit rund 1000 Büchern ausgestattete grüne Container-Bibliothek soll den Forschern den Aufenthalt im Eis zumindest literarisch erwärmen. Grün ist die »Sehnsuchtsfarbe der dort arbeitenden Forscher«, sagte Fritsch. »Sie vermissen Bäume und Wiesen.« Für sein ungewöhnliches Projekt hatte Lutz Fritsch persönlich prominente Künstler und Wissenschaftler aller Disziplinen angeschrieben mit der Bitte, ein Buch für diesen Ort auszuwählen oder zu stiften. Alle Bücher sind mit Widmung versehen. Darunter die Schriftsteller Günter Grass und Christa Wolf, Regisseur Tom Tykwer oder Komponist Karlheinz Stockhausen.

Den rund sechs Meter langen und zwei Meter breiten Spezialcontainer hat Fritsch sorgfältig eingerichtet: mit warmtonigen Kirschholzregalen, einem Schreibtisch mit Sessel, einem Ledersofa und individuellen Leselämpchen. Aber auch an Kleinigkeiten ist gedacht. Da sind beispielsweise die Auffangschalen für das von den Schneeschuhen tropfende Schmelzwasser in der »Diele« bis zum »Glühbirnen-Ersatzteillager« unter dem Sofa. Dort, verrät Fritsch, habe er auch einige Überraschungen für die Forscher verborgen: Gummibärchen etwa und eine »gute Flasche«, deren Inhalt bei Minusgraden nicht friert. Als besonderen Luxus hat der Container ein Fenster, von dem aus man in die menschenleere Einöde blicken kann. Das gibt es in der ansonsten unterirdischen Station nicht, deren Räume oder besser 90 Meter lange Röhren sehr funktional gestaltet sind und nur durch steriles Neonlicht erhellt werden. Die Bibliothek ist das einzige oberirdische Gebäude der Station. Wer lesen möchte, muss zuerst durch Minustemperaturen hinaus in den Schnee, um es sich dann in dem behaglich beheizten Gebäude bequem zu machen. Im ewigen Eis werde der normale Griff zum Buch zu einem »Akt«, wenn nicht zum Ritual, das es zu zelebrieren gelte, so der Künstler.

www.awi-bremerhaven.de

FEHLERTEUFEL IN 1/2005

Liebe Leserin, lieber Leser, für zwei Fehler in der Ausgabe 1/2005 möchten wir uns bei Ihnen entschuldigen: Auf dem Titel wurde Arthur Eichengrün falsch als Erfinder des Celluloid bezeichnet. Das Celluloid, einer der frühesten technisch hergestellten Kunststoffe, wurde 1869 von dem amerikanischen Drucker John W. Hyatt (1837–1920) als Elfenbeinersatz für die Herstellung von Billardkugeln entwickelt. Die Bezeichnungen »Celluloid« und »Cellon« leiten sich von »Cellulose« ab, dem charakteristischen Ausgangsmerkmal für beide Kunststoffe. Auf Seite 59 wurden veraltete Termine für die Seniorenführungen abgedruckt. Die aktuellen Termine finden Sie in diesem Heft auf Seite 60.

STYROPOR-ERSATZ

PLASTIK AUS APFELSINENSCHALEN

Amerikanische Forscher haben unter Verwendung des Treibhausgases Kohlendioxid einen hochwertigen Kunststoff aus Orangenschalen hergestellt. Der neue Kunststoff weise viele Eigenschaften von Styropor auf, so die Forscher.

Aus Orangenschalen gewann das Team um den US-Chemiker Geoffrey Coates von der Cornell University, Ithaca, zunächst das so genannte Limonen, das 95 Prozent des in der Schale vorhandenen ätherischen Öls ausmacht. Das Limonenmolekül besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff und kommt in über 300 Pflanzenarten vor. Dieses ließen die Forscher mit Sauerstoff reagieren, woraus das Limonenoxid entstand. Dieses brachte das Team über einen speziell entwickelten Katalysator mit Kohlendioxid zusammen. Mithilfe dieses Katalysators bildeten die beiden Komponenten die für Kunststoffe üblichen langen Ketten, die in diesem Fall alternierend aus Kohlenstoffdioxid- und Limonenoxideinheiten aufgebaut waren. Der neu entstandene Kunststoff heißt Polylimonenkarbonat – ein brauchbarer Styropor-Ersatz.

Coates und sein Team sehen große Chancen, dass ihre Entwicklung gerade auch im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Umweltschutz auf großes Interesse stößt: »Nahezu jeder Kunststoff der Welt wird aus Erdöl hergestellt«, so die Wissenschaftler. »Uns ist es gelungen, aus erneuerbaren und überall verfügbaren Rohstoffen einen Kunststoff mit sehr guten Materialeigenschaften zu produzieren.«

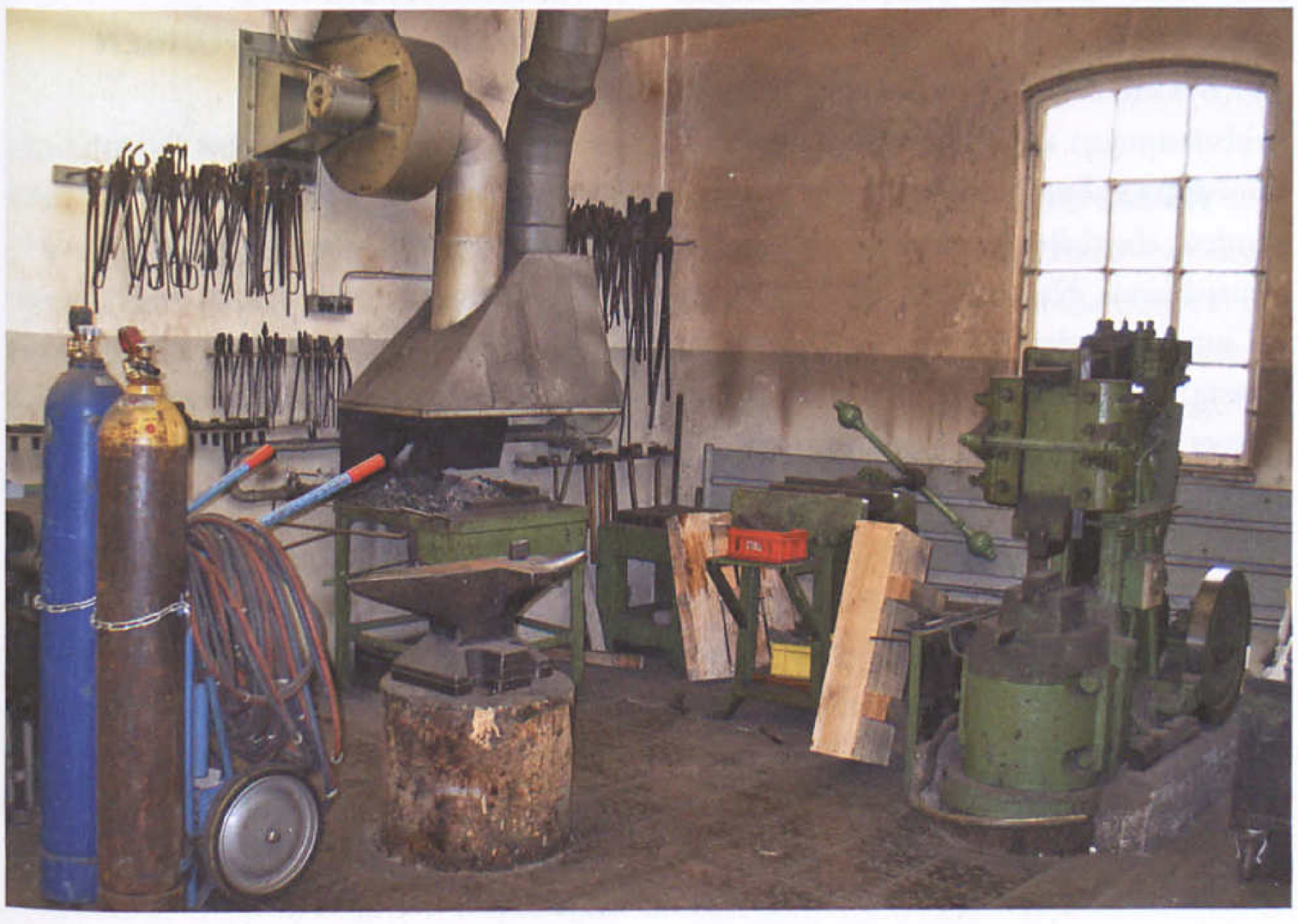
Wichtiger Rohstoff:
Limonenöl aus Orangenschalen.

BAHNPARK AUGSBURG

HISTORISCHE SCHMIEDEWERKSTATT NEU BELEBT

Der Bahnpark Augsburg hat eine historische Schmiedewerkstatt aus der Zeit zwischen 1903 und 1913 übernommen. Die komplett eingerichtete und gut erhaltene Werkstatt war bis vor wenigen Jahren in einer Reutlinger Strickmaschinenfabrik im Einsatz. Nun kommen Esse, Amboss, Schmiedehammer und zahlreiche weitere original erhaltene Maschinen und Werkzeuge nach Augsburg, wo sie im Rahmen des Kultur- und Museumsprojektes »Bahnpark Augsburg« wieder zum Leben erweckt werden: Wo früher die Schmiede für die Reparatur der Dampflokomotiven war, soll in absehbarer Zeit wieder das Feuer in der Esse lodern. Zugleich soll die Schmiedewerkstatt in die geplante Erlebnisgastronomie im Bahnpark integriert werden.

www.bahnpark-augsburg.de



Abbildungen: AWI; Bahnpark Augsburg; A. Burak

– Webtipps –

TEMPOLIMIT LICHTGESCHWINDIGKEIT

Artikel, Bilder, Filme und Bastelbögen veranschaulichen die Relativitätstheorie von Albert Einstein und laden zum Mitmachen, Mitdenken und Ausprobieren ein.

www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de

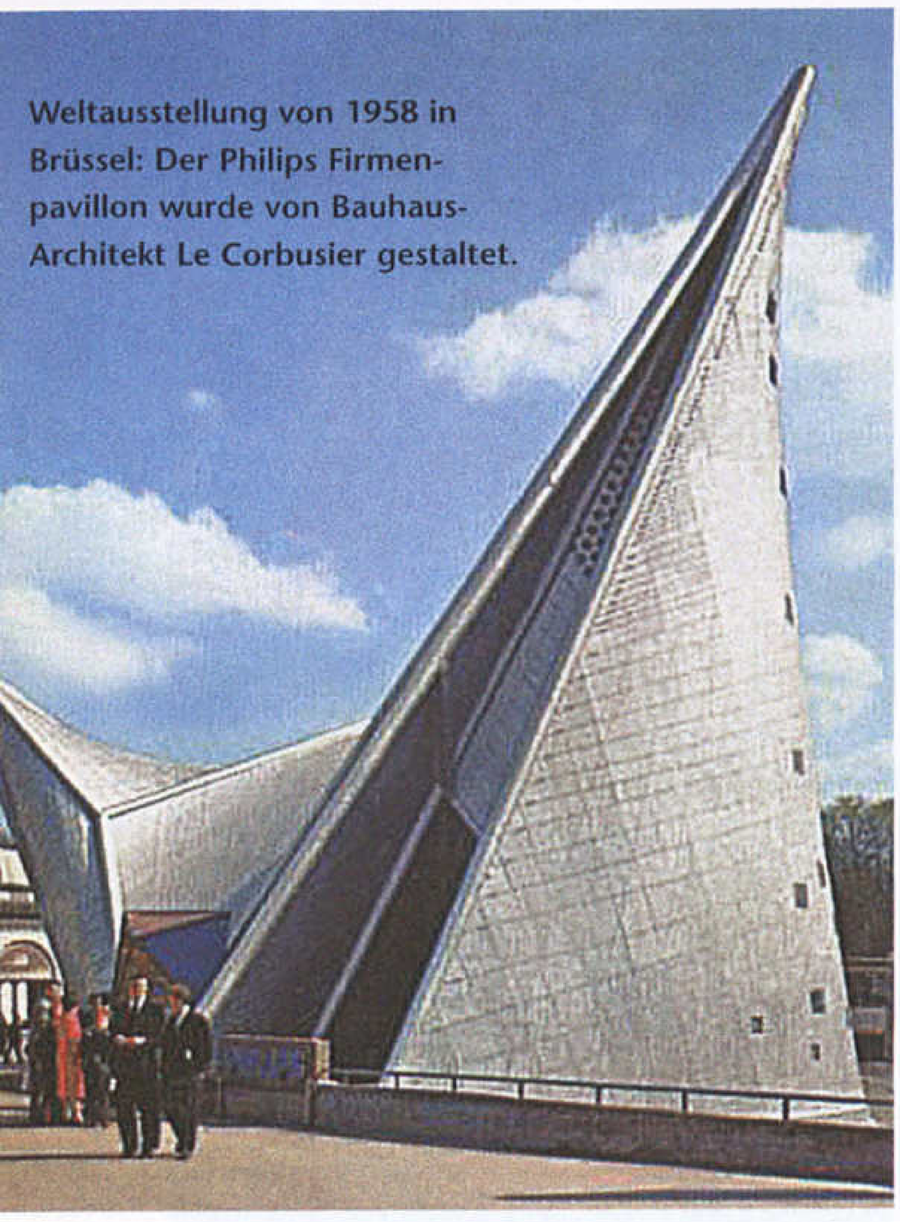
STROHHAUS

Eine Website rund um das Baumaterial Stroh. Zahlreiche Informationen, Bilder und Videos zeigen die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten dieses revolutionären Baustoffes. Stroh ist schon in den ersten Gebäuden der Menschheit zum Einsatz gekommen; als nachwachsender Rohstoff ist er wie Holz praktisch immer verfügbar. Durch seine Beschaffenheit (jeder einzelne Strohhalm besitzt mehrere geschlossene »Luftkammern«) können u.a. hohe Isolierungswerte erzielt werden.

www.strohhaus.com

Kaleidoskop

Wissenschaft, Bildung, Kultur



Weltausstellung von 1958 in Brüssel: Der Philips Firmenpavillon wurde von Bauhaus-Architekt Le Corbusier gestaltet.

ERSTES MULTIMEDIALES KUNSTWERK DER WELT REKONSTRUIERT

POÈME ÉLECTRONIQUE

Wie klang ein Orchester vor 200 Jahren? Professor Stefan Weinzierl an der Technischen Universität Berlin ist dieser Frage nachgegangen und hat die akustischen Eigenschaften von Konzerträumen untersucht, in denen Ludwig van Beethovens Symphonien im Wien des 19. Jahrhunderts aufgeführt worden waren. Dabei kam Weinzierl zu dem Ergebnis: »Um zum Beispiel das Klangvolumen der Lobkowitz'schen Kapelle bei den Aufführungen der 3. Symphonie im gleichnamigen Palais in der Berliner Philharmonie zu erreichen, müsste ein Orchester heute mit 1000 Musikern spielen.«

In diesem Rahmen der Wiederauferstehung akustischer Vergangenheiten beschäftigt sich Weinzierl in einem EU-Projekt insbesondere mit dem berühmten Poème électronique. 1958 war es auf der Weltausstellung in Brüssel als erstes multimediales Kunstwerk der Öffentlichkeit gezeigt worden. Der Bauhaus-Architekt Le Corbusier hatte von Philips den Auftrag erhalten, den Firmenpavillon für die Weltausstellung zu gestalten; von ihm stammen auch die Bilder für die audiovisuelle Aufführung. Edgar Varèse komponierte die Klangeinspielungen; der Pavillon selbst ging auf Entwürfe des Architekten Iannis Xenakis zurück.

In einer rekonstruierten virtuellen Umgebung wollen Weinzierl und andere am Projekt beteiligten Wissenschaftler das verloren gegangene Kunstwerk wieder erlebbar machen. Dazu entwickeln sie ein akustisches und visuelles System, mit dem es möglich sein soll, virtuell durch den Pavillon zu wandeln und dabei die Musik so zu hören, wie sie damals in dem realen Raum geklungen hatte.

GLOBALE STUDIE

DEUTSCHLAND BEI UMWELT-RANKING AUF PLATZ 31

Experten der US-Universitäten Yale und Columbia haben den »Environmental Sustainability Index« (Umweltschutz-Nachhaltigkeitsindex) für das Jahr 2005 vorgestellt. Das Ranking berücksichtigt 21 ökologische Aspekte, darunter ist der Ausstoß von Treibhausgasen und die Wasserqualität. Insgesamt wurden 146 Länder bewertet. Ganz vorn im Klima- und Umweltschutz liegen die Skandinavier: mit Platz eins führen die Finnen, gefolgt von den Norwegern und auf Platz drei von »Überraschungssieger« Uruguay. Die weiteren vorderen Plätze werden dann wieder von den nördlichen Ländern eingenommen: Schweden, Island und Kanada.

Mit 56,9 Zählern muss sich Deutschland mit einem bescheidenen Rang 31 begnügen, noch hinter Staaten wie Gabun, Kroatien, Litauen oder Albanien. Pluspunkte konnte Deutschland vor allem in den Bereichen Luft- und Wasserqualität, in der Senkung der Umweltbelastungen allgemein sowie im Bereich Umweltgesundheit erzielen. Positiv bewertet wurden ebenfalls die Innenpolitik sowie Deutschlands Nachhaltigkeitsbemühungen auf internationalem Parkett, die Umweltforschung und die Einbeziehung des privaten Sektors zur ökologischen Verantwortung. Abzüge gab es dagegen für die nur schwache Reduzierung von Umweltbelastungen wie beispielsweise dem Treibhausgas-Ausstoß und der Wasserbelastung.

Andere westeuropäische Länder liegen ebenfalls nur im oberen Mittelfeld: Frankreich (36), Niederlande (41), Großbritannien (66) und Spanien (76). Absoluter Öko-Sünder und Ranking-Letzter ist Nordkorea.

VERKEHRSPLANUNG

»ABKÜRZUNGEN« FÜHREN ZU MEHR STAU

Mathematiker der Universität Oxford haben mithilfe eines Simulationsmodells herausgefunden, dass der Verkehrsfluss im Allgemeinen schlechter ist, wenn zu viele Straßen ins Zentrum führen. In ihrem Modell berechneten sie, wie sich die benötigte Reisezeit ins Zentrum mit der Anzahl der Verbindungsstraßen veränderte. Erwartungsgemäß verkürzte sich die Reisezeit, wenn mehr Straßen zur Verfügung standen. Sobald aber Verzögerungen im Stadtkern mit in die Simulation einfließen, ergibt sich eine optimale Anzahl von Straßen, bei der der Verkehrsfluss am besten funktioniert.

Der amerikanische Künstler und mehrfache SPIEGEL-Blattmacher Braldt hört den Text über seine Werke in englischer Sprache.

AUDIOVISUELLE AUSSTELLUNGSFÜHRUNG

IGUIDE AUCH FÜR KULTURMUFFEL

Wer als Kultureinrichtung Besucher gewinnen, sie möglichst lang im Hause halten und nachhaltig beeindrucken möchte, kann auf einen gewissen Erlebnischarakter vor Ort kaum mehr verzichten. Das gilt vor allem für die junge Generation, deren Freizeit von X-Box & Co. bestimmt wird. Trockene Darbietung von Kunst ist hier eine echte Hemmschwelle. »Lässt man sich auf die Gewohnheiten des Publikums ein, nutzt Medien, moderne Technik, Unterhaltungselemente, kann man jegliche Inhalte sehr spannend aufbereiten, und so auch Kulturmuffel begeistern«, ist Wolfram Schlegel, Geschäftsführer der iGuide Kulturaufnahme GmbH überzeugt. Was die Thüringer seit Jahren bei Hörführungen umsetzen, erhält mit einem neuen audiovisuellen Ausstellungsführer auf Basis eines Pocket-PCs eine neue Dimension. Auf dem Display des so genannten iGuide PDA werden ergänzend zur Audioführung zusätzliche Bilder gezeigt, damit noch mehr Informationen vermittelt und gleichzeitig verschiedene Sinne angesprochen. Alle Stationen einer Führung können per Zahlencode direkt angewählt werden. »Damit sind ganz individuelle Touren möglich – ein weiterer Pluspunkt für das Publikum«, so Schlegel.

Der iGuide führt bis zum 15. April durch die Ausstellung »Die Kunst des SPIEGEL«, die Titelbilder des Hamburger Nachrichtenmagazins aus 50 Jahren, Museum für Angewandte Kunst in Frankfurt; ab dem 21. April wechselt die Ausstellung ins Forum Kultur und Wissenschaft Düsseldorf.

www.iGuide.de

VOM JUNGEN MENSCHEN ZUM ALTEN GREIS

MIT DEM DIGITALEN SPIEGEL IN DIE EIGENE ZUKUNFT SCHAUEN

Der »digitale Spiegel« zeigt dem Betrachter, wie er, behält er seine aktuelle Lebensweise bei, in zwanzig oder dreißig Jahren aussehen wird. Dazu beobachtet und analysiert das jüngst in den Accenture Technology Labs in Frankreich entwickelte Computersystem die individuellen Lebensgewohnheiten und zeigt dem Nutzer dann auf einem Monitor sein künftiges Spiegelbild. Die Vorgehensweise: Um herauszufinden, wie häufig sich der Proband bewegt, auf dem Sofa liegt oder den Kühlschrank öffnet, wird er rund um die Uhr von mehreren Kameras im Haus gefilmt. In die Berechnung fließen auch Angaben zur Lebensführung, zum Alkoholgenuss und zur Ernährungsweise ein. Wer daher bevorzugt einem Nachtleben mit wenig Schlaf, viel Alkohol und Zigaretten frönt, kann in dem digitalen Spiegel sein künftiges von Krähenfüßen, aschfahler Hautfarbe und Augenringen gezeichnetes Konterfei betrachten.

Laut des britischen Wissenschaftsmagazins *New Scientist* soll der Prototyp inklusive Flachbildschirm, mehreren Kameras und einer speziellen Bildverarbeitungssoftware noch in diesem Jahr fertig sein. Die Entwickler hoffen auf einen erzieherischen Effekt des Systems nach dem Motto: »Technik kann sehr überzeugend sein«.

Abbildungen: Philips; iGuide

– Webtipps –

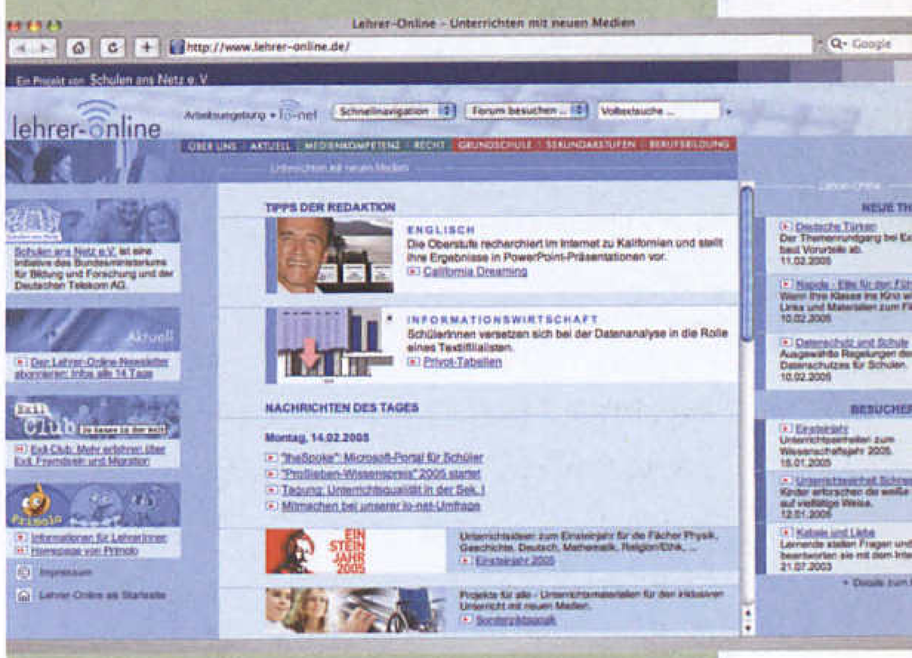
SECRETS OF THE ICE – AN ANTARCTIC EXHIBITION

Elf Wissenschaftler auf einer internationalen Expedition in der Antarktis. Im Web lässt sich jedes ihrer Experimente mitverfolgen. Mit interessanten Bandaufnahmen von Vorbereitungsgesprächen, einer ausführlichen Bildergalerie und umfassenden Hintergrundinformationen über die Antarktis.

www.secretsoftheice.org

UNTERRICHTSIDEEN FÜR LEHRER

Lehrer-Online unterstützt Lehrerinnen und Lehrer mit einem kostenfrei nutzbaren Internet-Service rund um den schulischen Einsatz neuer Medien. Im Mittelpunkt stehen dabei konkrete Unterrichtseinheiten und -materialien aus der Schulpraxis. Im aktuellen Themenschwerpunkt zum Einsteinjahr finden sich zum Beispiel Unterrichtsideen für die Fächer Physik, Mathematik, Geschichte, Deutsch oder Ethik, die Schülerinnen und Schülern das Leben und das Werk Albert Einsteins näher bringen.



www.lehrer-online.de

Rembrandt Harmenszoon van Rijn: Selbstbildnis, auf Balustrade aufstützend, 1639.

REMBRANDT ÜBER DIE GRENZEN

DIE REZEPTION REMBRANDTS IN DER EUROPÄISCHEN DRUCKGRAFIK

Der Weg in die Provinz lohnt sich. Vier Museen im deutsch-niederländischen Grenzgebiet haben sich zusammengeschlossen, um ein sonst selten im Mittelpunkt stehendes Teilgebiet der europäischen Kunstgeschichte näher zu beleuchten: die Radierungen Rembrandt van Rijns und ihr Einfluss auf die Entwicklung der Druckgrafik in Europa.

Im Zentrum stehen über 50 Radierungen des holländischen Meisters, die als Leihgaben aus Amsterdam in der Ausstellung »Rembrandt und die englischen Malerradierer des 19. Jahrhunderts« im nordrhein-westfälischen Museum Schloss Moyland zu sehen sind. Ihnen werden englische Druckgrafiken aus der eigenen Sammlung van der Grinten gegenübergestellt. Die Prägung durch das Idol zeigt sich insbesondere in der seit 1880 aktiven »Society of Painter-Etchers«, die sich intensiv mit Rembrandts Werk auseinander gesetzt haben. Ziel dieser Vereinigung war es, die Radierung als eigenständige künstlerische Gattung zu etablieren und sie so aus dem Schattendasein der bloßen Reproduktion gemalter Kunstwerke herauszuholen. Rembrandt war dabei nicht nur Beispiel für handwerklich-technische Meisterschaft, sondern durch die künstlerische Autonomie seiner Werke Vorbild und Ansporn.

Ebenfalls aus der Sammlung van der Grinten stammen die Radierungen, die in Cuijk zu sehen sind. Sie ergänzen den Blick auf die englische Radierung und umfassen den Zeitraum um 1900.

Standorte:

Museum Schloss Moyland (bei Kleve)

Kunstenaarscentrum Artifex (Cuijk)

Museum Het Peterhuis (Gennep)

Weijerkapel (Boxmeer)

In Gennep im Museum Het Peterhuis sind niederländische Radierer um 1900 bis heute ausgestellt. Künstler wie Israels, Dake und Graad van Roggen stehen in der Tradition ihrer englischen Zeitgenossen. Willem den Oudens, Paul Damsté und Geurt van Dijk schlagen mit ihren Werken einen Bogen vom Geist des 17. Jahrunderts bis zur konstruktiven Abstraktion.

Ergänzend zeigt die Ausstellung in der Weijerkapel in Boxmeer Radierungen aus dem 18. Jahrhundert ebenfalls Leihgaben aus dem Rembrandthuis in Amsterdam. Die Werke aus deutschen und österreichischen Ateliers stehen in unmittelbarer Rembrandtnachfolge. Künstler wie Georg Friedrich Schmidt und Christian Wilhelm Dietrich versuchten sich dem Niveau des großen Meisters anzupassen und konservierten so die Gattung am Vorabend der Moderne.

12. März bis 3. Juli 2005

www.rembrandt-ueber-die-grenzen.de

FASZINATION MEISTERWERK

Alte Meister – Neue Präsentation

Das Germanische Nationalmuseum wirft einen zweiten Blick auf 200 Schätze aus seinen reichen Beständen und geht der Frage nach, was die Werke Dürers, Rembrandts oder Riemenschneiders eigentlich zu Meisterwerken macht.

Gibt es objektive Maßstäbe für künstlerisches Genie oder genügt allein ein großer Name, um im Betrachter Ehrfurcht und Ergriffenheit auszulösen? Welche Rolle spielen Museen bei der Bildung eines Kanons der Kunstgeschichte? Ist der Meister immer besser als sein Schüler? Ist die perfekte Abbildung von Natur ein Maßstab für die künstlerische Qualität? In welchem Verhältnis stehen Kreativität und handwerkliche Präzision? Kann ein Entwurf schon das eigentliche Kunstwerk sein? Welche Rolle spielen Wissenschaft und Forschung bei der Bewertung?

15. Mai 2004 bis 6. November 2005

Germanisches Nationalmuseum Nürnberg

www.faszination-meisterwerk.gnm.de

Abbildung: Het Rembrandthuis, Amsterdam

– Buchtipps –

»RENDEZVOUS MIT VENUS ODER DIE LIEBE ZUR ASTRONOMIE«

Der historische Roman des Astrophysikers Jean-Pierre Luminet führt ins Paris des Jahres 1761. Drei Wissenschaftler erwarten mit Spannung den Venus-Transit am 6. Juni. Dieses Rendezvous der Sonne mit der Venus sollte von möglichst vielen Punkten der Erde wissenschaftlich beobachtet werden. Astronomen schwärmten aus, um den Himmel vom Kap der Guten Hoffnung oder Sibirien aus zu beobachten. In eine spannende Handlung eingebunden wird das 18. Jahrhundert lebendig und der wissenschaftliche Diskurs im Zeitalter der Aufklärung und der Enzyklopädien dem Leser auf unterhaltsame Weise nahe gebracht.

Jean-Pierre Luminet
Rendezvous mit Venus
Verlag C.H. Beck
ISBN 3-406-52895-3, Euro 22,90

DIE SCHWESTERN DES IKARUS

Luftfahrtgeschichte ist auch die Geschichte einer von Männern dominierten Entwicklung. Frauen, die ihren Beitrag zur Erfolgsgeschichte der Eroberung der Lüfte geleistet haben, werden selten erwähnt. Dabei haben auch sie zur technischen Entwicklung beigetragen oder im Cockpit Rekorde aufgestellt. Selten entsprachen sie dabei der jeweils herrschenden Frauenrolle. Hier liegt ein Band von wissenschaftlichen Beiträgen vor, der sich mit der ganzen Bandbreite des Themas Frau und Flug auseinander setzt.

Zeppelin Museum Friedrichshafen (Hrsg.)
Die Schwestern des Ikarus/Frau und Flug
Jonas Verlag
ISBN 3-89445-329-X, Euro 29,00

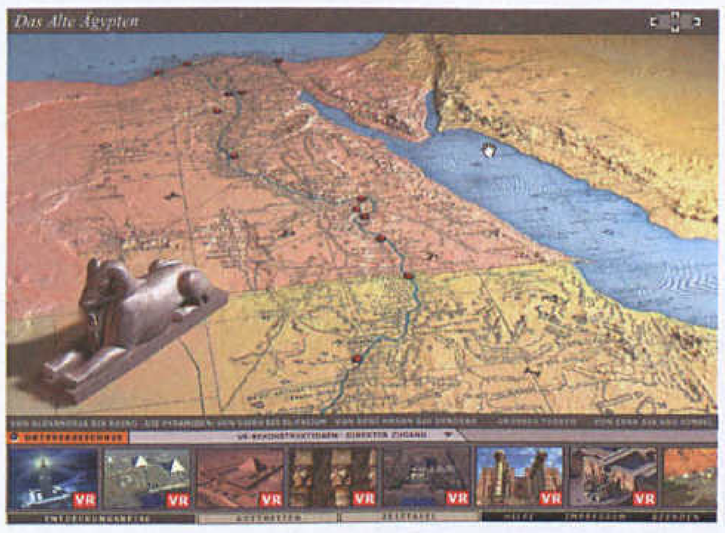
Vom Himmel über Berlin bis zur Spur der Steine: Der deutsche Film hat viele Gesichter

DER DEUTSCHE FILM ONLINE

FILMPORTAL.DE

Seit der Biennale 2005 ist filmportal.de online. Das u.a. vom Bund, der Filmförderungsanstalt und der Murnau-Stiftung finanzierte Projekt ist zwar noch in der Aufbauphase, aber schon jetzt lässt die Plattform für den deutschen Film nicht nur Cineasten jubeln. Erfasst sind bereits 30.000 deutsche Kinofilme, viele davon werden mit Inhaltsangaben, Fotos und Kritiken vorgestellt. So ist ein praktisches Filmlexikon entstanden. Darüber hinaus befasst sich die Website aber auch mit Themenschwerpunkten wie »Film im NS-Staat«, »Film in der DDR« oder »Kino und Migration«. Im Auge behalten werden sollen auch das aktuelle Geschehen und die neuesten Entwicklungen. Der deutsche Film steht gut da – und wird endlich auch online in all seinen Facetten repräsentiert.

www.filmportal.de



DAS ALTE ÄGYPTEN

Begeben Sie sich auf eine virtuelle Reise ins Land der Pharaonen. Kulturschätze aus drei Jahrtausenden ägyptischer Hochkultur lassen sich auf dem Bildschirm bestaunen. Am Nil entlang besuchen Sie 40 Orte, die Tempelanlagen in Abu Simbel ebenso wie die Sphinx in Memphis. Sie werden 3D-Rekonstruktionen betreten, über Panoramen des Nildeltas schwenken und tief in eine untergegangene Kultur eintauchen.

Das Alte Ägypten (DVD-ROM)
National Geographic/United Soft Media
ISBN 3-8032-2734-8 – Euro 69,90

Anzeige

Die Werft
Ausstellungsgestaltung | Medien für Museen

Oettingenstr. 25
80 538 München

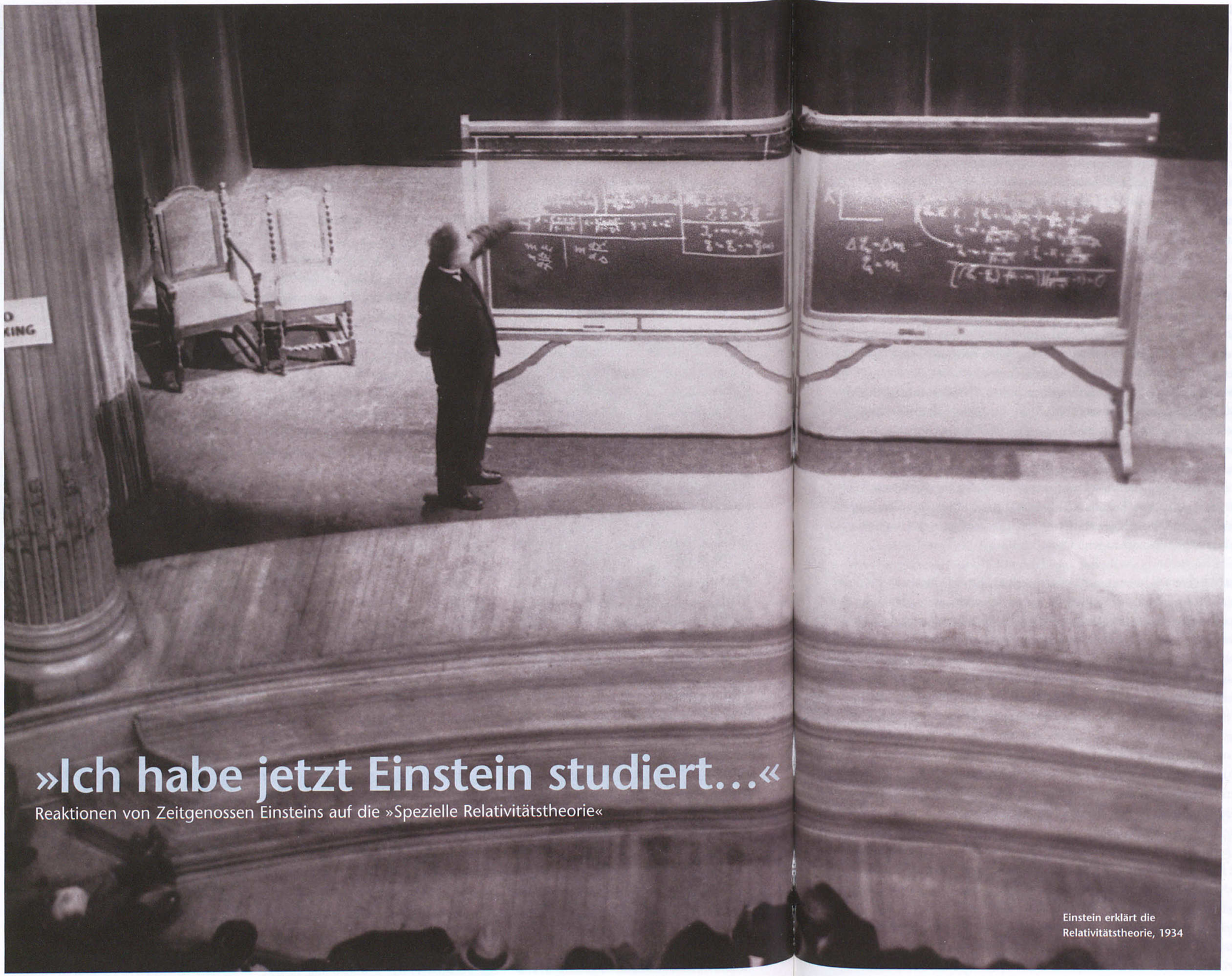
tel +49 (0) 89 - 24 20 59 -10
fax +49 (0) 89 - 24 20 59 -19

email: mail@diewerft.com

Schmuckwelten Pforzheim
Raum Uhrwerk

www.diewerft.com

Abbildungen: filmportal.de/DIF; USM



»Ich habe jetzt Einstein studiert...«

Reaktionen von Zeitgenossen Einsteins auf die »Spezielle Relativitätstheorie«

Einstein erklärt die Relativitätstheorie, 1934

Die ersten Reaktionen auf die Relativitätstheorie zeigen: Vor dem Hintergrund des physikalischen Weltbildes um 1900 erschien die Einstein'sche Theorie eher als konservativ.

Von Michael Eckert

Wenn wir heute auf Einsteins *annus mirabilis* zurückblicken, dann ist unsere Wahrnehmung stärker von den Wertungen geprägt, die sich Lehrbuchautoren im Verlauf der hundert Jahre danach gebildet haben, als von Einsteins Arbeit selbst. Kein heute lebender Physiker hat von der Relativitätstheorie erstmals aus den Originalpublikationen Einsteins erfahren. Wer sich jemals an die Lektüre der Einstein'schen Arbeit in den »Annalen der Physik« des Jahres 1905 gemacht hat, tat dies mit all den retrospektiven Wertungen und Vorurteilen, die von mehreren Physikergenerationen seither verbreitet wurden. Das »Einsteinjahr 2005« bietet die Gelegenheit, unser Bild vom Umbruch des physikalischen Denkens vor hundert Jahren um einige Nuancen zu bereichern. Zwar ist gerade die 1905 von Einstein begründete Relativitätstheorie so gründlich wie kein anderes physikalisches Teilgebiet erforscht worden; aber nur wenig von dem, was unter Experten der Physikgeschichte darüber bekannt ist, hat Eingang in physikalische Lehrbücher und populäre Darstellungen zur Relativitätstheorie gefunden. Was uns heute daran so umwälzend erscheint, wurde im physikalischen Weltbild des Jahres 1905 ganz anders wahrgenommen.

UNTERSCHIEDLICHE STANDPUNKTE. Die Spezielle Relativitätstheorie handelt von mechanischen und elektromagnetischen Naturvorgängen in so genannten Inertialsystemen. Das sind gleichförmig bewegte Bezugssysteme, zum Beispiel ein Bahnhof und ein mit konstanter Geschwindigkeit hindurchbrausender Zug. Einsteins Theorie macht Aussagen darüber, wie die physikalischen Vorgänge vom jeweils anderen System aus erscheinen. Je schneller der Zug durch den Bahnhof braust, desto ungewohnter werden die Phänomene: Bei annähernd Lichtgeschwindigkeit würden zum Beispiel einem Passagier am Bahnhof die Waggons des Zuges zusammengestaucht erscheinen. Ereignisse, die für Reisende im Zug gleichzeitig passieren, ereignen sich vom Bahnhof aus betrachtet zu unterschiedlichen Zeiten.

Der niederländische Physiker Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928) entwickelte unter anderem die elektromagnetische Theorie des Lichts und die Elektronentheorie der Materie. 1902 erhielt er den Nobelpreis für Physik.

Arnold Sommerfeld (1868–1951) gehörte zu den führenden Physikern seiner Zeit. Nach anfänglicher Skepsis trug er zum weiteren Ausbau der »Speziellen Relativitätstheorie« Einsteins bei und sorgte für ihre rasche Verbreitung.

MASSE UND GESCHWINDIGKEIT. Für Einsteins Zeitgenossen waren das keineswegs ungewöhnliche Gedankenspielereien: In den Elektronen kannte man bereits Teilchen, wo bei schneller Bewegung solche in der Alltagswelt ungewohnten Phänomene auftreten. Begriffe wie »scheinbare« und »elektromagnetische« Masse kamen mit den Elektronentheorien der Jahrhundertwende auf. An den von Radium ausgesandten schnellen Elektronen (Betastrahlen) maßen Experimentalphysiker 1905 mit großem Aufwand, wie die Masse eines Elektrons von seiner Geschwindigkeit abhängt. Man erklärte sich die Massenveränderlichkeit vor allem elektrodynamisch: Elektronen besitzen eine elektrische Ladung, die bei Bewegung im umgebenden Raum elektromagnetische Felder hervorruft. Dadurch erfährt ein geladenes Teilchen eine elektrodynamische Trägheit, denn es bewegt sich in dem von der eigenen Ladung erzeugten Feld. Diese Trägheit ist nicht mechanischen Ursprungs, denn nicht die träge Masse, sondern die elektrische Ladung ruft diese Wirkung hervor. Einige Theoretiker unternahmen sogar den Versuch, die ganze Mechanik auf die Elektrodynamik zurückzuführen, denn schließlich ist alle Materie aus geladenen Teilchen aufgebaut.

KUGELTHEORIE UND RELATIVTHEORIE. Nur vor dem Hintergrund dieser heute vergessenen, aber unter den Theoretikern der Jahrhundertwende hochaktuellen Elektronentheorien lassen sich die ersten Reaktionen auf die Einstein'sche Relativitätstheorie verstehen. Man unterschied zwei Theorien: die erste nahm an, das Elektron sei eine starre Kugel. Die zweite Theorie nahm an, es könne seine Form verändern. Wortführer der »Kugel«-Theorie war Max Abraham (1875–1922). Die Idee eines »deformierten« Elektrons wurde nach dem Altmeister der holländischen theoretischen Physik, Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928) benannt. Nach 1905 nannte man diese Elektronentheorie auch »Lorentz-Einstein'sche Theorie«, weil Einsteins Rechnungen zu den gleichen Ergebnissen für die Geschwindigkeitsabhängigkeit der in einem ruhenden System gemessenen Elektronenmasse führten. »Zur Abkürzung werde ich im folgenden die erste Theorie als ›Kugeltheorie‹, die zweite als ›Relativtheorie‹ bezeichnen«, erklärte Max Planck bei einer Tagung im September 1906 den versammelten Physikern. Ziel seines Vortrags war es, die beiden Theoriearten anhand jüngster Experimente über die Ablenkung von schnellen Elektronen in elektrischen und magnetischen Feldern miteinander zu vergleichen.

DEBATTE DER EXPERTEN. Die Experimente konnten noch nicht zweifelsfrei darüber entscheiden, welche der beiden Elektronentheorien zutreffend war, so dass auch andere Argumente über das Für und Wider angeführt wurden. Max Abraham zum Beispiel sah den »Vorzug der Kugeltheorie vor der Relativtheorie« insbesondere darin, »dass sie eine rein elektromagnetische Theorie ist. Man war ja von der Frage ausgegangen, ob die Masse des Elektrons eine rein elektromagnetische Größe sei.« Abrahams Theorie bejahte diese Frage, während nach Einstein und Lorentz die Elektrodynamik allein nicht zur Erklärung ausreichte. Mit anderen Worten: Die Abraham'sche Theorie passte besser zum elektrodynamischen Weltbild, da die Mechanik dabei ganz auf elektromagnetische Wirkungen reduziert wurde. Auch Planck gab zu, dass das ein großes Plus der Kugeltheorie sei, fand aber die Lorentz-Einstein'sche Alternative doch »eigentlich symphatischer«. Arnold Sommerfeld (1868–1951), der sich mit einer Variante zu der Elektronentheorie Abrahams gerade einen Namen als viel versprechender Theoretiker gemacht hatte, empfand Plancks Haltung als einen »pessimistischen Standpunkt«, da sie dem elektrodynamischen Weltbild doch nicht soviel Erklärungskraft zutraute, dass man auf mechanische Prinzipien ganz verzichten könne. Er sorgte für Heiterkeit im Auditorium, als er seinen Diskussionsbeitrag mit der Bemerkung abschloss: »In der von Herrn Planck formulierten Prinzipienfrage möchte ich vermuten, daß die Herren unter 40 Jahren das elektrodynamische Postulat, diejenigen über 40 Jahren das mechanisch-relativistische Postulat bevorzugen werden. Ich gebe dem elektrodynamischen den Vorzug.«

Die Ideen Einsteins sorgten für hitzige Diskussionen unter den verschiedenen Verfechtern von Elektronentheorien: »Ich habe jetzt Einstein studirt, der mir sehr imponirt,« schrieb Sommerfeld im November 1906 an Wilhelm Wien, der die Einstein'sche Theorie noch kritisch beurteilte. Som-

Abbildungen: SV-Bilderdienst (S.10); Deutsches Museum

merfeld glaubte, dass Wien »im Irrtum« sei, wenn er annehme, »daß Einsteins Theorie die elektromagn. Masse ausschließt. Vielmehr läßt sich die Trägheitswirkung der Ladung bei Einstein gerade so begründen wie bei Lorentz.« An Lorentz schrieb er wenig später ebenfalls, er habe nun »Einstein studirt« und es sei »merkwürdig zu sehn, wie er ganz zu den gleichen Resultaten kommt, wie Sie, (auch in Hinsicht auf seine relative Zeit), trotz seines ganz anderen erkenntnistheoretischen Ausgangspunktes. Ganz wohl ist mir allerdings bei seiner deformirten Zeit ebenso wenig wie bei Ihrem deformirten Elektron.«

»... FAST ETWAS UNGESUNDES ...«. Diese frühen Reaktionen auf die »Relativtheorie« machen deutlich, an welchen Maßstäben Einsteins Theorie gemessen wurde. Sommerfeld fand, dass »die Grundlagen der Einstein'sche[n] Theorie noch sehr ausgebaut werden« müssten, »bevor man damit beliebige Elektronenbewegungen behandeln kann.« Eben darin bestanden die großen Schwierigkeiten, vor die sich die Verfechter einer ganz auf die Elektrodynamik zu reduzierenden Physik gestellt sahen. Sommerfeld wollte zum Beispiel aus dem Verhalten beschleunigter Elektronen das Zustandekommen radioaktiver Strahlen erklären. Mit der Einstein'schen Theorie ließ sich das nicht erreichen – oder noch nicht, denn Sommerfeld traute dieser Theorie durchaus noch mehr zu. Einstein antwortete auf Sommerfelds »Frage, ob ich die relativitätstheoretische Behandlung z.B. der Mechanik des Elektrons für eine endgültige halte«, im Januar 1908 folgendermaßen: »Die Relativitätstheorie ist ebensowenig endgültig befriedigend, wie es z.B. die klassische Thermodynamik war, bevor Boltzmann die Entropie als Wahrscheinlichkeit gedeutet hatte. Wenn uns nicht das Michelson-Morleysche Experiment in die größte Verlegenheit gebracht hätte, hätte niemand die Relativitätstheorie als eine (halbe) Erlösung empfunden. Ich glaube übrigens, daß wir noch weit davon entfernt sind, befriedigende elementare Grundlagen für die elektrischen und mechanischen Vorgänge zu besitzen.«

Unter dem Eindruck weiterer Publikationen Einsteins blieben die Diskussionen nicht auf die Elektronentheorie beschränkt. Im Dezember 1907 schrieb Sommerfeld an Lorentz: »Jetzt aber warten wir alle sehnlichst, daß Sie sich einmal zu dem ganzen Complex der Einsteinschen Abhandlungen äußern. So genial sie sind, so scheint mir doch in dieser unkonstruirbaren und anschauungslosen Dogmatik fast etwas Ungesundes zu liegen. Ein Engländer hätte schwerlich diese Theorie gegeben; vielleicht spricht sich hierin, ähnlich wie bei Cohn, die abstrakt-begriffliche Art des Semiten aus. Hoffentlich gelingt es Ihnen, dies geniale Begriffs-Skelett mit wirklichem physikalischen Leben zu erfüllen.«

Sommerfeld bekehrte sich selbst in den folgenden Jahren so gründlich zu dieser »Art« Physik zu treiben, dass er selbst später als Vertreter einer »jüdischen Physik« bezeichnet wurde. Was die Spezielle Relativitätstheorie anging, so entledigten sich die theoretischen Physiker bis etwa 1911 von dem Ballast der Elektronentheorien. Was wir heute darüber in den Lehrbüchern lesen, ist nicht der einmalige Geniestreich des »Wunderjahres« 1905, sondern das Resultat eines mehrjährigen Klärungsprozesses.

Weiterführende Literatur:

Michael Eckert, Karl Märker (Hrsg.): Arnold Sommerfeld. Wissenschaftlicher Briefwechsel. Band 1: 1892–1918. Berlin, Diepholz, München: Deutsches Museum und GNT-Verlag, 2000

Richard Staley: On the Histories of Relativity. The Propagation and Elaboration of Relativity Theory in Participant Histories in Germany, 1905–1911. In: Isis 89, 1998, 263-299

Olivier Darrigol: The electrodynamic origins of the relativity theory. In: Historical Stiudies in the Physical and Biological Sciences, 26, 1996, 241-312

Arthur I. Miller: Albert Einstein's Special Theory of Relativity. Emergence (1905) and Early Interpretation (1905–1911). Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1981

Elektrodynamisches Weltbild

Im Sog der Newton'schen Mechanik hatte sich im 18. und 19. Jahrhundert in der Physik ein »mechanisches« Weltbild entwickelt: Man hoffte, alle Naturerscheinungen durch mechanische Kräfte erklären zu können. Auch für elektrische und magnetische Kraftwirkungen entwarf man mechanische Modelle. Nach der Entdeckung des Elektrons um 1900 ersetzte man dieses »mechanische« durch ein »elektrodynamisches« Weltbild: Jetzt sah man in den elektromagnetischen Feldern, die von bewegten Elektronen hervorgerufen werden, die Quelle aller Kräfte. Auch die Relativitätstheorie wurde zunächst als eine Variante zeitgenössischer Elektronentheorien vor dem Hintergrund dieses »elektrodynamischen« Weltbildes betrachtet.

Lichtgeschwindigkeit im Film

Auf einer Website der Universität Tübingen verdeutlichen kurze Filme, was Sie wahrnehmen würden, wenn Sie sich nahezu mit Lichtgeschwindigkeit auf die Erde oder den Eifelturm zubewegten (siehe auch Seite 11): www.tat.physik.uni-tuebingen.de/~weiskopf/gallery/

DR. MICHAEL ECKERT ist Physikhistoriker. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehört die Entstehung der theoretischen Physik und die Geschichte der Strömungsforschung. Er ist Mitherausgeber des kürzlich publizierten wissenschaftlichen Briefwechsels von Arnold Sommerfeld.

Höhepunkte im Einsteinjahr 2005

Die wichtigsten Veranstaltungen des Jubiläumsjahres

Eine Vielzahl von Veranstaltungen und Ausstellungen beschäftigt sich im Jubiläumsjahr mit Albert Einstein. Auf dieser Seite finden Sie eine kleine Auswahl. Mehr unter: www.einsteinjahr.de

Mit dem Teleskop des Einsteinturms auf dem Gelände des Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam wurde die Relativitätstheorie empirisch überprüft.

MÜNCHEN

Deutsches Museum

5. Mai bis 31. Dezember 2005

»Abenteuer der Erkenntnis. Albert Einstein und die Physik des 20. Jahrhunderts«

Die vom Deutschen Museum konzipierte Sonderausstellung spürt anhand historischer Originalobjekte den herausragenden Entdeckungen Albert Einsteins nach und gibt gleichzeitig Einblicke in aktuelle Forschungsthemen der Physik und Kosmologie.

Die Bedeutung der Arbeiten Einsteins für unsere heutige Welt – ob Atombombe, GPS, Laser oder Siliziumchip – werden ebenso erläutert, wie aktuelle Fragen der physikalischen Forschung, insbesondere der Kosmologie. Hands-On!-Experimente und faszinierende Computersimulationen vermitteln Wissenschaft und Forschung als ein packendes Abenteuer, so wie auch Albert Einstein es verstand: »Das Schönste, was wir erleben können, ist das Geheimnisvolle. Es ist das Grundgefühl, das an der Wiege von wahrer Kunst und Wissenschaft steht«.

Ein umfangreiches Rahmenprogramm ergänzt die Sonderausstellung.

Unter anderem sind geplant:

ab 6. Mai
Sonderprogramm »Einstein« im Planetarium des Deutschen Museums, täglich 10 Uhr

ab 6. Mai
Ausstellung von Schülerarbeiten zum Einsteinjahr und Diskussion, laufend im Raum neben der Ausstellung

9. – 11. Mai
Sondervorträge »Einstein – Physik – Kosmos« im Ehrensaal, jeweils 19 Uhr

9. – 11. Mai
Wissenschaft für junge Leute – Vorträge und Veranstaltungen im Ehrensaal

ab Juni
Die Vortragsreihe: »Positionen«, wird sich mit dem Thema Physik und Gesellschaft im 20. Jh. beschäftigen.

ab Juni
Die Musikabteilung plant ein Extra-Programm.

Schulferienprogramm
»PhysikWerkstatt« für Kinder von 8 bis 13 Jahren

29. 9. –27. 11. 2005
Ausstellung von Werken der Gegner Einsteins im Bibliotheksfoyer;

Alle Veranstaltungen finden statt im Deutschen Museum, Museumsinsel 1, 80538 München; Öffnungszeiten: täglich 9 bis 17 Uhr; Aktuelle Informationen: www.deutsches-museum.de/ausstell/sonder/einstein.htm;
Über Veranstaltungen und Termine können Sie sich auch unter Fon: 089/2179-475 informieren.

BERLIN UND UMGEBUNG

Stiftung Neue Synagoge Berlin

8. März bis 6. Mai und 1. bis 30. September

»relativ jüdisch. Albert Einstein – Jude, Zionist, Nonkonformist«

Die Ausstellung im Centrum Judaicum behandelt Albert Einsteins Engagement für den Zionismus und die Gründung des Staates

Abbildung: www.einsteinjahr.de

Israel. Als Kultur mit einer allen Juden gemeinsamen Geschichte und gemeinsamen ethischen Werten wollte Einstein das Judentum verstanden wissen. In den Sommermonaten 2005 werden – neben Vorträgen – Konzerte auf der Freifläche der Neuen Synagoge in Erinnerung an im Nationalsozialismus verfolgte Komponisten und Musiker stattfinden.
Centrum Judaicum, Oranienburger Straße 28–30, 10117 Berlin;
Öffentliche Führungen:
So.16 Uhr, Mi. 14.00 und 16 Uhr
Anmeldung: Fon 0 30 / 88 02 8-316, www.cjudaicum.de

Wissenschaft im Dialog, Berlin

11. bis 26. Juni 2005

Ganz im Zeichen Albert Einsteins steht der zweiwöchige Wissenschaftssommer in Berlin und Potsdam. Die von der Initiative Wissenschaft im Dialog (WiD) als einer der Höhepunkte des Einsteinjahres 2005 organisierte Veranstaltungsreihe bietet zahlreiche Ausstellungen, Vorträge und weitere Aktivitäten für Kinder, Jugendliche und Erwachsene.
Berlin, Fon: 0 30 / 20649-204, www.wissenschaft-im-dialog.de

Kronprinzenpalais, Berlin

16. Mai bis 30. September 2005
»Albert Einstein – Ingenieur des Universums«

Die nationale Einstein-Ausstellung im Berliner Kronprinzenpalais Unter den Linden ist ein Meilenstein des Einsteinjahres 2005. Das Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte zeigt Albert Einstein als bedeutenden Wissenschaftler des 20. Jahrhunderts und herausragende Person der Zeitgeschichte.
Unter den Linden 3, 10117 Berlin, Öffnungszeiten: Mi. bis Mo., 10 bis 20 Uhr, Di. geschlossen; www.einsteinausstellung.de

Einsteinturm, Potsdam

19. März bis 26. Juni 2005
»Ein Turm für Albert Einstein«

Der weltberühmte Einsteinturm wurde in den Jahren 1920 bis 1924 auf dem Gelände des Astrophysikalischen Observatoriums errichtet. Mit dem Turmteleskop des Einsteinturms wurde die Relativitätstheorie empirisch überprüft. Seinerzeit war der Einsteinturm das erste Turmteleskop in Europa. Es gehörte lange zu den größten derartigen Instrumenten auf der Welt. Am 17. Juni 2005 wird der »Große Refraktor« wieder eröffnet.
Führungen durch den Wissenschaftspark und Einsteinturm organisiert die Urania Potsdam, Ansprechpartnerin: Christa Schmidt, Fon: 0331 / 291741, Fax: 0331 / 293683, Mail: verein@urania-potsdam.de, www.urania-potsdam.de

Einsteinhaus, Caputh

26. Mai 2005
Eröffnung des Einstein-Sommerhauses in Caputh

In dem ganz aus Holz erbauten Haus verbrachte Einstein von 1929 bis 1932 die Sommermonate. Anlässlich des hundertsten Geburtstags von Einstein 1979, rekonstruierte das Institut für Denkmalpflege der DDR das Haus mit Hilfe seines Architekten Konrad Wachsmann und stellte es unter Denkmalschutz.
Einsteinhaus, Am Waldrand 15–17, 14548 Caputh, Besichtigung: Mo., Sa., So. 10 bis 18 Uhr; August geschlossen; Anmeldung unter Fon: 0331 / 27178-0; www.einsteinforum.de

Einsteinforum, Potsdam

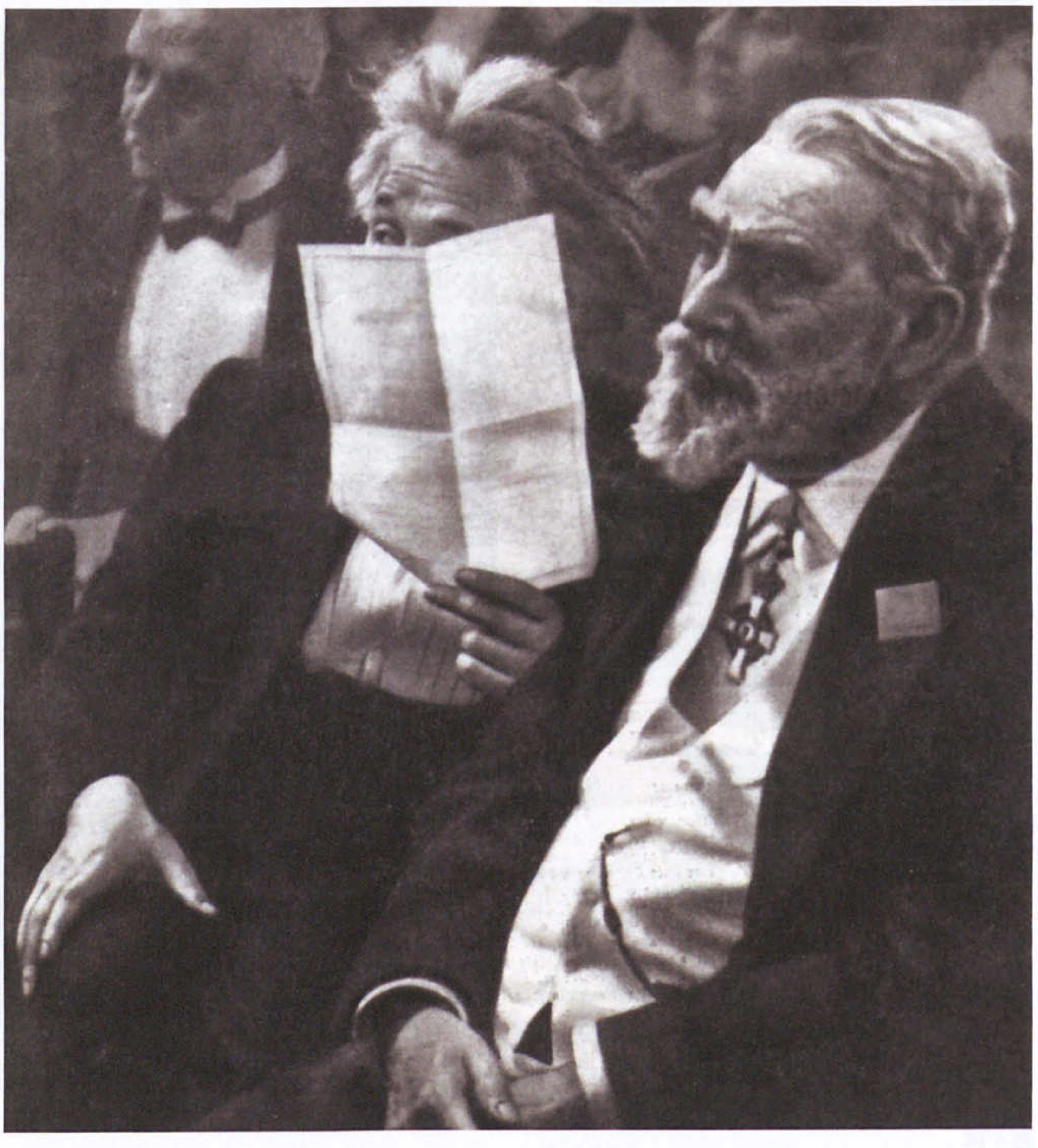
4. September bis 30. Oktober 2005
»Einstein-Spaces«

Zehn herausragende zeitgenössische Künstler setzen sich in ihren Arbeiten mit der wissenschaftlichen, kulturellen und politischen Biographie Einsteins auseinander. In künstlerischen Installationen visualisieren sie die Schnittstellen zwischen der Lebensgeschichte Albert Einsteins und der Stadtgeschichte Berlins sowie der deutschen Geschichte.
Informationen: Einstein-Forum, Potsdam, Fon 0331 / 27178-0, Fax 0331 / 27178-27, www.einsteinforum.de

Anzeige

Einstimmig gewählt. Mitgliedschaft gestrichen.

Albert Einstein und das Deutsche Museum

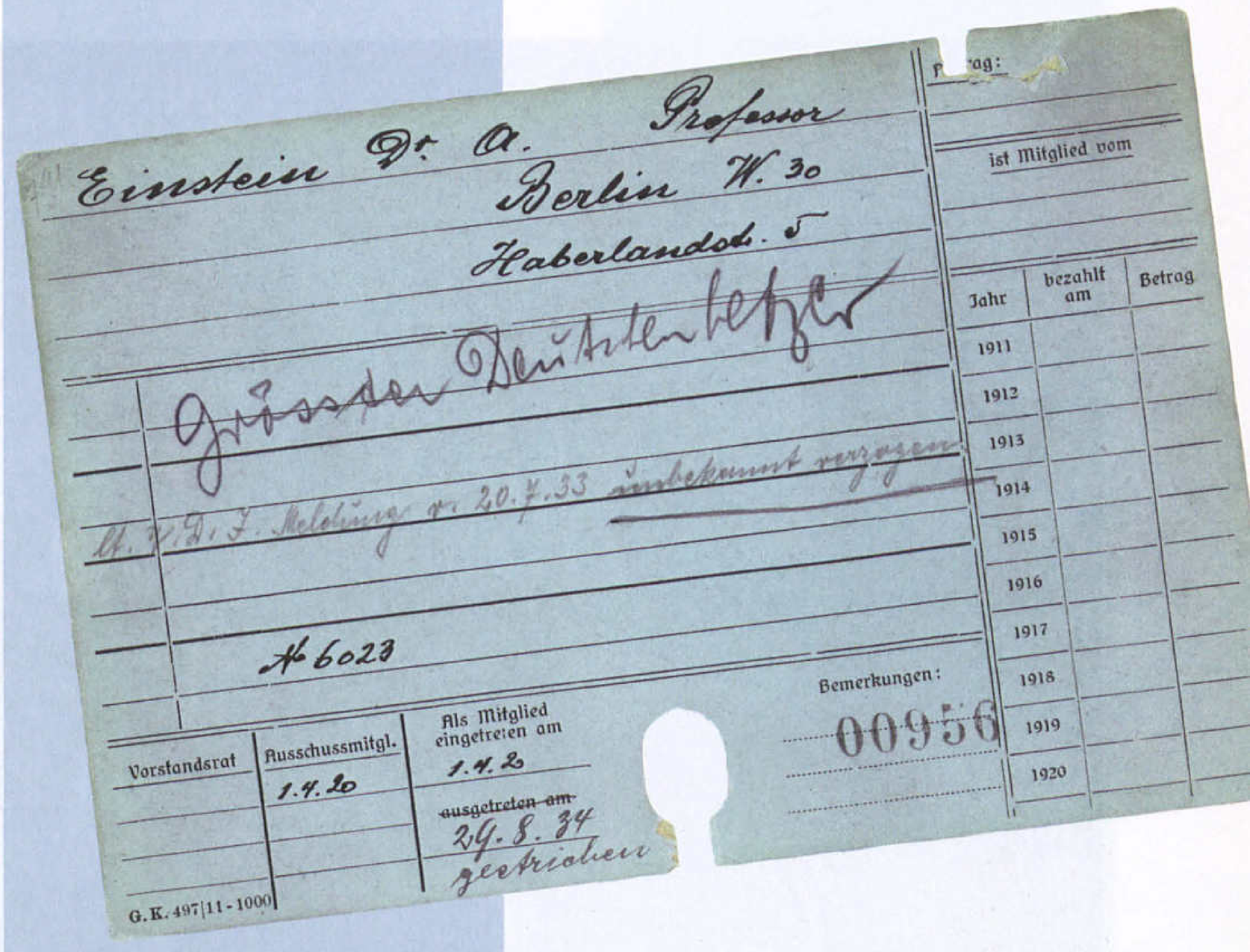


Eine Ausstellung zum Leben und Wirken Albert Einsteins im Deutschen Museum wäre undenkbar ohne eine Auseinandersetzung mit der »Beziehungs-Geschichte« zwischen Einstein und dem Museum. Das anfangs gute Verhältnis wurde später durch den Nationalsozialismus schwer belastet.

Von Christian Sichau

Ende Februar des Jahres 1920 erhielt Albert Einstein einen Brief aus München. Absender war das Deutsche Museum, unterzeichnet hatte der Museumsgründer Oskar von Miller. Darin wurde Einstein mitgeteilt, dass er vom Vorstandsrat des Deutschen Museums »einstimmig in den Ausschuss des Deutschen Museums berufen« worden sei. Die Bitte an Einstein, diese Wahl anzunehmen, ging einher mit dem Verweis, dass mit Einsteins »Teilnahme bei der Leitung unseres Museums … unser Bestreben, Begeisterung für Naturwissenschaft und Technik in die weitesten Kreise des Volkes zu tragen und Anregungen zu neuem Schaffen zu geben, in erheblichem Masse gefördert würde«. Einstein bestätigte die Annahme der Wahl brieflich mit einem einzigen Satz. Als er wenig später seine Ernennungsurkunde erhielt, bedankte er sich ebenso kurz und unterzeichnete den Dankesbrief »in der Hoffnung, Ihrem verdienstlichen Unternehmen irgendwie von Nutzen sein zu können«.

BEGRABENE AUSSTELLUNGSPLÄNE. Dem Deutschen Museum war es gelungen, den gerade berühmt gewordenen und in der Presse gefeierten neuen »Star« der Physik zu gewinnen. Dabei hatte der vielköpfige Museumsausschuss lediglich eine beratende Funktion und die Mitgliedschaft war eher eine Ehrensache – für das Mitglied, aber auch umgekehrt für das Museum – und meist mit wenig konkreter Mitarbeit verbunden. Die Wahl Einsteins in diesen Museumsausschuss war dennoch bemerkenswert. Einerseits war Einstein gerade berühmt geworden. Doch andererseits war er schon zu dieser Zeit in Deutschland durchaus auch eine umstrittene Persönlichkeit. So stieß zum einen die Fokussierung der Medien auf Einstein bei Fachkollegen auf Missbilligung, die den »Einstein-Rummel« für überzogen hielten. Ferner hatte Einstein sich im Ersten Weltkrieg der nationalistischen Kriegsunterstützung verweigert. Auch klangen im Jahr 1920 schon antisemitische Ressentiments an. So sprach der Physiker Max von Laue in einem Brief an seinen Kollegen Arnold Sommerfeld im Zusammenhang mit öffentlichen Angriffen gegen Einstein und die Relativitätstheorie offen von einer »Verquickung mit antisemitischer Politik«.



Den Aktenvermerk »Grösster Deutschenhetzer« brachte ein Mitarbeiter des Deutschen Museums auf der Mitgliedskarte Albert Einsteins 1933 an.

Im Deutschen Museum plante man damals bereits, die Relativitätstheorie in der Physik-Ausstellung aufzugreifen. Das Vorhaben erwies sich als äußerst schwierig, erste Konzepte wurden bald wieder verworfen. Doch hoffte man nun auf die Unterstützung und Hilfe Einsteins. In einem Gespräch zwischen Oskar von Miller und Einstein Ende des Jahres 1923 oder Anfang 1924 hatte Einstein wohl eine Unterstützung »bei Darstellung seiner Arbeiten in weitestem Masse« zugesagt. Diese Unterstützung beschränkte sich zunächst auf eine Empfehlung, den Wiener Physiker Hans Thirring anzusprechen, der 1921 ein populärwissenschaftliches Buch mit dem Titel: »Die Idee der Relativitätstheorie« veröffentlicht hatte. Auch mit Hilfe Thirrings gelang es jedoch nicht, ein überzeugendes Ausstellungskonzept zu entwickeln, so dass die Pläne wieder ad acta gelegt wurden.

VON NAZIS HINAUSGEWORFEN. Wie sich der Kontakt zwischen dem Deutschen Museum und Albert Einstein in den folgenden Jahren weiterentwickelte, ist derzeit noch unbekannt. Aktenkundig wurde erst wieder das unrühmliche Ende der Mitgliedschaft Einsteins. In einem Ordner zu diesen Mitgliedschaften, der sich im Archiv des Deut-

Albert Einstein im Gespräch mit seinem Sohn Hans Albert.

schen Museums befindet, sind zunächst nur zwei kurze Zeitungsausschnitte aus dem Jahr 1933 zu finden. Einer dieser Ausschnitte berichtet davon, Einstein habe angeblich ein Angebot angenommen, Professor an einer spanischen Universität zu werden; der zweite notiert Einsteins Bemühungen, die preußische Staatsangehörigkeit aufzugeben, die er durch seine Anstellung an der Preußischen Akademie der Wissenschaften (gegen seinen Willen) erworben hatte. Diese beiden Notizen blieben in dieser Aktennotiz unkommentiert. – Hintergrund der Ausschnitte war Einsteins Emigration nach der Machtergreifung Hitlers. In einem Brief vom 28. März 1933 hatte Einstein seinen Austritt aus der Preußischen Akademie der Wissenschaften erklärt, da er die durch seine Stellung »bedingte Abhängigkeit von der Preussischen Regierung … unter den gegenwärtigen Umständen als untragbar« empfand. Die Bayerische Akademie der Wissenschaften legte Einstein ebenfalls nahe, auszutreten – was Einstein dann auch tat. Im nationalsozialistischen Deutschland wurde Einstein vorgeworfen, er habe im Ausland gegen Deutschland Hetze betrieben. Diesen Vorwurf erhob auch die Preußische Akademie der Wissenschaften. Von diesem Klima wurde auch das Deutsche Museum erfasst. Auf der Mitgliedskarte Einsteins wurde nicht nur der Vermerk: »unbekannt verzogen« eingetragen und die Mitgliedschaft gestrichen, sondern zudem der weit verbreitete Vorwurf aufgegriffen und den formalen Angaben hinzugefügt: »Grösster Deutschenhetzer«.

EINSTEIN WÜNSCHT KEINE EHRUNG. Nach dem Ende der nationalsozialistischen Schreckensherrschaft bemühte sich unter anderen die Bayerische Akademie der Wissenschaften wieder Kontakt zu Einstein aufzunehmen. So schrieb Arnold Sommerfeld am 27. Oktober 1946: »Unsere bayrische Akademie hat Sie im Jahre 1933 höchst unpassender Weise aufgefordert, Ihren Austritt zu nehmen. Bei dem plötzlich ausgebrochenen Wahnsinn war nichts dagegen zu machen. […] Nun ist aber der Wahnsinn zu Ende und die Akademie möchte Ihnen wieder Ihre Schriften

Abbildungen: Deutsches Museum; SV-Bilderdienst

zuschicken, unter Zurücknahme des Briefes Ihres damaligen Klassensekretärs. Eine Weigerung Ihrerseits wäre uns natürlich peinlich. Ich bitte Sie daher, das Kriegsbeil zu begraben und die Akademie-Mitgliedschaft wieder anzunehmen. (Die Welt wird zwar noch lange nicht in Ordnung kommen, aber wir müssen doch das unsere tun, um sie wieder einzurenken.)« Doch Einstein reagierte in diesem Fall ähnlich wie bei vergleichbaren Anfragen, ablehnend: »Nachdem die Deutschen meine jüdischen Brüder in Europa hingemordet haben, will ich nichts mehr mit Deutschen zu tun haben, auch nichts mit einer relativ harmlosen Akademie. Anders ist es mit den paar Einzelnen, die in dem Bereiche der Möglichkeit standhaft geblieben sind.«, antwortete er Sommerfeld. Diese Haltung Einsteins stieß – im Zusammenhang mit einem Unwillen, sich ehrlich mit der nationalsozialistischen Schreckensherrschaft auseinander zu setzen – vielfach auf Unverständnis. Dies ist auch in einer Antwort auf eine Nachfrage im Jahr 1948 nach einer Ehrung Einsteins im Deutschen Museum zu spüren: »Eine Münchener angesehene wissenschaftliche Korporation hat vor ungefähr einem Jahr Herrn Einstein die Absicht einer Ehrung mitgeteilt und bei ihm durch ein Mitglied anfragen lassen, wie er sich dazu stellen würde. Herr Einstein hat darauf eine ziemlich schroffe ablehnende Antwort gegeben. Danach kommt also jedenfalls vorläufig eine Ehrung durch das Deutsche Museum nicht in Frage.«

HANS ALBERT EINSTEIN ENTHÜLLT DIE BÜSTE SEINES VATERS. Nach derzeitigem Kenntnisstand änderte sich dies erst wieder nach dem Tode Einsteins im Jahr 1955. Nun ging es um die Aufstellung einer Büste im Ehrensaal des Deutschen Museums. Von der üblichen Regelung, eine solche Ehrung frühestens zehn Jahre nach dem Tod der betreffenden Person vorzunehmen, war man bereit, in diesem Fall abzusehen. Bei Max Planck hatte das Museum immerhin ebenfalls eine Ausnahme gemacht. Doch diese Bemühungen scheiterten nun zunächst an Otto Nathan, dem Nachlassverwalter Einsteins. Dieser gab in einem Brief vom 21. Juli 1962 zum einen zu Bedenken, dass Einstein »allen aeusseren ›Verewigungen‹ durch Denkmaeler, Buesten und Monumente jeder Art aufs entschiedenste abgeneigt war«. Ferner wies er auf »Einsteins Haltung zu allem Offiziellem und Halb-Offiziellem in Deutschland« nach 1945 hin. Das Museum verzichtete daher zunächst auf die Aufstellung einer Büste Einsteins im Ehrensaal, griff dieses Anliegen einige Jahre später jedoch wieder auf. Aus Sicht des Museums war »es einfach nicht mehr zu begründen … ein ehrendes Gedenken an diesen großen Gelehrten in der Ruhmesstätte der bedeutendsten deutschen Naturwissenschaftler zu unterlassen.« Zudem fühlte es sich durch Nachfragen »für diese ›Unterlassungssünde‹ « – »nicht nur von den Besuchern des Deutschen Museums, sondern auch in der Öffentlichkeit« – zu einem solchen Schritt gedrängt. Man bemühte sich, über verschiedene Personen direkten Kontakt zur Familie Einstein aufzunehmen. Dies gelang und der Sohn von Albert Einstein, Hans Albert, gab seine Zustimmung. Bei der Jahreshauptversammlung im Mai 1972 konnte schließlich die Büste Einsteins im Ehrensaal des Deutschen Museums enthüllt werden. – Doch leider waren damit noch nicht alle Diskussionen beendet, denn nun gab es Kritik am Wortlaut der angebrachten Plakette. Denn 1969 hatte es eine Zusage seitens des Museums gegeben, die Bemerkung einzufügen: »Zur Emigration gezwungen 1932». Diese fehlte nun, da sich innerhalb des Museums die Überzeugung gefestigt hatte, dass ein solcher Verweis gegen die üblichen Regelungen verstieß – bei keiner anderen im Ehrensaal gewürdigten Person würde jenseits der Lebensdaten auf biografische Schicksale eingegangen. Die Enthüllung der Büste mit dem Text: »Er begründete in kühnem Gedankenflug die Relativitätstheorie, welche die klassische Physik in ungeahnter Weise erweiterte. Die Planck'sche Quantentheorie weiterführend, schuf er die fruchtbare Hypothese der Lichtquanten« war daher zunächst bedauerlicherweise keineswegs die erhoffte, versöhnliche abschließende Ehrung Einsteins im Deutschen Museum. Dennoch, zumindest in der Öffentlichkeit war der Festakt aus Sicht des Museums sehr gelungen. Werner Heisenberg hatte die Laudatio gehalten, bevor Hans Albert Einstein das Wort ergriff und erzählte: »wie er 1925 mit seinem Vater das Deutsche Museum besucht habe und von den schon damals existierenden ›Druckknopfexperimenten‹ beeindruckt gewesen sei«, wie es in Zeitungsberichten hieß. ■

Katalog zur Ausstellung

Albert Einstein war ein genialer Wissenschaftler, der sich auf den Weg machte, große Rätsel der Natur zu entschlüsseln. Er fand, dass Raum, Zeit und Materie untrennbar miteinander verbunden sind und viel merkwürdigere Eigenschaften besitzen, als man bis Anfang des 20. Jahrhunderts angenommen hatte.

Die Geschichte dieser spannenden Entdeckung erzählt das Deutsche Museum in seiner Ausstellung Abenteuer der Erkenntnis – Albert Einstein und die Physik des 20. Jahrhunderts. Zur Ausstellung ist ein Katalog erschienen.

22,5 x 29,7cm
176 Seiten, Broschur
ca. 100 Abbildungen Farbe
ca. 14,- Euro

DR. CHRISTIAN SICHAU, Dipl.-Physiker, ist seit März 2003 am Deutschen Museum als Kurator in der Abteilung Physik beschäftigt. Derzeit widmet er sich vorrangig der Konzeption und Ausführung der Einstein-Ausstellung.

Das Interferometer

Auf der Suche nach dem Ätherwind

Wenn Licht eine Wellenerscheinung ist, so glaubte man Ende des 19. Jahrhunderts, dann muss es irgendeine Substanz im Raum geben, die das Trägermedium dieser Wellenbewegung ist. Man begann nach dieser Substanz, dem sogenannten Äther, zu suchen. Mithilfe des Interferometers wies der Physiker Georg Joos nach, dass der Äther gar nicht existiert.

Von Wolfgang Heidrich

Auf dem Jungfraujoch in den Berner Alpen wollte Georg Joos mithilfe des Interferometers die These vom Ätherwind widerlegen. Später verzichtete er auf das aufwändige Vorhaben.

Das physikalische Weltbild des 19. Jahrhunderts war geprägt von der Newton'schen Mechanik und der Maxwell'schen Elektrodynamik. Licht wurde darin als Welle betrachtet. Diese Vorstellung war durch die Beobachtung der Interferenzerscheinungen des Lichts gefestigt. Gegen Ende des Jahrhunderts kam dazu die Entdeckung der elektromagnetischen Wellen durch Heinrich Hertz. Wellen galten dabei analog zur Mechanik als periodische Bewegungen in einem Medium. Deshalb gehörte zu dieser Vorstellung die Annahme einer Substanz, die Träger solcher Bewegungen sein konnte. Sie wurde als Äther bezeichnet und sollte den gesamten newtonschen Raum erfüllen, um die Erscheinungen zu ermöglichen, die am Licht und an elektromagnetischen Wellen beobachtet wurden.

DIE MISSLUNGENE ÄTHERSUCHE. Die Vorstellung dieses Äthers machte jedoch Schwierigkeiten. Der Äther sollte allgegenwärtig sein, etwa um das Sternenlicht im Weltraum zu transportieren. Er sollte im Raum ruhen, da es seit Galilei keine Auszeichnung eines bestimmten Bezugssystens für Bewegungen geben sollte. Der Äther sollte Bewegungen keinen Widerstand leisten, da die Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne offensichtlich nicht gebremst wird. Gerade wegen der Bewegung der Erde bei diesem Umlauf und bei ihrer Bewegung mit dem Sonnensystem in der Milchstraße hätte jedoch eine Relativbewegung zu diesem Äther bemerkbar sein müssen: ein Ätherwind.

Da man nichts Näheres über das Verhalten des Äthers wußte, war der Ätherwind schwer zu messen. So mußte man etwa damit rechnen, daß Teile des Äthers von der Erdoberfläche mitgenommen werden, ein Vorgang, der bei laminaren Strömungen an Grenzschichten erfolgt. In einem solchen Fall würde man eine zu geringe Geschwindigkeit der Erde messen. Überlegungen dieser Art haben bei Experimenten tatsächlich eine Rolle gespielt.

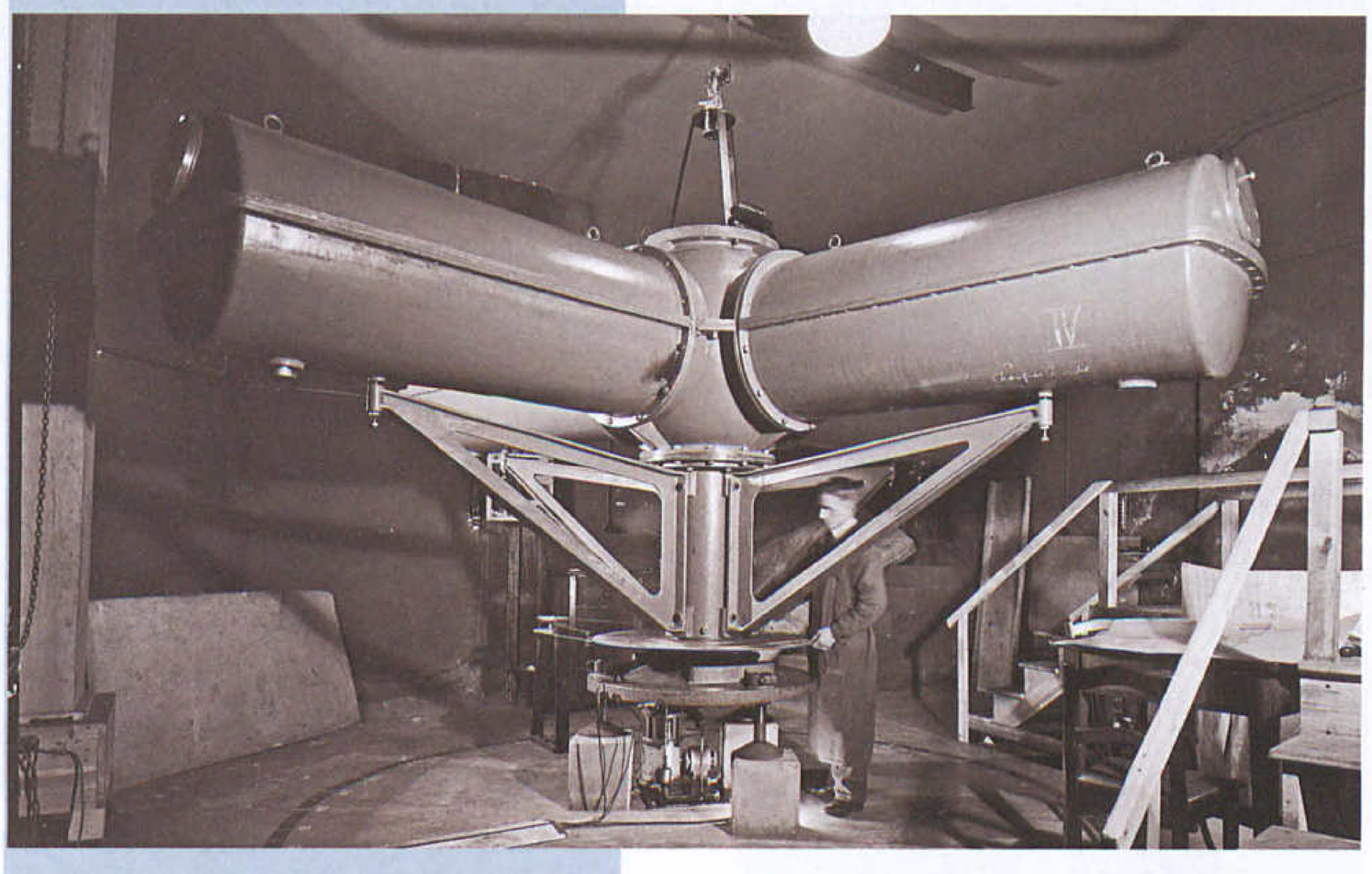
Die entscheidenden Experimente zur Messung des Ätherwindes hat Albert Michelson durchgeführt. Er baute ein Interferometer, ein Gerät, mit dem er die Geschwindigkeit zweier Lichtstrahlen relativ zueinander messen konnte. Wenn in einem Experiment einmal der eine, nach einer Drehung des Geräts der andere Strahl infolge der Erdbewegung gegen den Äther hätte »anlaufen« müssen, so hätte er den daraus folgenden Unterschied der Laufzeiten messen können, wenn er die Strahlen am Ende ihres Weges wieder zusammen führte. Um auf dem von Michelson eingeschlagenem Weg einen Ätherwind als Folge des Umlaufs der Erde um die Sonne messen zu können, war allerdings eine extrem hohe Messgenauigkeit erforderlich, da der zu beobachtende Effekt sehr klein war.

Michelson baute eine solche Apparatur zunächst 1881 in Berlin, später in einer verfeinerten Ausführung zusammen mit Edward Morley 1887 in Cleveland. In beiden Versuchen konnte er keinen Unterschied zwischen den Laufzeiten der beiden Strahlen und damit auch keine Auswirkung eines Ätherwindes in der erwarteten Größenordnung feststellen. Wegen der Bedeutung dieser Versuche für das damalige Weltbild gab es daraufhin einerseits Hypothesen zur Erklärung des Ergebnisses, andererseits Wiederholungen der Versuche.

NEUE VERSUCHE. Die physikalisch bedeutsamste Erklärung stammte von Hendrik Lorentz und, fast gleichzeitig, aber unabhängig von ihm, von George Fitzgerald. Bei Annahme eines ruhenden Äthers hätte der Lichtstrahl, der zunächst in und danach gegen die Richtung der Erdbewegung läuft, etwas mehr Zeit brauchen müssen, als der senkrecht dazu laufende. Da nun nach dem Ergebnis des

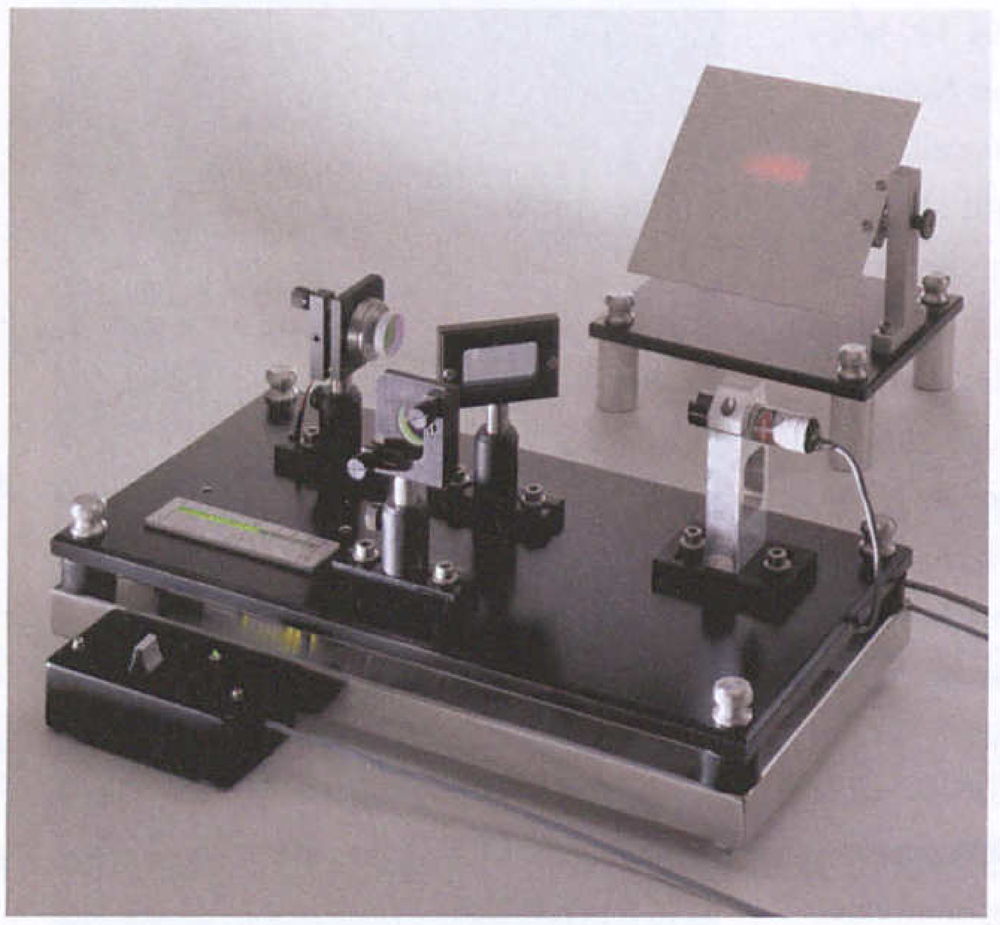
Quantentheorie

Die klassische Mechanik und die Elektrodynamik beschreiben makroskopisch, dynamische Prozesse. Sie versagen aber bei atomaren Phänomenen. Mit Hilfe der Quantentheorie deuteten Wissenschaftler wie Werner Heißenberg in den 1920er Jahren die atomaren Prozesse neu. Während die Relativitätstheorie die Begriffe von Raum und Zeit neu interpretierte, revolutionierte die Quantentheorie unsere Auffassung vom Wissen über die Vorgänge in der Natur. Mit ihr nahmen die Physiker endgültig Abschied von der Absolutheit des Wissens: Die Quantentheorie besagt, dass sich nur die Wahrscheinlichkeit eines Vorgangs beschreiben lässt.



Das Interferometer misst die Geschwindigkeit zweier Lichtstrahlen relativ zueinander. Dieses Objekt kann während der Einstein-Ausstellung im Deutschen Museum besichtigt werden.

Abbildungen: Trevor Boyd; Deutsches Museum



Oben: Professor Georg Joos
Rechts: Demonstrationsobjket zum Michelson-Morley-Experiment: Das Interferometer zeigt die Funktionsweise des historischen Experiments von 1887 wie auch den Aufbau moderner Laser-Interferometer zum Nachweis von Gravitationswellen. Das 2004 gebaute Modell wird in der Einstein-Ausstellung gezeigt.

Michelson-Versuches beide gleich viel Zeit brauchten, nahmen Lorentz und Fitzgerald an, daß der Arm des Interferometers, der in die Richtung der Bewegung zeigte, sich durch diese Bewegung verkürzen müsse.

Feststellen ließ sich diese Verkürzung nicht, da jeder angelegte Maßstab an der Erdbewegung teilnähme und deshalb im gleichen Ausmaß verkürzt würde. Lorentz konnte aber seine Annahme, die zunächst recht willkürlich erscheint, durch eine von ihm entwickelte Elektronentheorie begründen. Die Schlüsse, die er daraus zog, stimmten im Ergebnis – nicht in ihrer Begründung – mit den Ergebnissen der späteren Relativitätstheorie überein. Lorentz hielt Zeit seines Lebens am Äther und an dieser Theorie fest – trotz des Erfolges der Relativitätstheorie.

Neben anderen Physikern wiederholte auch Dayton Miller Michelsons Versuche. Er kam 1924 zu dem Ergebnis, daß er einen Ätherwind von 30 Prozent der Geschwindigkeit gemessen habe, die infolge des Erdumlaufs um die Sonne zu erwarten war.

Wegen einer möglichen Mitnahme des Äthers an der Erdoberfläche hatte er seine Experimente nicht in festen Gebäuden, sondern in leichten Holzbauten und zusätzlich auch im Gebirge, auf dem Mt. Wilson, durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse Millers wiederholte auch Michelson seine Experimente, die allerdings wieder zum gleichen negativen Ergebnis führten.

Die Widersprüchlichkeit der verschiedenen Resultate und die Bedeutung der Fragestellung veranlaßten auch Georg Joos, Professor für Physik an der Universität Jena und nach dem Krieg im Vorstand des Deutschen Museums dazu, das Michelson'sche Experiment 1930 zu wiederholen. Mit Hilfe der Firma Carl Zeiss in Jena, und auf deren Gelände baute er ein Interferometer, das nach dem Michelson'schen Prinzip arbeitete und mit dem er Laufzeitunterschiede der beiden Strahlen mit einer Genauigkeit von $2{,}6 \cdot 10^{-11}$ messen konnte. Joos selbst weist in seiner Veröffentlichung darauf hin, daß dies einer Bestimmung der Entfernung Erde–Mond auf 1,5 cm genau entspricht. Auch Joos konnte keine Laufzeitunterschiede der Strahlen bei seinen Messungen feststellen. Wegen der wissenschaftlichen Autorität dieser beiden Experimentatoren war die Diskussion über den Äther damit beendet.

Das Joos'sche Interferometer wurde 1935 an das Deutsche Museum übergeben und war dort bis 1954 ausgestellt. Bei einer Neugestaltung der Physik-Abteilung wurde es in das Depot überführt. Wegen seiner Bedeutung in der Diskussion um die Spezielle Relativitätstheorie wird es jetzt wieder in der Einstein-Ausstellung des Deutschen Museums gezeigt.

EINSTEIN UND DER ÄTHER. Einstein selbst scheint niemals ein Anhänger der Ätherhypothese gewesen zu sein. Er nimmt in seiner Arbeit über den lichtelektrischen Effekt an, daß das Licht aus einzelnen Quanten besteht, die sich unabhängig voneinander durch den Raum bewegen. Dennoch spielte er eine Rolle in der Ätherdiskussion, weil seine Annahme einer konstanten Lichtgeschwindigkeit in allen Bezugssystemen in der Speziellen Relativitätstheorie den Michelson-Versuch zwanglos erklärte, im Gegensatz zu den komplizierten Erlärungen von Lorentz und Fitzgerald. Von einigen Autoren wurde die Relativitätstheorie sogar als Ergebnis des Michelson-Versuchs betrachtet. Die Bestätigung der Ergebnisse Michelsons durch Joos wurde damit auch als eine Bestätigung der Relativitätstheorie angesehen.

DR. WOLFGANG HEIDRICH, Dipl.-Physiker, war lange Zeit bei Siemens tätig. Seit einigen Jahren arbeitet er ehrenamtlich für das Deutsche Museum.

DAS INTERFEROMETER VON ALBERT MICHELSON

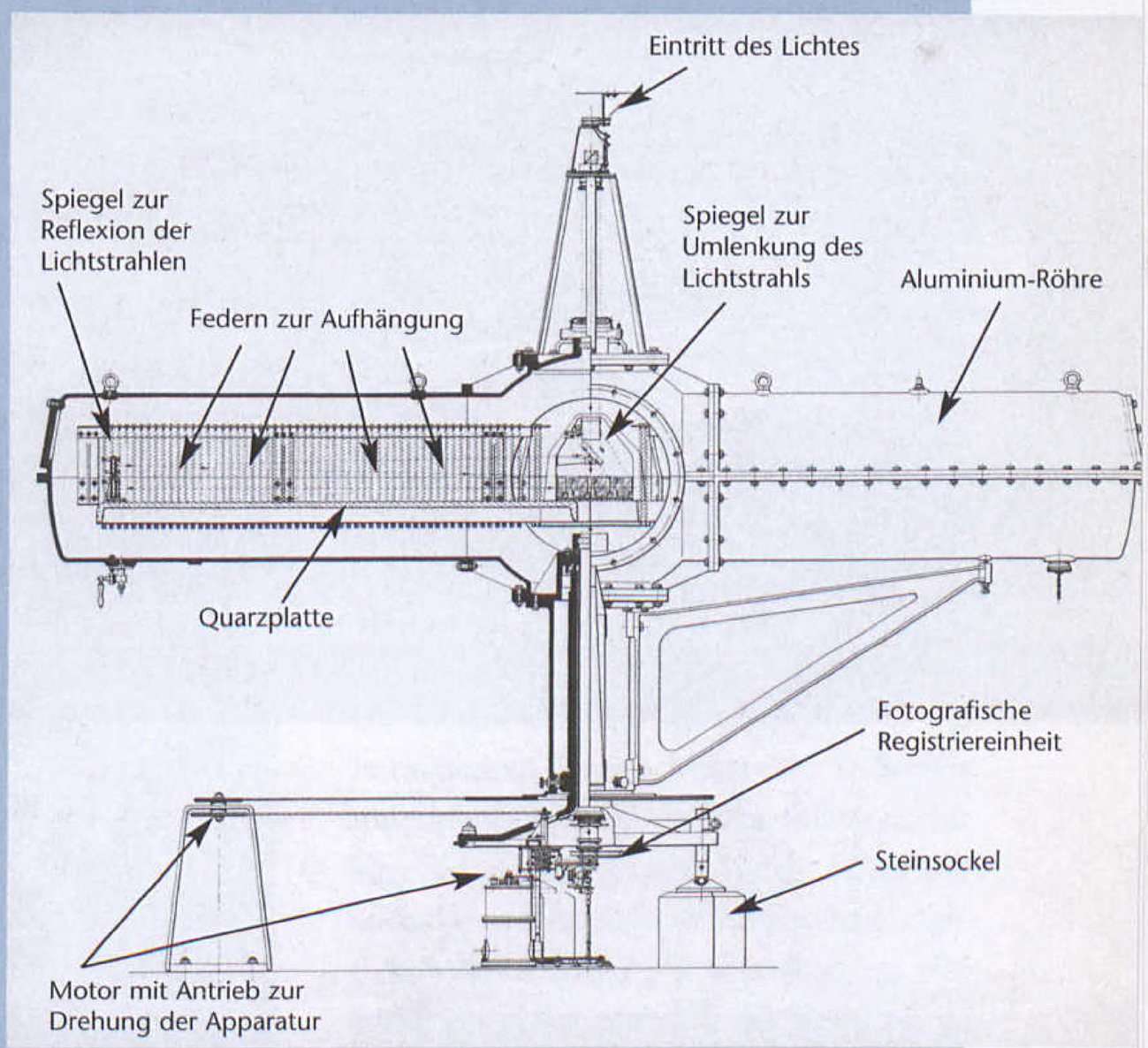
Das Prinzip der Interferometer, die in den Experimenten zur Messung des Ätherwindes benutzt wurden, wurde von Michelson entwickelt. Michelsons ursprüngliches Interesse galt dabei der Messung der Geschwindigkeit der Erde bei ihrer Bewegung im Weltraum. Die Interferometer bestehen aus vier senkrecht zueinander stehenden, gleich langen Armen. Ein Lichtstrahl wird von einer Lichtquelle ausgesandt. An einem halbdurchlässigen Spiegel wird er geteilt. Ein Teilstrahl wird auf den Spiegel gelenkt, dort reflektiert und fällt durch den Spiegel hindurch in die Kamera. Der andere Teilstrahl geht durch den Spiegel hindurch, wird reflektiert und auf dem Rückweg zusammen mit dem ersten Teilstrahl in die Kamera gelenkt. Dort, oder in einem an dieser Stelle in einigen der Versuche angebrachten Fernrohr, überlagern sich die Teilstrahlen und bilden ein Muster aus Interferenzstreifen. Dieses Muster entsteht durch die Überlagerung von Wellenbergen und -tälern der Teilstrahlen, die sich je nach den von ihnen zurückgelegten Wegen verstärken oder auslöschen.

Die ganze Anordnung von Lichtquelle, Spiegeln und Kamera läßt sich drehen. Falls vor der Drehung einer der Teilstrahlen gegen den Ätherwind anlaufen mußte und dadurch langsamer war, so muß dies nach einer entsprechenden Drehung um 90° der andere. Dadurch würde sich das Aufeinandertreffen von Wellenbergen und -tälern und damit das beobachtbare Muster ändern. Um diese Änderungen möglichst deutlich sichtbar zu machen, werden die Wege der Teilstrahlen in den Apparaten dadurch verlängert, daß das Licht durch weitere Spiegel mehrfach hin und her reflektiert wird. Im Interferometer von Joos wird durch dreifache Reflexion ein Lichtweg von etwa 21 m erreicht.

Die Schwierigkeit in der Durchführung der Versuche besteht zum einen in der Einhaltung einer konstanten Temperatur, da sich wegen der unterschiedlichen Ausdehnung des Materials bei Änderungen der Temperatur auch die Lichtwege ändern und damit das Ergebnis verfälschen würden. Zum anderen müssen Erschütterungen vermieden werden, da sich durch sie die Lage der Interferenzstreifen unkontrollierbar änderte. Michelson montierte deshalb seine optischen Instrumente auf einer massiven Steinplatte und ließ diese in einem mit Quecksilber gefüllten Trog schwimmen, um sie erschütterungsfrei drehen zu können. Joos verwandte dazu ein Kreuz aus Quarzgutplatten, das an einer Vielzahl von Federn aufgehängt wurde und führte die Versuche in der Ruhe eines Wochenendes in einem Keller der Zeiss-Werke in Jena durch.

Im Interferometer von Joos sind die Lichtquelle, eine Quecksilber-Lampe, und die Kamera nicht wie im Prinzipbild in der gleichen Ebene wie die Spiegel, sondern oberhalb und unterhalb dieser Ebene angebracht. Das Kreuz mit den Spiegeln ist zur Konstanthaltung der Temperatur von Aluminium-Rohren umgeben und kann mit diesen von einem Motor gedreht werden. Die Spiegel und die Drehachse des ganzen Systems wurden für die Versuche von Joos auf Bogensekunden genau justiert. Die Zeit für eine Umdrehung betrug in seinen Versuchen zehn Minuten. Die dabei entstehenden Interferenzstreifen wurden von der Kamera auf Filmen festgehalten und nach den Versuchen unter mehrfacher Kontrolle mit einem Photometer ausgewertet. Mit dieser Methode konnten Verschiebungen der Streifen um 1/1000 der Streifenbreite festgestellt werden.

Die Auswertung der Versuche ergab, daß keine periodisch mit der Drehung des Interferometers auftretenden Verschiebungen der Interferenzstreifen gefunden wurden. Eine Bewegung gegen den Äther könnte danach höchstens 1,5 km/s betragen. Da allein die Umlaufgeschwindigkeit der Erde um die Sonne 30 km/s beträgt, war die Ätherhypothese auch mit diesem Ergebnis nicht vereinbar. Um auch noch der Annahme Rechnung zu tragen, die Erde könnte den Äther an ihrer Oberfläche mitnehmen und dadurch das Ergebnis verfälschen, hatte Joos geplant, das Gerät auf das Jungfraujoch in den Berner Alpen zu transportieren und die Messungen dort zu wiederholen. Da Miller jedoch seine Behauptung der Höhenabhängigkeit des Ätherwindes inzwischen widerrufen hatte und Transport und Neuaufbau des Geräts hohen Aufwand erfordert hätten, verzichtete er später darauf.



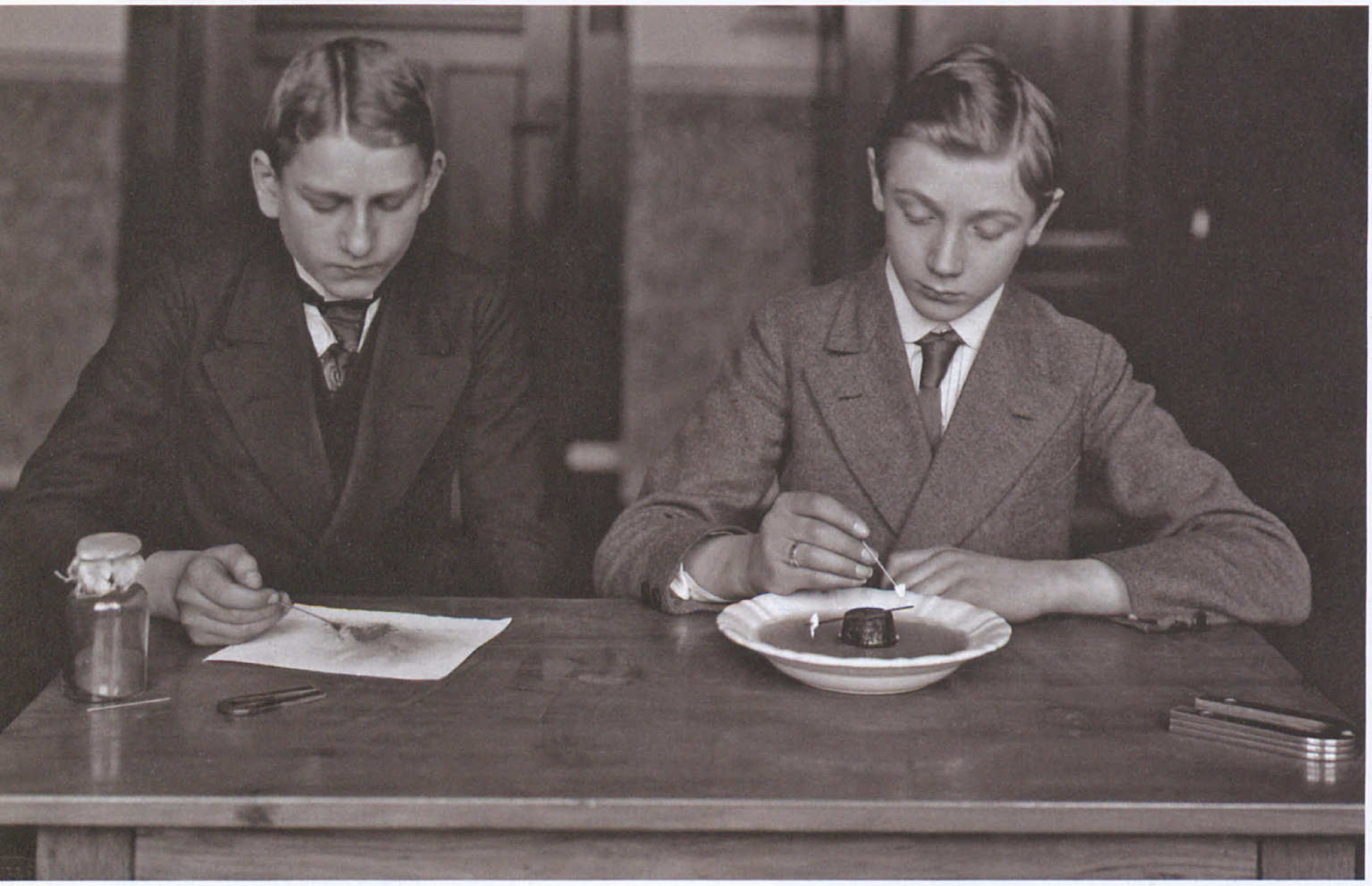
Abbildungen: Deutsches Museum

Albert Einsteins Berührungen mit der Technik

Der Spieltrieb des Forschers

In der spielerischen Beschäftigung mit Phänomenen und Dingen erfährt bereits das Kleinkind die Welt. Große Forscher und Erfinder haben diesen elementaren Spieltrieb ein Leben lang bewahrt.

Von Jobst Broelmann

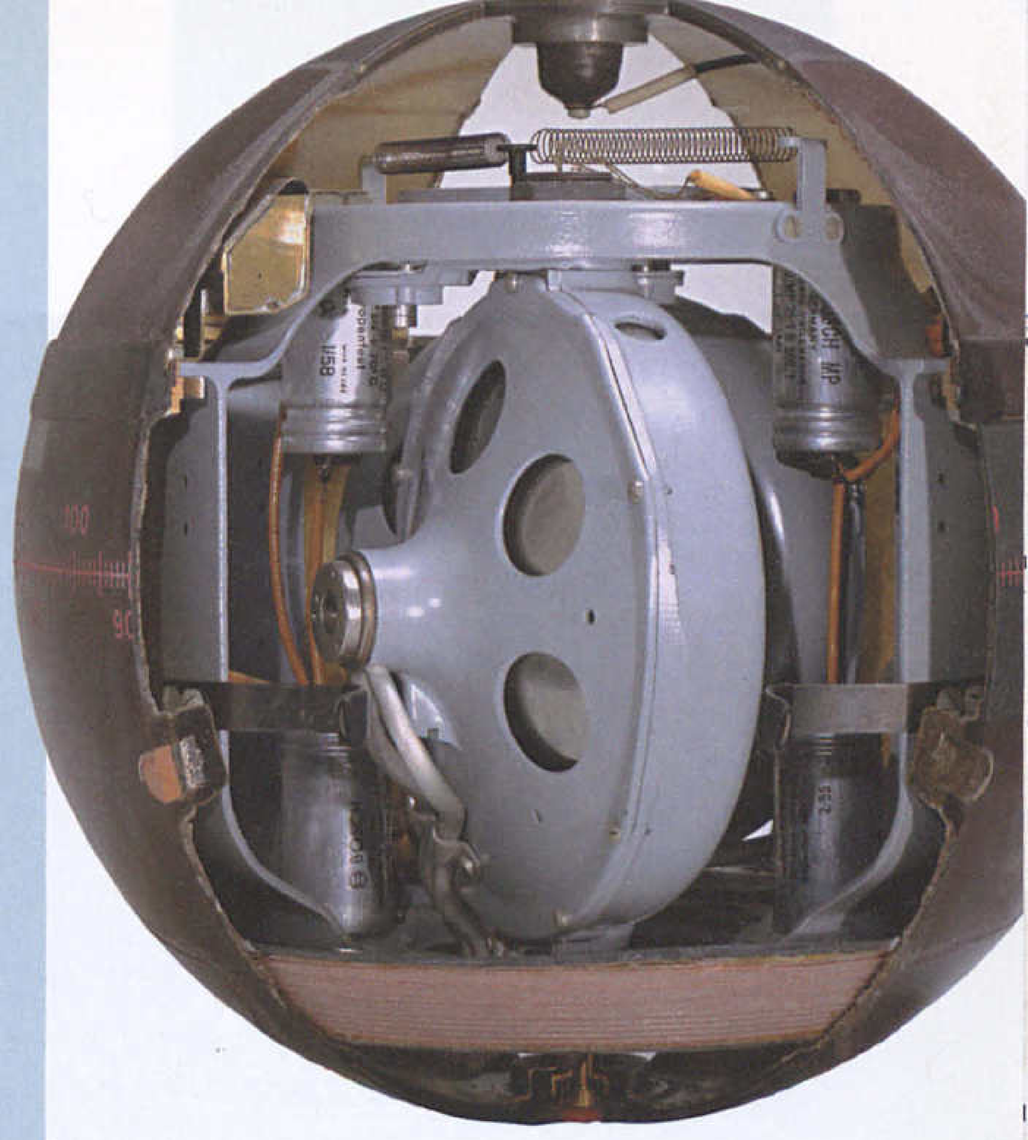


Physikalische Experimente in der Schule um 1908. Das Spiel mit den Eisenfeilspänen links sollte die Kräfte des Magnetismus sichtbar machen; rechts die Nachbildung eines Schwimmkompasses im Suppenteller. Aber nicht jeder brave Musterschüler entwickelte sich dann auch zu einem großen Forscher.

In meinem Leben hat sicher der ungeheure Eindruck eine Rolle gespielt, den auf mich ein kleiner Kompaß machte, den mir mein Vater zeigte, als ich ein kleiner Junge war.« Diese viel zitierte Erinnerung Albert Einsteins verweist auf seine Fähigkeit, nachhaltige Anregungen zu gewinnen aus scheinbar alltäglichen Dingen und Vorgängen, die andere bald wieder beiseite gelegt oder übergangen hatten. Die spielerische Beschäftigung mit solch scheinbar einfachen Geräten führte den Physiker jedoch auch unmittelbar an die oft zwiespältige Thematik technischer Anwendungen heran.

Dass Albert Einstein von 1902 bis 1909 in der Schweiz als Patentprüfer beschäftigt war und während seiner berühmten Arbeiten zur Relativitätstheorie auch mit dem Phänomen erfinderischer Phantasie in Berührung kam, ist bekannt. Sein »Wunderjahr 1905« schloss auch seine Beförderung zum »Experten 2. Klasse« ein, wobei ihm der Direktor des Patentamtes bestätigte, dass er sich immer mehr in die aktuelle Technik eingearbeitet habe. Dass sich das schweizerische Patentamt, im Vergleich zu anderen, besonders auf eine klare Formulierung des Patentanspruchs konzentrierte, sei, wie Einstein später bekannte, »ein wahrer Segen« für ihn gewesen. Er habe sich auch in der Folgezeit mit technischen Dingen beschäftigt, was »auch für das wissenschaftliche Forschen vorteilhaft« gewesen sei.

PRÜFER IM PATENTAMT. Als sein erstes technisches Produkt dieser Zeit kann eine Maschine zur Messung elektrischer Ladungen gelten, die für Einstein allerdings nur »Maschinchen« heißen konnte und deren Patentierung er auch »hauptsächlich wegen Interesselosigkeit der Fabrikanten« bald fallen ließ. Die Hartnäckigkeit des Erfinders und der nötige Teil der »Transpiration«, der sich nach professioneller Auffassung an die schöpferische »Inspiration« anzuschließen hatte, waren sein Interesse nicht. Immerhin lernte er dabei die »Tücken« des technischen Details kennen und den Wert eines »geschickten Mechanikers«, womit er sich – vor dem Hintergrund eines unter Hochschullehrern schwelenden »Theorie- und Praxis-Streites« - recht ungeniert unter die Praktiker begab.

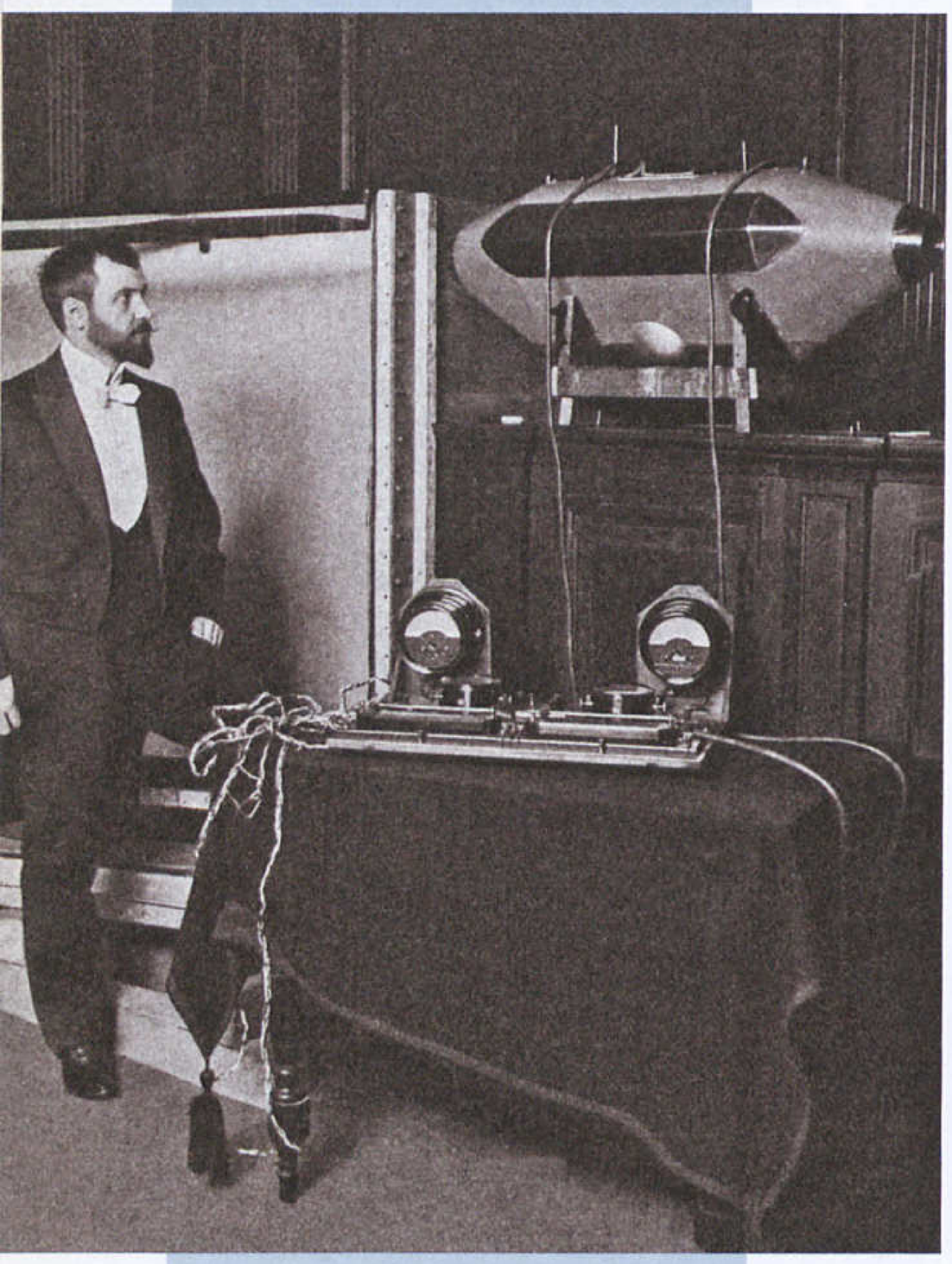


Die »Kugel« ist der wesentliche Teil eines verbesserten Kreiselkompasses, an dessen Entwicklung Einstein beteiligt war. Zur Zentrierung der in ihrem Gehäuse in einer Tragflüssigkeit frei schwebenden Kugel hatte er Magnetwirkung vorgeschlagen.

Welche Patente Einstein unter den etwa zwölf Technischen Experten des Amtes bearbeitete, ist nicht bekannt, da alle amtlichen Unterlagen regulär vernichtet wurden. Rückschlüsse auf seine theoretischen Arbeiten, die heute gelegentlich gezogen werden, sind daher spekulativ. Es ist aber anzunehmen, dass Einstein bis 1909 auch viele Patente prüfte, die nicht in das Gebiet der Elektrotechnik fielen. Gerade diese dadurch erworbene Vielseitigkeit war es, die eine Grundlage für seine spätere Tätigkeit als Gutachter und Erfinder bildete, aber wohl auch zu einer Grundhaltung beitrug, mit ziemlicher Gleich-Gültigkeit alle Detailfragen ohne erkennbare Wertung der Verwendungszwecke zu behandeln. Patentämter hatten ja zuerst die Aufgabe, die oft von Laien unbeholfen und unklar abgefassten Anmeldungen auf die Formalien der Patentfähigkeit zu prüfen, ohne weiter nach Sinn, Zweck oder wirtschaftlicher Bedeutung der Erfindung zu fragen.

DER KREISELKOMPASS. Konkreten Erfindungsbedarf gab es um die Jahrhundertwende mehr als genug, da nicht nur neue Technologien sprossen, sondern dabei auch traditionelle außer Kraft setzten, wie eben den erwähnten Magnetkompass. Dieser war in modernen Panzerschiffen oder U-Booten unsensibel geworden, und das Militär suchte angestrengt nach Ersatz. Wenig später war auch das so lang ersehnte Fliegen kein ungetrübter Spaß mehr, seit das Flugzeug eine Waffe geworden war und der Kompass im Luftkampf das berüchtigte »Laufen« begann und orientierungslos rotierte.

Abbildungen: Deutsches Museum



Hermann Anschütz-Kaempfe mit seinem Modell eines Unterseebootes für eine Expedition zum Nordpol (Leipziger Illustrierte 1902).

Nicht zuletzt einem fähigen Patentanwalt hatte es ein Laienerfinder zu verdanken, nach vielen Prioritätsstreitigkeiten mit Konkurrenten einen vom Magnetismus unabhängigen Richtungsweiser, einen Kreiselkompass, produzieren und auch an die Marine verkaufen zu können. Dieser Kompass des Hermann Anschütz-Kaempfe, dessen Kreisel nicht den magnetischen Pol der Erde suchte, sondern die Richtung ihrer Rotationsachse, fand sogleich Nachahmer, wie den Amerikaner Elmer Sperry, der auf Schwächen im Patentschutz spekulierte. So kam es, dass die Firma Anschütz, die bereits nach England exportierte, gegen Sperry vor Gericht ging, was bei Kriegsbeginn 1914 und einem militärisch wichtigen Gerät nicht ohne politische Brisanz war. Unter den Experten, die für diesen technisch komplexen Gegenstand als Gutachter erwogen wurden, befand sich auch der Physiker Arnold Sommerfeld, der kurz zuvor eine umfangreiche Theorie des Kreisels abgeschlossen hatte. Das Gericht in Berlin entschied sich jedoch für den inzwischen dort ansässigen und als Patentexperte bekannten Einstein. Wie wenig die Theorie eine Rolle spielte, ist daran zu erkennen, dass das Gericht, nachdem sich Einstein erst in einem zweiten Gutachten zugunsten der Firma Anschütz aussprach, diesen Wechsel der Auffassung damit begründen konnte, dass Einstein in seinem ersten Gutachten »lediglich aus rein theoretischen Erwägungen zu seinen Schlussfolgerungen gelangt« sei.

Tatsächlich war dieser vor Gericht eher als zerstreuter Professor aufgetreten, einen Termin versäumte er ganz. Dies hatte das Gericht bewogen, ihm nacheinander zwei schriftliche Gutachten aufzuerlegen, was Einstein seinerseits zu eingehender Beschäftigung und Experimenten zum »Nachweis der Kreiselnatur der paramagnetischen Atome« anregte.

In der Erklärung dieses Experiments bezogen sich Einstein und sein Mitarbeiter de Haas ausdrücklich auf die Analogie mit dem Kreisel: »Das magnetische Molekül verhält sich mechanisch wie ein Kreisel, dessen Achse stets mit der magnetischen Achse zusammenfällt.« Wurden viele kleine Molekül-Kreisel durch elektrische Umpolung mechanisch »umgedreht«, summierte sich das in einer messbaren Bewegung des gesamten Körpers, die Rückschlüsse auf die Theorie ermöglichen sollte. Im Übrigen glich der Versuchsaufbau den Apparaten, die von einer Berliner Firma zur Prüfung der magnetischen Kraft von Kompassrosen angeboten wurden.

Wieder erfuhr der Physiker die Probleme der Praxis: »Wie heimtückisch die Natur ist, wenn man ihr experimentell beikommen will! Ich bekomme in meinen alten Tagen noch eine Leidenschaft für das Experiment.« Hier wie bei den Vorführungen der strittigen Kreiselkompasse von Anschütz und Sperry zeigte sich Einsteins Lust am Experimentieren. Er vergaß den »geschickten Mechaniker« nicht und lernte dabei den genial-intuitiv »pröbelnden« Anschütz-Kaempfe kennen und offenbar auch schätzen. Bei wohlwollender Beurteilung dessen recht unklarer Patente gab es nun durchaus Spielräume der Argumentation, mit denen es Einstein gelungen war, mit seinem Definitionsgeschick aus nebulösen Formulierungen im Rückblick das entscheidende Merkmal einer Erfindungsidee zu erkennen, wie es »Anschütz-Kaempfe nicht bekannt gewesen zu sein schien« und gar nicht in den Patentansprüchen »figurierte«. Der Erfinder sei sich aber der Wichtigkeit des Merkmals »sicher bewußt gewesen«. Einstein interpretierte das strittige Patent so zum endgültigen Erfolg. Er konnte dies tun, weil dies wichtige, 1904 in Deutschland erteilte Patent wesentlich unklarer gefasst war als das hierüber in der Schweiz erteilte – ohne dass über den Prüfer dort spekuliert werden soll. Wer immer dies auch gewesen war, hatte er jedenfalls damals das Patent bei zwei prinzipiellen Möglichkeiten der Interpretation genau anders ausgelegt.

FÜR DEN FREUND EINE »DIOGENES-TONNE« IN KIEL. Ein solcher Anwalt musste der Freund jedes Entwicklungsteams werden. Anschütz-Kaempfe gewann Einstein für weitere, insgesamt etwa zehn Gutachten in anderen Streitfällen und gleichzeitig auch für die Weiterentwicklung des Kreiselkompasses, die nach Mängeln im U-Bootskrieg nötig geworden war. Es ging dabei um die freie Beweglichkeit der in einer schwimmenden Kugel untergebrachten Kreisel gegenüber dem

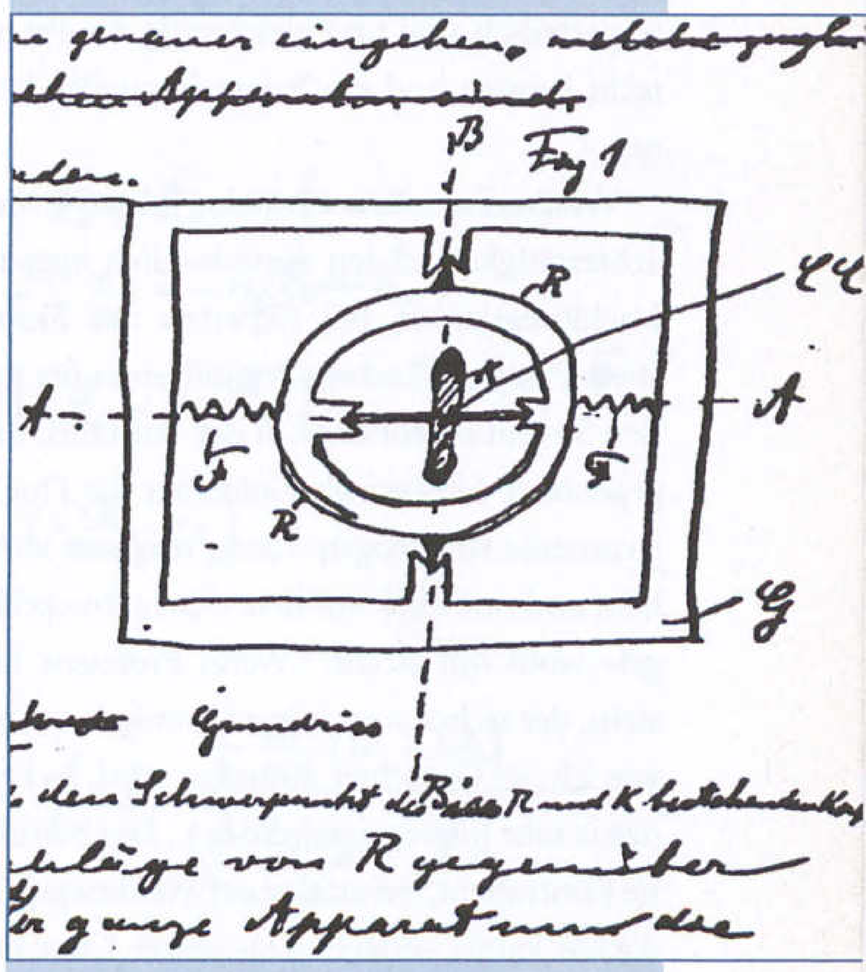
Gehäuse, für deren berührungsfreie Zentrierung Einstein, ähnlich wie später bei einem »Transrapid«, eine Magnetwirkung vorgeschlagen hatte. Um sein Interesse an den Versuchen zu sichern, bot Anschütz-Kaempfe ihm eine »Lizenz im Vorhinein« von »20000 Mark mit persönlicher Übergabe«, obwohl noch lange keine konkrete Anordnung gefunden war. Später folgten Geldsendungen in die Schweiz, die eine Art Angestelltenverhältnis begleiteten, wie Einstein seinem Arbeitgeber andeutete: »Ferner würde ich froh sein, wenn ich noch bis zum ersten Oktober nützlich an Ihrer Arbeit teilnehmen könnte.«

An der Integrität Anschütz-Kaempfes hatte Einstein nicht zu zweifeln. Der Firmenchef behielt persönliche Dinge selbst in einem Brief an seinen Freund Sommerfeld strikt der Privatsphäre vor: »Letzte Woche gab es hier eine große Sensation, Einstein mit Frau waren bei uns, jetzt ist mir auch Manches klar geworden, was zu dem bescheidenen und klaren Wesen Einsteins nicht recht stimmen wollte; doch das läßt sich besser erzählen als schreiben. Das Neueste ist: Einstein ist müde von Berlin ... und will … in die Technik; da hat er nun mir zuerst die Frage gestellt, ob ich ihn brauchen kann u. ob er mir in meinem Werk von Wert sein kann. Das steht nun natürlich außer Frage, denn ich verdanke ihm schon manchen guten Rat in technischen Fragen.«

Anschütz-Kaempfe kam dem bescheidenen Naturell und den Wünschen Einsteins geschickt entgegen, richtete ihm in Kiel eine kleine Wohnung als »Diogenes-Tonne« ein und stellte ihm ein Segelboot zur Verfügung. Dass Einsteins Vorschläge hier zu seinen wohl erfolgreichsten Beiträgen ausgearbeitet wurden, lag auch daran, dass sie von ausgezeichneten Teamkollegen begleitet wurden, einem Absolventen der TH München und einem Sommerfeldschüler, der bestätigen konnte: »Wie man es richtig machen muß, gibt Einsteins Brief an. [...] Einstein, der Zionist, kommt immer in das gelobte Land, während wir es nur von ferne sehen. So waren wir schon fast auf denselben Gedanken gekommen wie er, wir hätten bloß die darunter gestellte Spule wieder als Ringspule ausbilden müssen.«

PAZIFISTEN ERFINDEN FÜR DEN KRIEG. Für diese nach außen abgeschirmte Technikentwicklung schuf Anschütz-Kaempfe für sich wie auch für Einstein mit dessen »Diogenestonne« »eine Insel für die Wohlwollenden und Besonnenen«, oder, wie Rathenau bemerkt hatte, »Dachgärten auf Fabrikgebäuden«. Diese äußere Abschirmung entsprach einer inneren. Weder bei Anschütz-Kaempfe noch bei Einstein waren trotz ihrer antimilitaristischen Haltung Reflexionen über ihre Arbeit zu erkennen, eher Resignation, wie der Firmenchef Einstein gegenüber bekannte: »Mir geht es zur Zeit so, daß ich Augen und Ohren abschließe vor all' dem Häßlichen, was von der Politik kommt. Mag ja auch nicht ganz recht sein, aber ich kann mir nicht anders helfen.« Die Konsequenzen des technisch Möglichen, den Kompass mit einem künstlichen Horizont für die Artillerie zu erweitern, nahm er als Schicksal auf sich, wie er seiner Frau schilderte: »Die große (Kreiselkugel) soll die Geschütze so halten, damit man recht viele Leute tot schießen kann; es ist mein Schicksal, daß ich immer an Problemen arbeiten muß, die mit dem Krieg zu tun haben und ich denke halt so ganz anders«.

Einstein war seinerseits bereits mit ambivalent bedeutsamer Technik in Berührung gekommen, als er 1917 einen Flügel mit besonders großem Auftrieb vorgeschlagen hatte. Seine wenig erfolgreiche »Katzenbuckelfläche« wollte er jedoch nur noch mit Humor sehen, als »Leichtsinn« jemandes, »der zwar viel denkt, aber wenig liest«. Auch die zweite wichtige Bedingung für einen Erfinder, nämlich die Übersicht über den Stand der Technik, war seine Sache nicht, eine Übersicht, die für Gutachter im Streit zwischen den Patenten zweier Parteien nicht nötig war. Solche Streitigkeiten, zu denen Einstein sich äußern sollte, häuften sich nach Kriegsende, etwa zwischen den Atlas-Werken und der Signal-Gesellschaft, die Verfahren für die U-Bootortung entwickelt hatten. In einer ungeklärten Patentlage waren im Kriegseinsatz ernst zu nehmende Techniken herangereift, die mit handfesten Interessen und hohen Gewinnen verbunden waren. Graf Arco, der an der Entwicklung der drahtlosen Telegraphie beteiligt war und bei solchen Konflikten nun ebenfalls die Dienste Einsteins nutzen wollte, schilderte dessen Bedeutung, im Streit um Prioritäten »die Sahne abzuschöpfen; ... es gibt sehr wenige Sachverständige, und unter diesen noch weniger solche, die vollständig



Handskizze eines Kreiselinstruments in einem der zahlreichen Gutachten Einsteins, in denen er manchen unklaren Erfindergedanken ordnen musste. Obwohl seine klaren Argumentationen geschätzt waren, galten sie bei den Anwälten vor Gericht manchmal »als viel zu komprimiert«. Der Physiker Walter Gerlach berichtete, dass Einstein über sie bemerkte: »Plädierende Rechtsanwälte kann man mit Schauspielern vergleichen, die ihre eigenen Rollen schreiben.«

Zum Weiterlesen:

Jobst Broelmann: *Intuition und Wissenschaft in der Kreiseltechnik*. 1750 bis 1930. *Abhandlungen und Berichte*, Deutsches Museum München 2002.

Abbildungen: Deutsches Museum

unparteiisch sind und gleichzeitig das Patentrecht kennen und ein Patent beurteilen können.«

Verständlich, dass Einsteins lukrative Gutachtertätigkeit in den wirtschaftlich mageren Nachkriegsjahren bei Experten auf Skepsis stieß. Professor Ludwig Prandtl, einer der großen Strömungsforscher in der Luftfahrt, dem gegenüber Einstein als Gutachter für Fluginstrumente vorgezogen wurde, reagierte säuerlich, und mit Blick auf den »Katzenbuckelflügel« wohl mit Recht: »Wenn Professor Einstein, der sicher vom Fliegen weniger versteht wie ich, als Gutachter auftreten wird, so kann das ja sehr interessant werden« . Der betroffene Kontrahent, ein erfahrener Weltkriegspilot, dachte kaum anders: »Das ganze Gutachten macht einen so laienhaften Eindruck, daß ich die Hoffnung nicht aufgebe, dem Gericht beweisen zu können, wie wenig fachmännisch die Angelegenheit vom Gutachter behandelt ist.« Doch noch wirkte die Autorität des bekannten Wissenschaftlers, der nicht abgeneigt war, bei solchen Gelegenheiten für den Freund Anschütz-Kaempfe »als Kinderschreck« aufzutreten, während, eine Stilfrage, Sommerfeld bei solchen Gutachten lieber den »Bonzenstandpunkt« vorzog.

Allerdings wusste Anschütz-Kaempfe auch, dass Entwicklungsarbeit mehr Beharrlichkeit erforderte als weitere Ideen zur unpassenden Zeit: »An Einstein hab ich gestern eine Karte geschrieben, aber ich hab' nichts geschrieben, daß er kommen soll, ich hab' zuviel zu tun u. er fängt doch immer an was anderem an u. zu denken hab ich grad genug«. Kein Wunder, da Einstein neben seiner Tätigkeit in Kiel dort auch eigene Ziele verfolgte. Er hatte 1915 von den Versuchen des Amerikaners Barnett erfahren, die wieder Phänomene des Magnetismus und der Rotation verbanden: »Er hat die magnetomotorischen Kräfte nachzuweisen gesucht, welche in einem Eisenstabe bei rascher Drehung desselben auftreten. Dies Problem ist experimentell unvergleichlich schwieriger als das von uns behandelte, die Drehmomente nachzuweisen, welche bei Änderung der Magnetisierung auftreten.« Einstein wollte nun bei Anschütz einen ähnlichen Versuch durchführen; weitere Interessen galten dem Erdmagnetismus, dessen Feld

»Ärgern Sie sich nicht über mich; mir ist kein Geld und keine Schererei lieber als viel Geld und viel Schererei. Das Nachdenken und sachliche Arbeiten macht mir Spass, aber sonst nichts.« Albert Einstein

nach seiner Vermutung als eine dynamische Folge des von der Erde bei ihrer Rotation mitgeführten Elektronenstroms zu erklären war. Die Versuche bei der Firma Anschütz sollten nun den durch Rotation in einem erwärmten Kupferzylinder entstehenden Magnetismus nachweisen. Allerdings waren die erwarteten Effekte nicht von anderen Einflüssen zu isolieren und Einstein musste schließlich bekennen: »mit dem Nachdenken über die Natur des Erdfeldes bin ich in Unwahrscheinlichkeiten stecken geblieben.«

Das Gyroskop, mit dem der französische Experimentator Léon Foucault 1852 einen Kreiselkompass prognostiziert hatte, war um 1905 längst als Kinderspielzeug bekannt. Erfinderphantasien hatten es zu diesem Zeitpunkt bereits in ersten Versuchen als Richtungsweiser in Torpedos, Schiffe, Unterseeboote, Flugzeuge und Raketen eingebaut.

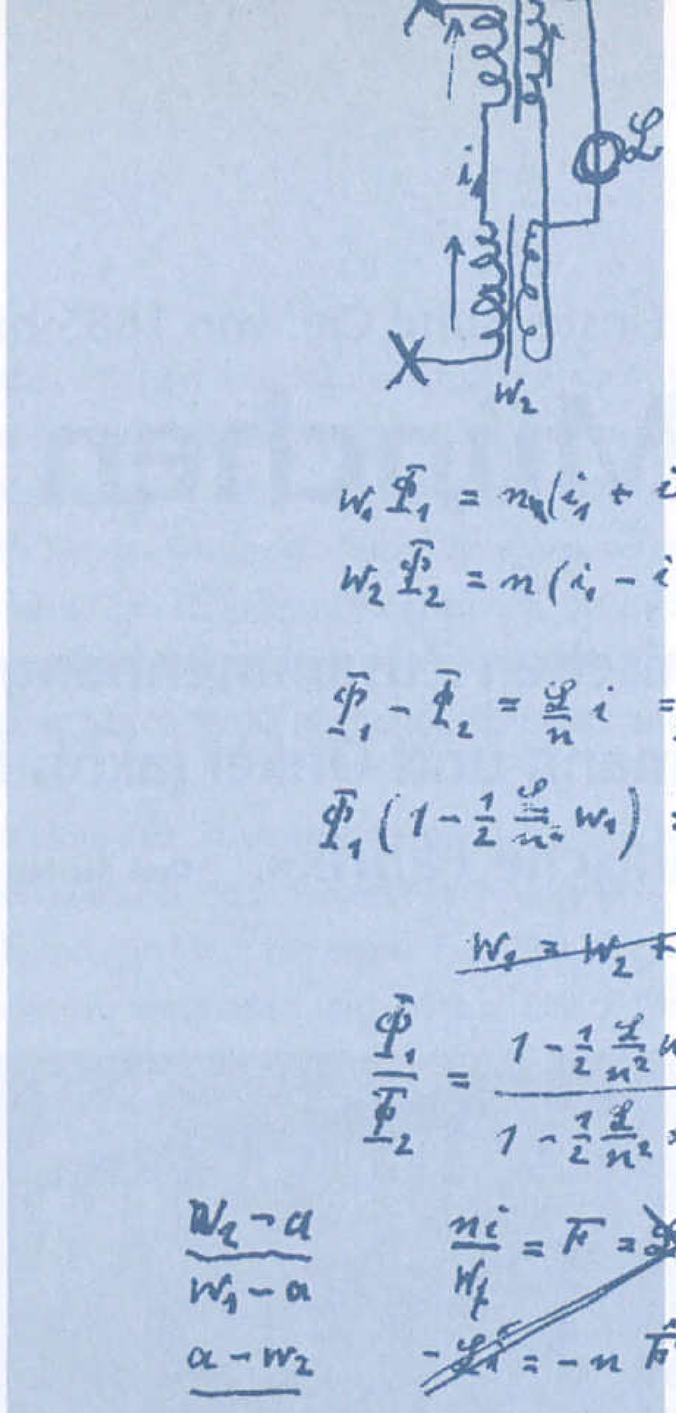
SCHATTEN DER NAZIZEIT. Einstein widerstrebte es auch immer mehr, als neutraler Gutachter für seinen Freund aufzutreten, wovon ein Anwalt der Firma schon wegen der zunehmenden Politisierung der deutschen Wissenschaftler abriet, der festgestellt hatte, »daß die Persönlichkeit von Einstein auf eine größere Zahl von deutschen Physikern wirkt wie ein rotes Tuch auf einen Stier.« So wurde Einsteins vermutlich bedeutendster Beitrag zur Technik schon aus politischen Gründen bald »vergessen«, jedoch in einem Patent fixiert. Seine Lizenzerträge, die über eine holländische Tochterfirma abgerechnet wurden, mahnte er noch 1940 aus den USA an.

Als Einstein noch 1930 in Berlin eine Rede hielt, beschrieb er seine Zusammenarbeit mit dem Erfinder Anschütz-Kaempfe mit einer allgemein-zeitlosen Definition: »Der Urquell aller technischen Errungenschaften ist die göttliche Neugier und der Spieltrieb des bastelnden und grübelnden Forschers und nicht minder die konstruktive Phantasie des technischen Erfinders.« Wenig später emigrierte Einstein in die USA, doch viele der Beziehungen blieben erhalten. Beim Segeln traf Einstein mit

Gustav Bucky, einem Bekannten aus der Berliner Zeit zusammen, mit dem er über weitere Erfindungen korrespondierte. So wie Ideen im Unterbewussten des Erfinders nachwirken, verfolgte Einstein Überlegungen »für künstliche Horizonte oder für Kompasskreisel«, für deren Auswertung er sich schließlich, mehr als eine Ironie der Geschichte, auch an die Firma Sperry wenden sollte. Nun wusste Einstein schon aus der Zeit des Prozesses 1914 gegen Sperry, dass die Entwicklungen auf diesem Gebiet sehr intensiv vorangetrieben wurden und schlug vielleicht deswegen Lösungen vor, die, so radikal wie seine Ansichten in der Physik, das genaue Gegenteil von den bisherigen Verfahren darstellten. So war es üblich geworden, die Gehäuse der sehr schnell rotierenden Kreisel luftleer zu pumpen, um die Reibung dazwischen zu vermeiden. Für Einstein sollten nun sogar die Lagerreibung und die Luft den Antrieb zwischen einem von einem Motor angetriebenen und rotierenden Gehäuse und dem innenliegenden Kreisel sicherstellen: »Statt eines besonderen Antriebs für den Kreisel ist dieser in einem rotierenden Gehäuse angeordnet, von welchem aus sich die Drehung auf dem Kreiselkörper durch blosse Lager- und Luftreibung überträgt«. Auffallend war auch, dass Einstein zur Prüfung dieser Ideen nun selbst einen Patentanwalt zu Hilfe nahm, der allerdings neben anderen Einwänden auf die zu erwartende lange Anlaufdauer bis zur Betriebsfähigkeit des Instrumentes hinwies, die nun gerade bei Militärflugzeugen unerwünscht war.

ENTWAFFNENDE OFFENHEIT. Was das Erfinden betraf, war bei dem »Weltweisen« Einstein eine gewisse Weltfremdheit festzustellen. Seine Erkenntnisse als Erfinder waren jedoch von entwaffnender Offenheit: »Der Mensch ohne Kapital und Hilfsmittel ist eben aufgeschmissen, besonders wenn er nicht sehr viel Arbeitsenergie hineinstecken will.« Und er entschuldigte sich dafür bei Bucky: »Ärgern Sie sich nicht über mich; mir ist kein Geld und keine Schererei lieber als viel Geld und viel Schererei. Das Nachdenken und sachliche Arbeiten macht mir Spaß aber sonst nichts.«

Die Firma Sperry dankte höflich für einen Besuch Einsteins und die Offenlegung seiner



Skizzen Einsteins zur Berechnung der »Schwebekräfte« der Kompasskugel. In einem Brief an Anschütz bekannte er allerdings: »Ich entdecke soeben, dass in der kleinen Rechnung für das Steilmachen der Schwebekräfte ein verhängnisvoller Zeichenfehler ist ... «

Vereinfachungen von Kreiselgeräten. Dieser mochte jedoch kaum wahrhaben, dass diese Firma, ein Rüstungskonzern, »lieber was Teures als was Billiges verkauft.« Und forderte, »es sollte eine Stelle geben, die für die Regierung Erfindungen begutachtet«.

Dennoch schien Einstein zu glauben, Beiträge zu den amerikanischen Kriegsanstrengungen leisten zu können, besonders, und dies schien eine bevorzugte Grundvoraussetzung für kreatives Arbeiten zu sein, wenn sie sommers an einem ruhigen See stattfinden konnten. Seine 1943 für das Waffenamt der US-Marine für Torpedos angestellten Überlegungen werden jedoch als »zwanglose Gedankenexperimente« beschrieben, die den Stand der Technik ignorierten. Warum man dort Wissenschaftler diesen Ranges heranzog, ohne sie mit den nötigen Hintergrundinformationen zu versorgen, bleibt als Frage offen.

Schließlich ist jedoch nicht zu verkennen, dass Einstein über allem die Nichtigkeit menschlichen Tuns erkannte und dabei mit der von ihm gewohnten sanften Nonchalance auf seine Art Recht behielt. So riet er seinem Freund Bucky bei ihrer Arbeit am Kreiselnavigationsgerät: »Sie sollen sich aber keine Mühe mit der Sache geben. Wenn das Ding nicht gemacht wird, wird die Welt nicht unterer gehen als sonst.« ▮▮

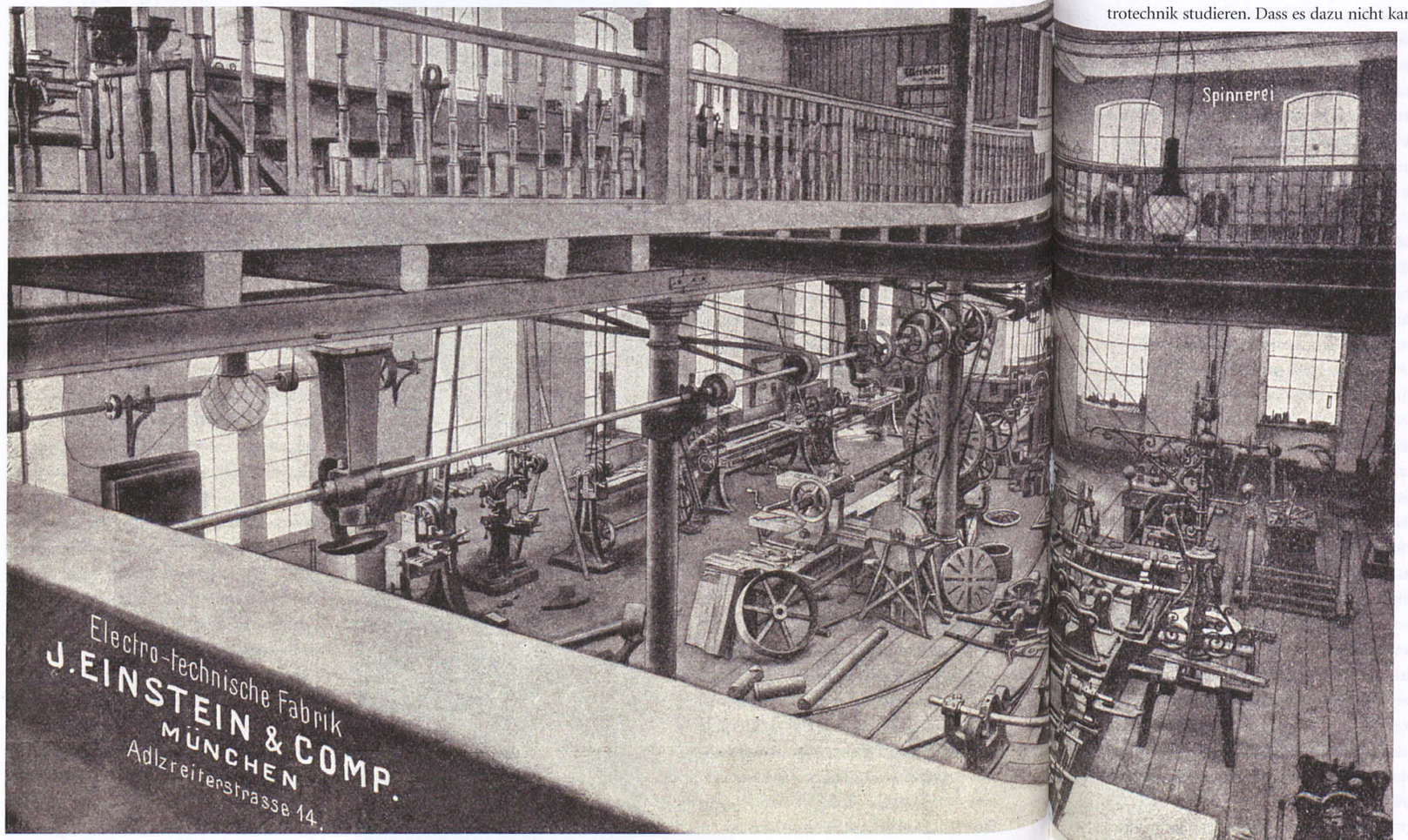
DR. JOBST BROELMANN, Studium der Schiffstechnik und Forschungstätigkeit, Konstrukteur bei MAN Neue Technologien, seit 1981 am Deutschen Museum, bis 1984 Aufbau der Abteilung Raumfahrt, seit 1986 Neugestaltung und Betreuung der Abteilung Schifffahrt, Publikationen zur Technikgeschichte.

Abbildungen: Deutsches Museum

Die Elektrotechnische Fabrik Jakob Einstein und Cie. von 1885 bis 1894

Einstein in München

Einsteins Interesse an technischen Zusammenhängen lag in der Familie: Sein Vater Hermann und Onkel Jakob betrieben in München eine »elektrotechnische Fabrik«. **Von Stefan Siemer**



Innenansicht der elektrotechnischen Firma J. Einstein und Cie. in München im Jahr 1891.

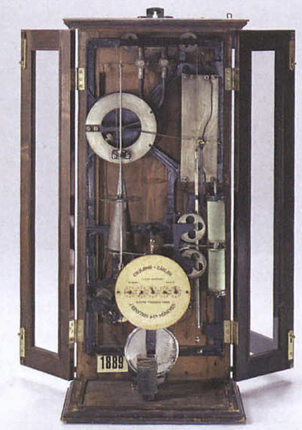
Es ist kaum bekannt, dass Einstein als theoretischer Physiker sich immer wieder intensiv mit technischen Apparaten und Erfindungen auseinander setzte (siehe auch den Beitrag von Jobst Broelmann Seite 24ff.). 1930 schrieb Einstein rückblickend: »Ich habe nie aufgehört, mich mit technischen Dingen zu beschäftigen. Dies war auch für das wissenschaftliche Forschen vorteilhaft.« So hatte er während des Ersten Weltkriegs neuartige Flügelprofile entwickelt, bis in die zwanziger Jahre wichtige Beiträge zum Bau von Kreiselkompassen geliefert oder 1927 zusammen mit seinem Kollegen Leo Szilard ein neuartiges Kühlverfahren für Kühlschränke als Patent angemeldet.

Einstein verdankte seine genauen Kenntnisse technischer Zusammenhänge der elterlichen Elektrotechnischen Fabrik Jakob Einstein und Cie. Teilhaber der zwischen 1885 und 1894 in München ansässigen Firma waren sein Onkel Jakob und sein Vater Hermann. Eine Zeit lang war Albert sogar als späterer Leiter des Familienunternehmens vorgesehen und sollte in Zürich Elektrotechnik studieren. Dass es dazu nicht kam, lag am Konkurs der Firma 1896 und einer ausgeprägten Abneigung des Sohnes gegen Technik als Brotberuf: »Der Gedanke, die Erfindungskraft auf Dinge verwenden zu sollen, welche das werktägliche Leben noch raffinierter machen, mit dem Ziel öder Kapitalschinderei, war mir unerträglich«, äußerte Einstein 1918 gegenüber einem Freund. Trotz allem hatten ihn die Erfahrungen und der Umgang mit Elektrotechnik tief geprägt. So veranlasste ihn eine von Werner Siemens 1881 konstruierte Dynamomaschine – die so genannte Unipolarmaschine – auf neue Weise über die Prinzipien des Elektromagnetismus nachzudenken und sie in seiner Abhandlung zur speziellen Relativitätstheorie zu erwähnen.

MÜNCHEN LEUCHTET. Seitdem Werner Siemens erstmals 1866 seine elektrodynamische Maschine vorgestellt hatte, ermöglichten immer leistungsfähigere Dynamos die Einrichtung flächendeckender öffentlicher Beleuchtungsanlagen in den großen Städten. Starke Bogenlichtlampen erhellten seit den siebziger Jahren Baustellen, Theater, Bahnhöfe, Gartenanlagen und Gastronomiebetriebe. Unaufhaltsam drang elektrisches Licht in den öffentlichen Raum vor, löste das Gaslicht ab und fand schließlich mit der Erfindung der Glühlampe Eingang in private Haushalte.

Technische Innovation und Aufbau eines neuen Industriezweiges gingen hier Hand in Hand. Mit Siemens und Halske in Berlin und Schuckert und Co. in Nürnberg entstanden die ersten großen Unternehmen eines neuen Industriezweiges. Es war zugleich die große Zeit der Unternehmererfinder, die ihre technischen Fähigkeiten ganz in den Dienst des Fortschritts und der Verbesserung des alltäglichen Lebens stellten und dabei zugleich die eigenen handfesten finanziellen Interessen nicht aus dem Auge verloren.

Der rasante technologische Wandel machte auch vor der selbst ernannten Kunstmetropole München nicht halt. Bereits 1871 kamen Bogenlampen beim Bau einer Brücke über die Isar zum Einsatz und nur wenige Jahre später erstrahlte die Halle des Hauptbahnhofes im Licht von 45



Eines der seltenen Objekte, das erkennbar den Namen »Einstein« trägt: Der von Einstein und Cie. auf der Frankfurter Elektrotechnischen Ausstellung 1891 erstmals vorgestellte Stromzähler.

elektrischen Lichtern. Auf den jungen Münchner Ingenieur Oskar von Miller machte die Pariser Weltausstellung von 1881 tiefen Eindruck: »Das allergrößte Aufsehen«, so Miller rückblickend in seinen Erinnerungen, »aber erregte doch eine Glühlampe von Edison, die man mit einem Schalter anzünden und auslöschen konnte, zu welcher die Menschen zu hunderten anstanden, um selbst diesen Schalter einmal bedienen zu können.« Mit der ein Jahr später von Miller organisierten ersten Deutschen Elektrotechnischen Ausstellung im Glaspalast rückte München zu einem Zentrum der neuen Technik auf. 1883 kam es zur Gründung des Münchner Polytechnischen Vereins und einer von ihm betriebenen elektrotechnischen Versuchsstation. Seine Mitglieder begutachteten nicht nur neue elektrotechnische Anlagen, sondern hielten auch Lehrkurse, etwa für das Setzen von Blitzableitern, ab. Der Leiter des Vereins, Friedrich Uppenborn, war zudem Herausgeber des seit 1879 erscheinenden »Centralblatts für Elektrotechnik«.

Über den Aufschwung der elektrotechnischen Industrie in München geben nicht zuletzt die Einträge in den Münchner Adressbüchern der 1880er Jahre Auskunft. Das Branchenverzeichnis von 1886/87 vermerkt unter der Rubrik »Elektrische Beleuchtungen« zunächst fünf Firmen. Acht Jahre später hat sich die Zahl der Einträge mehr als verdreifacht. Hinzu kamen neue Rubriken wie »Elektrische Kontroll- u. Sicherheits-Alarm-Apparate« und »Elektrische Kraftübertragung«. Dem entspricht auch die Zahl privater Beleuchtungsanlagen: Während es 1885 von ihnen insgesamt 30 gab, stieg die Zahl drei Jahre später auf 116.

Wesentlichen Anteil an diesem Boom hatte die Elektrotechnische Fabrik Jakob Einstein und Cie. Ihr Begründer war Alfred Einsteins Onkel Jakob, der als examinierter »Civilingenieur« 1876 von Stuttgart nach München zog und noch im selben Jahr ein Geschäft für Wasserinstallationen, die J. Einstein'sche Fabrik für Wassserförderung und Central-Heizungen, in der Müllerstraße eröffnete. 1879 folgte ihm Alfreds Vater Hermann nach München, der als Teilhaber in das Geschäft einstieg. Unter dem Eindruck der erwähnten

Entwurf zum Gebäude der Schwabinger Kraftstation aus dem Jahr 1888.

Münchner Elektrotechnischen Ausstellung verlegten sich die beiden Brüder dann 1882 ganz auf die Herstellung elektrotechnischer Produkte. Auf einem zwischen der heutigen Lindwurmstraße und der Adlzreiterstraße gelegenen Areal entstand 1885 ein zweistöckiges Fabrikgebäude. Unter der Adresse Adlzreiterstrasse 14 (heute 12) wohnte die Familie Einstein in einer Villa ganz in der Nähe des Firmengeländes.

Kernstück der Produktion war eine von Einstein und Cie. entwickelte Dynamomaschine. Sie schmückte bald als Markenzeichen der Firma sowohl die Werbeanzeigen als auch die Geschäftsbriefe. Technischer Kopf der Firma war unbestritten Jakob Einstein. Er entwickelte einen neuartigen Stromzähler und erfand eine selbst regulierende Bogenlampe. In Lizenz gebaute Telefonhörer und Glühlampen rundeten die Produktpalette ab.

GERÄTE AUF AUSSTELLUNGEN PRÄSENTIERT. Wer geschäftlichen Erfolg haben wollte, musste publikumswirksam ausstellen. Eine Gelegenheit hierzu bot die »Internationale elektrotechnische Ausstellung« 1891 in Frankfurt am Main, an der Einstein und Cie. an prominenter Stelle teilnahmen. Der Ausstellungskatalog berichtet, dass eine »Einstein'sche Dynamomaschine mit einer Leistung von 75.000 Voltampere, direkt gekuppelt mit einer 125-pferdigen stehenden Dampfmaschine [...] zur Beleuchtung der Pfungstädter Bierhalle, des Cafés, des Irrgartens, sowie der Schiessstätte« diente. Im Mittelpunkt der Ausstellung standen jedoch bislang kaum gelöste Probleme der Stromübertragung über weite Strecken. Dass dies möglich war, demonstrierte glänzend eine 170 Kilometer lange Stromleitung von Lauffen am Neckar nach Frankfurt, über die man, wie schon zuvor auf der Münchner Elektrizitätsausstellung, einen künstlichen Wasserfall betrieb.

Vor allem in München gab es immer wieder Gelegenheiten, die Firma und ihre Produkte vorzuführen. 1885 stellten Einstein und Cie. auf dem Oktoberfest 16 Bogenlampen auf, die über eine 6,5 Kilometer lange Freileitung von dem Fabrikgelände in der Adlzreiterstraße mit Strom versorgt wurden. Eine

Abbildung: Stadtarchiv München, Schwabing

elektrische Beleuchtung der Festwiese scheint von diesem Zeitpunkt an üblich geworden zu sein; illustrierte Zeitschriften griffen das Thema auf. Ab 1892 betrieb ein findiger Unternehmer die Fahrgeschäfte auf dem Oktoberfest erstmals mit Elektromotoren.

Auch das siebte deutsche Turnfest im Jahr 1887 war nicht zuletzt eine Demonstration in Sachen Elektrifizierung. Einstein und Cie. sollten diesmal eine Anlage mit 55 Bogenlampen und 66 Glühlampen auf der Münchner Festwiese einrichten. Doch das Interesse an elektrischem Licht war größer als erwartet. Bald mehrten sich die Stimmen, die auf eine Erweiterung der Beleuchtungsanlage drängten. Viele der Budenbesitzer und Wirte waren nach den ersten Erfahrungen auf dem Oktoberfest auf den Geschmack gekommen: War für sie bislang wegen Feuergefahr eine Petroleumbeleuchtung nicht möglich gewesen, so konnten sie nun dank elektrischer Beleuchtung auch in den späten Abendstunden ihre Gäste bewirten. Die ihnen nun für das Turnfest zugebilligte Zahl von einer Bogenlampe und drei Glühbirnen pro Zelt sahen sie allerdings als nicht ausreichend an. Sie wollten mehr Licht und dies vor allem draußen auf dem Festplatz. Kaum überraschend, dass Einstein und Cie. mit dieser Erweiterung bald an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit stießen. Der Firma, wie Bauregierungsrat Hänle im Bauausschuss des Festes zu Protokoll gab, fehle »das nötige Personal und die erforderlichen Motoren und Dräthe«. Als Retter in der Not trat die A.E.G. auf, die sich bereit erklärte, die Beleuchtungsanlage um weitere zwölf Bogenlampen zu vermehren.

WERBETOUR FÜR LICHTANLAGEN. Auf Festen dieser Art konnten Einstein und Cie. die Möglichkeiten elektrischer Beleuchtungsanlagen für einen begrenzten Zeitraum eindrucksvoll unter Beweis stellen. Die dauernde Beleuchtung ganzer Straßenzüge stellte jedoch eine ganz andere Herausforderung dar. Eines der ersten städtischen Kraftwerke versorgte ab 1882 in New York ein Geschäftsviertel mit Lichtstrom. Das erste deutsche Elektrizitätswerk dieser Art baute die Deutsche Edison Gesellschaft, Vorläuferin der A.E.G., im Jahr 1885 in Berlin. Auch in München wurde bereits 1882 eine Elektrifizierung der städtischen Beleuchtungsanlage diskutiert und Standorte für Wasserkraftanlagen ausgewählt. Doch es bedurfte erst langwieriger Verhandlungen mit den mächtigen Gasgesellschaften, die im elektrischen Licht eine Konkurrenz zum Gaslicht sahen. Erst 1891 kam es zu einer öffentlichen Ausschreibung über eine Elektrifizierung Münchens.

Anders in Schwabing, das zwischen 1887 und 1891 eine selbstständige Gemeinde vor den Toren Münchens war. Im Oktober 1888 beschloss der Magistrat die Einrichtung einer elektrischen Beleuchtungsanlage. Einstein

Plakat der internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt am Main 1891

Abbildung: Deutsches Museum

Fest-Programm

zu der am

Dienstag, den 26. Februar 1889 abends 7 Uhr

stattfindenden

Eröffnungs-Feier

der elektr. Strassen-Beleuchtung

der Stadt Schwabing.

I. Theil.

Abends 7 Uhr vor dem neuen Feuerhause:

Uebergabe der elektr. Centrale an die Stad

mit Weihe-Gruß, Feuerwerk und Ovation auf S. K. Hoheit den Prinzregenten.

II. Theil.

Corsofahrt durch mehrere Straßen der Stadt.

III. Theil.

Familien-Unterhaltung in der Salvatorbrauerei Petuel

mit Musik- und Gesangsvorträgen.

Titelblatt des Festprogramms zur Eröffnung der elektrischen Beleuchtungsanlage in Schwabing 1889.

und Cie. wurden mit dem elektrotechnischen Teil der Anlage beauftragt. Die Eröffnung der neuen Beleuchtungsanlage am 26. Februar 1889 um sieben Uhr abends war ein gesellschaftliches Ereignis ersten Ranges, das die Stadt nach damaliger Manier mit Fanfaren, Festansprachen, anschließendem Korso und bengalischer Beleuchtung feierte. »Mit einem Male«, so berichtet die Schwabinger Gemeindezeitung, »erstrahlte der Festplatz sowie die Strassen Schwabings im hellsten Bogenlampen- und Glühlichte, begrüßt von den Anwesenden durch lebhafte Beifallsbezeugungen.« Fräulein Therese Nägerl als »Suapinga« mit einer »lichtumflossenen Mauerkrone im Haare«, rezitierte einen Weihegruß. Nicht überliefert ist, mit welchen Worten kurz zuvor Jakob Einstein die Anlage der Stadt offiziell übergeben hatte.

ACHT BOGENLAMPEN UND 170 GLÜHLAMPEN. Dagegen behielt Friedrich Uppenborn, der bereits erwähnte Leiter der Münchner elektrotechnischen Versuchsstation, in seiner Besprechung der Schwabinger Anlage im »Centralblatt für Elektrotechnik« nüchtern den Überblick. Die Stromerzeugung erfolgte, so erfahren wir, über eine Kraftstation, in der ein 40 PS starker und kostengünstiger Gasmotor der Firma Deutz die beiden von Einstein gelieferten Dynamos antrieb. Die Außenanlage bestand aus acht Bogenlampen und 170 Glühlampen, die, aus Kostengründen, über Freileitungen miteinander verbunden waren. Dadurch erhielt, so bemerkte der Autor, Schwabing »ein ganz amerikanisches Aussehen«.

Trotz dieses Erfolges blieben die erhofften lukrativen Folgeaufträge für Einstein und Cie. aus. Zu allem Überfluss gab man bei einer Anfang der 1890er Jahre ins Auge gefassten Erweiterung der Anlage der billigeren Gasbeleuchtung den Vorzug. Doch hatte Schwabing die Firma über die Grenzen Münchens hinaus bekannt gemacht. In den folgenden Jahren entwarf Einstein und Cie. Beleuchtungsanlagen für Schongau, Landsberg a. Lech, Erding, Traunstein, Dachau und Zwiesel. Die meisten Aufträge blieben allerdings in der Planungsphase stecken. Eine Elektrifizierung blieb lange Zeit ein zu kostspieliges Unterfangen. Nur eine Anlage für die Gemeinde Pfarrkirchen wurde im Jahr 1891 realisiert.

DAS ENDE DER FIRMA. Nach 1891 begann der Niedergang von Einstein und Cie. Auf Dauer war es für einen Familienbetrieb dieser Art unmöglich, sich gegen die großen Unternehmen A.E.G., Siemens oder Schuckert zu behaupten. 1893 verloren die Einsteins die Konkurrenz um den Auftrag einer Beleuchtungsanlage für die Stadt München an das Nürnberger Unternehmen Schuckert, ein Rückschlag von dem sie sich nicht erholten. 1894 versuchten die Brüder in Italien vergeblich einen Neuanfang: Die Firma ging 1896 endgültig in Konkurs. Jakob Einstein starb 1912 als Direktor einer elektrotechnischen Firma in Wien, sein Bruder Hermann, nach mehreren erfolglosen Versuchen, als Unternehmer wieder Fuß zu fassen, im Jahr 1920.

Am Ausbau der Elektrotechnik hin zu einem großflächigen städtischen Versorgungssystem waren die Einsteins somit nicht mehr beteiligt. 1894 wurde das Muffatwerk als erstes Kraftwerk zur Stromversorgung Münchens in Betrieb genommen. Es versorgte unter anderem ab 1895 die städtischen Straßenbahnen mit Strom. Außerhalb Münchens entlang der Isar entstanden bis in die 1920er Jahre leistungsfähige Wasserkraftwerke.

Das Fabrikgebäude in München wurde 1959 abgerissen, nachdem es zuvor der dortigen Israelitischen Kultusgemeinde von 1938 bis 1943 als letzte Zuflucht vor den nationalsozialistischen Verfolgungen gedient hatte. Das erste Wohnhaus der Einsteins in der Müllerstraße zerstörten die Bomben des Zweiten Weltkriegs. Dagegen hat das Haus in der Adlzreiterstraße Kriegs- und Nachkriegszeit fast unbeschadet überstanden. Eine Gedenktafel weist heute auf dessen berühmtesten Bewohner der Jahre 1885 bis 1894 hin.

DR. STEFAN SIEMER ist Historiker und derzeit für die Berliner Ausstellung »Albert Einstein – Ingenieur des Universums« tätig.

Abbildung: Stadtarchiv München, Schwabing

Veranstaltungen & Ausstellungen APRIL BIS JUNI 2005

DONNERSTAGSSEMINAR

am Lehrstuhl für Geschichte der Naturwissenschaften
Am Donnerstag von 16 bis 17.30 Uhr im Seminarraum,
Bibliotheksbau des Deutschen Museums

28. 04. **Mathematische Trends in Deutschland** am Vorabend des 30-jährigen Krieges und ihr möglicher Einfluss auf Descartes
Prof. Dr. Ivo Schneider, Münchner Zentrum für Wissenschafts- und Technikgeschichte

09. 06. **»Kontakte«** – Wechselwirkungen zwischen den mathematischen Wissenschaften und der musikalischen Avantgarde im 20. Jahrhundert
Marco Böhlandt, Ludwig-Maximilians-Universität München

23. 06. **En route with medieval cosmology**: a study of latitudes
Dr. Wesley Stevens, Universität Winnipeg, Kanada

MONTAGSKOLLOQUIUM SOMMERSEMESTER 2005

Beginn 16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, Eintritt frei, Gäste willkommen,
Kaffee und Gebäck ab 16 Uhr im Foyer der Generaldirektion

18. 04. **Adam Lowe**, Director of Factum Arte, Madrid / London, »Myths of Originality – The Role of Facsimilies in the Conservation of Cultural Heritage«

02. 05. **Richard Hollingsworth**, University of Wisconsin, »Research and Innovation at the Kaiser Wilhelm and Max Planck Institutes as well as southern German Universities in the 20th Century«

23. 05. **Paul Ziche**, Schelling-Kommission, Bayrische Akademie der Wissenschaften, »Sammlungen in philosophischer Obhut. Münchner Natur- und Kunstsammlungen unter der Leitung F.W.J. Schellings«

06. 06. **Norton Wise**, UCLA Universität von Kalifornien in Los Angeles, »Pegasus: Models and Drawings as Wings of Industrialization in Prussia«

20. 06. **Miguel Tamen**, Universität von Lissabon, »You Be a Flower«

04. 07. **Markus Krajewski**, Weimar Bauhaus Universität, »Aufgehalten in Ruinen. Gescheiterte Projekte und ihr (musealisiertes) Nachleben«

MONTAGSSEMINAR

des Münchner Zentrums für Wissenschafts- und Technikgeschichte im Sommersemester 2005
Am Montag ab 16.30 Uhr

25.04. **Rudolf Seising**: »Ärztliches Denken und exakte Naturwissenschaft – ‚besondere Merkmale' (Ludwik Fleck) und theoretische Annäherungen im 20. Jahrhundert«

09.05. **Andreas Kühne**: »Joachim Fortius Ringelberg - ein wichtiger, aber noch wenig erforschter Pädagoge, Humanist und Mathematiker des 16. Jahrhunderts«

30.05. **Ulf Hashagen**: »Die Entwicklung der angewandten Mathematik in Deutschland im frühen 20. Jahrhundert«

13.06. **Martin Strickmann**: »Naturwissenschaftler als Intellektuelle? Zur gesellschaftspolitischen Rolle von deutschen Atomphysikern in den 1950er Jahren«

27.06. **Kilian Steiner**: »Fernsehen, 1937. Eine Sonderschau im Spannungsfeld von Selbststeuerung und Fremdbestimmung«

11.07. **Helmut Hilz**: »Ingenieure und technische Literatur (1870-1960)«

Weitere Hinweise auf Ausstellungen und Veranstaltungen finden Sie ab Seite 58 und auf Seite 63

WISSENSCHAFT FÜR JEDERMANN

Im Rahmen der Sonderausstellung "Abenteuer der Erkenntnis – Albert Einstein und die Physik des 20. Jahrhunderts"
Ehrensaal Eintritt Euro 3.00 _, Mitglieder frei
Beginn 19 Uhr Abendkasse ab 16 Uhr Einlass 18.15 Uhr
Reservierung am Veranstaltungstag: 9-15 Uhr, Tel. 089/2179-221

09. 05. **Thema: Elementarteilchentheorie und Relativitätstheorie**
Prof. Dr. Harald Fritzsch, Ludwig-Maximilians-Universität München, Sektion Physik

10. 05. **Albert Einstein und die Astrophysik**
Prof. Dr. Harald Lesch, Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Astronomie und Astrophysik

11.05. **Mit Einstein ins All** – Warum Astronauten im Weltraum jünger werden Prof. Dr. Ulrich Walter, Technische Universität München, Lehrstuhl für Raumfahrttechnik

SONDERAUSSTELLUNGEN

Bis 30. 06. **Leben mit Ersatzteilen.** Über Prothesen, Implantate und künstliche Organe. Die Sonderausstellung schildert in acht Themenbereichen, welche Hilfen Medizin und Technik dem Menschen bieten, wenn wichtige Funktionen des Körpers versagen. Es wird sowohl auf die Entwicklung technischer Hilfen (Brillen, Hörgeräte, künstliche Hüften und Herzklappen) wie auch auf die neueren Methoden der Zell- und Gewebezüchtung eingegangen.

19. 04. bis 06. 01. 2006 **Oskar von Miller** (1855-1934)
Zum 150. Geburtstag des Gründers des Deutschen Museum
Miller zählt zu den einflussreichen deutschen Persönlichkeiten zwischen 1880 und 1930. Die Sonderausstellung würdigt ihn über sein Museumsengagement hinaus als visionären Ingenieur, glänzenden Organisator und Schöpfer der modernen Energieversorgung.

05. 05. bis 30. 12. **Abenteuer der Erkenntnis.**
Albert Einstein und die Physik des 20. Jahrhunderts

bis 28.04. **Industriebrachen** Die Ausstellung präsentiert Fotografien aus Industrielandschaften, vor allem aus den großen Tagebaugebieten in Mitteldeutschland und in der Niederlausitz. Die schwarz-weiß Aufnahmen von Gerhard Ullmann zeigen Eindrücke aus der Endphase des Industriezeitalters.

09. 06. bis 31. 07. **Tulpen und Kartoffeln**
Der Garten im Spiegel der Literatur aus fünf Jahrhunderten
Zur Bundesgartenschau präsentiert die Bibliothek des Deutschen Museums bibliophile Kostbarkeiten: berühmte, oft reich illlustrierte Kräuter- und Planzenbücher, aber auch Werke der Gartenbauliteratur für den Alltagsgebrauch. Foyer der Bibliothek, Eintritt frei

VERANSTALTUNGEN IN DER FLUGWERFT SCHLEISSHEIM

13. April bis 1. Mai, **Rundflüge mit dem Zeppelin NT** über München und Voralpenland, Information und Buchung: Tel. 0700/ 9377 2001 oder www.zeppelinflug.de

23. Juni, 18 Uhr **World War II** German aircraft technology and its influence on aerospace development.Vortrag in englischer Sprache, Ralph Denning, Royal Aeronautical Society Historical Group, Eintritt frei

Das Undenkbare denken

Albert Einstein und Sigmund Freud

Albert Einstein und Sigmund Freud haben die Weltbilder ihrer Zeit auf den Kopf gestellt. **Von Martin Urban**

Anfang des 20. Jahrhunderts fuhren zwei Reisende im Zug, deren Gespräch belauscht wurde: »Wo fahren Sie hin?« »Von Warschau nach Berlin.« »Was Sie nicht sagen. Also was die Technik heute möglich macht! Sie fahren von Warschau nach Berlin, ich fahre von Berlin nach Warschau – und beide sitzen wir im gleichen Zug, nur jeder in anderer Richtung.« Die beiden hatten die gerade populär werdende spezielle Relativitätstheorie Albert Einsteins gründlich missverstanden. Das war nicht ganz ungewöhnlich. Sigmund Freud schrieb im Januar 1927, nachdem ihn Albert Einstein anlässlich eines Aufenthalts in Berlin besucht hatte und die beiden Männer sich zum ersten Mal begegnet waren, die unser Bild von der Welt so radikal verändert haben: Einstein »versteht von Psychologie soviel wie ich von Physik«. Das hat sich allerdings, jedenfalls was Albert Einstein angeht, dann alsbald geändert. Im Jahre 1936 schrieb der 23 Jahre jüngere Einstein aus dem Exil in Princeton an Freud zu dessen 80. Geburtstag nach Wien: »Bis vor kurzem war mir nur die spekulative Kraft Ihrer Gedankengänge sowie der gewaltige Einfluß auf die Weltanschauung der Gegenwart klargeworden, ohne mir über den Wahrheitswert Ihrer Theorien klar werden zu können. In letzter Zeit aber hatte ich Gelegenheit, von einigen an sich geringfügi-

Abbildung: SV-Bilderdienst

gen Fällen zu hören, die jegliche abweichende Auslegung (von der Verdrängungslehre abweichend) nach meiner Überzeugung ausschließen. Dies empfand ich als beglückend; denn es ist stets beglückend, wenn eine große und schöne Idee sich als in der Wirklichkeit zutreffend erweist.«

Beide Forscher haben Anfang des 20. Jahrhunderts mit ihren Erklärungen der Welt die Menschheit zutiefst verstört. Albert Einstein, indem er feststellte, dass Raum und Zeit keine absoluten Größen unabhängig voneinander, sondern relativ und miteinander verwoben sind. Sigmund Freud, indem er die Rationalität menschlichen Handelns relativierte und erkannte, dass der Mensch von unbewussten Antrieben bestimmt wird.

IN DIE EMIGRATION GETRIEBEN. Die beiden Gelehrten waren deutschsprachige Juden, die von der Atmosphäre des Antisemitismus umgeben waren. Und beide waren deshalb Opfer dessen, was Einstein im April 1933 als eine »in Deutschland in so furchtbarer Weise sich äußernde Massenpsychose« bezeichnete, womit er sich der Freud'schen Terminologie bediente. Einstein ist 1933 von einem Aufenthalt in den USA nicht mehr nach Deutschland zurückgekehrt, nachdem hier Adolf Hitler zum Reichskanzler ernannt worden war. Freud fand 1938 nach dem Anschluss Österreichs an das Deutsche Reich Zuflucht in Großbritannien.

Sigmund Freud hat nach seinen eigenen Angaben bereits 1873, als er mit 17 Jahren in Wien zu studieren begann, den Antisemitismus als »fühlbare Enttäuschung« erfahren. Die Konsequenzen hat er so beschrieben: »Folge dieser ersten Eindrücke von der Universität wurde, in der Opposition zu stehen und von der ›kompakten Majorität‹ in Bann getan zu werden. Eine gewisse Unabhängigkeit des Urteils wurde so vorbereitet.« Albert Einstein hatte sogar schon in der Grundschule in München, einer katholischen Institution, unter den antisemitisch motivierten Hänseleien seiner Mitschüler zu leiden. Dies habe »genügt, um ein lebhaftes Gefühl des Fremdseins schon im Kinde zu festigen«, wie er in der Rückschau notierte. Eine Vorlesung Einsteins an der Berliner Universität wurde erstmals 1920 von Antisemiten gestört. Vor allem der bereits vor Einstein mit dem Nobelpreis ausgezeichnete deutsche Experimentalphysiker Philipp Lenard verband seine Kritik an den Relativitätstheorien, an welchen, wie er meinte, »sich der einfache Verstand eines Naturforschers stößt«, mit dem Antisemitismus.

Albert Einstein, der wie Sigmund Freud ein der Religion fern stehender Mensch war, identifizierte sich wie dieser mit seinen verfolgten »Stammesgenossen«. Einstein bekannte: »Streben nach Erkenntnis um ihrer selbst willen, an Fanatismus grenzende Liebe zur Gerechtigkeit und Streben nach persönlicher Selbständigkeit – das sind die Motive der Tradition des jüdischen Volkes, die mich meine Zugehörigkeit zu ihm als ein Geschenk des Schicksals empfinden lassen.« Und Freud schrieb einmal dem Direktor einer jüdischen Zeitung in Zürich: »Ich kann sagen, daß ich

Albert Einstein, 1920

»Für mich ist das Streben nach Erkenntnis eines von denjenigen selbständigen Zielen, ohne die für den denkenden Menschen eine bewußte Bejahung des Daseins nicht möglich erscheint.« Albert Einstein

Abbildung: dpa/www.einsteinjahr.de

»Ich werde Einsicht nehmen in die jahrtausendealten Akten der Natur, vielleicht selbst ihren ewigen Prozeß belauschen und meinen Gewinst mit jedermann teilen, der lernen will.« Sigmund Freud

der jüdischen Religion so ferne stehe wie allen anderen Religionen, d. h. sie sind mir als Gegenstand wissenschaftlichen Interesses hochbedeutsam, gefühlsmäßig bin ich an ihnen nicht beteiligt. Dagegen habe ich immer ein starkes Gefühl von Zusammengehörigkeit mit meinem Volke gehabt und es auch bei meinen Kindern genährt. Wir sind alle in der jüdischen Konfession verblieben.« Das letzte Buch Sigmund Freuds war eine Abhandlung über Moses und die monotheistische Religion. Sie erschien im September 1939, wenige Tage vor seinem Tod und kurz nach Beginn des Zweiten Weltkriegs. Auf Warnungen von jüdischer Seite, dieses Buch nicht zu veröffentlichen, reagierte Freud, indem er eine Verbindung zwischen seinem Judentum und seiner Überzeugung herstellte, er müsse als Wissenschaftler der Wahrheit Gehör verschaffen. Freud schrieb am 19. August 1939: »Wir Juden haben immer gewußt, wie geistige Werte hochzuhalten sind. Wir haben unsere Einheit durch die Ideen bewahrt, und ihnen verdanken wir unsere Existenz bis zum heutigen Tag.«

Albert Einstein hat sehr ähnlich gedacht. Er formulierte es so: »Für mich ist das Streben nach Erkenntnis eines von denjenigen selbständigen Zielen, ohne die für den denkenden Menschen eine bewußte Bejahung des Daseins nicht möglich erscheint.« Eine der Folgen des Genozids an den Juden ist, dass Deutschland sehr arm geworden ist an Forschern, die wie Sigmund Freud und Albert Einstein den Mut haben und die Fähigkeit, Ideologien aufzubrechen, indem sie die Welt genauer anschauen. Beide haben nämlich ihre Theorien aufgrund von Beobachtungen entwickelt – mit der Chance und dem Risiko, durch weitere Experimente und Beobachtungen bestätigt oder auch widerlegt zu werden. Die Zündung der ersten Atombombe hat die Richtigkeit der berühmten Formel Albert Einsteins $E = mc^2$ auf das Schrecklichste bestätigt. Und nicht zuletzt der Antisemitismus selbst ist die furchtbare Bestätigung von Sigmund Freuds Erkenntnis über die Allmacht des Unbewussten und die Ohnmacht der Aufklärung.

Sigmund Freud war sich schon als junger Mensch sicher, im Leben Großes zu leisten. Bereits der 17-Jährige entschloss sich, »Naturforscher zu werden. ... Ich werde Einsicht nehmen in die jahrtausendealten Akten der Natur, vielleicht selbst ihren ewigen Prozeß belauschen und meinen Gewinst mit jedermann teilen, der lernen will.« Entscheidend für Freuds Eindringen in das menschliche Unbewusste war ein Traum, den er selbst in der Nacht vom 23. zum 24. Juli 1895 geträumt hatte. Im Sommer 1900, nachdem sein Werk *Die Traumdeutung* erschienen war, fragte er seinen Freund Wilhelm Fließ, wohl nicht nur im Scherz, ob man im Hotel Bellevue in Wien, wo er diesen »Traum von Irmas Injektion« geträumt hatte, eines Tages eine Tafel anbringen werde mit der Inschrift: »Hier enthüllte sich am 24. Juli 1895 dem Dr. Sigm. Freud das Geheimnis des Traumes.« Eben dies geschah tatsächlich am 6. Mai 1977.

STAUNEN ÜBER RAUM UND ZEIT. Albert Einstein hat fünf Jahre nach dem Erscheinen der Traumdeutung, für Freud der »Königsweg« zum Unbewussten, seine spezielle Relativitätstheorie veröffentlicht. Später hat er sich darüber mit einiger Selbstironie geäußert: »Wenn ich mich frage, woher es kommt, daß gerade ich die Relativitätstheorie gefunden habe, so scheint es an folgendem Umstand zu liegen: Der normale Erwachsene denkt nicht über Raum-Zeit-Probleme nach. Alles, was darüber nachzudenken ist, hat er nach seiner Meinung bereits in der frühen Kindheit getan. Ich dagegen habe mich derart langsam entwickelt, daß ich erst anfing, mich über Raum und Zeit zu wundern, als ich erwachsen war. Naturgemäß bin ich tiefer in die Problematik eingedrungen als ein gewöhnliches Kind.« Im Alter zwischen zehn und fünfzehn Jahren verschlang Einstein »naturwissenschaftliche Volksbücher«. Darin wurde erstaunlicherweise die Korpuskeltheo-

Zum Nachlesen

Sigmund Freud:

Gesammelte Werke, 18 Bde. u. Nachtragsbd. Fischer (Tb.), 2001

Abriß der Psychoanalyse. Einführende Darstellungen, Fischer (Tb.), 1994

Die Traumdeutung, Fischer (Tb.), 1991

Das Ich und das Es, Fischer (Tb.), 1992

Albert Einstein:

Alles ist relativ, meine Relative-Zeit-Uhr, Lardon Media, 2005

Mein Weltbild, Philo Verlagsgesellschaft, 2005

Über die spezielle und allgemeine Relativitätstheorie, Springer, Berlin, 2001

Grundzüge der Relativitätstheorie, Akademie-Verlag, 1970

rie des Lichts erwähnt, die eine entscheidende Rolle in Einsteins Veröffentlichung aus dem Jahre 1905 spielt – und andererseits sogar die Ablenkung des Lichts durch ein Schwerefeld diskutiert, später einer der Belege für die Richtigkeit der allgemeinen Relativitätstheorie. Im selben Jahr, als die spezielle Relativitätstheorie entstand, hatte Einstein, auf Max Plancks damals fünf Jahre alter Theorie der Quanten (oder Korpuskeln) als kleinster Energieeinheiten aufbauend, den »Photoeffekt« erklärt, wonach Lichtquanten aus Metalloberflächen Elektronen herausschlagen können. Philipp Lenard hatte diesen Effekt zwar verwundert beobachtet, aber nicht verstanden. Einstein bekam für seine Erklärung, die nicht einmal seine wichtigste Arbeit war, 1921 den Nobelpreis.

Sigmund Freud wiederum las mit 14 Jahren den Schriftsteller Ludwig Börne. Dieser hatte 1823 eine Abhandlung veröffentlicht, in der er »Die Kunst, in drei Tagen ein Original-Schriftsteller zu werden« auf eine Weise beschrieb, die eben der Methode des freien Assoziierens entspricht, die Sigmund Freud später mit seinen Patienten praktizierte. Es ändert nichts an der Einmaligkeit der Leistungen von Einstein wie von Freud, dass sich im Nachhinein Hinweise darauf finden lassen, welche Bilder die beiden in ihrer Jugend im Kopf bewegten. Sie konnten diese jedenfalls als Einzige richtig deuten.

Albert Einstein mit seiner Frau Elsa, 1932

ANFÄLLIGKEIT FÜR IDEOLOGIEN. Einstein hat als eine Konsequenz seiner speziellen Relativitätstheorie festgestellt: »Das ›Jetzt‹ verliert für die räumlich ausgedehnte Welt seine objektive Bedeutung.« Unsere Erfahrung scheint uns da etwas ganz anderes zu sagen. Hundert Jahre nach Einstein wissen wir nun auch, dass sogar das subjektive »Jetzt« ein Konstrukt ist: Was immer wir mit unseren Sinnesorganen hören, riechen, schmecken, sehen oder fühlen, gelangt über unterschiedliche Kanäle mit jeweils unterschiedlicher Geschwindigkeit an verschiedene Orte im Gehirn. Dennoch erleben wir das »Jetzt« als einen Gesamteindruck. Das Gehirn baut nämlich in unser Bewusstsein einen Verzögerungseffekt ein, den wir nicht wahrnehmen. Erst wenn alle Informationen zusammengekommen sind, erfahren wir mit einer Verspätung von 20 bis 500 Millisekunden das Jetzt.

Einstein und Freud haben über die Bilder, die wir uns im Kopf machen, nachgedacht und entdeckt, wie anders als zuvor angenommen die dahinter steckende Wirklichkeit ist. »In einem guten Kriminalroman führen die augenfälligsten Spuren oft zu falschen Verdachtsmomenten. So müssen wir auch bei unseren Bemühungen, die Naturgesetze zu verstehen, immer wieder feststellen, daß die am meisten in die Augen springende intuitive Erklärung oft gerade die falsche ist.« So beschreibt es Einstein in der Einleitung zu dem gemeinsam mit Leopold Infeld verfassten Buch *Die Evolution der Physik*. Sigmund Freud hat verstanden, etwas von dem zu entschlüsseln, was die Bilderwelt unserer Träume von uns abbildet. Albert Einstein konnte gar nicht anders, als über die

Abbildung: SV-Bilderdienst

Bilder nachzudenken, die wir uns von der Welt machen, denn seine Erkenntnisse haben unser Welt-Bild fundamental verändert. »Bild« ist hier sehr allgemein zu verstehen. Dazu gehören zum Beispiel auch mathematische Formeln als Abbilder der Wirklichkeit, oder Begriffe.

Als Sigmund Freud auf der Flucht vor den Nationalsozialisten im Jahre 1938 aus Wien in London angekommen war, schrieb die medizinische Zeitschrift *Lancet* über die Bilder, die Freud dafür gefunden hat, den Menschen zu beschreiben: »Manche von den Begriffen, die er zum ersten Mal klar formuliert hat, sind in die Alltagssprache eingedrungen, allem Nichtglaubenwollen zum Trotz, das, wie er erkannt hat, die natürliche Reaktion des Menschen auf alle unerträgliche Wahrheit ist.« Einstein beschrieb es einmal so: »Begriffe, welche sich bei der Ordnung der Dinge als nützlich erwiesen haben, erlangen über uns leicht eine solche Autorität, daß wir sie als unabänderliche Gegebenheiten hinnehmen. Sie werden zu ›Denknotwendigkeiten‹ gestempelt. Der Weg des wissenschaftlichen Fortschritts wird durch solche Irrtümer oft für lange Zeit ungangbar gemacht. Es ist deshalb keine müßige Spielerei, wenn wir darin geübt werden, die geläufigen Begriffe zu analysieren. Dadurch wird ihre allzu große Autorität gebrochen.«

Der aus Österreich gebürtige Psychiater und Autor (*Wie wirklich ist die Wirklichkeit*) Paul Watzlawick hat die psychologische Erfahrung, welche Einstein zu dessen Schlussfolgerungen kommen ließ, so beschrieben: »Wenn wir nach langem Suchen und peinlicher Ungewissheit uns endlich einen bestimmten Sachverhalt erklären zu können glauben, kann unser darin investierter emotionaler Einsatz so groß sein, dass wir es vorziehen, unleugbare Tatsachen, die unserer Erklärung widersprechen, für unwahr oder unwirklich zu erklären, statt unsre Erklärung diesen Tatsachen anzupassen.«

Das lässt zumindest teilweise die Widerstände verstehen, die sowohl Einstein als auch Freud mit ihren Erkenntnissen provoziert hatten. Ganz allgemein: Es erklärt unsere Anfälligkeit für Ideologien, unsere Unfähigkeit, die Bilder, die wir uns von der Wirklichkeit machen, von der Wirklichkeit zu unterscheiden.

Sigmund Freud, 1938

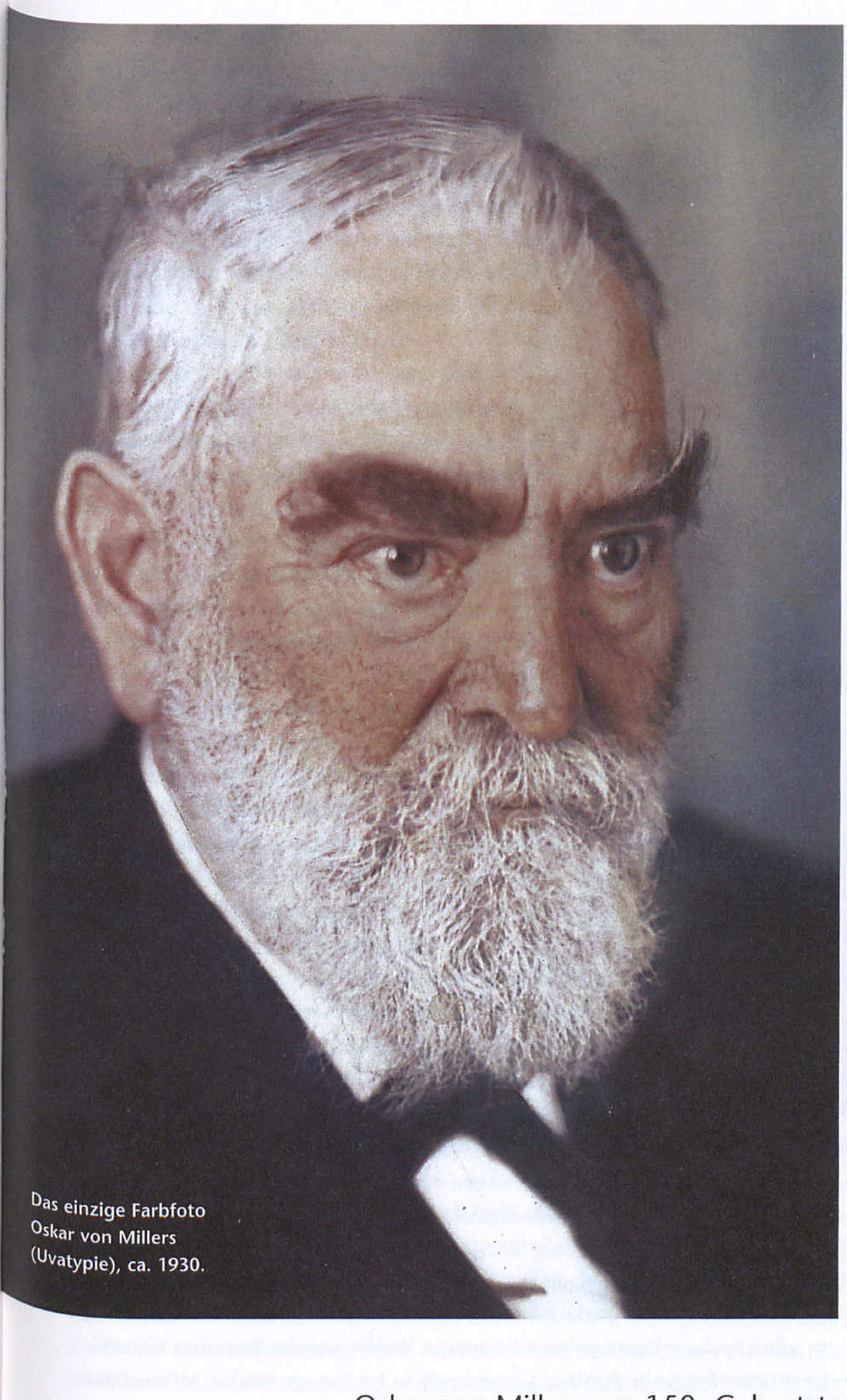
DENKEN GEGEN VORURTEILE. Die moderne Gehirnforschung erlaubt uns heute zu verstehen, warum Albert Einstein und Sigmund Freud auf so wütenden Widerstand gestoßen sind. Es fällt dem Menschen ungemein schwer, zu akzeptieren, dass sein Bild von der Welt und von sich selbst nicht das Ergebnis rationaler Überlegungen, sondern sehr oft das von Vorurteilen ist. Wir »rationalisieren«, wie Freud sagte, denn in Wahrheit bestimmen uns unbewusste Antriebe, von denen wir nicht wissen, weil sie rational nicht fassbar sind. So funktioniert unser Gehirn – und das aus guten Gründen. Denn die unbewussten Entscheidungen sind das Ergebnis der Summe aller unserer Erfahrungen und deshalb nicht selten weiser als eine rationale Überlegung sein könnte.

Albert Einstein wusste: »Wenige sind imstande, eine von den Vorurteilen der Umgebung abweichende Meinung gelassen auszusprechen; die meisten sind sogar unfähig, überhaupt zu solchen Meinungen zu gelangen.« Er selbst hat den Gedanken zu denken gewagt, dass Raum und Zeit, anders als es offensichtlich zu sein scheint, nichts Absolutes, sondern etwas Relatives sind. Der Augenschein trügt. Das hat seinerzeit die Kollegen Einsteins, welche sich die kosmischen Weltenläufe als eine Art Uhrwerk vorstellten, schwer erschüttert. Redlicherweise muss man allerdings sagen, dass sich auch ein Albert Einstein von anderen Erkenntnissen der Physiker seiner Zeit, nämlich denen über das Vorherrschen von Gesetzen der Statistik, höchst irritiert zeigte. Sein bekannter Ausspruch »Ich kann nicht glauben, daß Gott mit der Welt Würfel spielt« zeugt von dieser Irritation. Auch das dahinter steckende Problem kann man heute erklären: Der Mensch hat keine Sinnesorgane, um den Zufall zu erkennen; im Gegenteil, er kann nur Ordnungen wahrnehmen. ■

MARTIN URBAN ist Physiker und Wissenschaftspublizist. Er hat die Wissenschaftsredaktion der *Süddeutschen Zeitung* in München aufgebaut und 34 Jahre geleitet.

Mit den Bildern, die wir uns von der Welt machen, in dem Bemühen, sie zu verstehen, beschäftigt sich Martin Urban auch in seinen Büchern: *Wie die Welt im Kopf entsteht*, Eichborn Berlin, 2002 und *Wie der Mensch sich orientiert*, Eichborn Berlin, 2004.

Abbildung: SV-Bilderdienst/Scherl



Das einzige Farbfoto Oskar von Millers (Uvatypie), ca. 1930.

Vor 150 Jahren, am 7. Mai 1855, wurde in München Oskar von Miller geboren. Als Gründer des Deutschen Museums hat er sich einen bleibenden Namen geschaffen. Seine Bedeutung als herausragender Elektrotechniker des ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts wird darüber oft vergessen. **Von Wilhelm Füßl**

Oskar von Miller zum 150. Geburtstag

Im Netzwerk von Technik und Kultur

Abbildung: Deutsches Museum

Zwei Pioniere der Elektrotechnik: Miller und Thomas A. Edison, 1925.

Das Amtsgericht München verhandelte im Juni 1897 eine Aufsehen erregende Klage. Das Verfahren wegen Beleidigung hatte Oskar von Miller gegen den Direktor der Elektrofirma Helios, Carl Coerper, angestrengt. Hintergrund der Klage war eine jahrelange Auseinandersetzung in der deutschen Elektrotechnik um das »richtige« Stromsystem, die vor 1900 mit Vehemenz geführt wurde. Der Münchner Prozess wirft ein bezeichnendes Licht auf diese Kontroverse und auf Millers Tätigkeit als Elektroingenieur.

Zur Elektrotechnik war Miller nur zufällig gekommen. Der ausgebildete Bauingenieur besuchte 1881 die erste Internationale Elektrizitätsausstellung in Paris und erkannte dort das immense Potenzial der neuen Technologie. In seinem Reisebericht empfahl er der bayerischen Regierung die Ausnutzung der hiesigen Wasserkräfte zur Stromerzeugung – zum »Vortheile« des Volkes, wie er schrieb. Die Idee der allgemeinen Stromversorgung verfolgte Miller bis zu seinem Tode.

Schon 1882 und 1891 organisierte Miller zwei bahnbrechende Elektrizitätsausstellungen in München und Frankfurt. Sie hatten das Ziel, den Strom zu popularisieren und seine Anwendungsmöglichkeiten in Industrie, Gewerbe, Handwerk und Haushalt zu demonstrieren. Höhepunkt beider Ausstellungen war eine von Miller durchgeführte Übertragung von Strom auf weite Strecken, zuerst von Miesbach in Oberbayern nach München (rund 57 Kilometer), später von Lauffen am Neckar nach Frankfurt (170 Kilometer). Die Leitung von Strom auf so große Entfernungen bildete einen Durchbruch in der Geschichte der Stromversorgung. Hatte das Gleichstromexperiment von 1882 die prinzipielle Machbarkeit von Fernübertragungen nachgewiesen, zeigte der Drehstromversuch von 1891, dass solche auch wirtschaftlich zu erzielen waren.

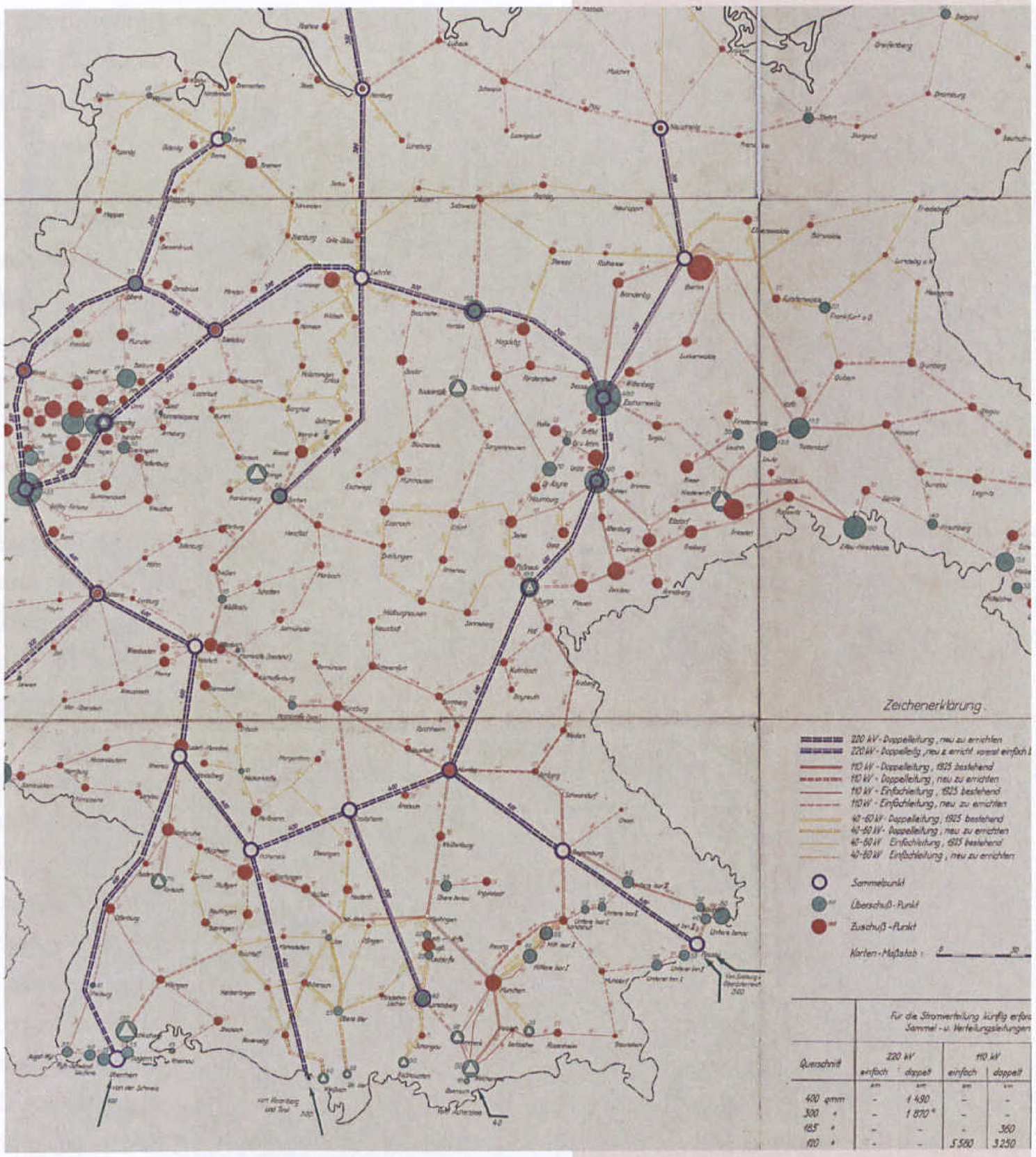
Zwischen 1883 und 1889 war Miller Technischer Direktor der kurz zuvor von Emil Rathenau gegründeten »Deutschen Edison Gesellschaft für angewandte Elektricität«, die 1887 in die »Allgemeine Elektricitäts-Gesellschaft« (AEG) überging. In Berlin baute Miller die ersten Stromnetze auf, anfangs Blockstationen für wenige Konsumenten, dann die erste Zentralstation in der Markgrafenstraße für einzelne Straßenzüge und schließlich die erste öffentliche Stromversorgung in Deutschland mit einer Fläche von rund fünf Quadratkilometern.

Ende 1889 schied Miller im Streit um die künftige Firmenstrategie der AEG aus und gründete in München ein selbstständiges Ingenieurbüro. Sein erstes Projekt war der Bau eines Elektrizitätswerks für das Württembergische Portland-Cementwerk in Lauffen am Neckar. Millers Büro entwickelte sich in den kommenden Jahrzehnten zu einem der führenden europäischen Planungsbüros in Energiefragen. Zwischen 1890 und 1934 beriet Miller Unternehmen und Kommunen bei der Einrichtung einer Stromversorgung, erstellte zahlreiche Gutachten, projektierte elektrische Anlagen, Zentralstationen und Elektrizitätswerke. Miller'sche Projekte finden sich in Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich, Rumänien, Lettland, Estland und Russland. In zahlreichen Fällen trat Miller auch als Unternehmer auf, indem er Elektrizitätswerke auf eigene Rechnung baute und betrieb, so die Anlagen in Ludwigshafen, Schweinfurt, Bad Kissingen und Schwandorf sowie die Brennerwerke. Das Prinzip der flächendeckenden Stromversorgung dehnte er in immer größerem Maßstab aus. Ein frühes Beispiel des Verbundsystems war die Elektrizitätsversorgung der Städte Bozen und Meran (1898). Das Prinzip einer Landesversorgung ver-

Abbildungen: Deutsches Museum

wirklichte er erstmals in der bayerischen Pfalz 1910–1912, später im Bayernwerk 1918–1923, im Thüringenwerk 1920 und im Karpatenwerk 1922–1925. Es war der Tatkraft Millers, seiner Entschlossenheit und seiner Hartnäckigkeit zu verdanken, dass es gelang, die frühen Verbundsysteme durchzusetzen. Der Höhepunkt Miller'scher Planungen war das im Jahre 1930 publizierte Gutachten zu einem Elektrizitätsnetz für das Deutsche Reich.

ERBITTERTER »SYSTEMSTREIT«. Allerdings musste der Erfolg seines Ingenieurbüros in einer permanenten Konkurrenzsituation immer wieder neu erarbeitet werden. Aufgrund seines großen Renommees gab es in Deutschland kaum einen selbstständigen Ingenieur, der sich auch nur annähernd mit Miller messen konnte. Seine Hauptkonkurrenten waren Hersteller von Elektromaschinen und Unternehmen, die in der Planung und beim Bau von Elektrizitätswerken aktiv waren. Meist entstand die Konkurrenzsituation in dem Augenblick, in dem sich die Kommunen konkret für ein bestimmtes Stromsystem – Gleich-, Wechsel- oder Drehstrom – entscheiden mussten. Da sich Miller ab 1890 nahezu ausschließlich für Wechselstrom- und Drehstromlösungen aussprach, wurde er in den Jahren des »Systemstreits« bis etwa 1900 zu einer Reizfigur der etablierten elektrotechnischen Industrie. Es waren die traditionellen Gleichstromfirmen, die zuerst zu Gegnern Millers wurden. Andere Elektrofirmen bekämpften ihn, weil er im Gegensatz zu dem damals üblichen Vergabeverfahren Firmen nur Einzelaufträge überließ. Dieses Vorgehen führte zu beträchtlichen Ersparnissen auf Kosten der Anbieter. Insofern kam es bei den Stadtverwaltungen oft zu wütenden Interventionen der Elektrounternehmen, sobald bekannt wurde, dass Miller in die Planungen einbezogen sei.



Originalprojekt Millers für ein deutschlandweites Stromnetz, 1929.

Im Kampf um die Ausstattung von Elektrizitätswerken mit Wechsel- oder Drehstrom spielte die Firma Helios in Köln eine besondere Rolle. Sie hatte sich unter ihrem Direktor Coerper schon 1885 die modernen Wechselstrompatente von Ganz & Co. (Budapest) für Deutschland gesichert. Damit glaubte die Firma ideal positioniert zu sein. Die Entwicklung lief aber anders. In seinem Gutachten für das Elektrizitätswerk der Stadt Frankfurt empfahl Miller die mit Einphasenwechselstrom betriebenen Maschinen des schweizerischen Newcomers Brown, Boveri & Cie (BBC). Führende Elektrizitätsfirmen wiederum gewannen einen Musterprozess gegen Helios vor dem Reichsgericht in Leipzig. Nachdem Helios bei zwei Projekten – Kassel und Lauffen – Miller unterlegen war und sich dieser zudem in Frankfurt erneut gegen Helios aussprach, begann eine intensive Fehde Coerpers gegen Miller. Schon 1890 schrieb Coerper an die Stadt Heilbronn, »man möchte sich doch nicht auf den Oskar Miller verlassen, derselbe verstehe garnichts und sei deshalb auch von der AEG fortgeschickt worden«. Für Miller war diese Attacke ein Glücksfall. Der Heilbronner Magistrat erkundigte sich bei Rathenau, der Miller ein glänzendes Zeugnis ausstellte. Miller erhielt den Auftrag. Dann strafte ihn der Direktor von Helios in aller Öffentlichkeit ab, indem er ihm im September 1893 anlässlich der ersten Tagung des Verbands Deutscher Elektrotechniker den Zutritt zu dem von Helios erbauten Elektrizitätswerk in Köln untersagte. Vorausgegangen war im selben Jahr die

DR. WILHELM FÜSSL ist Historiker und leitet das Archiv des Deutschen Museums. Sein Buch »Oskar von Miller (1855–1935). Eine Biographie« ist kürzlich im Verlag C.H. Beck erschienen (ISBN 3-406-52900-3, Euro 29,90, 452 Seiten).

Urkunde des Vereins Deutscher Ingenieure für Oskar von Miller über die Verleihung der Grashof-Denkmünze, 1925. Die Urkunde zeigt wichtige Erfolge in Millers beruflichem Schaffen: Gründung des Deutschen Museums – Bau des Walchenseekraftwerks – Durchführung der Gleichstromübertragung von Miesbach nach München und Organisation der ersten Drehstromübertragung – Errichtung des Bayernwerks – Bau zahlreicher Kraftwerke im In- und Ausland.

Entscheidung der Isarwerke zugunsten des Drehstromsystems von BBC; wiederum war Helios unterlegen. Erneut basierte die Vergabe auf dem Rat Millers, dem Planungsingenieur der Isarwerke.

VORWÜRFE, SCHWINDEL UND KONKURRENZNEID. Seinen Höhepunkt fand der Streit zwischen Miller und Coerper in dem einleitend erwähnten Beleidigungsprozess. Anlass war die Auftragsvergabe für das Elektrizitätswerk im oberbayerischen Rosenheim. Der dortige Magistrat übertrug Oskar von Miller die Projektierung und Bauleitung. Gegen Ende der Ausschreibungsfrist ging ein Angebot der Firma Helios ein, das etwas günstiger war als andere. Miller empfahl es dem Magistrat und verwies auf die Erfahrungen der Firma in den von ihr erbauten Werken in Köln und Amsterdam. Millers Aufforderung nach einer sofortigen Unterzeichnung des Liefervertrages kam Helios überraschend nicht nach. In der Zwischenzeit intrigierte Coerper in Rosenheim gegen Miller. Aufgrund der neuen Pläne und Kostenvoranschläge beschloss der Magistrat, den Vertrag mit Miller zu lösen und direkt mit Helios zu verhandeln. Einen Protestbrief Millers schickte die Stadtverwaltung an Coerper. In seiner Antwort griff er Miller scharf an: Dieser vermische Gutachtertätigkeit mit eigenem Unternehmertum und sei kein unabhängiger Experte. So habe er 1890 in Lauffen seine Kenntnisse als Gutachter ausgenutzt, um den Auftrag selbst auszuführen. Auch habe Miller mit der Frankfurter Auftragsvergabe an eine ausländische Firma die deutsche Elektrotechnik auf das Schwerste geschädigt. Anrüchig sei, dass Miller mit der gleichen Firma – gemeint war BBC – an anderen Orten eng zusammenarbeite. Zudem warf Coerper seinem Kontrahenten vor, er urteile über Dinge, die er nicht kenne, nach dem »Grundsatz des Trödlers, dass das billigste das beste sei«. Und weiter: »Wenn Miller gegen die von Helios angebotene Lösung spreche, zeigt dies nur, daß er sein eigenes ungenügendes Projekt verteidige. Ein derartiges Verfahren bezeichnet man im Geschäftsleben als Schwindel.«

Der Vorwurf des Schwindels provozierte den Miller'schen Prozess, den die Fachwelt mit großem Interesse verfolgte. Obwohl es sich bei der Anlage in Rosenheim nur um einen unbedeutenden Auftrag handelte, erwartete man von dem Verfahren eine indirekte Klärung der Frage, inwieweit Millers parallel ausgeübte Gutachter- und Unternehmertätigkeiten zulässig waren.

Miller verteidigte sich persönlich und erläuterte vor Gericht die Hintergründe seiner Arbeiten in Lauffen und Frankfurt. In Lauffen habe er sich als Gutachter zugunsten des neuartigen Drehstroms ausgesprochen. Nachdem eine Berliner Elektrizitätsfirma und auch Coerper öffentlich behauptet hätten, er sei von der AEG fortgejagt worden, habe ihn die Geschäftsleitung des Württembergischen Portland-Cementwerks aufgefordert, seinen Gegenvorschlag als eigener Unternehmer zu realisieren und damit die Richtigkeit seiner Stromwahl unter Beweis zu stellen. In Frankfurt wiederum habe er gemeinsam mit Stadtbaurat Lindley das Projekt der Firma BBC und deren Wechselstromsystem aus Gründen der Wirtschaftlichkeit befürwortet.

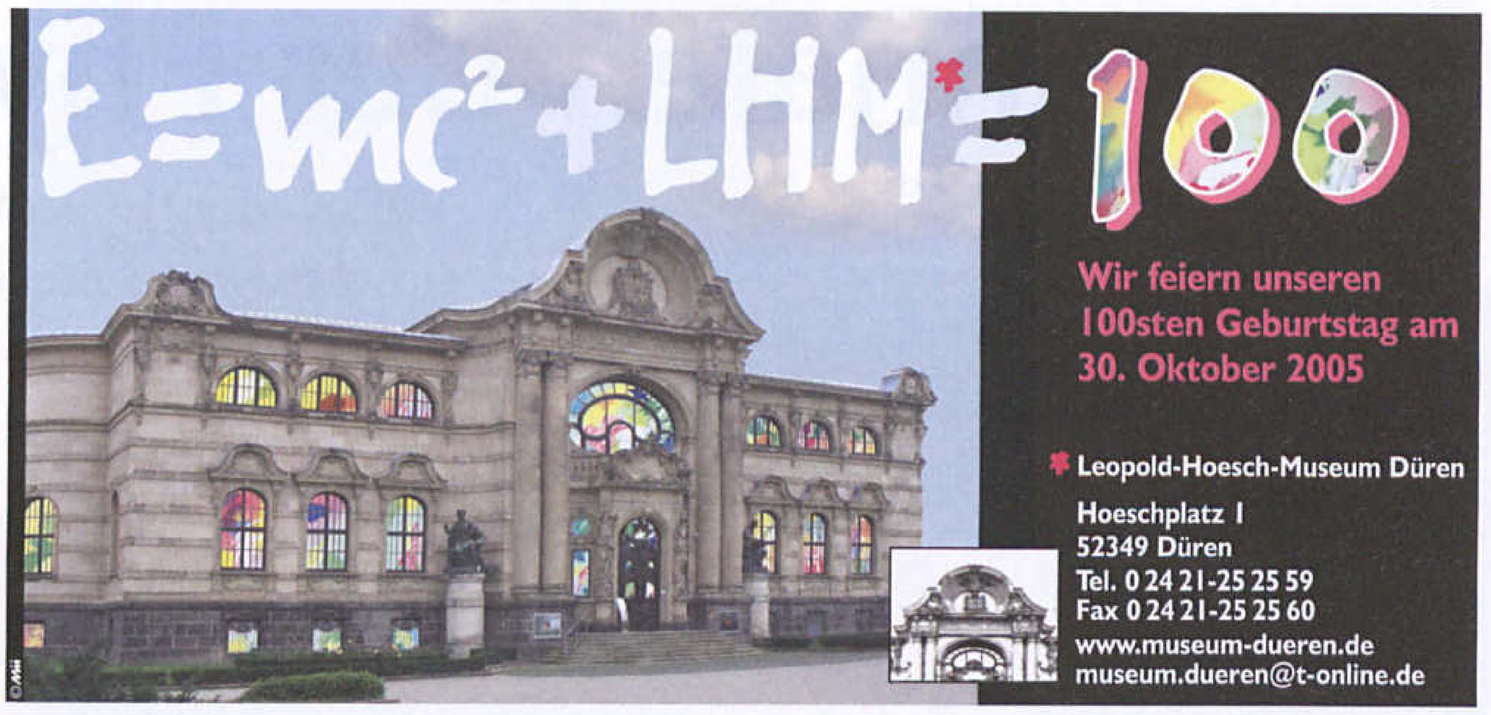
Im Laufe der Verhandlung wurden prominente Zeugen aufgerufen. Der Ingenieur Charles Brown von BBC legte ein beredtes Zeugnis für Millers Loyalität ab. Bekannt sei, dass sich dieser in der Regel für das günstigste Angebot entscheide. Die Haltung Millers sei der Grund, warum sich mehrere große Elektrizitätsfirmen weigern würden, an dessen Ausschreibungen teilzunehmen. Ein anderer Zeuge, der frühere Direktor des Lauffener Zementwerks und Aufsichtsratsmitglied

Abbildung: Deutsches Museum

der Isarwerke, Martin Arendt, bestätigte die Darstellung Millers beim Bau einer Drehstromzentrale in Lauffen. Interessant ist seine Aussage, die Animositäten großer Elektrounternehmen gegen Miller rührten vermutlich daher, dass dieser mit seinem Prinzip des billigsten Preises den Auftraggebern nicht nur hohe Kosten erspare, sondern damit auch das frühere Monopol der Firmen gebrochen habe. Der Prozess endete mit einer Haftstrafe von 14 Tagen für Coerper, der – so das Gericht – aus blindem Hass und Konkurrenzneid Miller mehrfach und schwer beleidigt habe. Ein zusätzlich von Coerper erhobener Vorwurf, Miller sei bestechlich, wurde ebenfalls verworfen.

Den juristischen Erfolg musste Miller dennoch teuer erkaufen. Verschiedene Kommunen verzichteten in der Folge auf seine Gutachterdienstleistung und ließen ihre Werke von anderen Unternehmern erbauen. Auch in späteren Jahren, so während der Planung des Walchenseekraftwerks und des Bayernwerks, musste Miller gegen offen oder heimlich vorgebrachte Schmähungen ankämpfen. Allen Widerständen zum Trotz hat Miller seinen Plan einer allgemeinen Stromversorgung zäh verfolgt. Früh verknüpfte er dieses Prinzip mit einer sozialen Dimension, der Idee des »sozialen Stroms«. Technik bedeutete für ihn nicht nur maschinellen Fortschritt, sondern auch soziale Weiterentwicklung. Es ist diese Vision, die ihn von zahlreichen Zeitgenossen unterschied. Als kühler Rechner und vorausschauender Planer präsentierte Miller mit seinen großen Entwürfen für das Bayernwerk und die Reichselektrizitätsversorgung keine utopischen Konzepte, sondern detaillierte Machbarkeitsstudien. Da er nicht an staatliche, städtische oder firmenpolitische Interessen gebunden war, gelang es ihm, konzeptionell ausgefeilte und unparteiische Lösungen zu finden. Es war das Gesamtkonzept, das Miller zunehmend interessierte. Seit etwa 1903 war Miller ein entschiedener Verfechter einer langfristig geplanten und kontinuierlich aufgebauten Großversorgung, das heißt, eines Energieversorgungs-»Systems«. In diesem Verständnis ist Miller ein Musterbeispiel des »system builder« im Sinne des amerikanischen Technikhistorikers Thomas P. Hughes.

Anzeigen



Ein Wochenende lang
„Frauen führen Frauen"

Fr/Sa/So 3./4./5. Juni 2005 - Frauen unter sich

Licht, Raum und Zeit
Albert Einstein und die Physik und Astronomie des 20. Jahrhunderts

Das Deutsche Museum trägt zum Weltjahr der Physik 2005 mit einer eigenen populär gestalteten Ausstellung „Abenteuer der Erkenntnis" zu Albert Einsteins Leben und Werk bei. 1905 veröffentlichte Albert Einstein mehrere Artikel, die die klassische Physik revolutionierten. Grundlegende Begriffe und Konzepte, mit denen wir die Natur beschreiben, - wie Raum, Zeit, Materie, Licht – erhielten eine völlig neue Bedeutung. Wenn wir heute die Entwicklung des Universums oder die Vorgänge in Atomen verstehen wollen, müssen wir auf Theorien zurückgreifen, die in den Arbeiten Einsteins ihren Ausgangspunkt haben.

Es erwarten Sie drei Vorträge bzw. Führungsvorträge von Physikerinnen am Samstag und Sonntagvormittag, die nicht nur seine wissenschaftlichen Arbeiten, sondern auch seine beeindruckende Persönlichkeit und seine familiären und anderen Bindungen beleuchten. Freitag- und Sonntagnachmittag stehen zur freien Verfügung, um den Inhalt zu vertiefen oder von zentraler Lage aus das Museum oder München zu erkunden.

Zwei Übernachtungen mit Frühstück inkl. Seminargebühren und Museumseintritt Euro115 (EZ) und Euro 105 (DZ). Anmeldung (bis spätestens 5. Mai) erforderlich! Sie übernachten im Kerschensteiner Kolleg direkt im Deutschen Museum. Die Zimmer (Etagenduschen und –WCs) sind modern eingerichtet und ruhig gelegen. Wir empfehlen die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln.

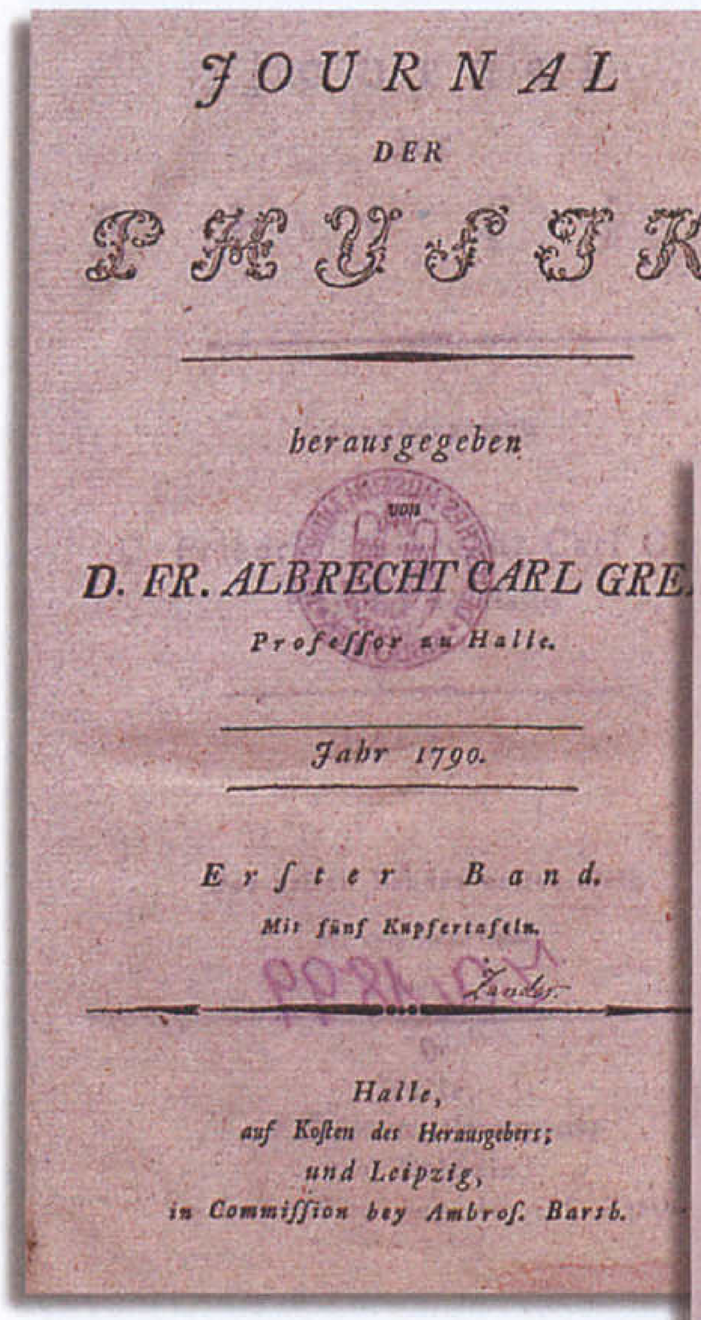
Information und Anmeldung: Christine Füssl-Gutmann oder Cordula Gronemann
Tel. 089-2179/243, Tel. 089-2179/294, Fax 089-2179/273
e-mail: c.fuessl@deutsches-museum.de und c.gronemann@deutsches-museum.de
Deutsches Museum, Museumsinsel 1, 80538 München

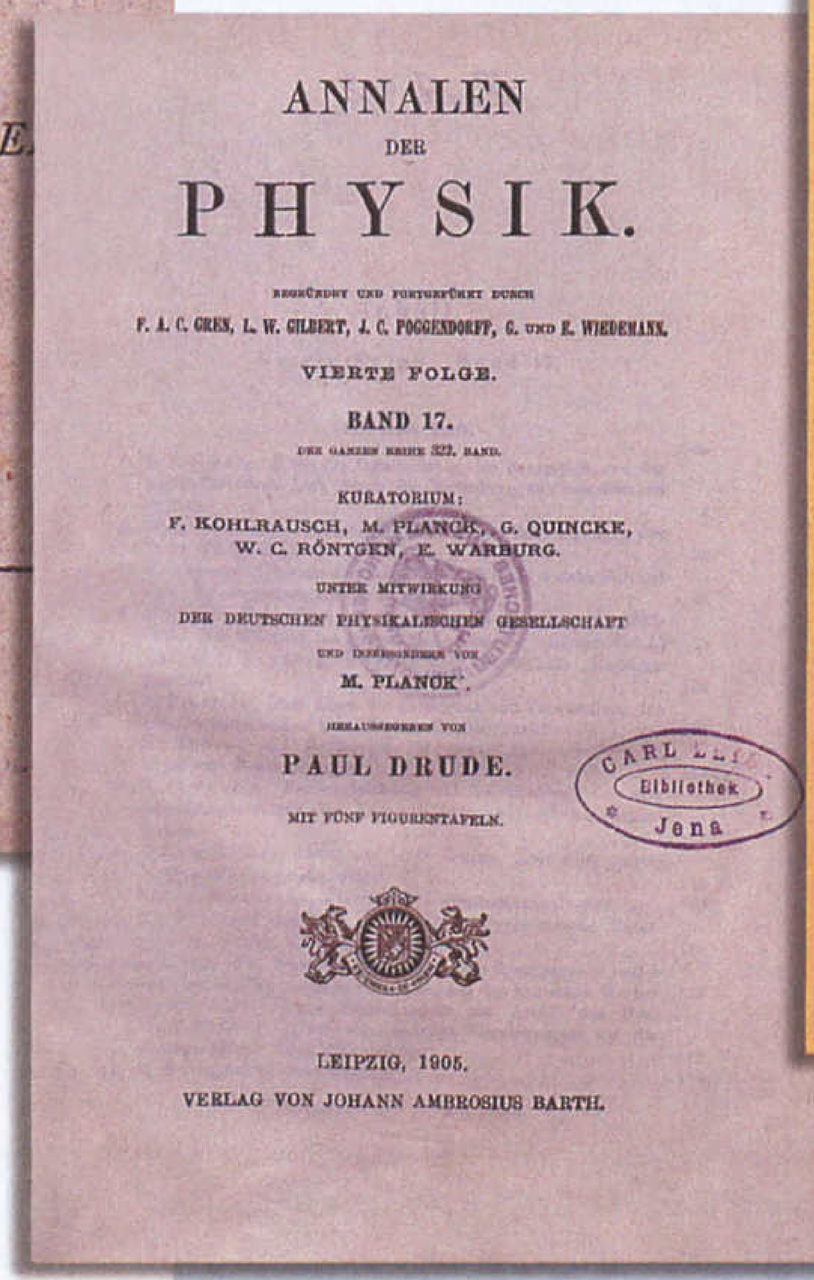
Deutsches Museum
Kerschensteiner Kolleg

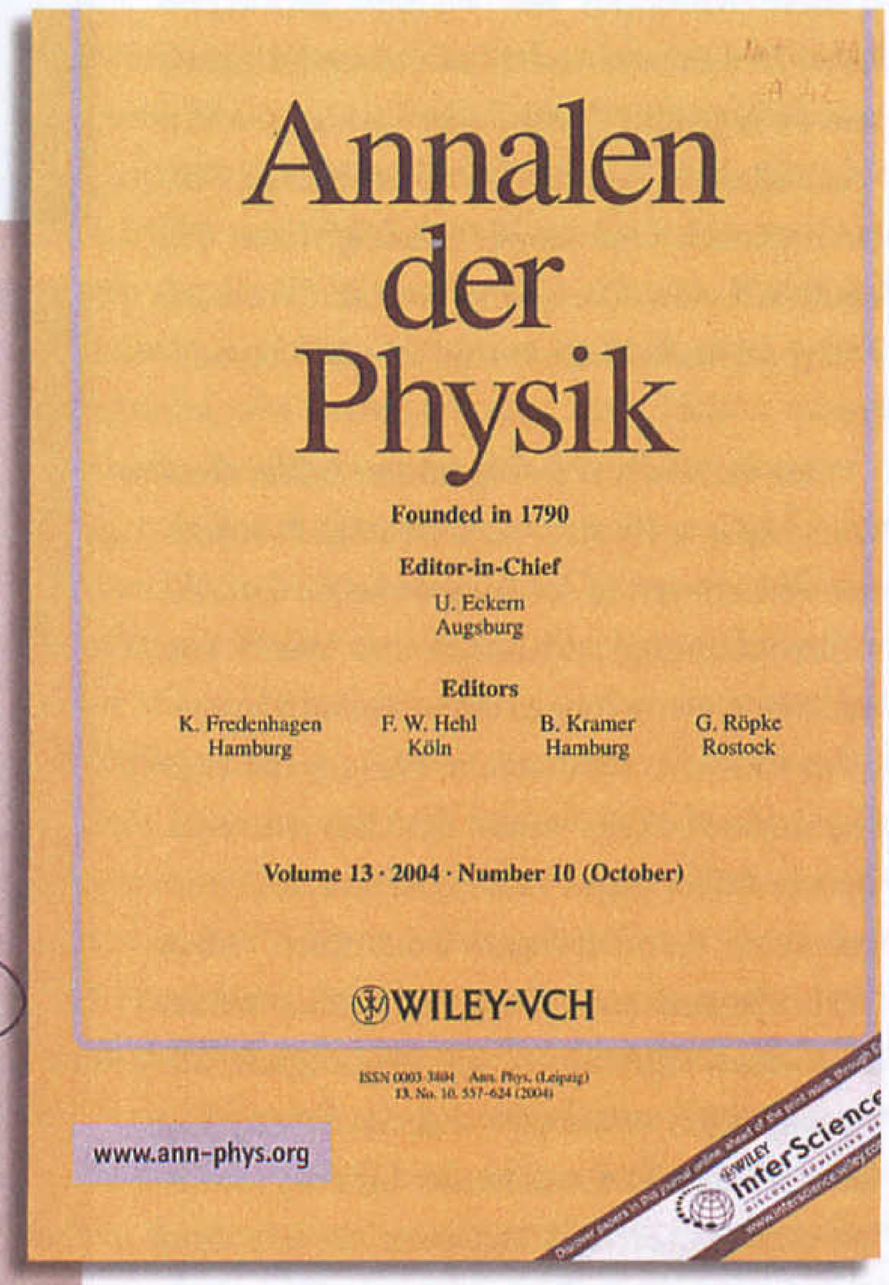
Die »Annalen der Physik«

1905 und 1916 veröffentlichte die Zeitschrift Einsteins wegweisende Artikel zur Relativitätstheorie

Von Helmut Hilz







Die »Annalen der Physik« sind eine Zeitschrift mit über 200-jähriger Tradition. Die Abbildungen zeigen die Titelblätter aus den Jahren 1790, 1905 und 2004.

Die »Annalen der Physik«, die nahezu vollständig in der Bibliothek des Deutschen Museums vorhanden sind, spielen für Albert Einsteins Werk eine zentrale Rolle. Wie seine private Korrespondenz belegt, war er ein eifriger Leser der »Annalen«, die ihm schon zur Studienzeit einen Zugang zur modernen physikalischen Forschung boten. Diese Beziehung verfestigte sich, als Einstein 1904 zu einem Mitarbeiter der »Beiblätter« wurde und für diese Besprechungen naturwissenschaftlicher Aufsätze und Bücher verfasste. Die »Annalen« waren zugleich Einsteins wichtigstes Publikationsorgan; in keiner anderen Zeitschrift hat er mehr publiziert. Fast 50 Beiträge innerhalb von rund 30 Jahren. Zwei davon haben die Physik des 20. Jahrhunderts ganz wesentlich geprägt: im Frühjahr 1905 erschien zunächst mit »Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt« ein wichtiger Beitrag zur Quantentheorie; und schon im Juni folgte mit »Zur Elektrodynamik bewegter Körper« der für die Spezielle Relativitätstheorie grundlegende Artikel. Eine konsistente, zusammenfassende Darstellung der allgemeinen Relativitätstheorie lieferte Einstein 1916 ebenfalls in den »Annalen«. Die Zeitschrift, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts bereits gut hundert Jahre alt war, erscheint bis heute und gehört damit zu den traditionsreichsten physikalischen Fachzeitschriften weltweit.

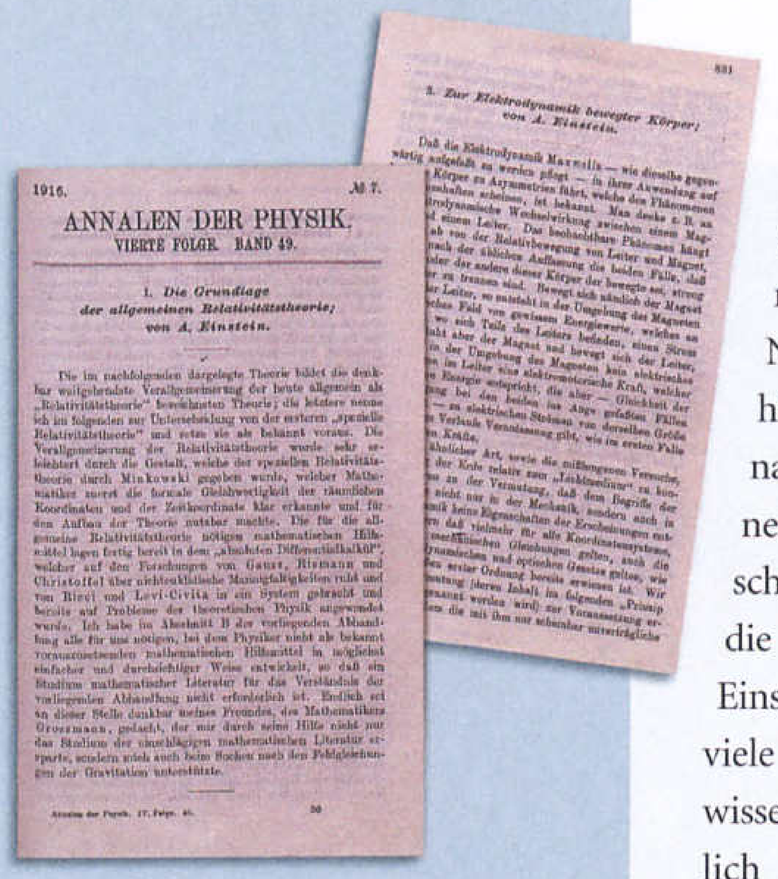
INTERNATIONALER AUSTAUSCH. Der erste Jahrgang dieser Zeitschrift erschien 1790 als »Journal der Physik«. Der Begründer war Friedrich Albrecht Carl Gren (1760–1798), Professor in Halle. Gren sah, wie sein Nachfolger Ludwig Wilhelm Gilbert (1769–1824), die Aufgabe der »Annalen der Physik« – die-

DR. HELMUT HILZ leitet die Bibliothek des Deutschen Museums.

Abbildungen: Deutsches Museum

sen Titel trägt die Zeitschrift seit 1799 – vor allem in der Vermittlung der physikalischen Forschung Frankreichs und Großbritanniens. Dort erschienen mit den »Annales de Chemie et de Physique« (seit 1789) und dem »Philosophical Magazine« (seit 1798) neuerdings ebenfalls zwei vorrangig physikalisch ausgerichtete Zeitschriften. Die »Annalen« orientierten sich an diesen Zeitschriften und brachten in erster Linie Übersetzungen. Originalarbeiten, also erstmals publizierte Forschungsergebnisse, spielen in den »Annalen« in den ersten Jahrzehnten dagegen eine geringere Rolle. Für die Entwicklung der physikalischen Forschung in Deutschland war – neben der Übersetzung ausländischer Forschungsergebnisse – aber auch die kritische Besprechung neu erschienener Bücher zur Physik und den übrigen Naturwissenschaften wichtig. Die »Annalen« trugen dadurch ganz wesentlich dazu bei, dass die physikalische Forschung in Deutschland in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts allmählich Anschluss an die internationale Entwicklung fand. Diese wichtige, häufig unterschätzte Vermittlungsfunktion erfüllten Zeitschriften aber nicht nur in der Physik. Eine ganz ähnliche Rolle spielte, um nur ein weiteres Beispiel zu nennen, »Dinglers Polytechnisches Journal« für die Technik.

WICHTIGSTE PUBLIKATION BIS 1920. Seit etwa 1840 begann sich dies merklich zu verändern: die Übersetzungen traten nun zugunsten der Originalbeiträge immer mehr in den Hintergrund und verschwanden schließlich bald fast ganz. Zwischen 1850 und 1920 liegt die Blütezeit der »Annalen«, die Zeitschrift galt als die wichtigste deutsche physikalische Zeitschrift. Die berühmten Beiträge von Rudolf Clausius und Ludwig Boltzmann erschienen darin ebenso wie die von Max Planck, Albert Einstein und Erwin Schrödinger. Die großen Arbeiten zur Wärmetheorie, zur Relativitätstheorie und zur frühen Quantentheorie sind damit vor allem dort zu finden. Bis zu Beginn der 1920er Jahre konnte die Zeitschrift ihre Vorrangstellung in der deutschsprachigen Physik behaupten, mit der seit 1920 erscheinenden »Zeitschrift für Physik« bekam sie jedoch eine ebenbürtige Konkurrenz. Die jüngere Physikergeneration – unter ihnen Max Born und Werner Heisenberg – bevorzugte für ihre Publikationen diese neue Zeitschrift.


1916. № 7.

ANNALEN DER PHYSIK.
VIERTE FOLGE. BAND 49.

1. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie;* von A. Einstein.

Die im nachfolgenden dargelegte Theorie bildet die denkbar weitgehendste Verallgemeinerung der heute allgemein als „Relativitätstheorie" bezeichneten Theorie; die letztere nenne ich im folgenden zur Unterscheidung von der ersteren „spezielle Relativitätstheorie" und setze sie als bekannt voraus. Die Verallgemeinerung der Relativitätstheorie wurde sehr erleichtert durch die Gestalt, welche der speziellen Relativitätstheorie durch Minkowski gegeben wurde, welcher Mathematiker zuerst die formale Gleichwertigkeit der räumlichen Koordinaten und der Zeitkoordinate klar erkannte und für den Aufbau der Theorie nutzbar machte. Die für die allgemeine Relativitätstheorie nötigen mathematischen Hilfsmittel lagen fertig bereit in dem „absoluten Differentialkalkül", welcher auf den Forschungen von Gauss, Riemann und Christoffel über nichteuklidische Mannigfaltigkeiten ruht und von Ricci und Levi-Civita in ein System gebracht und bereits auf Probleme der theoretischen Physik angewendet wurde. Ich habe im Abschnitt B der vorliegenden Abhandlung alle für uns nötigen, bei dem Physiker nicht als bekannt vorauszusetzenden mathematischen Hilfsmittel in möglichst einfacher und durchsichtiger Weise entwickelt, so daß ein Studium mathematischer Literatur für das Verständnis der vorliegenden Abhandlung nicht erforderlich ist. Endlich sei an dieser Stelle dankbar meines Freundes, des Mathematikers Grossmann, gedacht, der mir durch seine Hilfe nicht nur das Studium der einschlägigen mathematischen Literatur ersparte, sondern mich auch beim Suchen nach den Feldgleichungen der Gravitation unterstützte.

Annalen der Physik. IV. Folge. 49. 30

891

3. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper;* von A. Einstein.

Daß die Elektrodynamik Maxwells — wie dieselbe gegenwärtig aufgefaßt zu werden pflegt — in ihrer Anwendung auf bewegte Körper zu Asymmetrien führt, welche den Phänomenen nicht anzuhaften scheinen, ist bekannt. Man denke z. B. an die elektrodynamische Wechselwirkung zwischen einem Magneten und einem Leiter. Das beobachtbare Phänomen hängt hierbei nur ab von der Relativbewegung von Leiter und Magnet, während nach der üblichen Auffassung die beiden Fälle, daß der eine oder der andere dieser Körper der bewegte sein soll, streng voneinander zu trennen sind. Bewegt sich nämlich der Magnet und ruht der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten ein elektrisches Feld von gewissem Energiewerte, welches an denjenigen Orten, wo sich Teile des Leiters befinden, einen Strom erzeugt. Ruht aber der Magnet und bewegt sich der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten kein elektrisches Feld, dafür aber im Leiter eine elektromotorische Kraft, welcher an sich keine Energie entspricht, die aber — Gleichheit der Bewegung bei den beiden ins Auge gefaßten Fällen vorausgesetzt — zu elektrischen Strömen von derselben Größe und demselben Verlaufe Veranlassung gibt, wie im ersten Falle die elektrischen Kräfte.

Ähnlicher Art, sowie die mißlungenen Versuche, eine Bewegung der Erde relativ zum „Lichtmedium" zu konstatieren, sind die Erscheinungen, welche zu der Vermutung, daß dem Begriffe der absoluten Ruhe nicht nur in der Mechanik, sondern auch in der Optik keine Eigenschaften der Erscheinungen entsprechen, sondern daß vielmehr für alle Koordinatensysteme, für die die mechanischen Gleichungen gelten, auch die gleichen elektrodynamischen und optischen Gesetze gelten, wie dies für Größen erster Ordnung bereits erwiesen ist. Wir wollen diese Vermutung (deren Inhalt im folgenden „Prinzip der Relativität" genannt werden wird) zur Voraussetzung erheben und überdies die mit ihm nur scheinbar unverträgliche

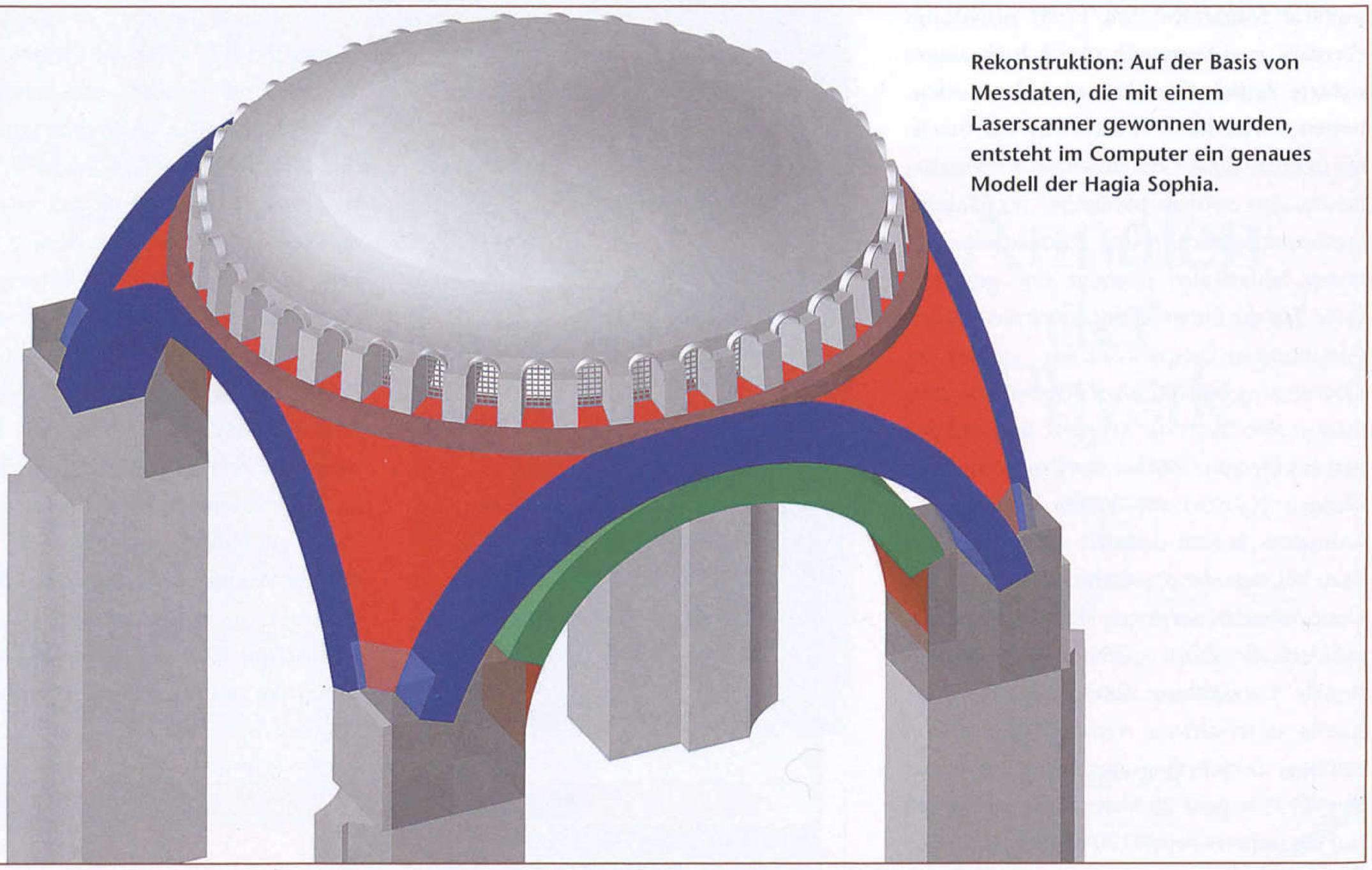
1905 veröffentlichte Einstein den für die Spezielle Relativitätstheorie grundlegenden Artikel, 1916 folgte die zusammenfassende Darstellung der Allgemeinen Relativitätstheorie. Beide erschienen in der damals bedeutendsten deutschsprachigen physikalischen Zeitschrift: den »Annalen der Physik«.

Nach 1933 blieb zwar Max Planck weiterhin der Herausgeber der »Annalen« – er nahm diese Aufgabe von 1906 bis zu seinem Tod 1947 wahr –, doch verlor die Zeitschrift einen Großteil ihrer Autoren durch die Emigration – unter ihnen auch Albert Einstein. Die »Annalen« büßten damit, wie viele andere in Deutschland erscheinende wissenschaftliche Zeitschriften, ganz erheblich an internationalem Renommee ein. Davon konnten sie sich auch nach dem Krieg nicht mehr erholen. Nach 1945 erschien die Zeitschrift, wie schon seit 1809, weiterhin im Leipziger Verlagshaus Ambrosius Barth, für westdeutsche Physiker spielte sie damit aber als Publikationsorgan eine immer geringere Rolle. Es bleibt abzuwarten, ob der 1997 erfolgte Wechsel zu Wiley, einem der bedeutendsten internationalen Wissenschaftsverlage, die »Annalen« wieder zu einem der zentralen Publikationsorgane der Physik werden lässt. ■■

Anzeige

Geometrie der Schönheit

Forscher rekonstruieren den Bauplan der Hagia Sophia



Rekonstruktion: Auf der Basis von Messdaten, die mit einem Laserscanner gewonnen wurden, entsteht im Computer ein genaues Modell der Hagia Sophia.

Mit moderner 3D-Messtechnik und CAD-Modellen wollen Forscher die Rätsel um den Entwurf und Bau des achten Weltwunders lösen. **Von Karlhorst Klotz**

Was ist es eigentlich, das der Istanbuler Hagia Sophia den Beinamen »achtes Weltwunder« einbringt? Die riesige Kuppel, die vom Zentralraum aus gesehen über dem Betrachter zu schweben scheint? Mit 33 Meter Durchmesser ist allein ihre Größe eindrucksvoll, auch wenn sie um 10 Meter kleiner ist als die schon im zweiten Jahrhundert nach Christus errichtete Kuppel des Pantheon in Rom. Nicht nur Kaiser Justinian, »Bauherr« der Hagia Sophia, war im Jahr 537 nach nur sechs Jahren Bauzeit begeistert: Die Kirche übertreffe den Tempel König Salomos, so soll sein euphorisches Urteil gelautet haben.

FASZINATION DER PROPORTIONEN. Die Formen allein aber können es nicht sein, die die Bewunderung der Zeitgenossen herausgefordert haben – alle geometrischen Elemente waren zur Entstehungszeit schon bekannt. Die Frage, welche besonderen Proportionen in der Planung und Ausführung der Hagia Sophia eine Rolle spielten, hat daher immer wieder Fantasie und Forscherdrang der Experten beflügelt. Mit moderner Messtechnik, die freilich am heutigen Erscheinungsbild des seit dem 15. Jahrhundert als Moschee und heute als Museum genutzten Gebäudes ansetzen muss, versucht Volker Hoffmann vom Institut für Kunstgeschichte der Universität Bern, sich dem ursprünglichen Plan zu nähern. Und nicht nur das: Er skizziert das Vorgehen, mit dem die byzantinischen Baumeister den vermuteten Plan mit

LASERSCANNER: PRÄZISE UND SCHNELL MESSEN

Einen großen Fortschritt bei der Vermessung auch komplexer Objekte stellen Laserscanner dar. Ein Laserstrahl überstreicht die zu vermessenden Objekte, das reflektierte Signal gibt aufgrund seiner Laufzeit Aufschluss über den Abstand der jeweils für Sekundenbruchteile vom Gerät anvisierten Punkte. In Sekundenschnelle zeigen sich am Bildschirm des angeschlossenen Notebooks »Punktwolken«, die Streifen für Streifen während des Abtastens der Oberfläche wachsen und die Messpunkte der Objekte beschreiben.

Abbildungen: Institut für Kunstgeschichte, Bern

den damaligen handwerklichen Techniken in konkrete Markierungen auf der Baustelle umsetzen konnten.

Optisch kaum wahrnehmbar, aber im Grundriss gut zu erkennen ist ein Quadrat, das zwischen den mächtigen Hauptpfeilern liegt. Nach Ansicht vieler Experten spielt es eine zentrale Rolle für die Konstruktion der Hagia Sophia. Es misst ziemlich genau 31 Meter, also 100 byzantinische Fuß, so der Schweizer Forscher, der mit einem Lasermessgerät die Abstände bislang am exaktesten vermessen hat. Zwischen die Kanten der wuchtigen Pfeiler, auf denen die Kuppel ruht, lässt sich ebenfalls ein zweites, größeres Quadrat gut einpassen. Jede seiner Kanten misst 106 byzantinische Fuß. Beide Quadrate haben das gleiche Zentrum und die gleiche Orientierung, bilden also ein Doppelquadrat mit den Seitenlängen 100 und 106.

Der Schweizer Professor für Architekturgeschichte und Denkmalpflege vermutet, dass die Baumeister dieses Doppelquadrat zu Beginn der Arbeiten besonders sorgfältig einmessen ließen, weil sich aus ihm als Keimzelle alle anderen wichtigen Messpunkte ableiten lassen. Die Außenmauern der Kirche beispielsweise konnten die Handwerker dann mit Hilfe damals üblicher Konstruktionsmethoden festlegen, indem sie einige Punkte anvisierten, Strecken zum Schnitt brachten und Kreise schlugen. Wie Hoffmann unterstreicht, stehen die Außenmauern des Gotteshauses zum Doppelquadrat in einer erstaunlichen geometrischen Beziehung: Sie bilden ein Rechteck, dessen längere Seite das 1,06fache der kürzeren misst. Das Seitenverhältnis ist also identisch mit dem Kantenverhältnis der ineinander geschachtelten Quadrate.

EINE BAUWEISE MIT FIXPUNKT. Das Besondere daran ist, dass das von Hoffmann rekonstruierte Konstruktionsverfahren dieses Seitenverhältnis keineswegs automatisch vom Doppelquadrat auf die Außenmauern überträgt. Tatsächlich stimmen die Proportionen innen und außen nur überein, wenn man von einem Doppelquadrat der Kantenlängen 106 und 100 Fuß ausgeht. Hätten die Baumeister ein engeres Doppelquadrat gewählt, etwa eines mit einem Seitenverhältnis 1,05, so hätten sie Außenmauern erhalten, deren längere Seite das 1,077fache der kürzeren misst. Umgekehrt führt ein großzügiger bemessenes Doppelquadrat mit 107 beziehungsweise 100 Fuß Seitenlänge auf Außenmauern, deren längere Rechteckseite zur kürzeren das Verhältnis 1,043 bildet. Nur das tatsächlich gewählte Doppelquadrat mit dem Seitenverhältnis 106 zu 100 reproduziert diese geometrische Relation exakt – ein »Fixpunkt« des Konstruktionsverfahrens, den die Baumeister nach Ansicht von Volker Hoffmann kannten und bewusst einsetzten.

Ob die Architekten jener Zeit tatsächlich so vorgegangen sind, kann allerdings auch moderne Messtechnik nicht beweisen. Genauigkeit allein hilft nicht weiter, denn schon während des Baues haben die Handwerker nicht immer sauber gearbeitet. Vergleiche der vier Ecken in der Hagia Sophia belegen, dass sie sich in ihrer Ausführung um bis zu etwa einem halben byzantinischen Fuß (also rund 15 Zentimeter) unterscheiden.

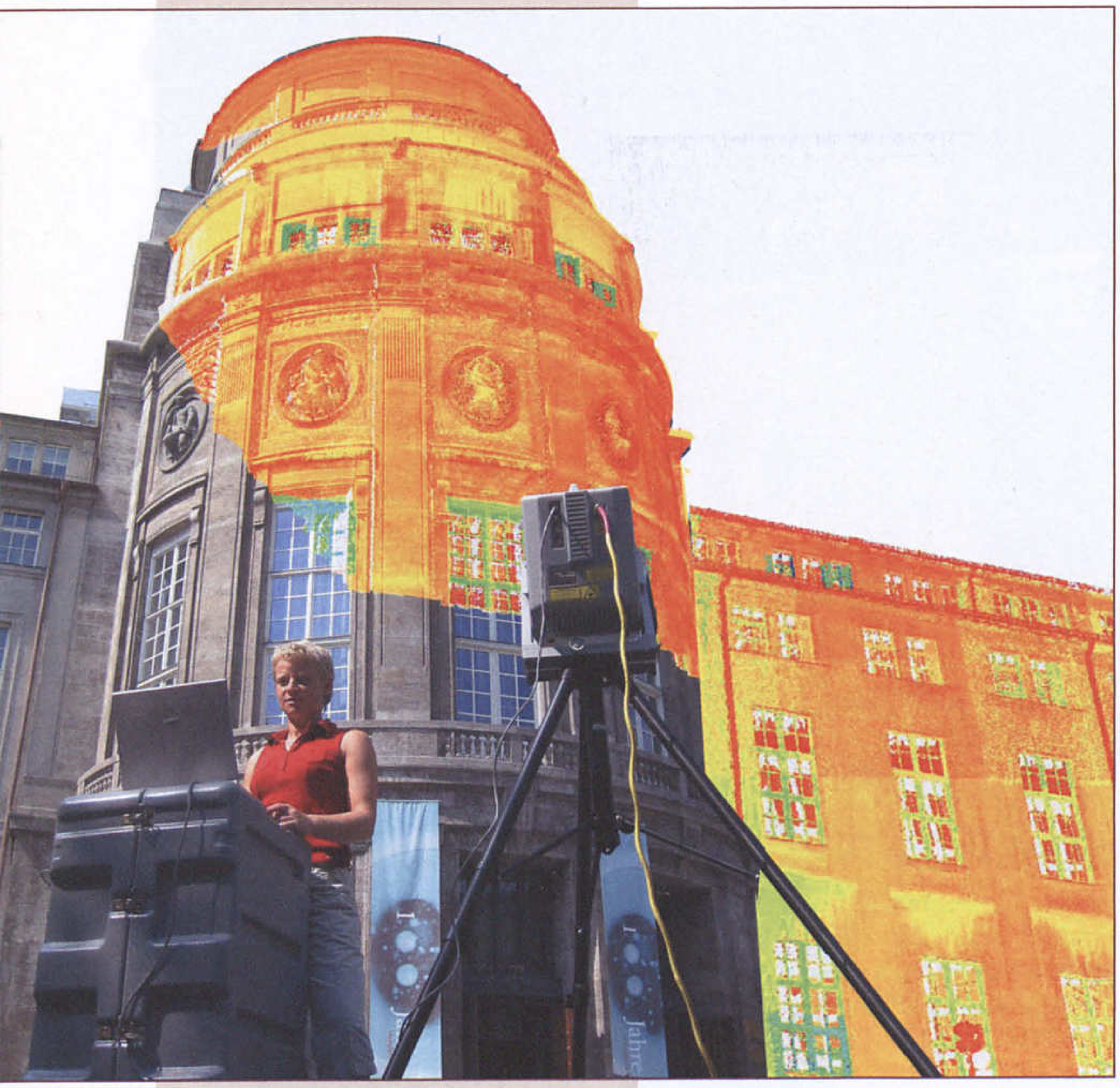
Im Gegensatz zum »Goldenen Schnitt« sei das Verhältnis von 106:100 jedoch nicht ästhetisch wirksam, sondern rein »intelligibel«, also nur durch den Intellekt zu erfassen. »Das Verhältnis hat nichts mit Schönheit zu tun«, so Volker Hoffmann. Aber das Doppelquadrat und die jeweils in die Quadrate einbeschriebe-

Architektonisches Meisterwerk: Von Scheinwerfern angestrahlt, zeigt die »Ayasofya«, wie sie im Türkischen genannt wird, auch nachts imposante Größe.

Ob mit der Zirkulation der **Doppelquadrate** das Rätsel der vor 1500 Jahren zerstörten Kuppel gelöst und die Hintergründe von Architektur und Ausführung zufriedenstellend geklärt sind, können Interessierte voraussichtlich vom 25. Mai bis 24. Juni 2005 in einer Ausstellung der Kunstbibliothek der Staatlichen Museen zu Berlin (»Entwurfsverfahren und Bauprozess der Hagia Sophia in Istanbul«) und später an anderen Orten selbst beurteilen.

Die Experten werden solche und ähnliche Hypothesen am 27. Mai 2005 im Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin auf einem Workshop diskutieren.

Abbildung: Christian Kleinert



Auch das Deutsche Museum wurde bereits mit dem Laserscanner vermessen. In 230 separaten Scans hat Dipl.-Ing. Sabine Platzdasch von der Münchner Geosys eine Rundumansicht der Fassade gewonnen – eine Arbeit von 20 Tagen, an denen sie über das Flussbett der Isar hinweg zum Teil aus mehr als 100 Meter Entfernung ein Laser-Punktraster von zwei Zentimeter Abstand über das Gemäuer legte.

nen Kreise erweisen sich auch als nützliche Ausgangsbasis, wenn es darum geht, die ursprüngliche Kuppel der Hagia Sophia zu rekonstruieren, die nur etwa zwanzig Jahre überdauerte. Sie war nach Erdbeben so schwer beschädigt, dass sie einstürzte.

Aufgrund von Zeitzeugenberichten weiß man, dass sie niedriger gewesen sein muss, was gut zu den heute noch sichtbaren Verformungen an der Ringplattform passt. Denn eine flachere Kuppelform ist in sich zwar stabiler als die aus ästhetischen Gründen oft angestrebte Halbkugel, entwickelt aber einen immensen Schub zur Seite. »Noch während der Mörtel aushärtete, haben sich die Seitenwände unter der Last der Kuppel leicht nach außen geneigt«, erklärt Johannes Deckers vom Institut für Byzantinistik, Byzantinische Kunstgeschichte und Neogräzistik der Ludwig-Maximilians-Universität München.

Wie die ursprüngliche Kuppel ausgesehen haben mag, glaubt Hoffmann ebenfalls aus dem Doppelquadrat ableiten zu können, wenn er es quasi nach oben klappt, also den Grundriss mit dem Aufriss in Beziehung setzt. Grundlegende Einsichten zu einem solchen Projektionsverfahren hat bereits im 2. Jahrhundert nach Christus der griechische Mathematiker Ptolemäus veröffentlicht. Zu Ehren dieses Buches spricht Hoffmann von »Analemma«, und in Bezug auf die Doppelquadrate von einem »Doppel-Analemma«.

WELCHE FORM HATTE DIE KUPPEL? Anstelle der eingestürzten Kuppel entstand ab dem Jahr 558 die bis heute erhaltene höhere Kuppel. Ihre Form lässt sich mit dem Doppel-Analemma recht zwanglos ableiten: Sie hat die Form des in das Quadrat mit Kantenlänge 106 einbeschriebenen Kreises. Wie der ursprüngliche Entwurf ausgesehen hatte, ist dagegen nicht sicher. Vieles spricht dafür, das Zentrum des Aufrisses in die Höhe des Kranzgesimses zu verlegen, so dass der äußerste umschreibende Kreis des 106er-Quadrats den Boden gerade berührt. Doch für eine Kuppelkonstruktion erweisen sich diese Umkreise als zu niedrig: Sie schneiden die Pfeiler zu weit unten und kommen daher als Vorlage für die Kuppel nicht in Frage.

Hoffmann vermutet, dass die Architekten noch einen weiteren Kunstgriff anwandten – nicht als Notnagel, sondern geradezu als Dokumentation ihrer mathematischen Einsichten. Denn immerhin waren mit Anthemios von Tralles und Isidoros von Milet zwei der genialsten Köpfe ihrer Zeit am Werk. Wie Hoffmann entdeckte, ergibt sich aus dem Doppel-Analemma ein Kreis, der ideal auf das Wölbgestell passt und damit die Form der ursprünglichen Kuppel vorgegeben haben könnte, wenn man die »Zirkulation des Quadrats« anwendet: Man entwirft zu den Quadraten Kreise, die den gleichen Flächeninhalt haben. Dies ist das Pendant zur bekannteren »Quadratur des Kreises« – beides Herausforderungen für die griechischen Mathematiker jener Zeit. Nimmt man also die »zu klein geratenen« umschreibenden Kreise des Doppelquadrats und zirkuliert deren umschreibende Quadrate, so schneiden die daraus entstehenden Doppelkreise das Wölbgestell genau dort, wo das Fundament der ursprünglichen Kuppel gewesen sein könnte. Wenn die Ur-Kuppel tatsächlich nach diesem Plan entstanden ist, war sie deutlich flacher und deshalb etwa 25 Fuß niedriger als die heutige.

Eine Forschergruppe der Technischen Universität Darmstadt beschäftigt sich ebenfalls mit dem Entwurf der Hagia Sophia, entwickelt jedoch völlig andere Theorien als der Schweizer Wissenschaftler. Für die Forscher um Rudolf Stichel und Helge Svenshon spiegelt sich in der Erschei-

Abbildungen: Deutsches Museum

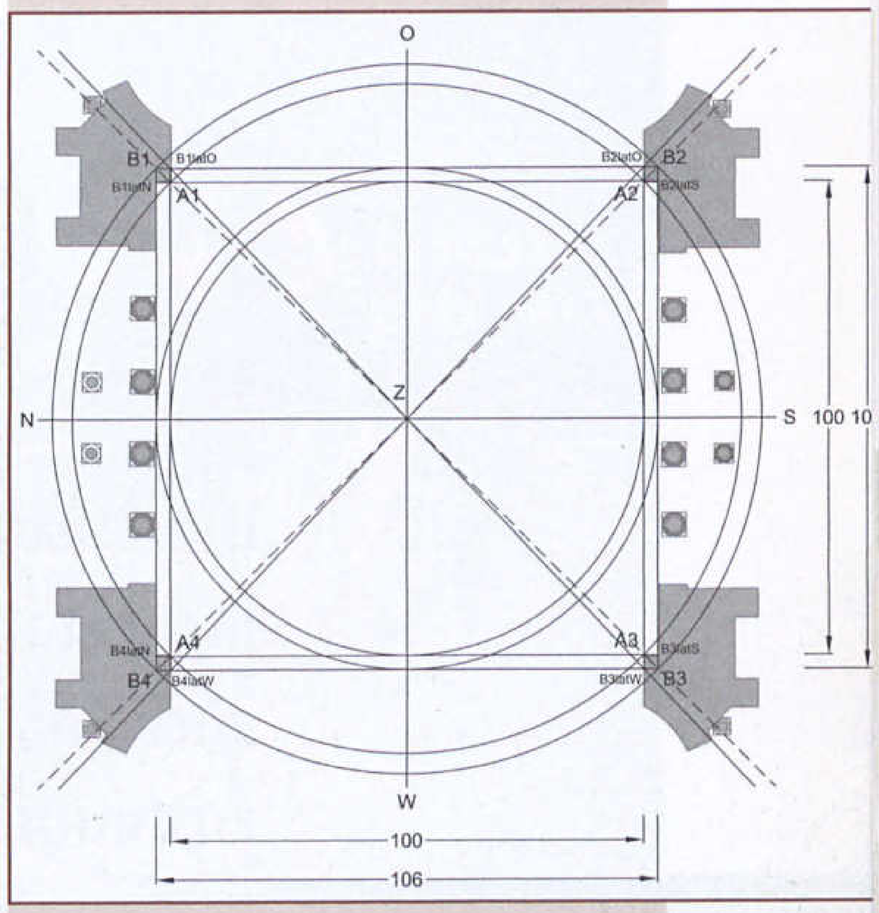
nungsform der Kirche ein einfaches Zahlensystem wider, dessen Verwendung in der Antike sie in umfangreichen Quellenstudien dokumentiert haben. Nach ihren Untersuchungen haben die Architekten der Hagia Sophia spezielle Maßzahlen verwendet, um sich den Bau zu erleichtern.

Die Darmstädter gehen ebenfalls von dem etwa 31 Meter breiten Quadrat aus, sehen darin allerdings nur eine 99 byzantinische Fuß lange Strecke, nicht 100 Fuß wie der Berner Wissenschaftler. Tatsächlich ist bis heute nicht abschließend geklärt, ob ein byzantinischer Fuß rund 31 Zentimeter gemessen hat oder eventuell doch ein paar Promille länger war. Daher sind beide Ansätze nicht völlig von der Hand zu weisen. Die Besonderheit des Darmstädter Ansatzes zeigt sich, wenn es an die Diagonale geht, die statt etwa 141,421 Fuß nun 140,007 Fuß beträgt. Beide Werte sind Näherungen an irrationale Zahlen, die durch die Multiplikation der Kantenlänge mit Wurzel aus zwei entstehen. Doch hat die zweite Länge den Vorteil, dass sie für alle praktischen Belange quasi identisch mit der leicht verwendbaren Größe von 140 Fuß ist.

Und nicht nur das: Auch in abgeleiteten geometrischen Figuren ist der aus der Verwendung ganzer statt irrationaler Zahlen entstehende Fehler praktisch bedeutungslos, wie die Darmstädter Experten ebenfalls mit Computerhilfe herausgefunden haben wollen. Eine Überprüfung der Theorie an einem CAD-Modell zeige, dass die mutmaßlich von den Architekten der Hagia Sophia verwendeten Maßzahlen vom Wandsystem bis in die komplizierten Gewölbeformen hinein schlüssig anwendbar sind, so die Wissenschaftler. Mit diesen Maßzahlen fiel die Ausführung des Baus nicht nur erheblich leichter, sie drückten gleichzeitig auch das Weltbild der Erbauer aus: »Die Hagia Sophia könne in gewisser Weise als verkleinerter und vereinfachter, aber dennoch »genauer« Nachbau des Kosmos verstanden werden«, argumentieren Stichel und Svenshon. »Indem in ihr maßliche Irrationalität, also irdische Unvollkommenheit, möglichst vermieden wird, nähert sie sich dem unerreichbaren Urbild«.

Auch der Ansatz von Volker Hoffmann bietet jedoch zuhauf Interpretationsmöglichkeiten dieser Art. Die acht für die Konstruktion der ursprünglichen Kuppel benötigten Kreise beispielsweise könnten über ihre architektonische Bedeutung hinaus gleichzeitig das Firmament plus die sieben damals bekannten Planetenbahnen symbolisieren. Eine Fülle von Deutungen im Spiegel einer Weltsicht des 6. Jahrhunderts bieten die Doppelquadrate und Kreise an: Etwa die Synthese aus griechischem Kugelmodell mit dem alttestamentarischen Würfelmodell. Die Doppelquadrate selbst lassen sich als Symbole für Kaiser und Patriarch deuten, deren weltliche und geistliche Macht damit auf eine Quelle zurückgeführt erscheint.

Welche Zeichen die Erbauer mit ihrem Werk setzen wollten, ist auch noch nach 1500 Jahren umstritten. Dass sie eine über die praktischen Notwendigkeiten hinausweisende Botschaft hinterlassen wollten, liegt jedoch nahe. Immerhin waren es einige der größten Gelehrten ihrer Zeit, die an dem der göttlichen Weisheit geweihten Bau mitgearbeitet haben. ■



Die zwischen die Stützpfeiler passenden Quadrate könnten die Keimzelle des Konstruktionsverfahrens der Hagia Sophia gewesen sein.

DR. KARLHORST KLOTZ, Dipl.-Physiker mit Promotion in Informatik, arbeitet seit über 20 Jahren als Fachjournalist und Redakteur für Wissenschaft und Technik. Darüber hinaus ist er Autor des Buches »Dr. Klotz' Computerschutz«.

Anzeige

Museum multimedial – Ton, Text, Bild, Video

Die Eyeled GmbH hat sich auf multimediale Besucherinformationssysteme mit Handheld-Computern (PDA) und Kopfhörern spezialisiert.

Mit eyeGuide begeben sich Besucher auf eine multimediale Erlebnisreise durchs Museum. Neben den Audiowiedergaben sehen sie ergänzende Informationen als Text, erklärende Grafiken oder Video-Sequenzen auf dem Display der Geräte. eyeGuide ist interaktiv, d.h. der Besucher steuert über Buttons auf den Geräten die Informationstiefe und Dauer der Führung. Durch die Eingabe von Interessenprofilen wird auf die Bedürfnisse der individuellen Besucher eingegangen, z.B. auf Kinder.
Über Infrarotbaken werden an den Exponaten automatisch die richtigen Informationen angezeigt.

Begutachtet werden kann eyeGuide unter anderem im
Überseemuseum Bremen oder im Hambacher Schloss in der Pfalz.

Kontakt: Eyeled GmbH, Saarbrücken, Fon: +49-681-30 96 110, info@eyeled.de, www.eyeled.de

Abbildungen: Überseemuseum Bremen

Reisen zur Postkutschenzeit

Die Postkutsche war im 17. und 18. Jahrhundert nicht nur für den Transport von Post, sondern auch für die Beförderung von Passagieren zuständig. Allerdings war eine solche Reise mehr Tortur als Amüsement – aufgrund der schlechten Straßenverhältnisse kamen die Postkutschen nur langsam voran. Von Manfred Vasold

Reisen war noch in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts eine sehr mühsame und zeitraubende Angelegenheit.

Abbildungen: Städtische Museen, Nürnberg; Michel Mory

Wenn vom Reisen zur Zeit der Postkutschen die Rede ist, dann gerät manch einer ins Schwärmen. Dabei war die Reise mit der Kutsche eine Tortur. Wer anderes behauptet, hat keine Ahnung. Die Reisen dauerten endlos lange, denn die Straßen waren in einem miserablen Zustand, sie waren halsbrecherisch und teuer.

Wer sich vor zweihundert Jahren, und auch noch etwas später, auf Reisen begab, musste große Mühen auf sich nehmen. Die Kutschen stießen derart, »dass Leib und Seele Gefahr liefen, voneinander getrennt zu werden«, meinte ein Zeitgenosse, der selber viel gereist war, Wilhelm von Kügelgen. Das Reisen sei »von der Art«, schrieb er weiter, »dass man bisweilen vor Schmerz laut aufschrie, und wenn der Schwager nicht an jeder Schenke angehalten hätte, so würde man es kaum ertragen haben«. Ähnliches berichteten auch andere vielgereiste Zeitgenossen, wie Mozart in seinen Briefen.

Gute Straßen werden gegen Ende des 18. Jahrhunderts ausgiebig gewürdigt, schlechte nicht, denn sie waren die Regel. »Die Verbesserung der Landstraßen« sei »eines der wichtigsten Elemente zur Völkerbeglückung«, zitierte ein deutscher Reisender Benjamin Franklin. »Dass man von guten Landstraßen auch auf eine gute Regierung schließen« könne, meinte der vielreisende Jakobiner Andreas Rebmann.

STRASSENBAU VERNACHLÄSSIGT. Um das Jahr 1800 waren die Straßen in Deutschland noch immer fürchterlich schlecht. Die deutschen Regierungen hatten den Straßenbau lange Zeit stark vernachlässigt.

Einige der absolutistischen deutschen Kleinstaaten hatten zwar schon im letzten Drittel des 18. Jahrhunderts damit begonnen, ihre Straßen zu verbessern, sie zu »Chausseen« zu machen, also zu Kunststraßen mit einem festen Untergrund aus Schotter, breit genug, den Gegenverkehr vorbeizulassen. Sie hatten zugleich an den Seiten Straßengräben angelegt, damit das Regenwasser abfließen konnte. Allein, diese Anstrengungen gingen nicht weit genug.

Im Kurfürstentum Bayern bestand Straßenzwang, das heißt, Kaufleute und andere

Die Idylle trügt: Die Reise in der Postkutsche war kein bisschen erholsam.

Späte Reiselust

Heute zählen die Deutschen zu den reiselustigsten Völkern der Erde, aber um das Jahr 1800 blieben sie lieber in ihren Städtchen, statt draußen in der Welt herumzureisen. Wer dreißig Meilen von seinem Heimatort entfernt gewesen war, galt als ein wahrer »Odysseus«, behauptet die Dichterin Annette von Droste-Hülshoff. »Die Reiselust«, schreibt der Königsberger Hirnforscher Karl Friedrich Burdach (1776–1847) in seinem »Rückblick auf mein Leben«, sei zu Beginn des 19. Jahrhunderts »ein noch unentdekkter Trieb; man sagt, wer damals Berlin zu besuchen willens gewesen sei, der habe zuvor sein Testament gemacht, und wer die Reise dorthin zurückgelegt habe, sei als eine merkwürdige Person betrachtet worden«.

Reisende mussten sich auf bestimmten, ihnen vorgeschriebenen Straßen bewegen. Es gab zweierlei Arten: die Vicinal- oder Nachbarschaftsstraßen, für sie hatten die Gemeinden aufzukommen; und die öffentlichen Land-, Heer- oder Commerzialstraßen, welche die Städte und Märkte miteinander verbanden und an denen die Zollstätten lagen. Diese öffentlichen Landstraßen unterstanden der landesherrlichen Obrigkeit. Staatliche Maut- und Akziseämter waren für ihre Instandhaltung zuständig. Die Mautner und Zöllner mussten zweimal im Jahr diese Landstraßen innerhalb ihres Bezirkes abreiten und auf Mängel hin untersuchen. Ihre Instandsetzung oblag dem Landesherrn, dem Kurfürsten. Finanziert wurden sie aus den Wegegeldern der Benützer.

ACHSBRUCH NÄHRT ANWOHNER. Der Ausbau und die Bewahrung der Straßen war eine Quelle ständiger Streitigkeiten zwischen dem Landesherrn und den Leuten, die an diesen Straßen lebten. Die Anwohner waren nämlich nicht sonderlich daran interessiert, diese Straßen in einem guten Zustand zu halten: Im Gegenteil, je schlechter die Straße war – oder etwas anders gesagt: je häufiger ein Fahrzeug mit einem Achsenbruch liegen blieb –, desto besser für sie. Das verschaffte Drechslern und Wagenmachern einen Verdienst. Wirtsleute konnten den verunglückten Reisenden Speisen und Getränke verkaufen und ihnen ein Nachtlager anbieten, und die Bauern in der Nachbarschaft konnten ihre Pferde

DAUER EINER REISE (MIT DER KUTSCHE) IN STUNDEN

Strecke	Entfernung	in den Jahren 1650	1782	1814	1854*
Paris-Lille	219 km	105 h	42 h	34 h	4 h 50
Paris-Genf	506 km	245 h	158 h	75 h	19 h 51
Paris-Nizza	933 km	438 h	221 h	140 h	65 h 30
Paris-Toulouse	679 km	330 h	198 h	104 h	31 h 15

*Eisenbahn

PREIS EINER REISE VON PARIS NACH TOULOUSE (BAHN: 713 KM)

Transportmittel	Jahr	Realpreis (Stundenlohn)
Berline (4 Reisende, 4 Pferde, 2 Postillione)	1725/55	9580 Arbeitsstunden
	1756/90	7460 Arbeitsstunden
	1840	3340 Arbeitsstunden
Eisenbahn (3. Klasse)	1841	230 Arbeitsstunden
	1910	106 Arbeitsstunden
	1955	27 Arbeitsstunden

(Quelle: J.-A. Lesourd u. Cl. Gérard, Nouvelle Historie économique. Bd. 1: Le XIXe siècle, Paris 1976.

DR. PHIL. MANFRED VASOLD
arbeitet als freiberuflicher Historiker und Buchautor vor allem im Bereich der Sozial- und Medizingeschichte. Sein letztes Buch handelt von der Pest (Theiss Verlag 2001).

als Vorspann zum Herausziehen festgefahrener Wagen zur Verfügung stellen. Das brachte Arbeit und Brot.

Reisen war zeitraubend und daher auch sehr teuer [siehe nebenstehende Tabelle]. Von Napoleons Soldaten heißt es gelegentlich, sie seien nicht wesentlich schneller vorangekommen als achtzehnhundert Jahre früher die Truppen Julius Cäsars. Das ist im Wesentlichen richtig. Für Kutschen traf dies nicht ganz zu: Die Reisegeschwindigkeit der Kutschen nahm im Lauf der Zeit langsam zu. Das hat eher mit der Straße zu tun als mit der Kutsche oder den Zugtieren. So preschte eine Kutsche, Informationen des Postmuseums von Amboise zufolge, im 17. Jahrhundert mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 2,2 Stundenkilometern durch die Lande, gegen Ende des 18. Jahrhunderts erreichte sie 3,4 und wiederum einige Jahre später, 1814, am Ende der Napoleonischen Kriege, fuhr sie mit der atemberaubenden Geschwindigkeit von 4,3 Stundenkilometern. 1830 fuhr die Kutsche in Frankreich 6,5 Stundenkilometer. Danach scheint ihre Konkurrentin, die Eisenbahn, sie noch mehr angetrieben zu haben, denn sie fuhr im Jahr der Revolution von 1848 nunmehr mit sage und schreibe 9,5 Stundenkilometern durch die Lande.

EINE HALBE EWIGKEIT UNTERWEGS. Reisen kostete auch zu Beginn des 19. Jahrhunderts noch immer sehr viel Zeit. Wer beispielsweise im Jahr 1829 von Berlin nach Swinemünde an die Ostsee reiste, war 26 Stunden unterwegs. Und wer gar von Berlin nach Königsberg wollte, der brauchte dazu eine ganze Woche, eine halbe Ewigkeit. Da konnte man den kürzeren Weg entlang der Ostsee nehmen, der betrug 77,5 preußische Meilen, oder den über Bromberg, da waren es 85,25 Meilen. Wenn man Berlin am Montagvormittag verließ, traf man am Samstagmorgen um 10 Uhr endlich an seinem Bestimmungsort ein. Das bedeutete eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 5,35 Stundenkilometern. Die Reise von Berlin nach Köln dauerte noch einen ganzen Tag länger, weil die Fahrt durch die Mittelgebirge das Tempo drosselte, die Kutsche konnte im Durchschnitt nur mit 4,34 Stundenkilometern dahinsausen.

Nicht jedem war indessen an noch größerer Reisegeschwindigkeit gelegen, gerade die alte Obrigkeit versprach sich davon nur Unrast. Der preußische König Friedrich Wilhelm III. entgegnete auf den Vorschlag, zwischen Potsdam und Berlin eine Eisenbahnverbindung einzurichten, er könne sich »keine große Seligkeit davon versprechen, ein paar Stunden früher in Berlin oder Potsdam zu sein«. Und der König von Hannover, Ernst-August, versagte dem neuen Verkehrsmittel seine Zustimmung mit den Worten: »Ich will nicht, dass jeder Schuster und Schneider so rasch reisen kann, wie ich.« Zu Beginn des 19. Jahrhunderts, nur wenige Jahrzehnte vor Einführung der Eisenbahn, waren die Verkehrsverhältnisse in Deutschland noch immer miserabel. Von den Straßen, die im Jahr 1800 auf Berlin zustrebten, waren nur die aus Potsdam und aus Charlottenburg kommenden zu Chausseen ausgebaut, alle übrigen waren unbefestigte Sandpisten ohne jeden Unterbau. Nach starken Regengüssen verwandelten sie sich in Sümpfe. Die Kutschen versanken auf diesen Straßen ins Uferlose, sie blieben im Morast stecken. Oft genug war es nicht einmal einem tüchtigen Vorspann möglich, sie aus dem Sumpf herauszuziehen.

Die Einführung der technisch weit überlegenen Eisenbahn läutete schließlich das Ende der Postkutschen-Ära ein. Die niedrige Geschwindigkeit sowie die hohen Betriebskosten machten die Postkutschen unrentabel. In England fuhren die letzten Postkutschen bis 1905; am 29. September 1923 stellt die letzte Postkutsche in Hannover ihren Betrieb ein. ■

Abbildung: Nancy Louie

Historische Galerie

Gedenktage technischer Kultur: April–Juni 2005

Sigfrid und Manfred von Weiher

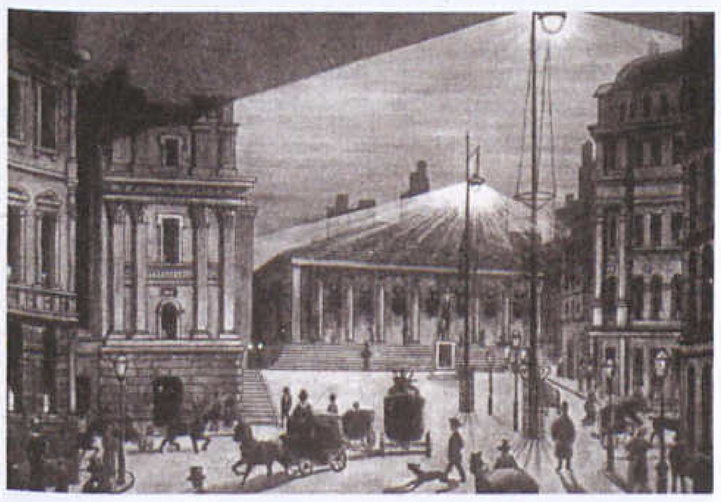
4. 4. 1905

In Ixelles bei Brüssel stirbt der belgische Künstler Constantine Emile **Meunier**. Mit ausdrucksstarken **Radierungen, Gemälden und Skulpturen** setzt er dem schweren Leben der Fabrikarbeiter, Hütten- und Bergmänner seiner Epoche künstlerische Denkmäler in einer Zeit, die die sozialrealistische Darstellung inhumaner Begleitumstände der Industrialisierung nicht als »Kunst« gelten lässt.

5. 4. 1855

In Magdeburg wird Maximilian **Reichel** geboren, der sich als Branddirektor in Hannover und Berlin erfolgreich für die Technisierung des Feuerlöschwesens einsetzt. 1902, als Löschfahrzeuge noch von Pferden gezogen werden, stellt er den **ersten automobilen Feuerlöschzug** Deutschlands in Dienst.

7. 4. 1880



Die selbstregulierende **Bogenlampe** nach Krizik wird patentiert und durch die Nürnberger Firma Schuckert in die Elektrotechnik eingeführt. Das Bogenlicht wird fortan zum maßgeblichen elektrischen Leuchtkörper, bis die Glühlampe ihren Siegeszug beginnt.

13. 4. 1730

In Pomarolo, Tirol, wird der Naturforscher Felice **Fontana** geboren. 1755 gibt er das Fadenkreuz aus Spinnfäden an und bestimmt 1774 die Verteilung des Sauerstoffes in der Atmosphäre. 1777 entdeckt er das bis heute z. B. in Aktivkohle-Filteranlagen genutzte Absorptionsvermögen von Kohle und 1780 das zur Erzeugung von Methanol und Kohlenwasserstoffen angewandte **Wassergas**.

13. 4. 1905

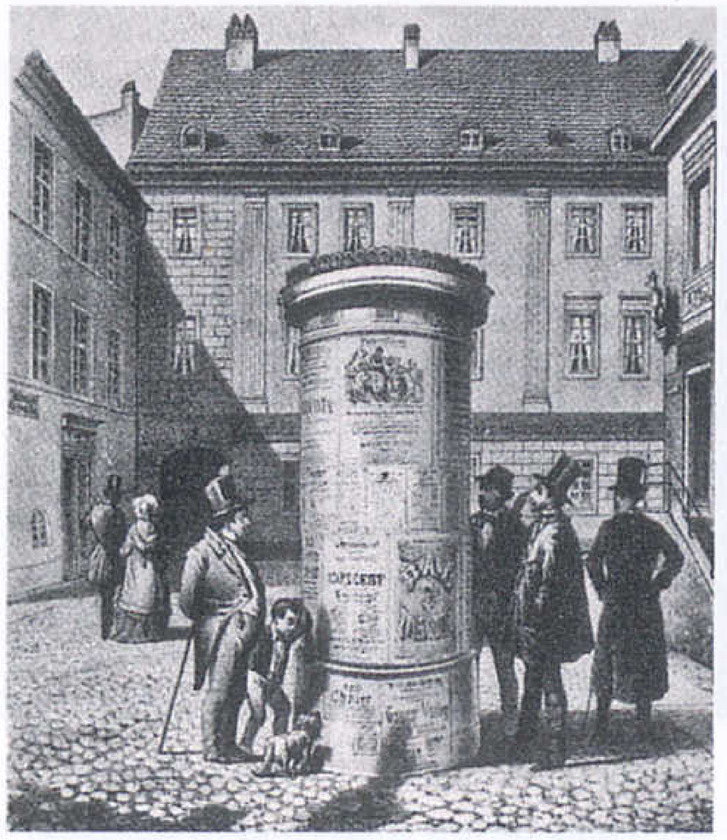
In Meudon bei Paris stirbt der französische Ingenieuroberst Charles **Renard**, der sich seit 1873 wissenschaftlich und praktisch mit den Grundlagen der Luftfahrt befasste. 1884/85 gelangen ihm mit seinem elektrisch angetriebenen 50 m langen **Luftschiff »La France«** mehrere Zielfahrten.

18. 4. 1955

In Princetown, USA, stirbt der Physiker Albert **Einstein**, Schöpfer der speziellen (1905) und der allgemeinen **Relativitätstheorie** (1916), der 1921 für seinen Beitrag zum photoelektrischen Effekt den Nobelpreis für Physik erhält. Wechselwirkungen zwischen Körpern, vordem den Gravitationskräften zugeschrieben, erklärt Einsteins Relativitätstheorie als Einwirkung der Körper auf die Geometrie der »Raum-Zeit«. Eine Sonnenfinsternis von 1919 bestätigt eindrucksvoll die mit dieser Theorie vorhergesagte Beugung des Sternenlichts in der Nähe großer, schwerer Körper wie der Sonne. Obschon Einstein mit seinem Brief an Präsident Roosevelt den Anstoß für den Bau der ersten amerikanischen Atombombe gibt, vertritt er lebenslang engagiert pazifistische Ideale. Nach 1945 setzt er sich für internationale Abrüstung und die Einsetzung einer Weltregierung ein.

20. 4. 1855

In Berlin legt der Buchdrucker Ernst Theodor **Lifaß** das Fundament zur ersten Plakat-Anschlagsäule Deutschlands, die als Neuheit betrachtet und seitdem **Litfass-Säule** genannt wird. Tatsächlich nahm aber der Engländer Harris bereits 1824 ein Patent auf eine Plakatsäule, die drehbar und von innen zu beleuchten ist.



21. 4. 1730

In Gent stirbt der flämische Chirurg Jan **Palfyn**, dem 1721 eine bedeutende konstruktive Verbesserung der **Geburtszange** gelang und der dadurch die Zangengeburt als gynäkologischen Eingriff salonfähig machte.

22. 4. 1805

In Dreieichenhain, Hessen, wird Johann Philipp **Holzmann** geboren. 1849 gründet er in Sprendlingen bei Frankfurt eine Bauunternehmung, die sich zunächst im Eisenbahnbau, später auch im Wasser-, Hoch- und Tiefbau profiliert (Amsterdamer Hauptbahnhof 1882, Alte Oper Frankfurt, Justizpalast München). Durch internationale Aufträge (Eisenbahnbau in Ostafrika, Großprojekte in Südamerika) avanciert die **Philipp Holzmann AG** im 20. Jhd. zum größten Baukonzern Deutschlands, kann jedoch ihre Überschuldung auch nach einem großzügigen Sanierungsversuch 1999 nicht überwinden und meldet im März 2002 Insolvenz an.

23. 4. 1780

In Kassel wird Carl Anton **Henschel** als Sohn einer alten hessischen Glockengießer-Familie geboren. 1817 tritt er in das väterliche Geschäft ein, das sich unter seinem Einfluss dem **Maschi-**

Historische Galerie

Gedenktage technischer Kultur: April–Juni 2005

Sigfrid und Manfred von Weiher

nenbau zuwendet. Besonders der Förderung des unzulänglichen Verkehrswesens verschrieben, arbeitet Henschel aktiv und mit großem Erfolg an der Einführung der Eisenbahn in Deutschland mit. 1848 verlässt der »Drache« seine Kasseler Fabrik, Henschels erste Lokomotive. Sein Sohn und Enkel führen das schnell wachsende Unternehmen erfolgreich weiter, das bis heute als Henschel Industrietechnik GmbH im Großraum Kassel ein renommierter Arbeitgeber ist.

24. 4. 1730

James **Perry** nimmt in London ein britisches Patent auf die **elastische Stahl-Schreibfeder**, die über ein Mittelloch bzw. 2 – 4 vom Spalt auslaufende Schlitze verfügt. Erst mit dieser entscheidenden Verbesserung beginnt die Stahl-Schwingfeder, die auch im modernen Füllfederhalter zum Einsatz kommt, den alten Gänsekiel zu verdrängen.

25. 4. 1330

Kaiser Ludwig IV. erweitert das **Messe-Privileg der Stadt Frankfurt** a. M., indem er gestattet, dass künftig neben der Herbstmesse noch eine zusätzliche Handelsmesse zur Fastenzeit abgehalten werden darf. Eine erste wichtige Weichenstellung auf dem Weg zum späteren Industrie-, Finanz- und Handelszentrum unserer Tage.

3. 5. 1830

In Drayton Park, Staffordshire/England stirbt der englische Fabrikant Sir Robert **Peel**, Begründer der **Baumwollindustrie** in England.

3. 5. 1980

Mit der Besetzung des Geländes der geplanten Wiederaufbereitungsanlage für Kernbrennstäbe in **Gorleben** durch Kernkraftgegner erreicht die deutsche **Antikernkraft-Bewegung** gut ein Jahr nach dem Reaktorunfall von Harrisburg einen neuen Höhepunkt.

4. 5. 1655

In Padua wird Bartolomeo **Christofori** geboren, der den Tasten-Instrumentenbau ab1709 durch seine **Hammermechanik** bereichert. Diese erlaubt es dem Spieler, durch stärkeren oder schwächeren Tastenanschlag lauter oder leiser zu spielen und ermöglicht so die Konstruktion eines neuen Musikinstrumentes, des »Hammer-Clavicords«, die Frühform des modernen Klaviers.

6. 5. 1880

In Barmen, heute Ortsteil von Wuppertal, stirbt der Chemiker und Industrielle Friedrich **Bayer**. 1863 gründet er gemeinsam mit Weskott eine Anilinfarben-Fabrik. Diese wird zur Keimzelle des mächtigen IG-Farben-Konzerns, aus dem nach 1945 die heutige **Bayer AG** hervorgeht, ein führendes deutsches Chemie- und Pharmaunternehmen mit (2003) 115 000 Mitarbeitern in aller Welt und einem Jahresumsatz von 28,6 Milliarden Euro.

7. 5. 1855

Als Sohn eines Erzgießers wird in München Oskar **von Miller** geboren. In der Frühzeit der Elektrotechnik leistet er bedeutende Pionierarbeit, wirkt 1891 maßgebend mit bei der ersten großen Drehstrom-Kraftübertragung zwischen Lauffen am Neckar und Frankfurt/Main und erschließt die Wasserkräfte seiner bayerischen Heimat für die Elektrizitätsgewinnung. Er gilt als Schöpfer der Großraum-Verbundwirtschaft, die heute eine einheitliche Energieversorgung über Landesgrenzen hinweg sicherstellt. Mit der **Gründung des »Deutschen Museums** von Meisterwerken der Naturwissenschaften und der Technik« 1903 setzt sich von Miller ein lebendiges Denkmal.

9. 5. 1805

In Weimar stirbt Friedrich von **Schiller**. Die Vorarbeit zu seinem »Lied von der Glocke« beginnt er 1797 mit dem eingehenden Studium der betreffenden Kapitel in Krünitz' technologischer Enzyklopädie. Auch in seinen Gedichten »Der Taucher« und **»Der Gang zum Eisenhammer«** greift der große Dichter im Zeichen der heraufziehenden Industriellen Revolution technische Motive des sich rasch wandelnden Handwerks auf.

11. 5. 1830

In Paris stirbt Friedrich Albert **Winzer**, der aus Braunschweig stammende Pionier der öffentlichen Gasbeleuchtung. 1804 nimmt er in England das erste Patent zur Erzeugung von **Gas für städtische Beleuchtung**. Die Ausleuchtung

Abbildungen: Privatsammlung von Weiher (S.55); Deutsches Museum

öffentlicher Plätze und Straßen in den Metropolen Europas mit Gaslaternen setzt sich zunächst nur zögernd durch und wird erst gegen Ausgang des 19. Jhds. allgemeiner Standard.

17. 5. 1930

Der 35-jährige Astronom, Schriftsteller und Raketenforscher Maximilian **Valier** verunglückt tödlich in Britz bei Berlin. Valier, stets begeistert der Raumfahrt verschrieben, testete die praktische Anwendung des Rückstoßprinzips in verschiedensten **Raketenfahrzeugen** (Rennwagen, Fluggeräten) und sammelte bei mutigen Versuchsreihen wertvolle Erfahrungen, bis er selbst das erste Opfer der jungen Wissenschaft wurde.

23.5. 1980

In Kourou, Französisch-Guyana, misslingt der zweite Teststart der europäischen **Trägerrakete »Ariane«**.

2.6.1955

Der Bau einer **»künstlichen Insel«** vor der US-Küste wird vollendet, die als Radarstation dient.

6.6.1980

Durch einen technischen Defekt wird in den USA kurzzeitig **Atomalarm ausgelöst**. Ein atomarer »Gegenschlag« kann verhindert werden, doch führt diese Beinahe-Katastrophe einer aufgeschreckten Öffentlichkeit die enormen Risiken eines unbeabsichtigten Atomkrieges drastisch vor Augen.

19. 5. 1855

Gaetano **Bonelli**, Generaldirektor der sardinischen Telegraphen-Gesellschaft, gelingt auf der Bahnstrecke Turin – Tusarello die erste erfolgreiche **elektrische Nachrichtenübermittlung** auf eine fahrende Lokomotive.

19. 5. 1855

In Augsburg stirbt Johann Gottfried **Dingler**. Er erkannte schon früh die große **Bedeutung der Industrialisierung** und mahnte die deutschen Staaten mit großer Beharrlichkeit, den technologischen Fortschritt insbesondere Englands aufzuholen. Dazu vermittelte er in seiner 1819 gegründeten, bald weit verbreiteten Zeitschrift »Dinglers Polytechnisches Journal« deutschen Ingenieuren recht anschaulich die neuesten technischen Fortschritte des In- und Auslands.

9.6.1830

In Kolditz, Sachsen, stirbt Johann Gotthilf **Probst**. Als ehemaliger Seilerlehrling wendet er sich der Schriftstellerei zu, wird Gelehrter und 1806 Direktor einer Arbeitsschule. Er lernt die besonderen Nöte der Lehrlinge und Handwerksburschen seiner Zeit selbst hautnah kennen und berichtet darüber ab 1790 in einer besonderen Schriftenreihe, die als sozialkritisches Zeitdokument sichtbar macht, welche gravierenden **sozialen Missstände** den Handwerkerstand bereits am Vorabend der Industriellen Revolution entrechten.

12.6.1930

Todestag des Nahrungsmittelchemikers Karl **Wimmer**, der vor genau 100 Jahren den entcoffeinierten Kaffee unter dem Markennamen **»Kaffee Haag«** erfolgreich einführte.

16.6.1930

Anlässlich der zweiten **Weltkraftkonferenz** kommt erstmals im Rahmen einer internationalen Tagung die von der Fa. Siemens & Halske eingerichtete **Mehrsprachenanlage** zum Einsatz, mit der die Fachreferate erfolgreich in die Landessprachen der Hauptteilnehmer-Staaten übersetzt und übertragen werden können: hiermit beginnt die moderne Konferenztechnik.

17.6.1805

In Friedrichroda, Thüringen, wird Christian Friedrich Ludwig **Buschmann** geboren. Bereits mit 16 Jahren stellt er sein Musikinstrument »Aura« vor, das alle konstruktiven Merkmale der **Mundharmonika** in sich vereinigt. Wenig später entwickelt er die »Handäoline«, das Vorbild der heutigen Handharmonika.

17.6.1880

Auf den Stufen des Capitols in Washington stirbt der Schweizer Johann August **Sutter**, der ab 1839 den landwirtschaftlichen und **technologischen Aufschwung Kaliforniens** begründete. Im noch weitgehend unkultivierten fernen Westen ließ er die ersten Straßen und Kanäle anlegen, setzte moderne Dampfmaschinen ein und pflanzte auf dem fruchtbaren Nährboden den ersten Wein. Das 1847 an der San Francisco-Bay gefundene erste kalifornische Gold lockte gewaltige Auswandererströme in sein Land.

23.6.1955

Das deutsch-österreichische **Kraftwerk Jochenstein** an der Donau geht ans Netz. Es gilt als leistungsstärkstes Wasserkraftwerk Europas.

+++ 19. April 2005 bis 6. Januar 2006 **OSKAR VON MILLER** (1855-1934)

»KULTURSOMMER« IM DEUTSCHEN MUSEUM

Das Deutsche Museum präsentiert sich anlässlich der Bundesgartenschau mit Konzert und Ausstellung.

»Perspektivenwechsel« lautet das Motto der Bundesgartenschau 2005, die vom 28. April bis 9. Oktober in München stattfindet. Dieses Motto haben sich auch die Münchner Kulturinstitutionen auf die Fahnen geschrieben und ein abwechslungsreiches Kulturprogramm zur BUGA entwickelt. Theateraufführungen, Oper, Ballett, Schauspiel, Ausstellungen und Konzerte setzen sich mit den Themen Stadt und Garten, Kultur und Natur auseinander und machen sie aus unterschiedlichen Perspektiven erlebbar. Die Veranstaltungen des »Kultursommers« finden in den Museen, Opernhäusern und Theatern statt, aber auch auf dem Gelände der BUGA in Riem, und schlagen somit gleichsam eine Brücke zwischen Innenstadt und Ausstellungsgelände. Das Deutsche Museum präsentiert sich mit Konzert und Ausstellung, darüber hinaus ist es Partner der Ausstellung »Wasser« in der Hypo-Kunsthalle. *S. Hansky*

Eine besondere Attraktion ist das Spielwerk mit Vogelstimmen, dessen Signale auf Kurvenscheiben gespeichert sind. (Detailaufnahme, Paris um 1870)

Vögel singen und fliegen, Schmetterlinge flattern und ein sich drehender Glasstab imitiert täuschend einen Wasserfall.

LERCHE ODER NACHTIGALL?

Vorgezwitscher auf die BUGA 2005 im Deutschen Museum

Vogelführung in den Isarauen und ein außergewöhnliches Konzert mit dem Ensemble »Rosignolo« in der Musikinstrumentenausstellung

Seit jeher versuchen Dichter, Komponisten und Instrumentenbauer, den Gesang der Vögel in die Welt der Kunst zu übertragen. Das Deutsche Museum lädt am 17. April 2005 zu einem außergewöhnlichen Vormittag, an dem sowohl die Originalstimmen, als auch deren künstlerische Kopien erklingen: Es beginnt mit einer Führung des Landesbundes für Vogelschutz in den Isarauen. Hier können Sie dem morgendlichen Gesang der heimischen, aus dem Volkslied bekannten Singvögel »Amsel, Drossel, Fink und Star« lauschen. Im anschließenden Konzert mit dem jungen Münchner Ensemble »Rosignolo« – »Nachtigall« – werden unterschiedliche Vogelstimmen durch Instrumente zum Leben erweckt. Blockflöte, Gesang, Viola da Gamba, Orgel, Cembalo und die berühmten Musikautomaten des Deutschen Museums lassen Werke aus Barock und Moderne erklingen. *S. Hansky*

PROGRAMM

9 Uhr
Vogelführung mit dem Landesbund für Vogelschutz e.V.
Treffpunkt: Haupteingang des Deutschen Museums
ca. 10.30 Uhr
Imbiss im Museum
11.15 Uhr
Konzert in der Musikinstrumentenausstellung
Kosten
Führung 5 Euro, Mitglieder LBV 3 Euro, Kinder unter 6 frei
Konzert und Eintritt ins Museum 7,50 Euro, Kinder unter 6 frei
Reservierung: Telefon: 089/2179-475; s.hansky@deutsches-museum.de

Abbildungen: Deutsches Museum

5. Mai bis 30. Dezember **ABENTEUER DER ERKENNTNIS.** Albert Einstein und die Physik des 20. Jahrhunderts +++

+++ 9. Juni bis 31. Juli **TULPEN UND KARTOFFELN** Der Garten im Spiegel der Literatur aus fünf Jahrhunderten+++

TULPEN UND KARTOFFELN

Der Garten im Spiegel der Literatur
aus fünf Jahrhunderten
Sonderausstellung in der Bibliothek des Deutschen Museums

Zur Bundesgartenschau präsentiert die Bibliothek des Deutschen Museums in der Sonderausstellung »Tulpen und Kartoffeln – Der Garten im Spiegel der Literatur aus fünf Jahrhunderten« bibliophile Kostbarkeiten.

Zu sehen sind berühmte, oft reich illustrierte Kräuter- und Pflanzenbücher, aber auch Werke der Gartenbauliteratur für den Alltagsgebrauch. Prunk- und Ziergärten sind ebenso Thema wie Kloster- und Nutzgärten. Die in der Ausstellung gezeigten Bücher vermitteln einen lebendigen Eindruck von den vielfältigen Aufgaben der Gärten wie auch von den Erwartungen und Wünschen, die die Menschen mit diesen Gärten verbanden.

9. Juni bis 31. Juli 2005, Foyer der Bibliothek des Deutschen Museums

MITGLIEDERWOCHENENDEN IM DEUTSCHEN MUSEUM

23. – 25. 9. 2005: Licht, Raum und Zeit – Albert Einstein und die Physik und Astronomie des 20. Jahrhunderts

»Wer Einsteins Persönlichkeit, sein Werk und dessen Wirkung auch nur ein wenig begreift, der hat die Welt unseres zwanzigsten Jahrhunderts besser verstehen gelernt.«
(Zitat Philipp Frank, Freund und Biograf Einsteins, 1949)
1905 veröffentlichte Albert Einstein mehrere Artikel, die die klassische Physik revolutionierten. Wenn wir heute die Entwicklung des Universums oder die Vorgänge in Atomen verstehen wollen, müssen wir auf Theorien zurückgreifen, die in den Arbeiten Einsteins ihren Ausgangspunkt haben.

Es erwarten Sie drei Vorträge bzw. Führungsvorträge am Samstag und Sonntagvormittag, die nicht nur seine wissenschaftlichen Arbeiten, sondern auch seine beeindruckende Persönlichkeit und seine familiären und andere Bindungen beleuchten. Freitag- und Sonntagnachmittag stehen zur freien Verfügung, um den Inhalt zu vertiefen oder von zentraler Lage aus das Museum oder München zu erkunden. Zwei Übernachtungen mit Frühstück inkl. Seminargebühren 115 Euro (EZ) und 105 Euro (DZ).

9. – 11. 12. 2005: Auf den Spuren des Mittelalters im Deutschen Museum

Das Mittelalter birgt nicht nur jede Menge Geheimnisvolles, sondern auch einiges an Technik. An diesem Wochenende erfahren Sie und Ihre Kinder mehr über die Geheimnisse der Alchemie, über die Arbeit im Bergwerk, die Anfänge des Druckens und über den Arbeitsalltag des Müllers.
Das Seminar ist speziell für Familien mit Kindern bis maximal 12 Jahre konzipiert.
Zwei Übernachtungen inkl. Frühstücksbüffet:
70 Euro für Erwachsene im Familienzimmer, für Kinder 50 Euro.
Sie übernachten jeweils im Kerschensteiner Kolleg direkt im Deutschen Museum. Die Zimmer (Etagenduschen und -WCs) sind modern eingerichtet und ruhig gelegen. Wir empfehlen die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln.
Information und Anmeldung:
Nicole Kühnholz-Wilhelm
Tel. 089/2179-523, Fax 089/2179-273
e-mail: m.kuehnholz@deutsches-museum.de
Deutsches Museum, Museumsinsel 1,
80538 München

Generaldirektor Wolfgang M. Heckl mit Ministerpräsident Edmund Stoiber (links) und mit Minister Thomas Goppel (unten).

ANTRITTSBESUCHE

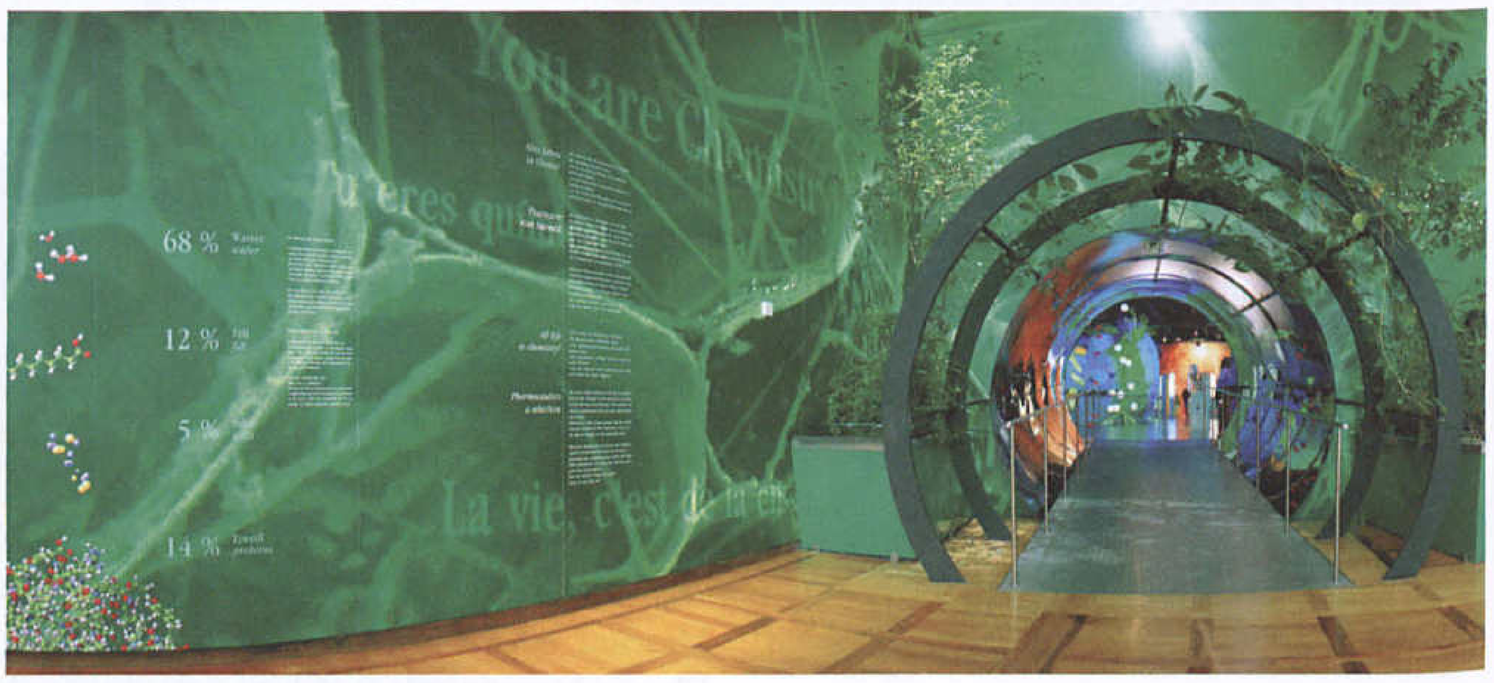
Wolfgang M. Heckl, seit 1. Oktober 2004 neuer Generaldirektor des Deutschen Museums, absolvierte im Februar 2005 gleich zwei wichtige Antrittsbesuche:
Am 17. Februar 2005 war er zu Gast beim Bayerischen Ministerpräsidenten Edmund Stoiber. Heckl erörterte mit Stoiber die Pläne und Aufgaben des Deutschen Museums für die Zukunft. Einen Tag später dann der offizielle Antrittsbesuch beim für das Deutsche Museum verantwortlichen Bayerischen Staatsminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst, Thomas Goppel. Auch hier wurden die Pläne und Projekte des Museums lebhaft diskutiert. *S. Hansky*

4. Juni bis 28. August **50 JAHRE ISETTA**, Verkehrszentrum Theresienhöhe +++ 8. Mai: **INTERNATIONALER MUSEUMSTAG:** Kostenlose Führungen und Kinderprogramm; Normale Eintrittspreise

FÜHRUNGEN FÜR SENIORINNEN UND SENIOREN

Die Führungen für Senioren sind ein besonderes Angebot des Deutschen Museums und des »Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum e.V.«: Einmal im Monat ist die ältere Generation eingeladen, an speziellen Führungen teilzunehmen, die Verständnis für naturwissenschaftlich-technische Belange vermitteln.

Ein Exponat der historischen Kloster-apotheke hat es einer Teilnehmerin (rechts) angetan. Eine Reise in den Mikrokosmos bietet die Ausstellung Pharmazie im Deutschen Museum. Im Mittelpunkt: Eine begehbare Zelle (unten).



Christina Gräfin Podewils begrüßt gemeinsam mit Wolfgang M. Heckl die Teilnehmer der Führung (links).

Die Führungen für Senioren finden an jedem 2. Donnerstag im Monat statt. Beginn ist jeweils um 10 Uhr und 14 Uhr. Eintritt, Führung und gemeinsame Kaffeerunde sind gratis. Anmeldung: Seniorenbeirat der Landeshauptstadt München, Frau Staudenmeyer Burgstraße 80331 München Telefon: 089/ 23 32-11 66

25 Seniorinnen und Senioren melden sich im Schnitt für eine Führung an. Tendenz steigend.

FÜHRUNGEN FÜR SENIOREN 2005

14. April **Schau Papa, Ochsen!**
Besuch der Höhlenmalereien von Altamira,
Adrianne Hahner

12. Mai **Der Schwerkraft entrinnen**
Die Entwicklung der Raumfahrttechnik,
Helmut Piening

9. Juni **Purpurband und Kobaltvase**
Eine Zeitreise durch Textiltechnik und Keramik,
Dorothea Hierstetter

Abbildungen: Deutsches Museum

+++ Bis 29. Mai **BLICK HINTER DIE KULISSEN:** Motorroller aus dem Depot des Deutschen Museums, Verkehrszentrum Theresienhöhe +++

18. Juni **GROSSES ISETTA-GEBURTSTAGSTREFFEN** 12 bis 16 Uhr vor dem Verkehrszentrum +++

TERMINE

MUSEUMSTAG AM 8. MAI

8. Mai: Internationaler Museumstag
Kostenlose Führungen in der Sonderausstellung
»Abenteuer der Erkenntnis – Albert Einstein und die Physik des 20. Jahrhunderts«
11 Uhr in italienischer Sprache, 13 Uhr in deutscher Sprache, 15 Uhr in englischer Sprache
Treffpunkt Eingangshalle, normale Eintrittspreise

Ab 13 Uhr
Kostenloses Kinderprogramm
Altamira – Vom Höhlenforscher zum Steinzeitmenschen
Ellen, Füße, Zentimeter ... – Die Geschichte vom Messen und Wiegen, Treffpunkt Eingangshalle

Kostenlose Führungen im Verkehrszentrum
9.30 Uhr in finnischer Sprache
10.30 Uhr in französischer Sprache
10.30 Uhr in deutscher Sprache
11.30 Uhr in italienischer Sprache
12.30 Uhr in englischer Sprache
13.30 Uhr in deutscher Sprache
14.30 Uhr in deutscher Sprache
15.30 Uhr in russischer Sprache

14.30 Uhr **Kostenloser Vortrag**
Geschichte der alten Messehallen, Sylvia Hladky
Normale Eintrittspreise

KINDERREICH

16. bis 24. April
Kinder helfen Kindern
In Workshops und Aktionen lernen Kinderreichbesucher mehr über das Leben der Kinder in Bolivien.
Aktion zugunsten des Waisenhauses Maria Christina in Cochabamba, Bolivien.

26. bis 29. Mai
Aktionstage im Kinderreich für Kinder von 4 bis 8 Jahren
Was macht ein Wissenschaftler den lieben langen Tag? Workshops, Kinderreich-Parcours und Fragestunde mit einem »echten« Wissenschaftler

Information und Anmeldung Tel. 089/ 2179-411,
t.franz@deutsches-museum.de

Fortbildungsseminare für Physiklehrer

Das Deutsche Museum München und die Deutsche Physikalische Gesellschaft veranstalten im Weltjahr der Physik 2005 zwei Fortbildungsseminare für Physiklehrer an Gymnasien (und Fachoberschulen, Berufsoberschulen). Wünschenswert ist die Teilnahme von Lehrern aus ganz Deutschland, Österreich und der deutschsprachigen Schweiz.
Vom Bayerischen Kultusministerium anerkannt als ergänzende Fortbildungsmaßnahme zur staatl. Lehrerfortbildung, Information: www.deutsches-museum.de/bildung/fortbild/kk.htm

Von Einstein bis ROSAT – Physik im 20. Jh. und ihre Wechselwirkungen mit anderen Wissenschaften. Was kann Geschichte der Physik zum Unterricht beitragen?

Wesentlicher Programmteil wird die Einstein-Ausstellung des Deutschen Museums sein (400 qm, Eröffnung 6.5.05), ferner die Ausstellungen Atom-/Kern-/Elementarteilchenphysik, Astronomie, sowie Aerodynamik. Auch die Bibliothek des Deutschen Museums ist Studienort.
Fachleute werden aus der Geschichte der Physik und ihrer Wechselwirkungen mit anderen Naturwissenschaften und der Mathematik referieren. Eine umfangreiche Materialsammlung wird nach Seminarende auf CD-ROM zusammengestellt.

1. Termin: Montag, 5.9. – Freitag, 9.9.2005
Anreise Sonntag, 4.9. ab Nachmittag, Abreise Freitag Mittag, Kosten: 5 x Übernachtung/Frühstück im Kerschensteiner Kolleg, direkt im Deutschen Museum. Die Zimmer (Etagenduschen und WCs) sind modern eingerichtet und ruhig gelegen. Seminargebühren: 230 Euro. Mittagessen ist im Restaurant des Deutschen Museums verbilligt möglich.

2. Termin: Mittwoch, 26.10. – Samstag, 29.10.2005
Anreise Dienstag, 25.10., Abreise Samstag nach 17.00 Uhr, Kosten: 4 x Übernachtung/Frühstück + Seminargebühren: 190 Euro (sonst wie 5.-9.9.)

Information und Anmeldung:
Termin 1: Nicole Kühnholz-Wilhelm, Tel. +49-(0)89-2179-523
Termin 2: Christine Füssl-Gutmann, Tel. +49-(0)89-2179-243
Deutsches Museum, Kerschensteiner Kolleg, Museumsinsel 1, 80538 München
Fax +49-(0)89-2179-273, e-mail: c.fuessl@deutsches-museum.de

Deutsches Museum
Kerschensteiner Kolleg

Deutsches Museum intern

Nachrichten, Tipps, Termine

+++ 26. bis 29. Mai **AKTIONSTAGE IM KINDERREICH** für Kinder von 4 bis 8 Jahren

+++ 13. April bis 1. Mai **RUNDFLÜGE MIT DEM ZEPPELIN NT** über München und das Voralpenland +++

BONNER VERANSTALTUNGEN IM EINSTEINJAHR

Das Deutsche Museum Bonn hat gemeinsam mit der Universität ein umfangreiches Programm rund um Albert Einstein im Jahr der Physik zusammengestellt. Hier ein kleiner Ausschnitt:

Einstein-Sonntag am 3. April 2005
Diese gemeinsame Veranstaltung mit der Universität Bonn stellt in vier Vorträgen vor, was Einstein am Berner Patentamt in seinen berühmten Aufsätzen formulierte und welche Folgen diese Revolution der Physik hatte und hat. Einer der Höhepunkte ist die Einweihung des »Einstein-Fahrrades« durch Professor Ruder.

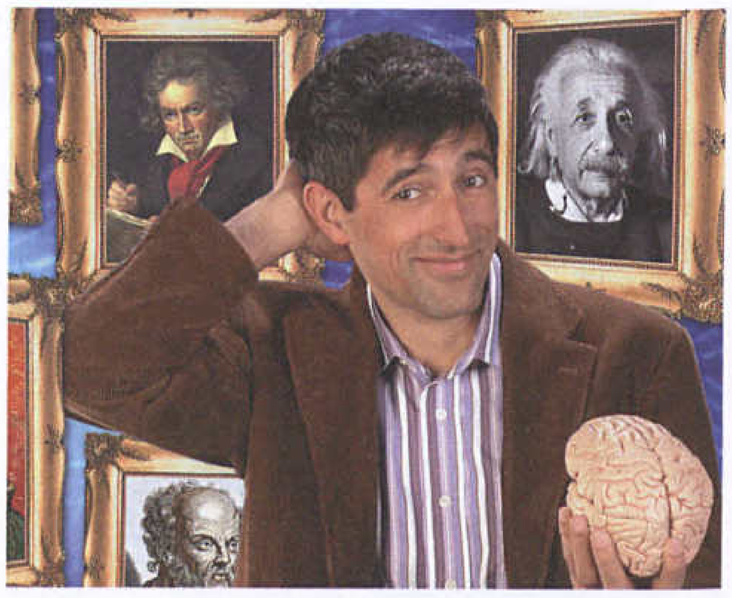
Die Vorträge im Einzelnen:

- 11.30 Uhr »Mit Einsteins Fahrrad durch Raum und Zeit«, Prof. Dr. Hanns Ruder, Universität Tübingen
- 13.30 Uhr »Einstein und das Zittern der Moleküle«, Prof. Dr. Moritz Sokolowskim, Universität Bonn
- 14.30 Uhr »Einsteins Uhren gehen richtig«, Prof. Dr. Hermann Karcher, Universität Bonn
- 15.30 Uhr »Einsteins Formel: E=mc2

Weitere Veranstaltungen ab 5. April 2005

- 5. April, 19 Uhr: Galileo Galilei – Höfling, Wissenschaftler, Ketzer
  Vortrag von Prof. Dr. Jürgen Teichmann, Deutsches Museum
- 6.–8. April, 12.–15. April: Galilei – Wegbereiter der klassischen Physik, Workshops mit Experimenten für Schüler, Sekundarstufe I (nach Voranmeldung)
- 26. April, 19 Uhr: Einstein – Vom Star der Wissenschaft zur Pop-Ikone
  Diskussionsrunde mit Ranga Yogeshwar und Experten
- 12.–29. Mai: Ausstellung »Mathematik zum Anfassen«. In dieser Schau aus dem Mathematikum in Gießen können junge, aber auch nicht mehr so junge Besucher mathematische Phänomene erfahren. Die spröde Wissenschaft präsentiert sich so, dass sie ihre Schrecken verliert und sich von ihrer schönsten Seite zeigt.
- 26.–29. Mai: Bonner Museumsmeilenfest
  Hier stehen die Erlebnisausstellung »Mathematik zum Anfassen« und andere mathematische Knobeleien auf dem Programm.
- 14. Juni, 19 Uhr: Isaac Newton – Begründer der klassischen Physik, Vortrag
  von Dr. Christian Sicka, Deutsches Museum
- 15.–17. Juni, 21.–24. Juni: Isaac Newton – Begründer der klassischen Physik
  Workshops mit Experimenten für Schüler, Sekundarstufe I (nach Voranmeldung)
- 21. Juni, 11–16 Uhr: Tag der Weltraumforschung mit den Raumfahrern Messerschmid, Jähn und Merbold; feierliche Übergabe eines neuen Exponats von der Deutschen Forschungsgemeinschaft an das Deutsche Museum: ELAC – Windkanalmodell eines Raumgleiters
- 29. Juni, 19 Uhr: Einstein als Philosoph und Weltbürger, Diskussionsrunde
  mit Ranga Yogeshwar und Experten

Alle Veranstaltungen finden statt im Deutschen Museum Bonn, Ahrstraße 45, 53175 Bonn;
Öffnungszeiten: Di.–So., 10 bis 18 Uhr



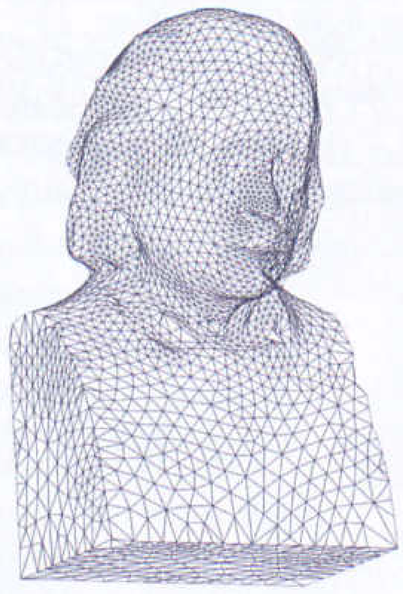
Fernsehmoderator Ranga Yogeshwar diskutiert über Einstein am 26. April in Bonn.

SONDERVORFÜHRUNGEN GLASBLASEN

2. OG, Glasbläserstand neben der Altamira-Höhle

19. April	14 Uhr, Liebig-Kühler, Der Glasbläser erläutert die Grundlagen des Glasapparatebaus am Beispiel des Liebigkühlers (Dauer ca. 30 Min.)
24. Mai	11.30 Uhr und 14 Uhr
25. Mai	Glasaugen: In Handarbeit entstehen Augenprothesen mit farbiger Iris und tiefschwarzer Pupille, kaum vom menschlichen Auge zu unterscheiden (Dauer ca. 45 Min.)
21. Juni	14 Uhr, Montage-Technik: Ein Spezialverfahren zur Verbindung von verschiedenfarbigen Gläsern, das vielfältige Dekore an Gefäßen ermöglicht (Dauer ca. 45 Min.)

Anzeige



Digital 3D Objekt made by KONICA MINOLTA

Wofür bekam ich den Nobelpreis?

Einsendeschluss ist der 4. Mai 2005.
Der Gewinner erhält einen Geschenkgutschein über 100.- Euro.
Dieser kann in unserem Internetshop sowie in unseren SHOPs auf der Museumsinsel und in der Innenstadt in München eingelöst werden.
Der Gewinner wird unter allen Einsendungen ausgelost.
Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Deutsches Museum
portrait SCULPTURE 3D

Deutsches Museum SHOP GmbH | Museumsinsel 1 | D-80538 München | www.deutsches-museum-shop.com

Abbildungen: DVA

Veranstaltungen & Ausstellungen APRIL BIS JUNI 2005

PROGRAMME IM VERKEHRSZENTRUM

Montag bis Freitag jeweils um 14 Uhr
Samstag und Sonntag jeweils um 13.30 Uhr
Führungen durch das Verkehrszentrum

SONDERAUSSTELLUNGEN

Bis 29. 05. **Blick hinter die Kulissen:** Motorroller aus dem Depot des Deutschen Museums. Mit der Vespa begann in Europa in den 50-er Jahren ein Rollerboom. Die Ausstellung zeigt wichtige Vertreter deutscher und internationaler Roller aus dem Depot des Deutschen Museums.

04. 06. bis 28. 08. **50 Jahre Isetta**. 50 Jahre ist es her, da brachte BMW einen eiförmigen Kleinwagen mit Fronteinstieg auf den Markt, bekannt geworden als »Isetta«. Zu Zeiten des Wirtschaftswunders eines der Traummobile der automobilen Einsteiger hat sie heute Kultstatus erreicht. Der Isetta Club e.V. erinnert an das beliebte »Motocoupé«.

18. 06. 12 bis 16 Uhr
Großes Isetta Geburtstagstreffen vor dem Verkehrszentrum

»Verkehr aktuell – Informationen aus Wissenschaft und Praxis«
Vortragsreihe der TU München

21. 04. 18.30 Uhr. **Vom Verkehrswarndienst zum integrierten Verkehrsmanagement** - öffentliche und private Aufgabenteilung und Finanzierung am Beispiel Niedersachsen. Erhard Klein, Ltd. Polizeidirektor, move Verkehrsmanagementzentrale Niedersachsen

12. 05. 18.30 Uhr. **Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen**
Dr. Thomas Linder, Autobahndirektion Südbayern

23. 06. 18.30 Uhr. **Kooperation im Straßenverkehr**
Dr. Paul Mathias, Intelligent Traffic Systems, Siemens AG

KINDERPROGRAMME (6-12 Jahre)

17., 20., 23., 27. Mai jeweils 14.30-16.30 Uhr
Kinderführung mit Malwettbewerb, Quiz- und Forscherbögen, Bauen von Fahrzeugen

Kinderführung (6-12 Jahre)
Samstags und sonntags 14.30 Uhr
18., 19., 24., 25. Mai jeweils von 10-17 Uhr

Ferienprogramm
Führung und Quiz durch den Fahrradbereich des Verkehrszentrums
Fahrrad-Prägung am Sattelrohr und Fahrrad-Werkstatt mit Reparaturkurs
Treffpunkt Verkehrszentrum, Voranmeldung Tel. 089/2179-529
Euro 3,50/Kind; EUR 2,00/Ferienpassinhaber

FÜHRUNGEN IN DER BIBLIOTHEK

09. 04. 14 Uhr, Vortrag, **Klassiker der Astronomiegeschichte**,
Dr. Helmut Hilz, Leiter der Bibliothek, Rara-Leseraum der Bibliothek,
Treffpunkt: Vorhalle der Bibliothek, Eintritt frei

14.05. 14 Uhr, **Allgemeine Bibliotheksführung**,
Treffpunkt: Vorhalle der Bibliothek, Eintritt frei

11.06. 14 Uhr, **Allgemeine Bibliotheksführung**,
Treffpunkt: Vorhalle der Bibliothek, Eintritt frei

KONZERTE IN DER MUSIKINSTRUMENTEN-AUSSTELLUNG

16. 04. 14:30 Uhr **Orgelkonzert Capricci** – Wechselwirkungen in Vergangenheit und Gegenwart Werke u.a. von Froberger, Fescobaldi, Louis Couperin,Kerll und Erstermann, Prof. Kurt Estermann, Innsbruck

17. 04. 9 Uhr **Vorgezwitscher auf die BUGA 05, Lerche oder Nachtigall?** Vogelstimmen in Natur und Musik Vogelführung in den Isarauren mit dem Landesbund für Vogelschutz, Treffpunkt Haupteingang des Deutschen Museums. Eintritt: 5 Euro, Mitglieder LBV 3 Euro, Kinder unter 6 Jahren frei
11:15 Uhr **Konzert**, Vogelstimmen werden durch Instrumente zum Leben erweckt. Werke aus Barock und Moderne mit dem jungen Münchner Ensemble »Rosignolo«.
Eintritt: 5 Euro zzgl. Museumseintritt, Kinder unter 6 Jahren Eintritt frei, Reservierung: Telefon 089/2179 475

20. 04. 18 Uhr **der dritte mittwoch – Concerts spirituels**
Musik für Traversflöten mit Werken von Philidor, Hotteterre, Blavet u.a., Traversflötenklasse Marion Treupel-Franck

08. 05. 11:15 Uhr **Matinee, Lieder ohne Worte**, auf Biedermeierinstrumenten gesungen, Dorothea Seel, Stockflöte, Flöte; Gerhard Darmstadt, Arpeggione; Florian Birsak, Orphika, Hammerflügel

18. 05. 18 Uhr **der dritte mittwoch – Barocke Soiree**, Kammermusik des 17. und 18. Jahrhunderts, Studenten des Studios für Historische Aufführungspraxis der Hochschule für Musik und Theater und des Fachbereichs Alte Musik des Richard-Strauss-Konservatoriums

04. 06. 14:30 Uhr **Orgelkonzert**, Werke von Bruhns, Buxtehude, Muffat und J.S. Bach, Studierende von Prof. Harald Feller an der Musikhochschule München

BESUCHERLABOR FÜR GENTECHNIK

20. April, 18. Mai, 15. Juni, jeweils von 18.30 bis 21.30 Uhr
Kurs »Genetischer Fingerabdruck: Wie sieht DNA aus? Was ist Gentechnik? Wie funktionieren Gen-Analysen?
(Gebühr 15 Euro; ermäßigt 7,50 Euro; max. 15 Personen).
Anmeldung montags 13 bis 15 Uhr, Tel. 089/ 2179-564

FRAUEN FÜHREN FRAUEN

Beginn jeweils um 9.30 Uhr

06.04. **Kochen mit Sonnenenergie** – Technik, Erfolg und Hindernisse, Christine Lippold

13.04. **Bücher ohne sieben Siegel** – Die Bibliothek des Deutschen Museums, Wanda Eichel

20. 04. **Gebrannte Erde und weißes Gold** – Keramik und Porzellantechnik, Dorothea Hierstetter

27.04. **Energie des Himmels** – Kernfusionsforschung, Dr. Petra Nieckchen

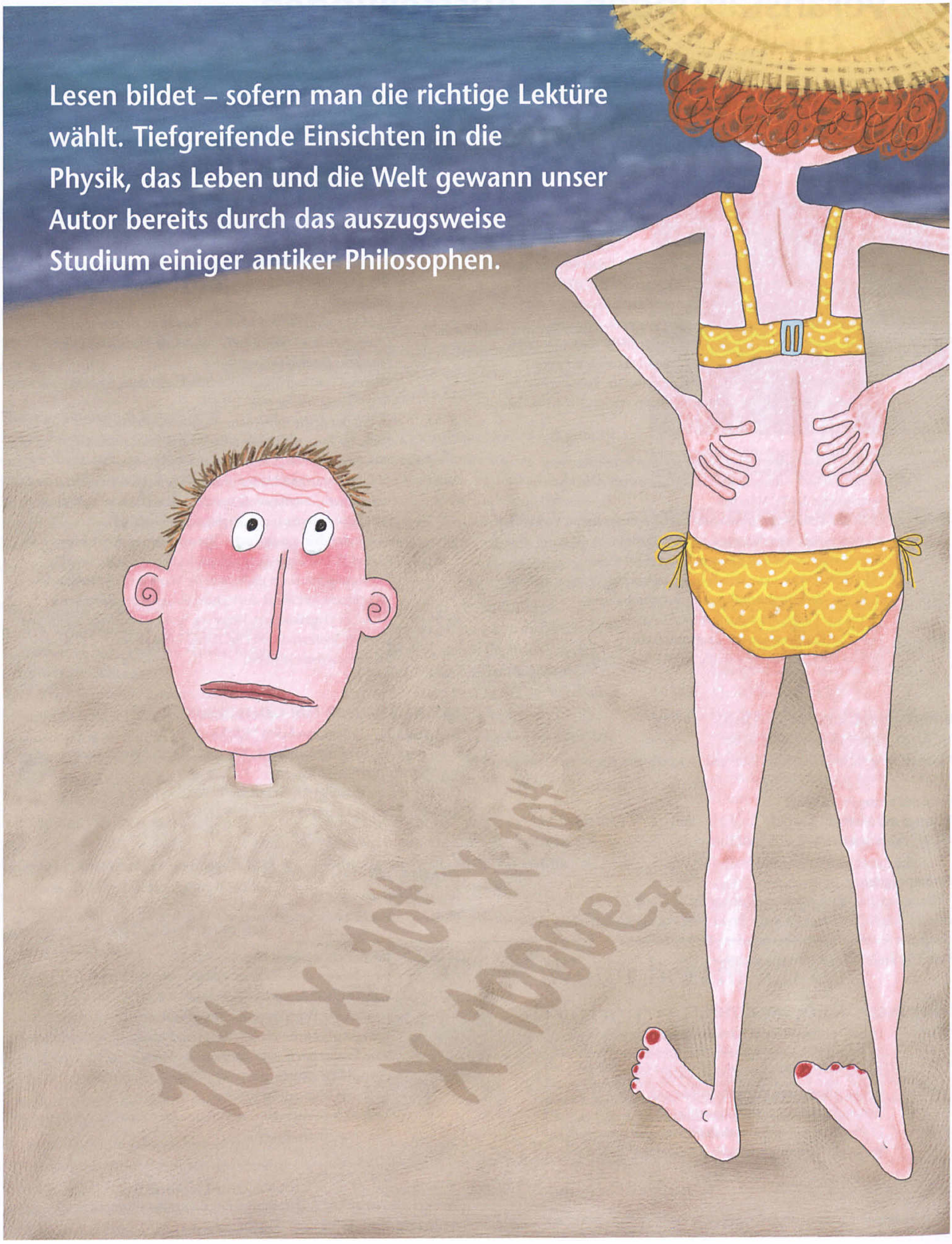
04.05. **Vom Fliegerhorst zum Luftfahrtmuseum** – Übersichtsführung Flugwerft Schleißheim, Gudrun Lühring, Treffpunkt Flugwerft Schleißheim

11.05. **Technik – Fortschritt – Tradition** – Die Architektur des Deutschen Museums, Simone Bauer

Weitere Hinweise auf Ausstellungen und Veranstaltungen finden Sie ab Seite 35

Schlusspunkt

Das Geheimnis von Raum und Zeit



Mit einem Körnchen Sand

Text: Daniel Schnorbusch, Illustration: Jana Konschak

Mach doch was über Physik, über Einstein und so«, hatte die Redaktion gesagt. »Klar, mach ich doch« hatte ich geantwortet und einen Text geschrieben, der prompt abgelehnt wurde. Liebe Leserin, lieber Leser, ich weiß, Sie haben natürlich Mathematik, Physik oder Chemie studiert, Sie sind Maschinenbauer, Flugzeugtechniker oder Weltraumforscher. Aber ich? Ich habe Physik nach der 10. Klasse abgewählt, weil mir so ein kleiner, eitler Physiklehrer unmissverständlich bedeutet hatte, dass ich mal besser auf die Waldorfschule gegangen wäre, um Blockflöte und eurhythmische Tanzschritte zu lernen. »Was soll ich nur tun? Kannst nicht du diesmal diese Kolumne schreiben?«, sagte ich zu Fräulein Schröder, die alles weiß, was ich nicht weiß, und blätterte sorgenvoll im Rechtschreibduden, um zu sehen, wie man Physik buchstabiert. »Kauf dir ein Buch«, sagte sie nur lapidar und füllte ungerührt die Felder ihres Kreuzworträtsels aus. Natürlich hätte ich mir jetzt ein x-beliebiges Physiklehrbuch kaufen können, um dann auf jeder Party mit weitschweifigen Ausführungen über Thermodynamik, elektromagnetische Felder und Quantenmechanik zu brillieren. Aber – auch der Philologe hat schließlich seinen Stolz – wenn ich eine Sache mache, dann mache ich sie gründlich. Ich sagte mir: du musst dort anfangen, wo alles begann. Einerseits aus Respekt vor den Leistungen der Alten, andererseits, weil du von dem Späteren ohnehin kein Wort verstehst, wenn du das Frühere nicht kennst. Ich habe mir zwei Bücher gekauft, die mir geeignet schienen, mich in die Geheimnisse der Physik auf schonende Weise einzuführen: die Physik von Aristoteles und die Abhandlungen von Archimedes. Wie sinnvoll dieser Erwerb war, will ich unter anderem mit einem Zitat belegen. Aristoteles schreibt im VII. Buch der Physik: Alles, was in verändernder Bewegung ist, muss von etwas in Bewegung gebracht werden. Wenn es denn in sich selbst den Ursprung der Veränderung nicht hat, so ist einleuchtend, dass es von etwas anderem in Bewegung gesetzt wird ... Ein goldener Satz der Physik, der ganz meiner Erfahrung entspricht. Wenn ich beispielsweise auf dem Sofa sitze und dort gemütlich vor mich hindöse, dann dauert es, jede Wette, gar nicht lange, bis Fräulein Schröder kommt und mich zu irgendeiner Bewegung drängt: abwaschen, Wohnung saugen, spazieren gehen etc. Aristoteles stellt sich dann die Frage, wer eigentlich Fräulein Schröder in Bewegung gebracht hat, um mich in Bewegung zu bringen, und folgert gemäß der Maxime, dass alles, was in Bewegung ist, von etwas in Bewegung gebracht worden sein muss, dass es irgendwann einen gegeben hat, der selbst nicht bewegt war, der aber alle Bewegung ausgelöst hat. Den nennt er den »unbewegten Beweger«. Dass eines mal klar ist: Wenn ich den erwische, dann setzt es was.

Von Archimedes dagegen habe ich mit großem Gewinn eine Abhandlung gelesen, in der er beweist, dass es eine Zahl gibt, die größer ist als die Anzahl der Sandkörner, und zwar sogar dann, wenn man sich den ganzen Kosmos mit Sand angefüllt denkt. Diese Abhandlung heißt »Die Sandzahl«. Nicht nur, dass es wirklich beeindruckend ist, wie Archimedes das rauskriegt, denn er muss ja erst einmal mit Hilfe ausgetüftelter Apparaturen und Winkelberechnungen den Rauminhalt des Kosmos' berechnen, das wirklich Fabelhafte daran ist, dass ich ab jetzt unendlich beruhigt mit Fräulein Schröder im Sommer ans Meer fahren kann. Ich weiß jetzt: All der Sand, der sich in meinen Schuhen und Kleidern, zwischen Buchseiten und Zahnbürstenborsten, auf der Kopfhaut und unter den Fingernägeln ablagert, und der mich noch jedes Jahr zur Verzweiflung gebracht hat, er ist begrenzt, ist endlich, selbst wenn die ganze Welt vollständig aus Sand bestünde.

Die Physik der Antike hat es wirklich in sich. In einem weiteren Buch, das ich noch zufällig in meinem Regal fand, erklärte mir endlich mal jemand den Magnetismus. Alexander von Aphrodisias hat Demokrits Theorie dazu überliefert: [Demokrit nimmt an] dass das Gleiche sich zum Gleichen hinbewegt, dass sich aber auch alles ins Leere hineinbewege. Weiter geht's dann ungefähr so: Die Magnetatome sind beweglicher, weil größere Leerräume zwischen ihnen bestehen. Sie dringen deshalb in das Eisen ein, setzen dort Atome in Bewegung, die dann ihrerseits in die Leerräume des Magnets strömen. Ist das nicht eine schöne Erklärung? Endlich weiß ich, warum diese kleinen Eisendinger an meiner Kühlschranktür haften bleiben, selbst wenn Einkaufszettel oder Postkarten aus St. Moritz druntersteckten. Und dass sich Gleiches zum Gleichen hinbewegt, das weiß doch jedes Kind. Denken wir nur an zwei Autos, die auf der Kreuzung zusammenkrachen, oder an meinen Nachbarn, der genauso aussieht wie sein Dackel. Heraklit sagt: »Die Natur pflegt sich zu verbergen«. Das mag ja sein. Aber im Lichte meiner jüngsten Lektüre habe ich doch die Hoffnung, dass wir den Schleier ein wenig lüften können, denn, und das hat Aristoteles in seiner Meta-Physik gesagt: »Alle Menschen streben von Natur aus nach Wissen.« Vielleicht ein bisschen optimistisch, im Großen und Ganzen aber wohl zutreffend, denn als ich Fräulein Schröder mit glühenden Wangen meine Folgerungen aus Archimedes' Sandzahl-Aufsatz berichten wollte, saß sie mal wieder über einem Kreuzworträtsel. »Sag mal«, fragte sie, »kennst du jemanden mit acht Buchstaben, der 1905 die Physik revolutioniert hat?«

»Kauf dir ein Buch«, sagte ich und strich dabei liebevoll über die Magneten an der Kühlschranktür. ■

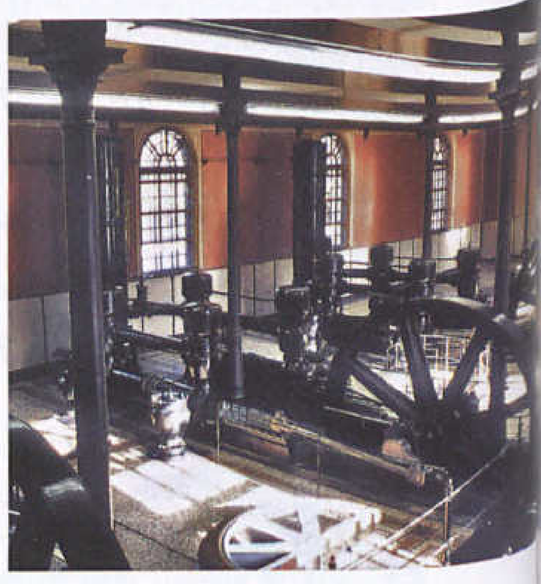
DR. DANIEL SCHNORBUSCH ist freier Autor und Dozent für Theoretische Linguistik an der Ludwig-Maximilians-Universität in München.

Vorschau

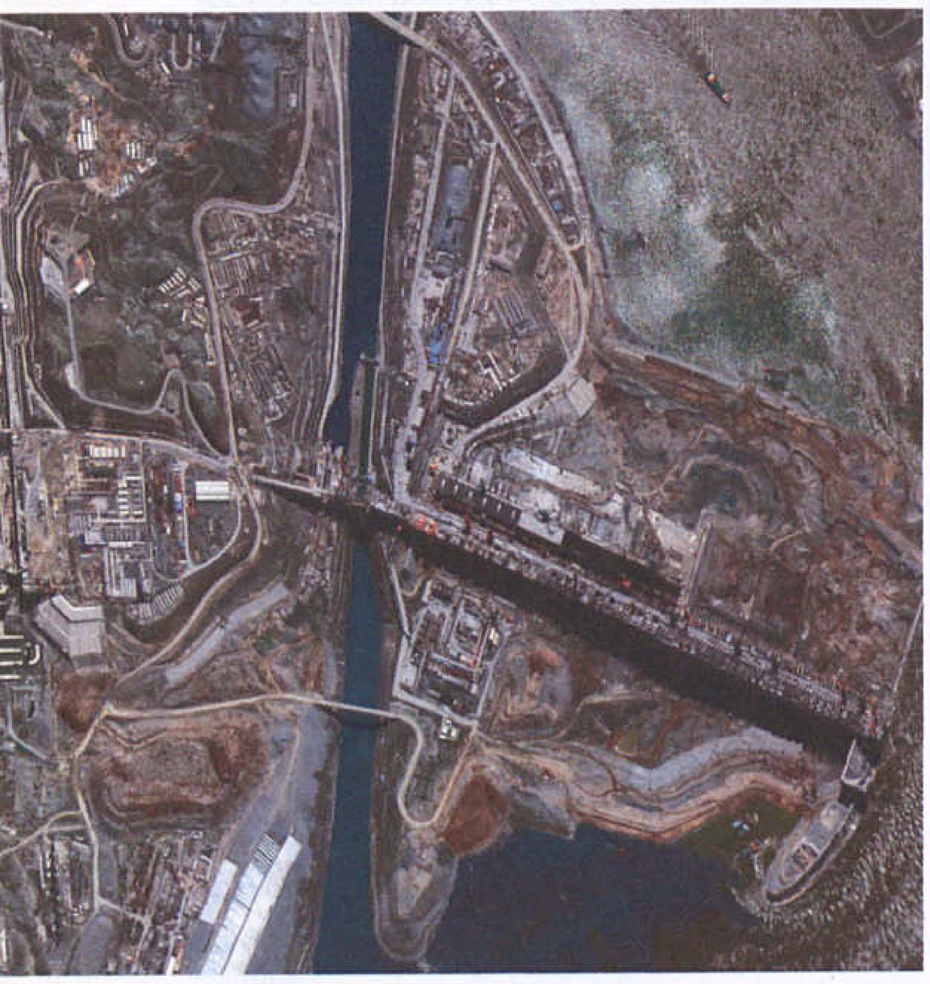
Heft 3/2005: Erscheinungstermin 1. Juli 2005

WASSERBAUWERKE ...

... sind das große Thema der kommenden Ausgabe. Über Talsperrenbau im Altertum schreibt Günther Gabrecht. Einen Überblick über die Geschichte von Wasserkraftwerken vermittelt Ihnen Jürgen Giesecke. Eines der berühmtesten Wasserwerke befand sich in Augsburg. Die Anfänge der Anlage, die Wilhelm Ruckdeschel Ihnen vorstellt, gehen auf das beginnende 15. Jahrhundert zurück. Klaus Arzet erläutert am Beispiel der Isar die Problematik der Renaturierung eines Flusses in der Stadt.



Das Augsburger Wasserwerk am Hochablass (1879): Heute ist der Maschinensaal ein Technik-Spezialmuseum.



»Dreischluchten«: Im Jahr 2003 wurden die Wasserkraft- und Schleusenanlagen am chinesischen Jangtse in Betrieb genommen.

DIE ERGEBNISSE UNSERER UMFRAGE ...

... und die Gewinner unseres damit verbundenen Preisausschreibens präsentieren wir Ihnen ebenfalls im Heft 3/2005. Herzlichen Dank für die vielen Zuschriften. Der Rücklauf war so groß, dass die Auswertung etwas länger dauert – aber umso spannender wird. Einen Wunsch vieler Leserinnen und Leser haben wir bereits in diesem Heft umgesetzt: Die Gedenktage sind (hoffentlich) lesefreundlicher gestaltet. Herzlichen Dank an alle, die mitgemacht haben, danke für viele gute Vorschläge, Lob und Kritik!

Es grüßt Sie herzlich

Ihr Redaktionsteam

IMPRESSUM

KULTUR & TECHNIK
Das Magazin
aus dem Deutschen Museum

29. Jahrgang

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

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

Fachberatung, Deutsches Museum:
Dr. Alto Brachner

Redaktion: folio gmbh, Horemansstraße 28, 80636 München, Telefon (089) 121167-0, Fax: (089) 12001153, ISDN (Leonardo): (089) 12001149
Email: kute@folio-muc.de
Sabrina Landes (Ltg.), Andrea Bistrich (Redaktion, Kaleidoskop, Anzeigen), Bärbel Bruckmoser (Kultur, Bild), Birgit Schwintek (Grafik).

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: München 6229-802, www.beck.de; Der Verlag ist oHG. Gesellschafter sind Dr. Hans Dieter Beck und Wolfgang Beck, beide Verleger in München.

Redaktionsbeirat: Dr. Alto Brachner, Dr. Jobst Broelmann, Dr. Klaus Freymann, Maike Furbach, Sabine Hansky, Dr. Helmut Hilz, Dorothee Messerschmid, Dr. Eva A. Mayring, Dr. Annette Noschka-Roos, Prof. Dr. Jürgen Teichmann, Prof. Dr. Helmuth Trischler

Herstellung: Bettina Seng, Verlag C.H.Beck

Anzeigen: Fritz Lebherz (verantwortlich), Verlag C.H.Beck oHG, Anzeigen-Abteilung, Wilhelmstraße 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München; Telefon: (089) 38189-598, Telefax: (089) 38189-599. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 21, Anzeigenschluss: 6 Wochen vor Erscheinen.

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

Druck: aprinta Druck GmbH & Co. KG, Senefelderstraße 3-11, 86650 Wemding

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

Bezugspreis 2005: Jährlich € 22.-, Einzelheft € 6,–, jeweils zuzüglich Versandkosten

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene € 43,50, Schüler und Studenten € 25,50). Erwerb der Mitgliedschaft: Schriftlich beim Deutschen Museum, D-80306 München. – **Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesellschaft** zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen: Georg Agricola-Gesellschaft, Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg, Telefon (03731) 392226.

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

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 Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Verlags.

ISSN 0344-5690