

H. ZB 7361/1

Die Wasserversorgung in Europa Von den Aquädukten der Römer zu den Wasserleitungen des Mittelalters

Der Isar-Plan Seit fünf Jahren wird die Isar über weite Strecken aus ihrem künstlichen Bett befreit

Die Klangmeister im Interview Russell Johnson und Tateo Nakajima sprechen über die Magie der Töne

KULTUR & TECHNIK



Wasser bewegt die Welt

Seit Jahrtausenden inspiriert das kostbare Gut zu technischen und kulturellen Höchstleistungen.

Inhalt

Wasser bewegt die Welt

Thema	
10	Wasserversorgung Europas Ein Streifzug durch Antike und Mittelalter von Klaus Grewe
15	Wasser für Augsburg Das älteste bayerische Wasserwerk von Wilhelm Ruckdeschel
19	Hydrodynamica Aus der Bibliothek des Deutschen Museums von Helmut Hilz
20	Der Isar-Plan Eine Fluss-Renaturierung von Klaus Arzet
26	Bauwerke für Jahrtausende Talsperrenbau im Altertum von Günther Garbrecht
32	Wasserkraftwerke Von Oskar von Miller bis zum Dreischluchten-Projekt von Jürgen Giesecke
38	Dünger aus der Toilette Ein rumänisches Dorf löst seine Abwasserprobleme von Johanna Hausmann
Magazin	
40	Die Klangmeister Interview mit Russell Johnson und Tateo Nakajima von Andrea Bistrich
44	Mutterkorn Ein tödliches Gift wird zur Arznei von Elisabeth Vaupel
51	Das Elektrizitätszähler-Kabinett Raritäten in Braunschweig von Martin Kahmann
56	Eisenbahn deluxe Otto Kuhler erfand die Stromlinie von Hans-Erhard Lessing
Rubriken	
3	Editorial
4	Kaleidoskop Nachrichten aus Wissenschaft, Bildung und Kultur
53	Historische Galerie Juli bis Oktober 2005
49/50	Termine
60	Deutsches Museum intern Nachrichten, Tipps, Termine
64	Schlusspunkt Unter Wasser von Daniel Schnorbusch
66	Vorschau, Impressum



26

Um 2600 v. Chr. wurde der Hochwasserschutzdamm Sadd el-Kafara im Wadi Garawi (Ägypten) errichtet.



56

Die Optik ist alles: Mit flottem Stromlinien-Design für Eisenbahnen machte der Architekt Otto Kuhler in Amerika Furore.



44

Vom Heiligen Antonius ist überliefert, er habe Mutterkorn-Vergiftete geheilt. Seither gilt er als Schutzpatron.

Editorial

Wasser bewegt die Welt

**LIEBE LESERIN,
LIEBER LESER,**

Wasser, die unverzichtbare Voraussetzung unseres Daseins, kann lebensspendend, dabei geheimnisvoll und zugleich widersprüchlich sein: Einmal ist es ungeheuer mächtiger, vielfältiger Quell unseres Lebens, ein andermal natürliche Urgewalt, der wir oft genug hilflos ausgeliefert sind. Entsprechend hat sich der Erfindungsgeist des Technikers, aber auch des Künstlers von den Notwendigkeiten und den Möglichkeiten im Umgang mit dem Grundstoff Wasser stets herausgefordert gefühlt. Forscher und Ingenieure haben immer neue und raffiniertere Verfahren entwickelt, um sich dieses Element in mannigfaltigster Weise nutzbar zu machen, den Umgang damit zu vereinfachen und sich das Leben zu erleichtern, sich aber gleichzeitig auch vor seinen Gefahren zu schützen und es zuletzt gar in reine Lebensfreude umzumünzen. Es wurde zu einem bedeutungsvollen Gestaltungselement in Architektur, Städte- und Gartenbau, das als ruhende Fläche das Auge entspannt, als bewegtes Element in Brunnen, Bachläufen, Kaskaden erfrischt und als Anziehungspunkt wirkt. Dabei lässt es sich anfassen, hören und sogar riechen, es kann kühlend wirken und, richtig eingesetzt, zu einer ausgesprochen sinnlichen Angelegenheit werden.

Jahrhundertlang rangen Forscher um das Verständnis der besonderen geologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften dieses Grundstoffs. Namen wie Thales von Milet, Leonardo da Vinci, Galileo Galilei, Pierre Perrault oder insbesondere Daniel Bernoulli verbinden sich mit diesem Ringen um Erkenntnis. Schließlich glückte es Antoine-Laurent Lavoisier, mit der sprichwörtlich gewordenen Formel »H₂O« die chemische Zusammensetzung des Wassers darzustellen. Aber auch heute noch gelangen Forscher zu immer wieder neuen, überraschenden Einsichten, denn seit Wissenschaftler vor gut



zehn Jahren wieder begannen, sich intensiver der Erforschung des Wassers zu widmen, lernen wir neue erstaunlichere Eigenschaften und Möglichkeiten kennen. So gehörten im Jahr 2004 die Forschungen über Wasser zu den »top ten« des Wissenschaftsmagazins »Science«. Auf die immer akuter werdenden Probleme bei der Versorgung der Menschheit mit diesem Grundstoff hat der Generalsekretär der Vereinten Nationen reagiert, indem er in diesem Jahr eine Dekade für das Weltwasser ausgerufen hat.

Ihr
Dr. Dirk Bühler
Leiter der Ausstellungen Bauwesen

»Mythos und Naturgewalt Wasser«
Ausstellung in der Kunsthalle
der Hypo-Kulturstiftung, München

Meisterwerke, unter anderem von Arnold Böcklin, Lukas Cranach, Caspar David Friedrich, David Hockney bis zu Gerhard Richter, bieten ein sinnlich reizvolles wie kulturhistorisch relevantes Ausstellungserlebnis, das zu weiterreichenden Fragen anregt. Realisiert wurde die Ausstellung mit Unterstützung des Deutschen Museums, der Bayerischen Wasserwirtschaft, der Abteilung GeoRisikoForschung der Münchener Rückversicherung und dem Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft der Technischen Universität München. Die Ausstellung wird von einer Veranstaltungsreihe begleitet.

Bis 21. August 2005 in der
Theatinerstraße 8, Perusahof/
Fünf Höfe, 80333 München

Öffnungszeiten:

täglich von 10 bis 20 Uhr.

www.hypo-kunsthalle.de



Schiffsbohrwürmer verursachen jährlich Millionenschäden. Vulkanische Fasern sollen die Schädlinge stoppen.

SCHIFFSBOHRWÜRMERN DEN APPETIT VERDERBEN

MIT UMWELTVERTRÄGLICHEN FASERN AUS VULKANGESTEIN

Der Schiffsbohrwurm – richtiger auch als Schiffsbohrmuschel bezeichnet – ist ein gefräßiges Tier mit großem Appetit auf Holz: Hölzerne Schiffe, Hafenanlagen oder Schutzbauwerke fallen ihm immer wieder zum Opfer. Allein in Nord- und Ostsee entstehen jährlich Schäden in Millionenhöhe. Wissenschaftler des Forschungszentrums Terramare, Zentrum für Flachmeer-, Küsten- und Meeresumweltforschung e.V., haben jetzt eine mögliche Schutzmaßnahme entwickelt, die auch Umweltgesichtspunkten standhält: Spezielle Gewebe aus so genannten basaltischen Fasern könnten künftig umweltverträgliche Abhilfe schaffen. Basalt ist ein Vulkangestein; industriell geschmolzen lässt sich daraus ein Hitech-Fasermaterial gewinnen, mit dem

man Planken überziehen und Balken umwickeln kann. Die Ergebnisse der Versuche mit dem neuen Material aus Vulkangestein sind eindeutig: Während ungeschützte Kontrollhölzer einen extremen Befall zeigen, wurde an den faserumhüllten Balken nicht ein einziger Bohrwurm gefunden.

In naher Zukunft schon könnte also auf den Einsatz herkömmlicher Antifoulinganstriche mit den schädlichen Wirkungen auf Meeresorganismen verzichtet werden. Zunächst aber wollen die Terramare-Forscher weitere Versuche durchführen, um auch die mechanische Festigkeit der basaltischen Gewebe zu testen.

www.terramare.de

MPG: FORSCHUNGSPERSPEKTIVEN 2005

DIE WISSENSCHAFT VON ÜBERMORGEN

In ihrem 130-Seiten starken Katalog »Forschungsperspektiven 2005« zeigt die Max-Planck-Gesellschaft Wege in die wissenschaftliche Zukunft, stellt visionäre Ziele vor und diskutiert Forschungsstrategien. Die Forschungsthemen der kommenden Jahre, die ganz oben auf der Agenda stehen, reichen von der Entstehung des Universums über die biologische Vielfalt bis hin zu gesellschaftspolitisch brisanten Entwicklungen wie beispielsweise der Eindämmung des internationalen Terrorismus. Nach wie vor stehe die Grundlagenforschung im Mittelpunkt. »Ohne grundlegende Erkenntnisse über die Gesetzmäßigkeiten in der belebten und unbelebten Natur fehlt jeder anwendungsorientierten Forschung die Basis«, erklärte Prof. Peter Gruss, Präsident der Max-Planck-Gesellschaft. Allerdings brauche es zusätzliche Mittel und Kapazitäten, um die Ergebnisse der Grundlagenforschung zur Marktreife zu bringen. Gruss: »Unsere Idee ist, einen Innovationsfond für die deutsche Forschung aufzulegen.« Dieser, so die MPG, soll die Weiterentwicklung wissenschaftlicher Ergebnisse für die Anwendung nicht nur finanzieren, sondern auch inhaltlich unterstützen. Dazu müssten die Ausgaben für Forschung und Bildung als Investitionen in die Zukunft angesehen werden. Ob die Politik diese Idee aufgreift, ist noch offen.

»SAUBERES« LICHT FÜR MILLIONEN

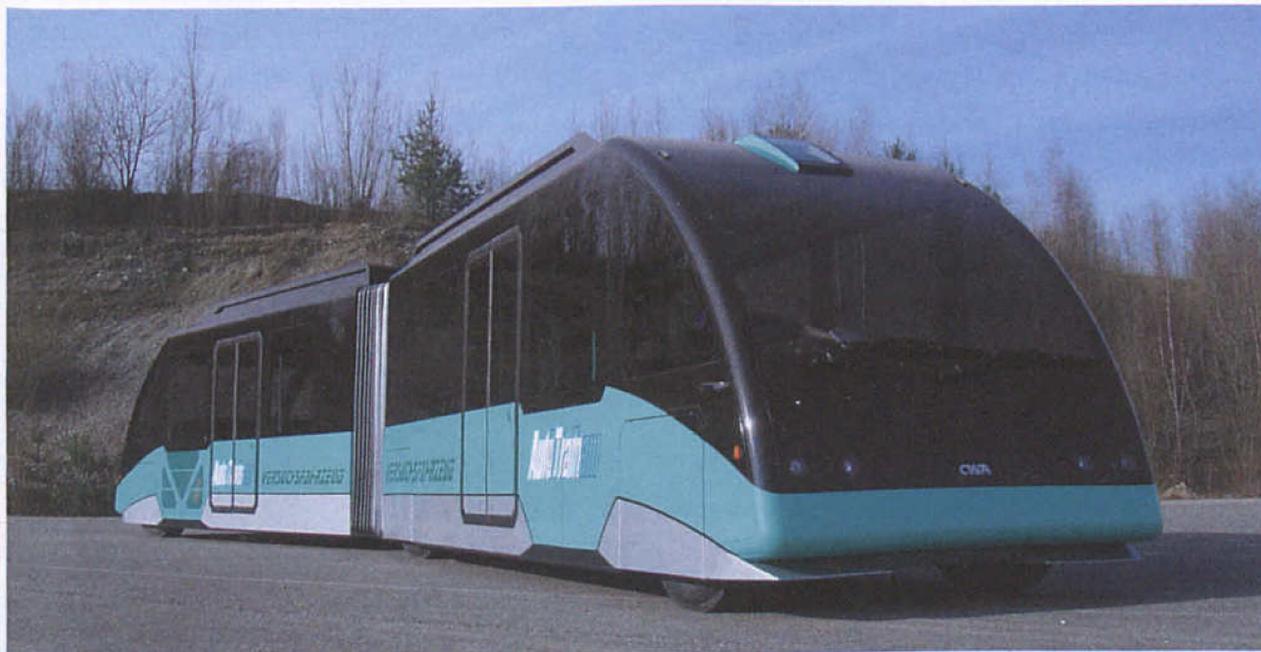
SOLARLEUCHTE ALS ÖKOLOGISCHER ENTWICKLUNGSHelfER

Nahezu die Hälfte aller Haushalte weltweit hat keinen Stromanschluss. Flächendeckende elektrische Netze scheinen auch in absehbarer Zukunft für die armen Länder nicht realisierbar. Stattdessen sind die betroffenen Menschen auf Petroleumlampen angewiesen. Nun hat Jan Hesse, Student an der Technischen Universität Dresden, eine Solarleuchte speziell für Entwicklungsländer entworfen.

Verglichen mit einer Petroleumlampe steigert die von Jan Hesse entwickelte Solux-Leuchte das verfügbare Licht um das Dreifache und vermeidet dabei gleichzeitig die Verbrennung von beträchtlichen Mengen fossiler Brennstoffe. In Afrika beispielsweise werden etwa 1,5 Millionen Tonnen Petroleum pro Jahr verbrannt. Mit jeder Solarleuchte könnte jährlich die Verbrennung von rund 35 Liter Petroleum eingespart werden. Darüber hinaus ist das Licht der Solarleuchte »sauber« und rußfrei – also ohne schädliche Nebenwirkungen für die Menschen. Die Lebensdauer der Solarleuchte beträgt mindestens 10 Jahre.

Jan Hesse hat die Lampe in Zusammenarbeit mit dem Verein Solux e.V. entwickelt. Damit die so viel versprechende Solarleuchte Realität werden kann, ist er gemeinsam mit dem VDI-Arbeitskreis »Studenten und Jungingenieure« auf der Suche nach Unterstützern und Sponsoren.

Kontakt: Jan Hesse, E-Mail: hesse.jan@vdi.de



STRASSENBAHN OHNE SCHIENEN

DAS FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURSYSTEME HAT EIN NEUARTIGES FAHRZEUG ENTWICKELT

Eine Straßenbahn, die keine Schienen braucht, sondern wie ein Bus über die Straßen fährt – die AutoTram ist ein völlig neuartiges Fahrzeugkonzept. Die vom Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme in Dresden entwickelte AutoTram kann bis zu 300 Fahrgäste transportieren. Dabei wird sie umweltfreundlich mit einer Brennstoffzelle angetrieben.

Wenn sich der 18 Meter lange Gelenkzug auf Gummirädern statt auf Schienen durch die Straßen schlängelt, geschieht das mithilfe von Sensoren, die die gängigen Fahrbahnmarkierungen erkennen und so dem Fahrer helfen, die Spur zu halten.

Energie für die Fahrmotoren liefert eine 80-kW-Brennstoffzelle der Ballard Power Systems AG. Ein ausgeklügeltes Energiemanagement steuert die Leistungsabgabe der Brennstoffzelle und garantiert eine optimale Betriebsstrategie des Antriebsystems. Die AutoTram benötigt bis zu 25 Prozent weniger Treibstoff als die bisher gängigen Stadtbusse. Besonders umweltschonend: Lediglich Wasserdampf entweicht als Abgas in die Luft.

In wenigen Jahren schon könnte sich das neue Fahrzeug durch unsere Innenstädte schlängeln, hoffen die Fraunhofer-Wissenschaftler.

TEXTILFASERN STATT STAHL

BRÜCKE AUS TEXTILBEWEHRTEM BETON GEBAUT

Wenn im Sommer 2006 die Besucher der Landesgartenschau in Oschatz die eine der drei Brücken über das Flüsschen Döllnitz überqueren, begehen sie eine Weltneuheit: Das Bauwerk besteht aus textilbewehrtem Beton, in dem ein textiles Gehege statt Stahl den Beton verstärkt. Entwickelt wurde die Innovation von Wissenschaftlern der Technischen Universität Dresden. Im Otto-Mohr-Labor der TU Dresden hat der Prototyp bereits alle erwarteten Werte übertroffen und so die Wissenschaftler überzeugt.

Textile Bewehrung statt der bislang üblichen Stahlbewehrung wird in Dresden im Sonderforschungsbereich (SFB) 528 erforscht, der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird. Professor Dr.-Ing. Manfred Curbach, Sprecher des SFB 528: »Wir haben nach einer Alternative für Stahl gesucht und sie in den offenen Strukturen der textilen Gehege gefunden!« Die neue Technologie eröffne den Weg zum superleichten Bau, da man mit weniger Textilbeton den gleichen Wirkungsgrad wie mit Stahlbeton erzielen könne. Die textilen Fasern können in extrem dünnwandige Betonteile eingesetzt werden, um optimal den Kräften zu trotzen, die an dem jeweiligen Bauteil wirken.

Die von den Diplom-Ingenieuren Silvio Weiland und Dirk Jesse für die Landesgartenschau 2006 konstruierte neun Meter lange Fußgängerbrücke hat eine Bauteildicke von nur drei Zentimetern und wiegt fünf Tonnen – aus Stahlbeton gefertigt würde sie etwa 25 Tonnen wiegen. »Im Vergleich dazu ein Fliegengewicht«, sagt Professor Curbach.

INNOVATIONSPREIS ARCHITEKTUR UND TECHNIK 2005

WASSER-RECYCLING-PROJEKT AUSGEZEICHNET

Der nachhaltige Umgang mit der Ressource Trinkwasser gewinnt auch in unseren Breitengraden zunehmend an Bedeutung. Nicht ohne Grund wurde daher das vollautomatische Wasserrecyclingsystem AquaCycle der Pontos GmbH mit dem diesjährigen Innovationspreis Architektur und Technik ausgezeichnet. Prämiert wurden der Einsatz der AquaCycle-Anlage und das ihm zugrunde liegende Konzept für einen vorbildlich effizienten Umgang mit Trinkwasser in einem Neubausprojekt in Immenstaad am Bodensee. Pontos teilt sich die Auszeichnung, die 2005 in der Kategorie Sanitärtechnik nur einmal vergeben wurde, mit dem Architekten Uwe Ritzal aus Friedrichshafen, der den Bau des Wohn- und Geschäftshauses mit angeschlossenem Friseursalon geplant und ausgeführt hat. Die Jury würdigte insbesondere die innovative Pontos-Technologie, die gleichermaßen für einen ökologischen wie ökonomischen Mehrwert sorgt. Möglich wird dies durch das vollautomatische Wasserrecyclingsystem AquaCycle 1500 von Pontos, das auf rein biologische Weise und ohne chemische Zusätze so genanntes Grauwasser aus Dusche, Wanne und Waschbecken für die Wiederverwendung aufbereitet. Das so erzeugte Klarwasser entspricht der EU-Richtlinie für Badegewässer; es ist hygienisch sauber und kann für die Gartenbewässerung, die Waschmaschine, den Hausputz und die Toilettenspülung eingesetzt werden.



Rohrleitungssystem für AquaCycle®

- Abwasser
- Dusch- und Badewasser
- Klarwasser
- Trinkwasser

www.pontos-online.de

Anzeige

Der lustig-bunte Spielspaß!
vom Erfinder der fischertechnik

TIP®

Uwe Ritzal

**Ihr Kind ist kreativ.
Achten Sie darauf,
dass es so bleibt.**

Überall wo's Spielwaren gibt!
www.fischertip.com

Abbildung: Hansgrohe Bilderdienst



»FORSCHEN AUF SEE« NEUER JUGENDWETTBEWERB

Das Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften (ZMAW) in Hamburg hat einen neuen Wettbewerb für Schülerinnen und Schüler ins Leben gerufen: »Forschen auf See« soll Jugendliche für das größte und wichtigste Ökosystem auf dem Planeten Erde begeistern. Schüler ab der 9. Klasse können in kleinen Teams Projektarbeiten einreichen, die von einer Jury, die sich aus namhaften Wissenschaftlern der Meeres- und Klimaforschung zusammensetzt, beurteilt werden. Aus allen Einsendungen werden fünf Gewin-

nersteams ausgewählt, die eine Woche lang unter fachlicher Anleitung an Bord des Hamburger Medien- und Forschungsschiffes »Aldebaran« mit Mikroskop, Planktonnetz, Tauchausrüstung und Bodengreifer spannenden Meeresthemen auf den Grund gehen. Die breite Öffentlichkeit soll die Forschungs-expedition teilweise live im Fernsehen und Radio miterleben können. Bei erfolgreicher Teilnahme am Wettbewerb »Forschen auf See« können die Projekte anschließend auch bei »Jugend forscht« und »Schüler experimentieren« eingereicht werden.

Ziel des neuen Wettbewerbs, der in diesem Jahr zunächst regional in Hamburg stattfindet und 2006 dann bundesweit ausgeschrieben wird, ist eine engere Verzahnung von Bildung und Forschung zwischen Schulen und Universitäten. Es soll, so die Initiatoren, eine Diskussion zwischen Jugendlichen, der breiten Öffentlichkeit und Wissenschaftlern über den Lebensraum Meer und die damit verbundenen Wechselwirkungen zum Menschen entstehen.

Weitere Infos zum Wettbewerb unter:
www.meereswettbewerb.de
www.aldebaran.org

VDE-INNOVATIONSMONITOR 2005

DEUTSCHLAND AN DER SPITZE IN DER ELEKTRO-, AUTOMATIONS- UND MEDIZINTECHNIK

Wo steht Deutschland im internationalen Vergleich bei Zukunftstechnologien? Der VDE-Innovationsmonitor 2005 hat dazu die Führungskräfte befragt. Einige Ergebnisse im Überblick:

- ▶ Für 70 Prozent der Befragten ist die Mikro- und Nanotechnik Innovationsmotor Nummer 1; fast jedes zweite Unternehmen sieht in der Informationstechnik die treibende Kraft.
- ▶ Deutschland verfügt in den Bereichen Elektrotechnik, Automation, Energietechnik und Medizintechnik über die höchste Innovationskraft.
- ▶ In der Mikro- und Nanotechnik liefert sich Deutschland ein Kopf-an-Kopf-Rennen mit den USA. In der Mikroelektronik ist die Bundesrepublik Standort Nummer 1 in Europa.
- ▶ 45 Prozent der befragten deutschen Unternehmen prognostizieren einen steigenden Bedarf an Elektroingenieuren und IT-Experten.
- ▶ Etwa 80 Prozent der Unternehmen sehen in der Bürokratie und in den gesetzlichen Rahmenbedingungen die größten Innovationshemmnisse.
- ▶ Forschung und Entwicklung werden seltener ins Ausland verlegt als die Produktion.

Während die befragten Unternehmen von einer deutlichen Innovationskraft Deutschlands ausgehen, hat sich die Bevölkerung in einer parallel dazu durchgeführten repräsentativen Umfrage (VDE-Studie Technikakzeptanz 2005) eher skeptisch geäußert. Demnach sprechen nur 6 Prozent der Bundesbürger Deutschland die höchste Innovationskraft in den Zukunftstechnologien zu.

– Webtipps –

TRIZAX

Eine weltweit einzigartige Sammlung dreidimensionaler Bilder aus den Bereichen Ophthalmologie, allgemeine Wissenschaft, Medizin und Technologie.

www.trizax.com

DIE HERKUNFT DER MATHEMATIK

Woher kommt die Mathematik? Was haben Religion und Ordensgemeinschaften mit Mathematik zu tun? Die Website bietet einen Überblick über die interessantesten Mathe-Entdeckungen aus kulturgeschichtlicher und mathematischer Perspektive.

<http://hometwon.aol.de/astbadabach/DieHerkunftderMathematik.html>

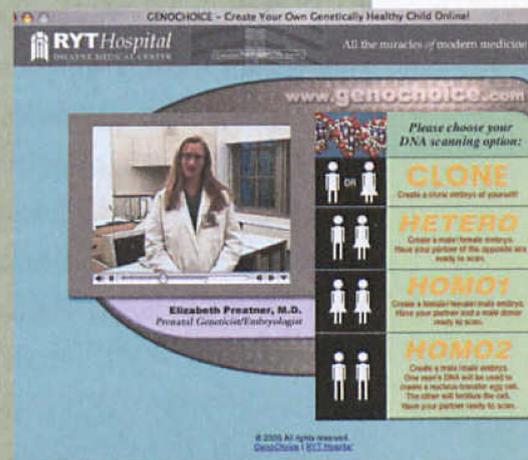
GENOCHOICE

Das perfekte Wunschkind klonen? Die Website ist eine täuschend echte Simulation zum

Thema pränatale Genetik. Zunächst wird die DNA der Interessentin oder des Interessenten »gescannt«.

Sollte das eigene genetische Material verbesserungswürdig sein, bietet GenoChoice entsprechende Möglichkeiten dazu an. Im nächsten Schritt lassen sich dann die Wunscheigenschaften des Klonkinds auswählen. Et voilà! Die berechneten Ergebnisse können durchaus verblüffen.

www.genochoice.com

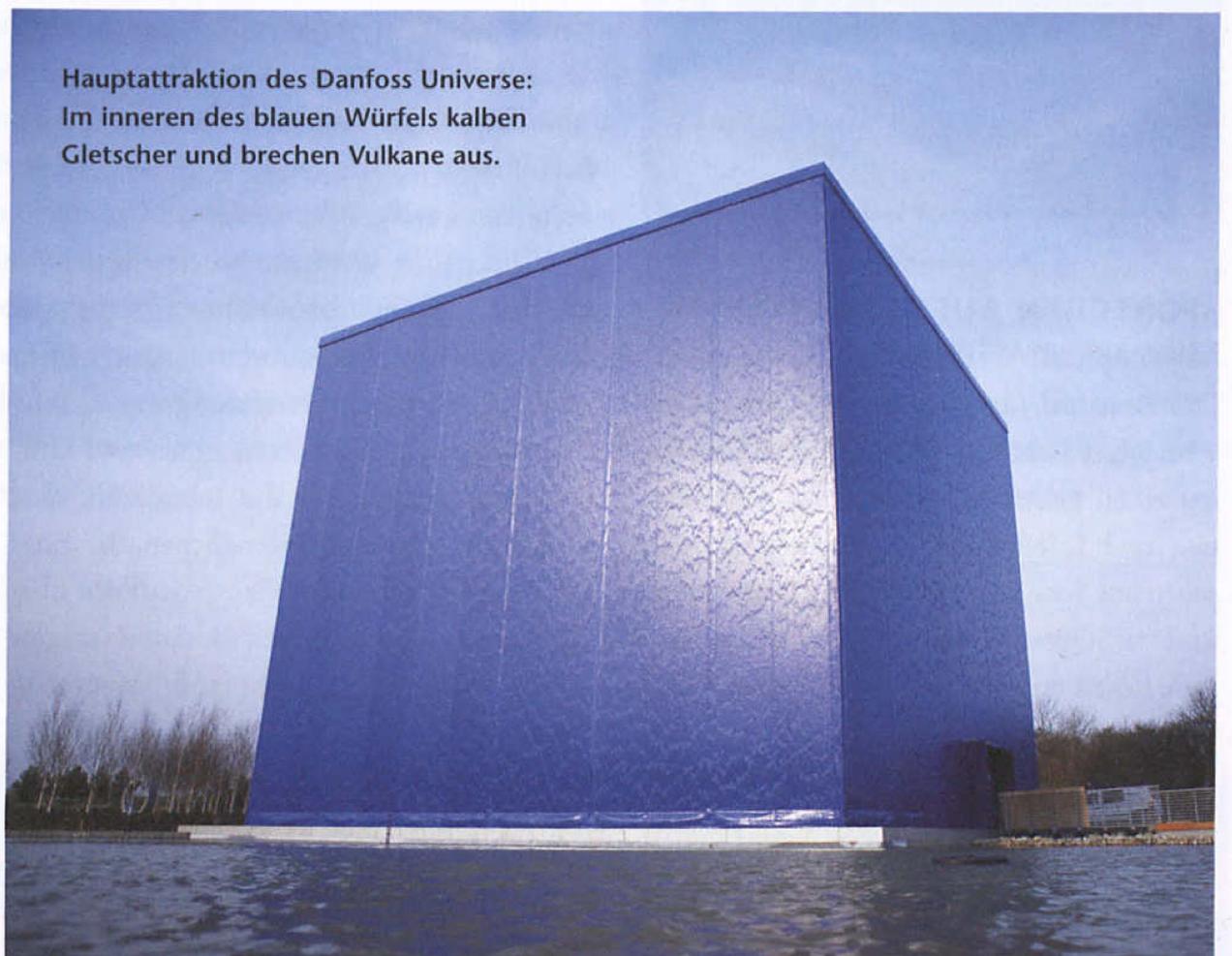


DANFOSS UNIVERSE

Auf der Halbinsel Alsen, eine Stunde von Flensburg entfernt liegt Danfoss Universe, der erste Sciencepark in Dänemark. Die neue Erlebniswelt, in der sich alles um Kälte, Wärme und Bewegung dreht, steht in der Tradition der Vermittlung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge durch Experiment und Spiel. Kernstück ist ein 23 Meter hoher, leuchtend blauer Kubus, der schon auf der Expo 2000 als Länderpavillon Islands zu bestaunen war. In seinem Inneren präsentieren sich Naturgewalten: Spektakulär schießt im Minutentakt ein Geysir in die Höhe. Isländisch muten auch die anderen Themen im Würfel an: Feuer und Eis. Der Besucher nimmt in einer Gletschersimulation am Kalben eines Gletschers teil und fühlt sich in der Vulkankammer wie im Inneren eines Vulkans, inklusive Erdbeben, Schwefelgeruch und brodelnder Schlammlöcher.

Auch auf dem Gelände werden die Themen Wasserkraft, Temperatur und Mechanik wieder aufgenommen. So dreht sich z.B. im Fluid Power Pavillon alles um Hydraulik. Hier können die Besucher auf selbst Hand anlegen und entweder echte Bagger bedienen oder in einer Arena ferngesteuerte hydraulische Modell-

Hauptattraktion des Danfoss Universe:
Im inneren des blauen Würfels kalben
Gletscher und brechen Vulkane aus.



bagger und andere Baumaschinen mittels Joystick gegeneinander antreten lassen.

Danfoss Universe

Geöffnet Mai bis Ende Oktober

Täglich von 10.00 bis 18 Uhr

www.danfossuniverse.dk

KEIN LEICHTGEWICHT

Zum 80. Geburtstag widmet die Münchner Pinakothek der Moderne dem Architekten Frei Otto eine Retrospektive.

Schon in den fünfziger Jahren machte sich Otto daran neue architektonische Konzepte zu entwickeln, die sich in Gestalt und Bauweise der Natur öffneten und wurde damit ein Vorreiter eines ökologisch verträglichen, leichten Baustils. Sein Durchbruch kam mit dem futuristischen Zeltdach über dem Deutschen Pavillon auf der Expo 1967 in Montreal - und auch die Dachlandschaft des Münchner Olympiageländes wäre ohne ihn wohl nicht realisiert worden.

Frei Otto -

Leicht bauen, natürlich gestalten

Bis 28. August 2005

Pinakothek der Moderne

www.pinakothek.de

»KLANG UND RAUM« IN IRSEE

Das ehemalige Benediktinerkloster Irsee im Allgäu ist auch in diesem Jahr wieder Kulisse des Festivals für Alte Musik. Im prächtigen barocken Rahmen kommen Werke der Gregorianik bis zur Frühromantik zur Aufführung. Das Eröffnungskonzert des britischen Ensembles Red Priest, das sich in seinem Programm »Nighmare in Venice« der dunklen Seite der Barockmusik verschrieben hat, betont den Themenschwerpunkt: die Darstellung von Affekten, also menschlicher Gefühle. Als krönenden Abschluss werden in der Klosterkirche Motetten von Felix Mendelssohn Bartholdy und Mozarts »Jupiter-Sinfonie« zu hören sein.

13. Klang & Raum Musikfestival im Kloster Irsee, 1. - 4. September 2005

www.musikfestival-irsee.de

AUSSTELLUNGEN

SCHREIB MAL WIEDER!

Von Briefen und Postwertzeichen handelt die neue Abteilung »Briefe, Marken, Schreibkultur« im Museum für Kommunikation in Nürnberg. Seit 1849 – da wurde in München die erste Briefmarke gestempelt – kommen in Deutschland die kleinen Marken auf den Brief. Vertreten ist, neben dieser ersten Sechskreuzer-Marke, fast die gesamte deutsche Philatelie, d. h. fast alle altdeutschen Staaten, das gesamte Deutsche Reich inklusive Kolonien, die Weimarer Republik, das Dritte Reich und Deutschland nach 1945 inklusive BRD, DDR und Saarland. Wer sich mehr für die Inhalte von Briefen interessiert, kommt an den Lesetischen auf seine Kosten. Dort wird anhand von Briefzeugnissen verschiedenster Art die Entwicklung der Briefkultur durch die Jahrhunderte praktisch erlesbar.

Museum für Kommunikation Nürnberg

www.museumsstiftung.de/nuernberg/

VOM BALLON ZUR LUFTBRÜCKE

Das Deutsche Technikmuseum Berlin hat seine neue Dauerausstellung eröffnet. Im Zeichen des Rosinenbombers, einer Douglas

C-47 B »Skytrain« die über der Außenfassade schwebt, wird nun die Geschichte der deutschen Luftfahrt präsentiert. In neun Ausstellungsbereichen wird durch umfangreiches Dokumentationsmaterial der Bogen von den Anfängen im Heißluftballon bis zum Wettrüsten des Kalten Krieges gespannt. Zentraler Blickfang sind natürlich Flugzeuge wie die Junkers JU 52, die Messerschmitt BF 110 oder eine MiG-15.

Deutsches Technikmuseum Berlin

www.dtmb.de

DER NASE NACH

Auf der Münchner Praterinsel lädt das Alpine Museum des DAV ein in die Geruchsvielfalt der Bergwelt einzutauchen. Begleitet von zahlreichen Bildern und Objekten malen mehr als 50 Gerüche blühende Blumenwiesen und würzige Bergluft in den Geruchssinn der Besucher.

Mit der Nase in die Berge. Alpine Duftgeschichte(n). Alpines Museum des DAV
Bis 12. Februar 2006

www.alpines-museum.de



MÄRCHENLAND BABELSBERG

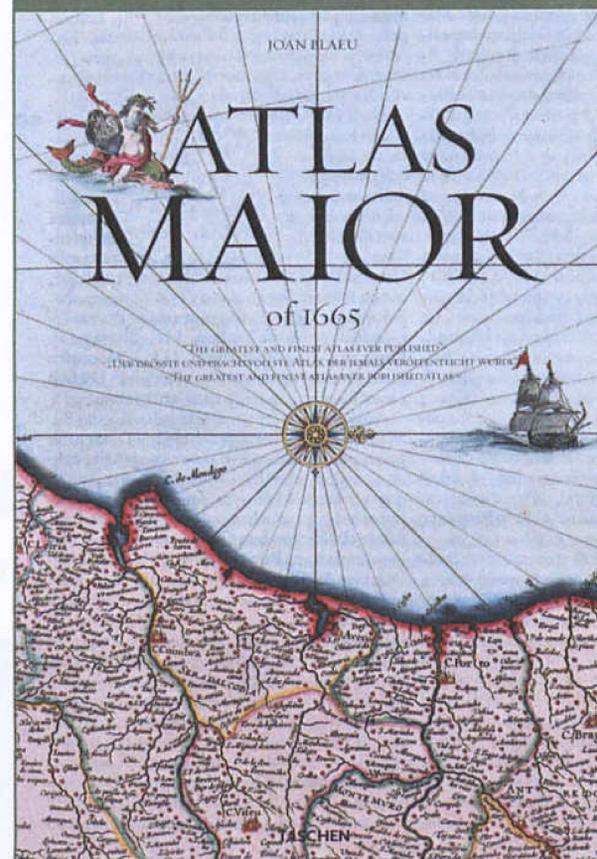
Der Märchenfilm, Exportschlager der Filmproduktion der DEFA, bekommt nun, unweit des Filmstudios Babelsberg, eine Ausstellung im Filmmuseum Potsdam. Reich an Fantasie und einem ganz eigenen Stil verhaftet, betraten in Babelsberg seit den Zwanziger Jahren des 20. Jahrhunderts Schneewittchen, Aschenbrödel, aber auch Emil und die Detektive die Leinwand. Nun kann man auf ihren Spuren durch den Märchenwald streifen.

Filmmuseum Potsdam

bis April 2006

www.filmmuseum-potsdam.de

– Buchtipps –



BAROCKE WELTSICHT

Auch im 25. Jahr bleibt sich der Taschen Verlag treu und erfüllt bibliophile Sehnsüchte: Der Atlas Maior des Amsterdamer Kartographen und Verlegers Joan Blaeu gilt nicht nur als Meilenstein in der Entwicklung der Kartographie, als auch als Meisterwerk der Buchkultur des 17. Jahrhunderts. Ursprünglich in 11 Bände aufgeteilt, umfasst der Atlas 59 Karten, auf denen die gesamte dem barocken Europa bekannte Welt dargestellt wird. Den Nachdruck des kolorierten Exemplars der Österreichischen Nationalbibliothek, das 2004 in das UNESCO Programm »memory of the world« aufgenommen wurde, kann man als den prachtvollsten und vollständigsten Atlas der Frühen Neuzeit ins heimische Regal holen. Die Einführung von Peter van der Krogt in die historischen Zusammenhänge vervollständigt den Buchgenuss.

Atlas Maior

Van der Krogt, Dr. Peter/Österreichische Nationalbibliothek, Wien

Taschen Verlag, 150 Euro

ISBN 3-8228-3125-5

Im »Wasserluxus« schwelgten die alten Römer. Antike Aquädukte gehören zu den Glanzleistungen des Ingenieurbaus. Das Mittelalter konnte an diesen hohen Standard nur in einigen Städten oder Klöstern anknüpfen.

Von Klaus Grewe

Die Wasserversorgung in Europa

Ein Streifzug durch Antike und Mittelalter



Straßen, Aquädukte und Kanäle haben gemeinsam, dass sie sich über eine längere Strecke durch die Landschaft ziehen und dabei oftmals Geländehindernisse überwinden müssen. Von den Kunstbauten, die im Zuge dieser Bauwerke zu errichten gewesen waren, sind die Talüberquerungen augenfällig und teilweise sogar spektakulär. Die bis zu 50 m hohen Brücken, wie die Aquäduktbrücke Pont du Gard bei Nîmes in Frankreich, zeugen von einer Blüte des Ingenieurbaus in römischer Zeit.

Es wäre verlockend, einen bis in unsere Tage erhaltenen Aquädukt mit seinem ursprünglichen Bauplan vergleichen zu können. Auf diese Weise wären die antiken Planungsgedanken und Arbeitsmethoden am ehesten nachzuvollziehen. Leider hat keiner dieser Originalpläne bis heute überlebt. Auch zeitgenössische Beschreibungen geben nur wenig Auskunft über das in den Bauwerken steckende Maß an Technik. Diese Quellen beziehen sich eher auf die Umstände, die zum Bau eines Aquäduktes geführt haben, und auf die Auftraggeber eines Bauwerks und deren Beweggründe, den Auftrag zu erteilen und schließlich auch die Kosten dafür zu tragen.

DIE AQUÄDUKTE DER RÖMER. Die erhalten gebliebenen Reste der Kunstbauten aus dem Sektor des römischen Ingenieurbaus zeugen von einer bewusst geplanten Wirkung nach außen. In diesen Elementen römischen Wasserleitungsbaus zeigt sich nicht nur die Spannweite des technisch Machbaren, auch römische Geisteshaltung wird in ihnen sichtbar. Der Bau von Tunneln, Druckleitungen und auch der großen Aquäduktbrücken wurde voll beherrscht, aber allein schon aus Kostengründen nur dann in Planung genommen, wenn es sinnvoll und wirtschaftlich war.

Die einfachste Form der Wasserleitung war auch in römischer Zeit die Gefälle- oder Freispiegelleitung. Das Wasser wird dabei in einem – bei größeren Leitungen meist gemauerten U-förmigen – Gerinne talwärts geführt, wobei die Trasse mit mehr oder minder starkem Gefälle dem Hang augenscheinlich **isohypsenparallel** folgt, tatsächlich aber stetig an Höhe verliert. Aus Gründen der Sicherheit, in den nördlichen Provinzen aber auch, um ein Einfrieren des Wassers zu verhindern, sind die Leitungen, wo es ging, unterirdisch verlegt worden.

Am Kopf einer jeden Wasserleitung war durch einen künstlichen Eingriff in das Gelände der natürliche Abfluss des Wassers zu sperren und dieses in eine Leitung einzuspeisen. Das konnte durch ein kleines Wehr in einem Fluss bewerkstelligt werden oder durch eine großartige Talsperre, im Grunde kommt aber auch in jeder Quelfassung dieses Prinzip zur Anwendung.

Die Absteckung des Trassengefälles erfolgte nicht mittels des uns heute bekannten geometrischen Nivellements, sondern durch einfaches Verlängern des am Beginn des Trassenabschnitts durch zwei Holzpfähchen markierten Höhenunterschieds, mit dem der Baumeister den Bauleuten das auszubauende Gefälle vorgegeben hatte. Diese Methode des »Austafelns« war im Kanalbau bis zur Einführung der Laserinstrumente noch lange üblich.

GEWALTIGE WASSERMENGEN VERBRAUCHT. Es waren gewaltige Mengen an Wasser, die den Städten, Lagern und sonstigen Siedlungsplätzen bereitgestellt wurden. Nehmen wir das Beispiel des antiken Köln, so sehen wir, dass den Bürgern der Colonia Claudia Ara Agrippinensium täglich 20 Millionen Liter besten Eifelwassers vor die Tür oder ins Haus geliefert wurden, das entspricht einer Menge von immerhin ca. 1.200 Liter pro Kopf – gegenüber heute ca. 150 Liter.

Würde man eine Musterleitung in römischer Bautechnik zusammenstellen, so könnte das gesamte Imperium Romanum darin vertreten sein: Wassergewinnung in Quelfassungen wie in Karthago (Tunesien) oder in der Eifel, in Flussableitungen wie in Segovia (Spanien) oder Trier oder in Talsperren wie in Rom oder Mérida (Spanien). Aquäduktbrücken sind die auffälligsten Elemente des Wasserleitungsbaus, und beeindruckende Bauwerke stehen allerorten. Die großartigsten Brücken finden sich sicherlich bei Nîmes (Pont du Gard) und Metz in Frankreich, in Tarragona, Segovia und Mérida (Spanien), in Aosta (Italien) oder in Nordafrika, der Türkei und an vielen Orten mehr. In Deutschland sind beeindruckende Reste einer Großbrücke im Mainzer Zahlbachtal zu sehen. Eher im Verborgenen blühen die antiken Aquäduktunnel. Obwohl Tunnelbauten zu den schwierigsten Ingenieurdisziplinen zu rechnen sind, fallen sie wegen ihrer unter-



Eine Wasserleitung im römischen Drover-Berg-Tunnel bei Düren.

Isophypsenparallel: Isophypsen sind Linien gleicher Höhe. Z.B. die Höhenlinien in Landkarten.

Linke Seite: Holzrohre mit Deichelverbindung aus der mittelalterlichen Wasserleitung zur Burg Blankenheim.

irdischen Lage kaum ins Auge. Die Römer brachten es auch in dieser Disziplin zu wahrer Meisterschaft. Die Vorbilder der Etrusker, die ihre Kenntnisse vermutlich aus dem alten Iran bezogen hatten, vor Augen, bauten sie Wasser-tunnel von beachtlichen Ausmaßen. Der längs-te Tunnel nördlich der Alpen wurde zur Ver-sorgung einer römischen Villa rustica bei Düren (Nordrhein-Westfalen) gebaut. Immerhin 1,5 km lang wurde dieser Tunnel durch den Drover-Berg. Von den zwei bekann-ten Bauverfahren – dem **Gegenortverfahren** von zwei Seiten aus und dem **Qanatverfahren** von zusätzlichen Bauschächten aus – wurde letzteres am häufigsten angewendet. Das Qanatverfahren hatte den Vorteil, dass die Möglichkeit des fehlerhaften Vortriebs auf kurze Strecken beschränkt wurde.

Eine der wenigen Primärquellen zur anti-ken Technikgeschichte ist der Grabstein des Nonius Datus aus Algerien. Nonius Datus war als gromaticus (Vermessungsmann) bei der legio III Augusta in Lambaesis beschäftigt und für den zivilen Auftrag zum Bau einer Wasser-leitung samt Tunnelbau in Saldae abkom-mandiert worden. Der Inschrift auf diesem Grabstein zufolge war der von Nonius Datus über den Berg abgesteckte Tunnelverlauf von den Bauleuten unter Tage nicht eingehalten worden. Der versierte Praktiker Nonius Datus stellte den im Vortrieb gemachten Fehler fest, glich ihn durch eine bauliche Korrektur aus, und die Wasserversorgung Saldaes konnte in Betrieb genommen werden. Auf dem Stein

Gegenortverfahren nennt man den Tunnelbau von zwei Mundlöchern aus.

Qanatverfahren: Tunnelbau von zwei Mundöffnungen und zusätzlichen Bauschächten aus. »Qanat« bezeich-nete in Alt-Iran unterirdische Wasserlei-tungen.

Der Cornalvo-Staudamm:
Römische Talsperre bei Mérida
in Spanien.



sind auch die Tugenden genannt, die den antiken Tunnelbauern abverlangt wurden: »Patientia – Virtus – Spes« (Geduld, Tatkraft und Zuversicht).

DAS MITTELALTER. Eine der spannendsten Fragen der Technikgeschichte ist die nach einem Technologietransfer aus der Antike über das Mittelalter bis in die Neuzeit. Es gibt dazu durchaus verschiedene Meinungen, denn während die einen sagen, mit dem Ende der Antike sei auch das technische Verständnis abgebrochen, meinen die anderen, dass es sehr wohl ein Überleben technischen Wissens gegeben habe. Zumindest für den Wasserlei-tungsbau kann man sich wohl der letztge-nannten Meinung anschließen, denn neue Forschungen haben gezeigt, dass sich techni-sches Wissen wie ein roter Faden durch die Zeiten zieht. Dabei wird oftmals außer Acht gelassen, dass verschiedene antike Aquädukte bis weit in das Mittelalter und manchmal sogar die Neuzeit funktioniert haben, was natürlich einer gewissen Pflege bedurfte, die wiederum einiges an Sachkenntnis vorausge-setzt hat.

Zuerst waren es die christlichen Gemein-den, die antike Wasserleitungen nutzten oder Neubauten in antiker Bauweise errichteten, und zwar für ihre Baptisterien, in denen in der Frühzeit in fließendem Wasser getauft wurde. Beispiele aus Frankreich (Aix-en-Provence, Lyon, Poitiers), aber auch aus Deutschland (Boppard und Bonn) belegen diese Art tech-nischen Vorgehens.

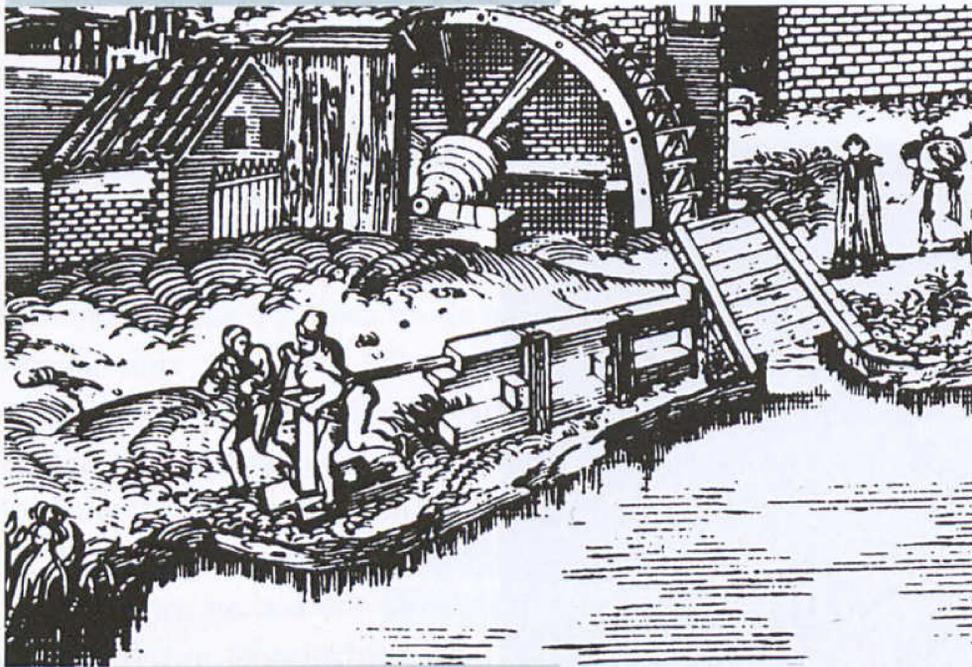
Dann sind es die Klöster, die für ihre Brun-nenhäuser Wasserleitungen bauen, und es wird oftmals nicht beachtet, dass ein solcher Klos-terbrunnen an eine Druckwasserleitung ange-schlossen gewesen sein musste. Diese Art Hochtechnik war natürlich nicht ohne techni-sche Kenntnisse zu verwirklichen, aber immer-hin war man in den Klöstern in der Lage, die antiken Fachbücher, wie Vitruvs »Zehn Bücher über die Baukunst« zu lesen.

Diese Kenntnisse der Fachliteratur und der lateinischen Sprache sind sicherlich Gründe dafür, warum in unzähligen Klöstern Aquä-dukte und sonstige Wasserbauten nach anti-ken Vorbild gebaut worden sind. Im profanen Bereich sind aus den genannten Gründen der-



Kalkablagerungen: Blick in die römische Eifelwasserleitung bei Euskirchen-Kreuzweingarten.

Eher im Verborgenen blühen die antiken Aquäduktunnel. Obwohl Tunnelbauten zu den schwierigsten Ingenieurdisziplinen zählen, fallen sie wegen ihrer unterirdischen Lage kaum ins Auge. Dem antiken Tunnelbauer wurden wohl auch deshalb die Tugenden Geduld, Tatkraft und Zuversicht abverlangt.



Mittelalterliche Wasserkunst von Lübeck im Stadtplan von E. Diebel (1552). Vor dem Wasserturm werden Holzrohre hergestellt.

Literatur

- K. Grewe, Die Wasserversorgung der Burgen, in: Deutsche Burgenvereinigung e.V. (Hrsg.), Burgen in Mitteleuropa, Bd. 1, Stuttgart 1999
- Licht am Ende des Tunnels. Planung und Trassierung im antiken Tunnelbau, Mainz 1998
- Wasserversorgung und -entsorgung im Mittelalter, in: Frontinus-Gesellschaft (Hrsg.), Die Wasserversorgung im Mittelalter, Band 4, Mainz 1991
- Atlas der römischen Wasserleitungen nach Köln, Köln 1986
- Planung und Trassierung römischer Wasserleitungen, Wiesbaden 1985
- C. Fensterbusch, Vitruv, Zehn Bücher über die Baukunst, Darmstadt 1976

DR. KLAUS GREWE ist wissenschaftlicher Referent beim Rheinischen Amt für Bodendenkmalpflege im Landschaftsverband Rheinland. Umfangreiche Forschungen zur Technikgeschichte.

artige hochtechnische Bauwerke seltener. König Karl, später Kaiser Karl der Große, baut Ende des 8. Jahrhunderts n. Chr. für seine Pfalz in Ingelheim eine Fernwasserleitung, die sich in ihrer Bauart kaum von einem antiken Aquädukt unterscheidet. Es kann nur vermutet werden, dass er sich die Baufachleute – wie für die übrigen Staatsbauten auch – aus Italien besorgte.

Im hohen Mittelalter bietet sich dann ein äußerst unterschiedliches Bild in der technischen Entwicklung der Wasserversorgung. Während eine Weltstadt wie Köln in dieser Hinsicht seine antike Tradition völlig vernachlässigt und sich nur noch aus Brunnen versorgt, gehen in anderen Städten wie Bremen und Lübeck die Brauer voran und bauen die ersten Wasserleitungen, indem sie mittels großer Wasserkünste Flusswasser heben und zu den Brauereien leiten. Das Bild der Wasserversorgung in europäischen Städten ist in dieser Hinsicht

bunt wie ein Flickerteppich – man passt sich den Gegebenheiten an und legt dabei einen großen Pragmatismus an den Tag: Man schöpfte in der Regel aus Flüssen und Tiefbrunnen, wobei in der Wasserhebung technische Hilfsmittel vom Schöpfeimer bis zum Hebewerk zum Einsatz kamen. Während man sich also in Köln ohne Rücksicht auf die benachbarten Kloaken aus unzähligen Schachtbrunnen versorgte, gab es beispielsweise in Siena (Italien) ein weitverzweigtes Netz in den Fels getriebener Stollen (Bottini), in denen das Wasser für die Laufbrunnen der Stadt gewonnen wurde.

AUSSERGEWÖHNLICHE LÖSUNGEN FÜR BURGEN. Die Wasserversorgung auf den Burgen des Mittelalters war für Menschen und Tiere lebenswichtig – zu manchen Zeiten gar überlebenswichtig. Da Burgen zumeist auf Bergen, zumindest aber auf Anhöhen oder künstlich angeschütteten Hügeln errichtet wurden, standen interne stetig fließende Quellen für die Versorgung kaum zur Verfügung. Man musste also mit dem Wasserangebot zurechtkommen, das unter den vorgegebenen Umständen nutzbar zu machen war, denn die Auswahl unter verschiedenen Techniken war durchaus eingeschränkt: So war das Wasser externer Quellen oder Bäche nur zu nutzen, wenn es mittels Lasttieren oder Rohrleitungen herantransportiert werden konnte. Konnte man solche Angebote nicht nutzen, blieb nur noch, sich aus Tiefbrunnen oder Zisternen zu versorgen.

Die Wasserversorgung einer Burg durch Rohrleitungen war für mittelalterliche Verhältnisse eine hochtechnische Lösung. Auf diese Weise konnte Wasser im Überfluss herangeführt werden, dazu noch in einer Qualität, die zwar abhängig von der zur Versorgung ausgesuchten Quelle, aber damit auch in etwa selbst zu bestimmen war. Bei dieser Art der Versorgung, die u. U. auch die Betreibung eines Druckleitungssystems zuließ, handelte es sich ohne Zweifel um eine komfortable und auch repräsentative Bedarfsbefriedigung, die man sicherlich nur allzu gern in jeder Burg verwirklicht hätte. Dagegen sprach aber in vielen Fällen die Höhenlage einer Burg.

Aber wie bei den Städten gibt es auch bei den Burgen Beispiele für außergewöhnliche Lösungen. In Blankenheim (Eifel) wurde erst vor wenigen Jahren eine Wasserleitung entdeckt, die mit einem Druckleitungsabschnitt, der nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren funktionierte, und einem in antiker Qanatbauweise gebauten Tunnelabschnitt ausgestattet war und somit in technischer Hinsicht höchsten Ansprüchen genügen konnte. Durch gut erhaltene Holzrohrfunde kann die Bauzeit dieser Leitung in den Winter 1468/69 datiert werden.

Die Beispiele zeigen, dass die Wasserbauten der Römerzeit hochtechnisch und in höchstem Maße effektiv waren. Das Mittelalter kann diesen Standard bei weitem nicht halten. In der Regel wurde der antike Standard erst im 19. Jahrhundert wieder erreicht. Hamburg läutet nach dem verheerenden Stadtbrand von 1842 mit dem Bau eines durch Dampfmaschinen betriebenen Wasserwerkes und eines modernen innerstädtischen Rohrnetzes ein neues Zeitalter ein. ■■■

Wasser für Augsburg

Ein Blick in die Geschichte der ältesten bayerischen Wasserwerke



Die eisernen Riesen ruhen.
Das Werk am Hochablass
ist heute zur Besichtigung
freigegeben.

Im Mündungswinkel zwischen Lech und Wertach gründeten die Römer zur Zeitenwende Augsburg. Die Lage ermöglichte Handwerk und Industrie die vielfältige Nutzung des Wassers und begünstigte so die Blüte der Stadt.

Von Wilhelm Ruckdeschel

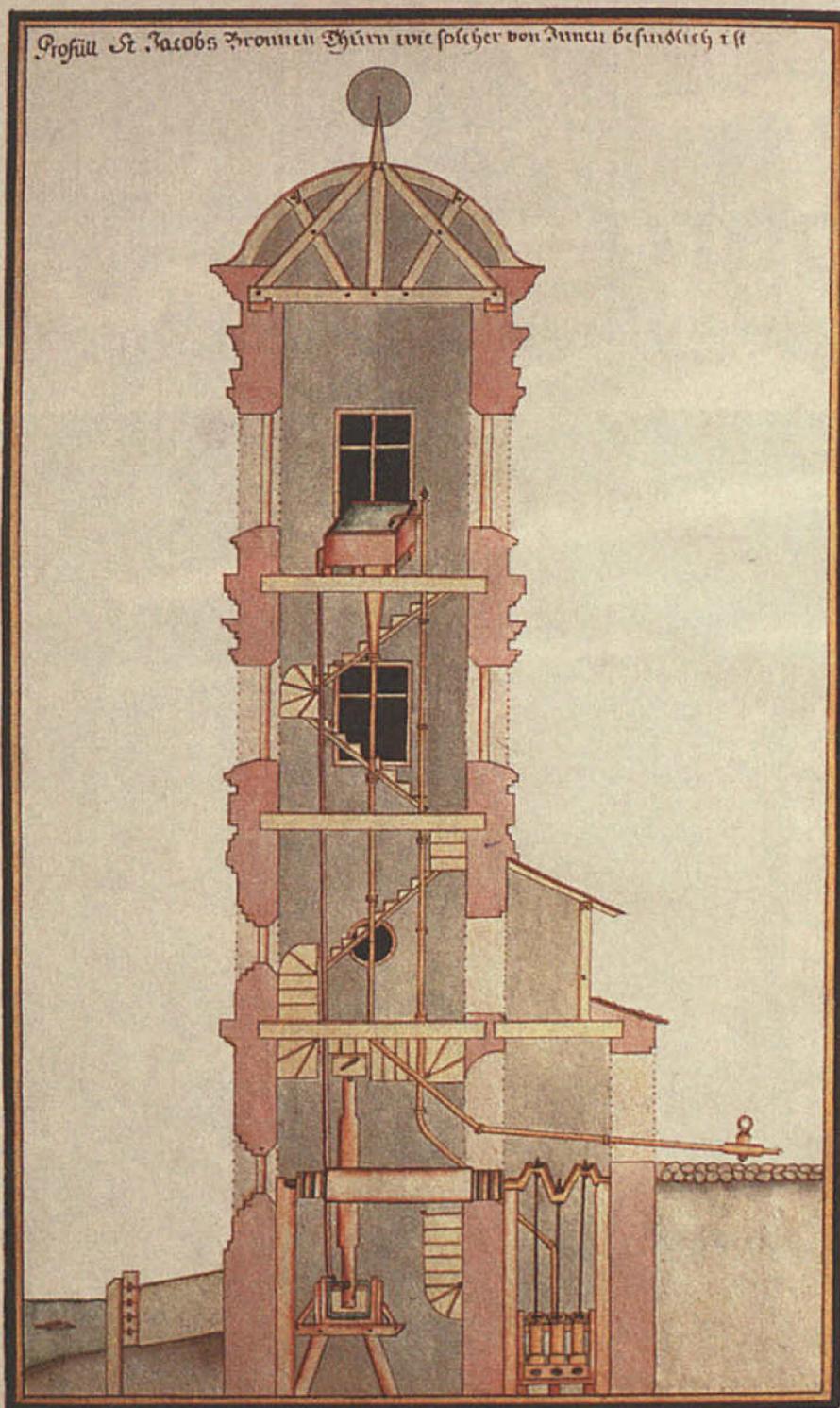


Abb. oben: Schnitt durch ein Jakober-Brunnenwerk von Caspar Walter, 1746. Das Wasserrad im überhohen Erdgeschoss treibt ein dreifaches Kolbenpumpwerk. Die Leitungen zum und vom Reservoir sowie der Überlauf sind aus Metall.

Besichtigung Hochablass-Werk
 Termine für Führungen erfragen Sie
 unter Telefon: 0821-324 86 02

Augsburg wurde um die Zeitenwende von den Römern gegründet, auf dem Hochterrassensporn im Mündungswinkel der Alpenflüsse Lech und Wertach. AUGUSTA VINDELICUM war bis ins 5. Jh. Hauptstadt der römischen Nordprovinz Raetien. Die frühmittelalterliche Bischofsstadt (»Untere Stadt«: der allgemeinen Fließrichtung Süd-Nord der Gewässer entsprechend ist hier »unten« immer nördlich) verteidigte sich 955 erfolgreich gegen die Ungarn und entwickelte sich in der Folgezeit nach Süden hin zu den Grablegen der Hll. Ulrich und Afra (»Obere Stadt«). 1276 erhielten die Bürger das Stadtrecht, 1316 wurde Augsburg Freie Reichsstadt.

ÄLTESTE SOZIALSIEDLUNG DER WELT. Im 14. Jh. wurde das auch sozial-topographisch tiefer liegende Gebiet der Jakobervorstadt in den Stadtring einbezogen. Dort nutzten Handwerker die zahlreichen Bäche und »Leche« (vom Lech abgeleitete Kanäle). 1519 entstand mit der »Fuggerei« die älteste Sozialsiedlung der Welt. Der polygonale Stadtumriss, geschützt von mächtigen Wällen und hohen Mauern mit starken Toren, bestand bis ins 19. Jh. Durch Eingemeindungen im frühen 20. Jh. sowie durch Neubaugebiete nach dem Zweiten Weltkrieg vergrößerte sich das Stadtgebiet auf 15.000 ha. Heute hat die drittgrößte Stadt Bayerns 250.000 Einwohner.

Für die »Wasserkraft« der gewerbefleißigen Reichsstadt und späteren Industriestadt waren und sind die von Lech und Wertach »abgelassenen« kräftigen Kanäle zuständig. Für den Betrieb der Wasserwerke – in vorindustrieller Zeit »Brunnenwerke« genannt – wurde der ebenfalls reichliche Quellwasserzufluss aus dem Süden genutzt. Der im spät- und nacheiszeitlichen Schottergrund des Lechfeldes nordwärts drängende Grundwasserstrom ließ in den südlichen Wäldern und Auen ein ganzes System von Quellbächen entstehen, die, dem natürlichen Geländefall von cirka drei Promille folgend, in Richtung Stadt flossen.

Die Wassermenge war (und ist bis heute) also kein Problem. Bei der Druckhöhe hingegen musste immer schon mechanisch nachgeholfen werden. Nahegelegene Geländehöhen, auf denen das Wasser, etwa von Hangquellen, hätte gefasst werden können, gibt es um Augsburg nicht, die Topographie erlaubte also keine reinen Gefälleleitungen. Wassertürme waren deshalb die Lösung (die Technik von heute hat zweckmäßigere Methoden der Druckerhöhung). Die Technik der künstlichen Wasserhebung erforderte Experten. Intellektueller, technologischer und organisatorischer Aufwand waren vonnöten – der Begriff »Wasserkunst« drückt dies treffend aus.

DREI WASSERTÜRME BEIM ROTEN TOR. Die Anlage, die sich zum Hauptwerk der städtischen Wasserversorgung entwickelte, entstand Anfang des 15. Jh. 1412 unternimmt der Patrizierspross Liupold Karg den Versuch, »Rörprunnen« zur Versorgung der Oberstadt anzulegen, scheitert aber und verliert sein ganzes Vermögen. Daraufhin wird von Ulm der Spezialist Hannes Felber geholt, der über dem »Brunnenbach« ein Pumpwerk mit Holzturm anlegt. Später wird in Stein um- und weitergebaut.

Das Holzwerk der Maschinerien sowie das Rohrnetz aus hölzernen Röhren (Deicheln) war natürlich immer wieder erneuerungsbedürftig. Der letztmalige Umbau erfolgte 1848 mit den schon 1821 angeschafften von Reichenbach'schen Wassermaschinen, die diesmal aus Eisen gefertigt waren. Zwei überschlächtige Wasserräder, »Adam« und »Eva« genannt, bewegten über Kurbel, Schubstangen und Balanciers je vier einfach wirkende Kolbenpumpen.

DER UNTERE BRUNNENTURM AM MAUERBERG.

Dieses zweitgrößte Wasserwerk an der Ostseite der Hochterrasse wurde ebenfalls betrieben vom Brunnenbach, der allerdings schon am Vogeltor einen kleineren Teil seiner Menge in den Stadtgraben in Richtung Jakoberbrunnenwerke abgegeben hatte. Eine seit 1848 gusseiserne Kanalbrücke – heute ein Technisches Denkmal – führte sein Wasser über den Stadtgraben. Die technische Geschichte dieses Brunnenwerks ist gleichsam ein Abriss der technologischen Entwicklung der künstlichen Wasserhebung.

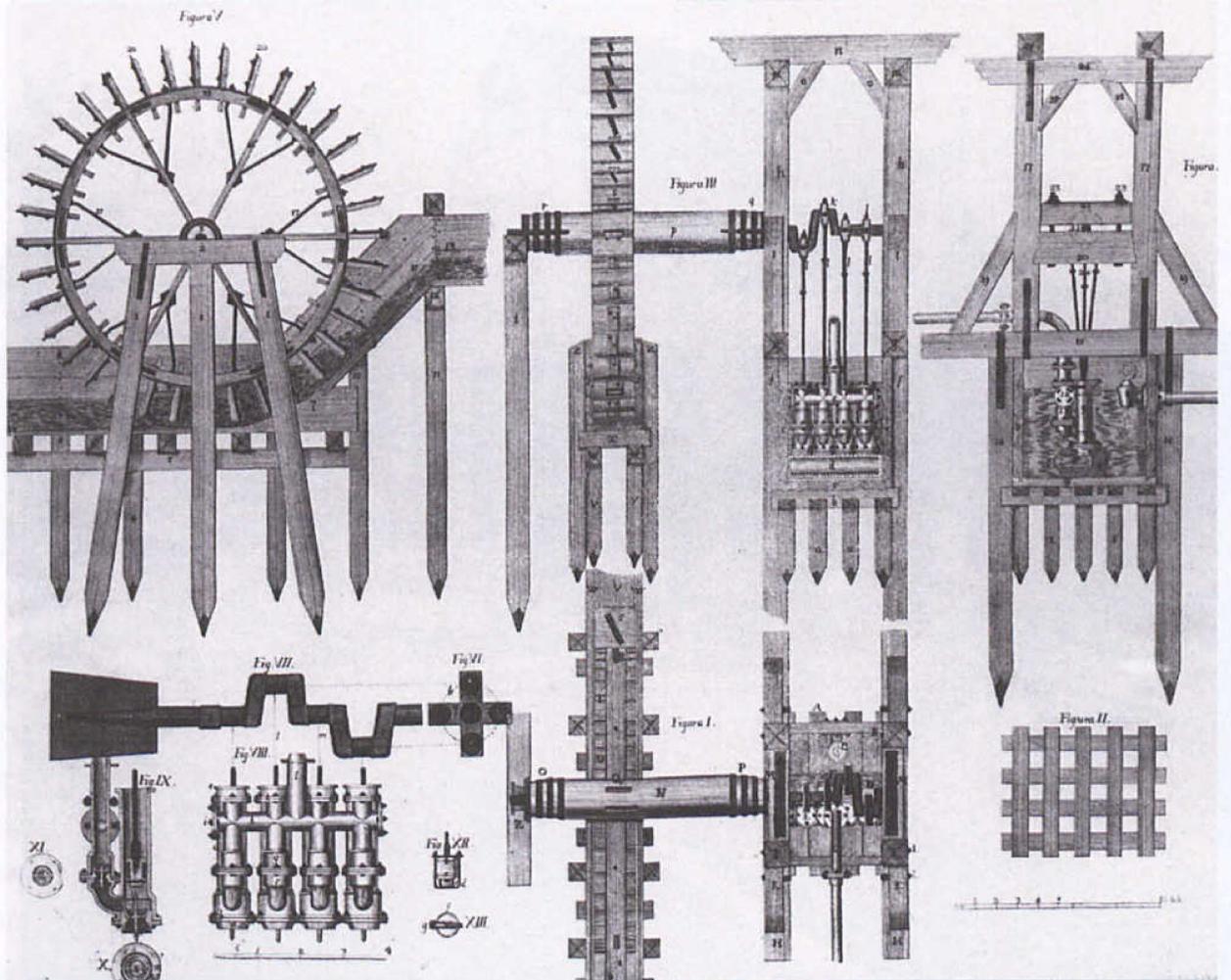
DIE »ST.-JACOBS-BRONNEN-THÜRME«.

Mehr als ein Jahrhundert länger als die Bürger der Oberstadt mussten die Handwerker in der Jakobervorstadt warten, bis ihnen die Vorzüge einer öffentlichen Trinkwasserversorgung geboten wurden. Bis dahin begnügten sie sich mit Haus- und Pumpbrunnen aus allerdings reichlichem Grundwasserstand.

1609 errichtete der auf dem Weg zum Ruhm befindliche »Stadtwerkmeister« Elias Holl (1573-1646) zwei von vornherein funktionsgerechte Wassertürme in der östlichen Jakobermauer, zwischen Jakobertor und Oblatterwall. Die letzte »Umbaute« fand 1825 statt. Franz Joseph Kollmann (1800-1894), Stadtbaurat von 1834 bis 1860 zur Zeit der ersten Fabrikbauten, Verfechter des neugotischen »Maximilianstils«, nennt in seinem wichtigen Buch von 1850 »Die Wasserwerke von Augsburg« zum unteren Jakoberturm: »Ein vierfaches messingnes Druckwerk« und »die effektive Ausgußmenge oben pro Minute 300 Maß (l/min).« Der obere (südliche) Jakoberturm erhielt 1944 einen Bombenvolltreffer, der nördliche ist heute gelegentlich zugänglich.

DAS WASSERWERK VON 1879 AM HOCHABLASS. Die historischen »Brunnenwerke« – die drei kleinen im Lechviertel sind wegen schwacher Leistung hier gar nicht genannt – erwiesen sich zum beginnenden Industriezeitalter natürlich als völlig unzureichend: baulich, technisch, organisatorisch und in Wasserqualität und -quantität. Nach Modellen berufener Fachleute, die teilweise riesige Wassertürme vorsahen, entschloss man sich zu einer radikal anderen Lösung. Man baute für zwei Millionen Mark, das neue Rohrnetz eingeschlossen, das Wasserwerk dort, wo auf städtischem Grund reichlich Wasserkraft zur Verfügung stand – am Hochablass, dem großen Lechwehr im Südosten.

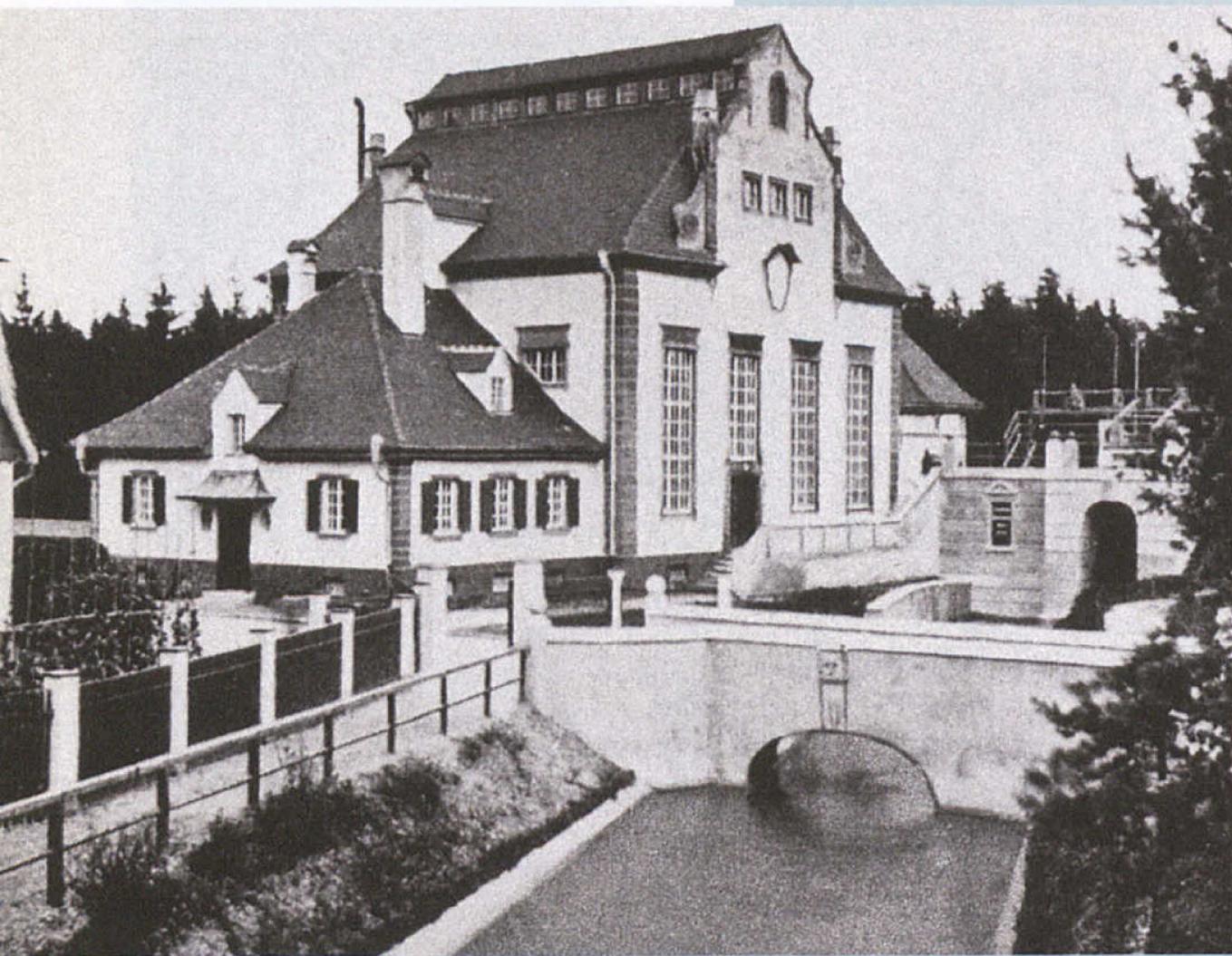
Im über dem »Neubach« langgestreckten Maschinenhaus arbeiteten drei Jonval-, später Francis-Turbinen mit Übersetzung auf drei mächtige, doppelt wirkende Plungerpumpen. Vier hohe, genietete Haupt-Druckwindkessel ersetzten quasi einen Wasserturm von 50 m Höhe. Als Reserve war eine Dampfmaschine, später ein starker Dieselmotor ankuppelbar. So war das Werk bis 1973 in Betrieb. Heute arbeiten im Kellergeschoss kräftige Elektro-Kreiselpumpen-Aggregate gleicher Leistung. Seit 1993 ist der Turbinenantrieb reaktiviert zum Betrieb eines 250-kW-Drehstromgenerators. Bei dieser Gelegenheit wurde die ursprüngliche, farbige Wandfassung wiederentdeckt. So ist in Außen- und Innenarchitektur, komplett erhaltenem »klassischen« Maschinenbau und musealer Präsentation das Hochablass-Werk heute ein Technisches Kulturdenkmal ersten Ranges.



Zimmermann, Schmieid und Metallgießer waren die Maschinenbauer der vorindustriellen Zeit. Im Bild: Grundriss und Aufriss eines »Kurben-Druckwercks«. Das unterschlächtige Wasserrad betrieb über Kurbelwelle und Pleuelstangen einen (hier) vierzylindrigen Pumpensatz. (Kupferstich nach C. Walter, 1766)

Quellen/Literatur

- Franz Joseph Kollmann, Die Wasserwerke von Augsburg, Augsburg 1850.
 Anton Werner, Die Wasserkräfte der Stadt Augsburg im Dienste von Industrie und Gewerbe, Augsburg 1905.
 Wilhelm Ruckdeschel, Industriekultur in Augsburg. Denkmale der Technik und Industrialisierung, Augsburg 2004.
 Technik-Museum und lebendiges »Wasserwerk am Hochablass«, Stadtwerke Augsburg, 1999.



DAS LOCHBACH-WASSERWERK. Das im Lechtal bis heute unvergessene Hochwasser vom Juni 1910 riss auch das Hochablass-Wehr weg und brachte das benachbarte Wasserwerk in höchste Bedrängnis. Anlass für den Stadt-
magistrat, sofort ein weiteres Wasserwerk an ungefährdeter Stelle zu planen.

Der Platz wurde gefunden am Südrand der »Ilsungheide«, 4 km südlich der Altstadt, am Lochbach, einem anderen kräftigen Kanal, der 3 m³/s von einem weiter südlich gelegenen Lechanstich herbringt. Durch die gegenüber dem natürlichen Geländefall (ca. 3 m/km) viel geringere Sohlenneigung (0,3 m/km) des von stabilen Erddämmen geführten glattwandigen Kanals konnte am Standort die respektable Fallhöhe von 5 m realisiert werden. Dies entspricht einer Bruttoleistung der Wasserkraft von ca. 140 kW. Das überhohe Maschinenhaus mit eindrucksvoller Giebelseite und durchlaufendem Dachreiter wurde flankiert von einstöckigen Betriebsgebäuden; abgesetzt das Maschinistenwohnhaus im Heimatstil.

Hauptenergieumsetzer war von Anfang an eine Francis-Zwillingsturbine (120 kW), mit Übersetzung ins Schnelle auf die »Turbinpumpe« arbeitend. In der Folge kamen dann ein Reserve-Dieselmotor sowie zwei Elektro-

Das Wasserwerk von 1912 am Lochbach. Links am hohen Maschinenhaus befinden sich die Werkmeisterdiensträume, rechts (hinten, halb verdeckt) der Rundbau über dem Sammelbehälter. Im Wasserbau (hinten, rechts) mit Turbinenhaus und Leerschuss wird die Stauhöhe deutlich. Ganz links das Maschinistenwohnhaus. (Aufnahme von 1938; bombenzerstört 1944)

PROF. WILHELM RUCKDESCHEL

war nach Industrietätigkeit 33 Jahre lang Professor für Maschinenbau an der Fachhochschule Augsburg. Als Vorkämpfer für den Erhalt technischer Denkmäler wurde er bekannt und publiziert auch im Ruhestand weiter.

Kreiselpumpen-Aggregate hinzu. Der seinerzeit hohe Grundwasserstand hatte es erlaubt, das Saugwasser nach dem Heberprinzip in das runde Sammelbecken zu leiten. Von dort führten Saugleitungen zu den Pumpen und von diesen die Druckleitungen in die Stadtleitung.

Am 16. März 1944 wurde das Werk bei einem Luftangriff von US-Bomberverbänden auf die nahe gelegenen Messerschmitt-Flugzeugwerke außer Funktion gesetzt. Nach dem Wiederaufbau steht heute anstelle der alten Architektur und Technik ein schmuckloser, kubischer Putzbau mit Walmdach da. In diesem fördern zwei hochmoderne Elektro-Kreiselpumpen das aus zahlreichen Brunnen im östlichen Wassergewinnungsgebiet im nahen 8.000-m³-Tiefbehälter gesammelte Wasser, vom Zentralcomputer geregelt, ins Stadtnetz. Die alte Wasserkraft wird von einem privaten Klein-Elektrizitätswerk genutzt.

DIE MODERNE WASSERVERSORGUNG.

Heute stehen den Stadtwerken Augsburg zur Wasserversorgung der rund eine Viertelmillion Einwohner in den Wasserversorgungsgebieten Hochablass, Lochbach, Siebenbrunn, Meringerau und Leitershofen über 70 Brunnen verschiedener Bauart, meistens markiert durch haubenförmigen Hügel mit Entlüftungseinrichtung, zur Verfügung. Deren Unterwasser-Elektropumpen werden durch den Zentralcomputer geschaltet, alles überwacht durch Filter- und Qualitätsprüfungsstationen; Durchschnittslieferung ca. 75.000 m³/d. Zum Mengenausgleich, insbesondere in Spitzenzeiten, dienen der Tiefbehälter beim Lochbachwerk sowie die Hochbehälter bei Leitershofen (15.000 m³; erbaut im Zweiten Weltkrieg) und auf dem Sandberg bei Step-pach (25.000 m³). ■■

Daniel Bernoullis

»Hydrodynamica«

Im Jahr 1738 prägte der Mediziner Daniel Bernoulli den Begriff der Hydrodynamik. In seinem Hauptwerk »Hydrodynamica« beschäftigt er sich mit dem Verhalten von Flüssigkeiten.

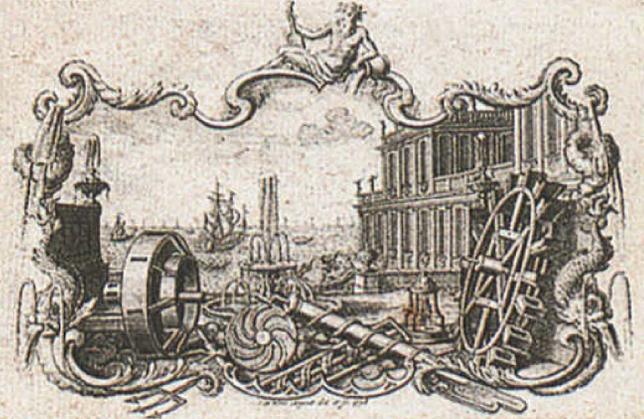
Von Helmut Hilz

Der Begründer der Hydrodynamik entstammt einer berühmten Basler Mathematikerfamilie. Daniel Bernoulli wurde 1700 in Groningen geboren, wo sein Vater Johann (1667-1748) als Mathematikprofessor arbeitete. In Basel, Heidelberg und Straßburg studierte er Medizin. Durch die Lektüre von William Harveys »Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus« – darin wird erstmals der Blutkreislauf beschrieben – fasste Daniel Bernoulli ein starkes Interesse für das Verhalten von Flüssigkeiten. Von 1725 bis 1733 war Bernoulli an der neu gegründeten Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg tätig. Dort forschte er zusammen mit Leonhard Euler (1707-1783), dem bedeutendsten Mathematiker des 18. Jahrhunderts, zu hydrodynamischen Problemen. Dabei beschäftigten sie sich nicht zuletzt auch mit Fragen des Blutdrucks. Nach Basel zurückgekehrt, lehrte Daniel Bernoulli bis an sein Lebensende (1782) an der dortigen Universität Medizin und später auch Physik.

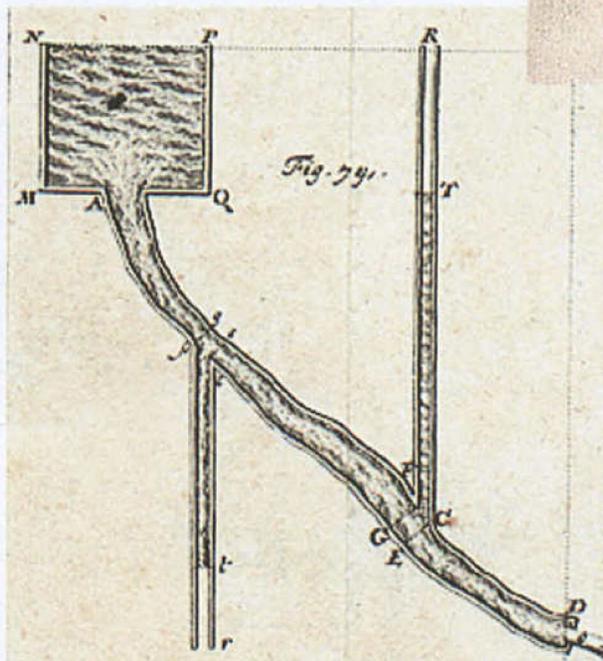
Das Hauptwerk Daniel Bernoullis erschien 1738 in Straßburg unter dem Titel »Hydrodynamica sive de viribus et motibus fluidorum commentarii« (»Hydrodynamik oder Kommentare über die Kräfte und Bewegungen von Flüssigkeiten«). Bernoulli verwendete in seinem Buch als Erster überhaupt den Begriff der Hydrodynamik. Begonnen hatte er die Arbeit daran bereits in Russland; ein frühes Manuskript des Werks ist deshalb heute im Besitz der Russischen Akademie der Wissenschaften. Er entwickelt darin die Grundprinzipien der Hydrodynamik, geht unter anderem auf Wasser- und Windräder sowie Wasserpumpen und -schrauben ein. Eingehend wird zum Beispiel das Problem der Wasserhebung mittels Pumpen behandelt. Diese Frage hatte große praktische Bedeutung, da die Prachtgärten der Zeit mit Wasserspielen aller Art ausgestattet waren. Er entwickelt in seinem Werk aber auch erste Theorien zum Verhalten von Gasen und wird damit zu einem Vorläufer der im 19. Jahrhundert entwickelten kinetischen Gastheorie. Das vom Straßburger Verleger Johann Reinhold Dulsecker verlegte Werk wurde 1738 in Basel bei Johann Heinrich Decker gedruckt. Dem Werk sind zwölf Tafeln mit insgesamt 86 erläuternden Kupferstich-Illustrationen beigegeben.

Die Publikation dieses Werkes war von familiären Zwistigkeiten begleitet. Johann Bernoulli veröffentlichte 1739 die »Hydraulica«, ein der Arbeit seines Sohns inhaltlich stark verwandtes Werk. Durch die Vordatierung auf das Jahr 1732 versuchte er sich als der eigentliche Begründer der Hydrodynamik ins Bild zu setzen. Dies ist ihm aber nicht gelungen; Daniel Bernoulli blieb aus Sicht der Zeitgenossen wie der Nachwelt deren Begründer. Dessen breite Anerkennung als Wissenschaftler zeigt sich in seiner Aufnahme in zahlreiche wissenschaftliche Gesellschaften und die bedeutendsten Akademien der Wissenschaften. ■■

DANIELIS BERNOULLI JOH. FIL.
MED. PROF. BASIL.
ACAD. SCIENT. IMPER. PETROPOLITANÆ. PRIUS MATHESIOS
SUBLIMIORIS PROF. ORD. NUNC MEMBRI ET PROF. HONOR.
HYDRODYNAMICA,
SIVE
DE VIRIBUS ET MOTIBUS FLUIDORUM
COMMENTARIUM.
OPUS ACADEMICUM
AB AUCTORE, DUM PETROPOLI AGERET,
CONGESTUM.



ARGENTORATI,
Sumptibus JOHANNIS REINHOLDI DULSECKERI,
Anno M D CC XXXVIII.
Typis JOH. HENR. DECKERI, Typographi Basilienfis.



Oben: Das Titelkupfer der »Hydrodynamica« symbolisiert verschiedene Anwendungsgebiete der Hydrodynamik: Pumpen, Springbrunnen und Wasserräder.

Links: Das Diagramm zeigt Bernoullis Methode zur Druckmessung. Die Blutdruckmessung erfolgte bis um 1900 in ähnlicher Weise durch in die Adern eingeführte Röhrrchen.

DR. HELMUT HILZ leitet die Bibliothek des Deutschen Museums.



Der Isar-Plan

Ein Fluss wird renaturiert.

Seit Anfang 2000 wird die Isar naturnah umgestaltet. Über weite Strecken ist sie bereits aus ihrem steinernen Korsett befreit – zum Nutzen für Mensch und Umwelt.

Von Klaus Arzet, Stefan Hirnes und Tilmann Zinsser

In einem breiten, sich ständig verlagernden Flussbett mit ausgedehnten Kiesbänken und verzweigten Flussarmen, also einer typisch voralpinen Wildflusslandschaft, floss die Isar bis zu ihrer wasserbaulichen Regulierung Mitte des 19. Jahrhunderts durch das Münchner Stadtgebiet. Schneeschmelze und starke Sommerniederschläge ließen den Gebirgsfluss, der schon von den Kelten als »Isara«, die Reißende, bezeichnet wurde, gewaltig anschwellen: Die rasch ansteigenden und heftigen Hochwasser, die große Mengen an Geröll und Kies aus den Alpen mit sich brachten, gestalteten die Flusslandschaft regelmäßig um. Tieferliegende Stadtteile Münchens, wie das Tal, das Lehel oder die Au, wurden immer wieder vom Hochwasser überflutet.

Der systematische Ausbau des Flussbettes ab Mitte des 19. Jahrhunderts und die Nutzung der Wasserkraft in den Kraftwerken des Anfang des 20. Jahrhunderts angelegten Werkkanals leisteten der Entwicklung Münchens einen kräftigen Vorschub. Die Isar wurde eingebettet in ein festes, lineares Gerinne von ca. 150 m Breite mit geometrischem Querschnitt, bestehend aus Mittelwasserbett, Hochwasserwiesen und Hochwasserdeichen. Im Bereich der Praterinsel und des Deutschen Museums entstanden hohe senkrechte Ufermauern sowie mehrere Wehre.

Ihren natürlichen Wildflusscharakter hat die Isar – infolge des kanalartigen Ausbaus, der Wasserableitung in den Werkkanal sowie des mit dem Bau des Sylvenstein-Hochwasserspeichers im Oberlauf einhergehenden Geschiebeentzugs – Zug um Zug unwiederbringlich eingebüßt. Herabgesetzte Fließgeschwindigkeiten, monotone Strömungsverhältnisse und Gewässerstrukturen wirkten sich nachteilig auf Flora und Fauna sowie das Landschaftsbild aus. Lediglich am »Flaucher«, einem weitgehend naturnah erhaltenen Gewässerabschnitt, kann man bis heute die ursprüngliche Isar mit ihrem weit verzweigten Flusslauf, den offenen Kiesufern und wechselnden Kiesinseln noch erahnen.

Neben der Nutzung für die Wasserkraft hat die Isar in München eine überragende Funktion als Landschafts- und Erlebnisraum für die Menschen in der Stadt. Der Flaucher war



Die Isar in München um 1832. Sie entspringt im Karwendelgebirge nahe dem österreichischen Scharnitz, südlich von Garmisch-Partenkirchen, auf ca. 1.200 m über Normalnull (NN) und mündet nach etwa 260 km auf ihrem Lauf nach Norden in die Donau. Ihr Einzugsgebiet, zu dem auch die Flüsse Loisach, Würm und Amper gehören, beträgt 8.960 km².

Bild links: Derzeitiger Blick von der Reichenbachbrücke Richtung Süden. Deutlich ist das kanalartige, strukturarme Mittelwasserbett mit den angrenzenden monotonen Hochwasserwiesen zu sehen.

schon immer ein beliebtes stadtnahes Ausflugsziel für alle erdenklichen »Outdoor«-Aktivitäten. Heute gehören die Isarauen insgesamt zu den größten und vielseitigsten Münchner Erholungslandschaften. Nirgendwo sonst vollzieht sich die Eroberung des städtischen Freiraums so selbstverständlich und ungezwungen wie an der sogenannten »Süd-Isar«. Mit dem Isar-Plan ist jetzt der Wildfluss in die Stadt zurückgekehrt und als naturnahes Fließgewässer in den Blickpunkt der Menschen gerückt.

NEUE UFER BRAUCHT DER FLUSS. Seit Anfang 2000 wird die Isar renaturiert. Freistaat Bayern und Landeshauptstadt München lassen sich die Umgestaltung der 8 km langen Strecke zwischen dem Großhesseloher Wehr und der Corneliusbrücke ca. 28 Millionen Euro kosten. 1995 haben Vertreter des staatlichen Wasserwirtschaftsamts München und des Baureferats, des Planungsreferats und des Referats für Gesundheit und Umwelt der Landeshauptstadt München die Arbeitsgruppe Isar-Plan ins Leben gerufen und verfolgen seitdem vor allem drei Ziele:

- ▶ besserer Schutz vor Hochwasser
- ▶ mehr Naturnähe für die Flusslandschaft
- ▶ mehr Qualität für Freizeit und Erholung

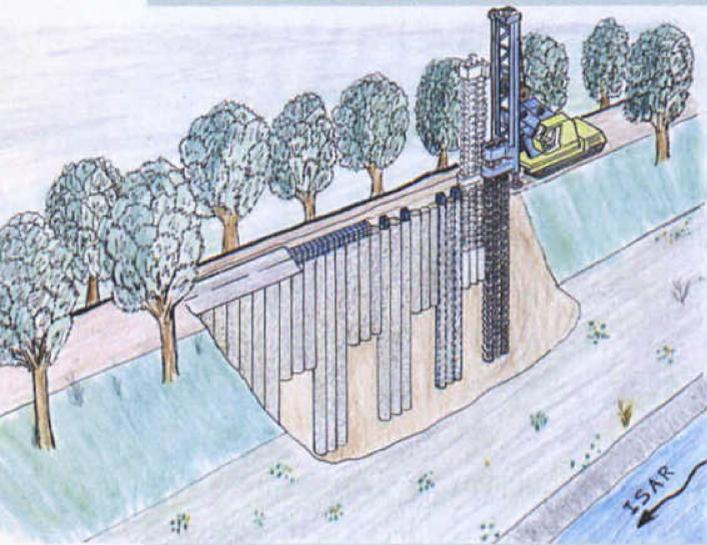
In den ersten vier Bauabschnitten zwischen dem Großhesseloher Wehr und der Bruder-

GEWÄSSERKUNDLICHE KENNDATEN (PEGEL MÜNCHEN)

Einzugsgebiet	2.814 km ²
Mittlerer Niedrigwasserabfluss	MNQ = 40 m ³ /s
Mittelwasserabfluss	MQ = 90 m ³ /s
Hochwasser	
1940	1.440 m ³ /s
1999 (nach Inbetriebnahme des Sylvensteinspeichers 1959 und Erhöhung der Staumauer 1999)	854 m ³ /s
Jährliches Hochwasser	HQ1 = 360 m ³ /s
Mittleres Hochwasser	MHQ = 420 m ³ /s
Bemessungshochwasser	
(unter Berücksichtigung des Sylvensteinspeichers)	HQB = 1.100 m ³ /s
Restwasser in der Ausleitungsstrecke derzeit	
(Großhesseloher Wehr bis Braunauer Eisenbahnbrücke)	QR = 5 m ³ /s

Sohlrampe, raue Rampe

Ist das Längsgefälle durch die Flussbegradigung sehr groß, gräbt der Fluss sein Bett immer tiefer. »Sohlrampen«, künstliche Rampen im Flussbett, die es – je nach den lokalen Anforderungen – in unterschiedlichen Ausführungen gibt (Raue Rampe, Riegelrampe etc.), verhindern dies und ermöglichen Wassertieren, die Rampe zu durchwandern.



Einbau einer Erdbetonwand in den bestehenden Hochwasserdeich.

Wasser zum Land, wie beispielsweise für den Flussregenpfeifer, einen Kiesbankbrüter. Auf kiesigen Standorten keimen Pionierpflanzen, deren Samen die Isar aus den Alpen angeschwemmt hat.

Eine Besonderheit sind die Entwicklungsufer, die sich bei höheren Wasserführungen ständig verändern. Aus Sicherheitsgründen wurden in den Wiesen des Hochwasserbettes »schlafende« Sicherungen vergraben. Bis zu diesen kann sich der Fluss bei Hochwasser durch Erosion vorarbeiten, ohne Schaden anzurichten. So können sich landschaftlich reizvolle und ökologisch wertvolle Steilufer und Gleitufer entwickeln.

HOCHWASSERSCHUTZ: SICHERHEIT GEHT VOR. Die Verbesserung des Hochwasserschutzes für die Stadt München war ein wesentlicher Ausgangspunkt dafür, den »Isar-Plan« ins Leben zu rufen. Maßgeblich für die hydraulische Bemessung der Hochwasserdeiche ist ein Abfluss von 1.100 m³/s am Isar-Pegel in München. Bei diesem Abfluss muss das Freibord (Sicherheitsabstand zwischen errechnetem Wasserspiegel und Deichkrone) mindestens einen Meter betragen. Dabei ist berücksichtigt, dass bei einem extremen Hochwasserereignis im 80 Flusskilometer oberhalb gelegenen Sylvensteinspeicher annähernd 80 Mio. m³ Wasser zurückgehalten werden können. Auf diese Weise konnte beim Pfingsthochwasser 1999 der Abfluss in München, der ohne die abpuffernde Wirkung des Hochwasserspeichers auf über 1.500 m³/s angestiegen wäre, auf unter 860 m³/s gehalten werden (siehe obenstehende Tabelle).

Im gesamten Planungsbereich wurden anhand von hydraulischen Berechnungen Freiborddefizite von bis zu einem Meter nachgewiesen. Die Planung reagierte darauf mit einer großzügigen Aufweitung des Mittelwasserbettes, bereichsweise kombiniert mit einer geringfügigen Erhöhung der Deichkronen.

Ergänzend zu den hydraulischen Berechnungen wurden an der Universität der Bundeswehr München Modellversuche durchgeführt: Ein ein Kilometer langes Teilstück der geplanten naturnahen Isar wurde im Maßstab 1 : 40 nachgebaut. Am Modell wurden die Schlepptensionen auf Böschungen, Vorländer, Hochwasserdeiche und Sohlrampen gemessen und der Geschiebetransport auf der Sohle untersucht. Auf Basis der Ergebnisse wurden die flachen Steinböschungen und Sohlrampen dimensioniert sowie die Wegführung und der Bewuchs im Vorland festgelegt. Außerdem wurden die Hochwasserdeiche ertüchtigt, das heißt verbreitert, erhöht und teilweise von Gehölz freigestellt. Dies war erforderlich, da das Wurzelwerk die Deichsicherheit stark einschränkt. Im Abschnitt zwischen der Thalkirchner Brücke und dem Marienklausensteg wurden die Deiche hingegen erstmals unter Einsatz einer besonderen Technik mittels einer ver-

mühlbrücke hat sich die Isar in nur kurzer Zeit stark verändert: Durch Aufweitungen des Flussbettes wurde der Hochwasserdurchfluss verbessert sowie Platz für Entwicklungs- und Gestaltungsmaßnahmen im Fluss und an seinen Ufern geschaffen. Flache Ufer, vorgelagerte Kiesbänke, Kiesinseln und flache Rampen aus Blocksteinriegeln mit zwischengelagerten Becken (sogenannte »aufgelöste Sohlrampen«) geben der Isar wieder ein naturnahes Erscheinungsbild. Lebensbedingungen und Habitatvielfalt für die isartypischen Tier- und Pflanzenarten verbessern sich seither nachweislich. Die umgebauten Sohlrampen sind für Fische durchgängig. In die Ufer eingebaute Baumstämme und Wurzelstöcke (sogenanntes »Totholz«) dienen als Unterstand. Neben den Kleinlebewesen in der Isar, die eine wichtige Nahrungsquelle für die Fische darstellen, verbessert sich auch die Situation für andere Tierarten im Übergangsbereich vom



steckten Dichtwand verstärkt, die im Katastrophenfall bei wasserseitiger Beschädigung die Standicherheit der Deiche sicherstellt. Diese aufwändige Maßnahme ermöglichte es, den größten Teil des Baumbestandes auf den Deichen und damit das hier typische Landschaftsbild zu erhalten.

Durch Ansaat von isartypischen Wildkräutern im Vorland und Einbringen von Mähgut u.a. aus Glazialrelikten des Naturschutzgebietes »Garchinger Heide« auf den Deichen sind die baubedingten Narben in den ersten Bauabschnitten schnell verheilt. Die Isar vermittelt dem Spaziergänger und Betrachter mittlerweile einen vollkommen veränderten Eindruck im Vergleich zum Zustand vor dem Umbau.

Im Frühjahr 2004 wurden flussabwärts unterhalb des Flauchers bis zur Braunauer Eisenbahnbrücke die bis heute letzten Renaturierungsmaßnahmen fertig gestellt. Der vormals kanalartig ausgebaute Flusslauf wurde aufgewertet, ein Teil der Wiesenflächen terrassiert und so strukturiert, dass der große Höhenunterschied zwischen dem Vorland und der Isar abgebaut und ein bequemer Zugang zum Wasser ermöglicht wird. Für die Besucher ergibt sich damit ein abwechslungsreiches Erscheinungsbild mit Kiesflächen, Wiesenflächen und Inseln in der Isar. Auch in diesem Bauabschnitt wurden die streng linienförmig verlaufenden Querbauwerke in aufgelöste Sohlrampen aus Wasserbausteinen umgebaut. Noch hebt sich der renaturierte Bereich deutlich vom anschließend kanalartigen Abschnitt ab, der noch auf seinen Umbau wartet.

Inzwischen ist die Isar auf einer Strecke von über sechs Kilometern naturnah umgebaut und gleichzeitig gegen größere Hochwasser gewappnet. Die Renaturierung hat die Voraussetzung für

Sanierter Isarabschnitt drei Jahre nach Fertigstellung: In kurzer Zeit haben sich neue Tier- und Pflanzenarten angesiedelt.

Freiborddefizit

Die Höhe von Deichen wird berechnet ausgehend vom Wasserstand des letzten Jahrhunderthochwassers zuzüglich eines Sicherheitsabstands von einem Meter zwischen Deichoberkante und möglicher Wasseroberfläche. Wenn dieser Abstand zu klein ist, spricht man von einem Freiborddefizit.

die weitere Eigenentwicklung des Flusses geschaffen. Die Isar kann nun selbst im gesamten renaturierten Gewässerabschnitt ihren eigenen Beitrag zu einem in gewissen Grenzen dynamischen, sich stetig verändernden Zustand leisten.

WETTBEWERB UM DIE BESTE LÖSUNG.

Für den innerstädtischen Planungsabschnitt zwischen der Braunauer Eisenbahnbrücke und der Corneliusbrücke am Deutschen Museum wurde ein internationaler Wettbewerb ausgelobt, um der besonderen städtebaulichen Situation gerecht zu werden.

Die Isar der Innenstadt ist mit ihrem Hochwasserbett über weite Strecken geprägt von ausgedehnten Wiesenflächen in offenem Gelände. Die Umgebung mit ihren Bauten, Bogenbrücken, Ufermauern und Wehranlagen sowie den Altbaumensembles und Parkanlagen weist eine hohe urbane Dichte und stadtgestalterische Qualität auf. Dieser stadtnahe Abschnitt der Isar mit seinen Hochwasserriesen gehört zu den markantesten und beliebtesten Stadträumen in München. Der innerstädtische Isarraum wird zum Flanieren, Radfahren, Sonnenbaden und Entspannen intensiv genutzt.

Die Wettbewerbsteilnehmer hatten eine schwierige Aufgabe zu bewältigen: Einen guten Kompromiss zu finden, der einerseits in seiner Gestaltung mit den gegensätzlichen Aspekten Urbanität und Landschaft, aber

Literatur

Wasserwirtschaft und Badegewässer, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 2003

Johann Patsch, Der Isar-Plan. Neues Leben für die Isar, Umweltreport 2003

Daniela Schaufuß, Neues Leben für den Fluss – Renaturierung der Isar in München 2003

Tilmann Zinsser, Neues Leben für die Isar, Garten und Landschaft 12, 2003

Der Isar-Plan. Neues Leben für die Isar, Wasserwirtschaftsamt München 1999

Auf zu neuen Ufern. Neues Leben für die Isar, Landeshauptstadt München, Wasserwirtschaftsamt München 1998

**Blick auf ein Entwicklungsufer:
Der Wurzelstock wurde
angeschwemmt.**

auch mit dem Ziel einer naturnahen Umgestaltung einvernehmlich umgeht und der andererseits die Integration der mannigfaltigen Freizeitmöglichkeiten in dem zentralen Erholungsgebiet mitten in der Stadt übernimmt. Eine weitere Entwurfsvoraussetzung war auch für diesen Abschnitt, die Verbesserung des Hochwasserschutzes herzustellen.

Die Wettbewerbsergebnisse zeigten eine außergewöhnlich große Bandbreite und die unterschiedlichsten Lösungsansätze und Ideen. Sie reichen von aufgelösten Inselstrukturen im gesamten Flussschlauch über stark geradlinig geprägte Interpretationen bis hin zu Lösungen, die einen gelungenen Übergang vom Landschaftsraum zum Stadtraum anbieten. Der zur Realisierung empfohlene 1. Preis zeichnet sich durch eine klare Gliederung in einen eher naturnahen und einen mehr städtisch linear geprägten Bereich aus. Der 2. Preis führt im Wesentlichen die naturnahe Formensprache aus den bisher umgebauten Abschnitten fort in die Stadt hinein.

SUMMER IN THE CITY. Bisher konnte man sich nicht einigen, welcher dieser Entwürfe nun realisiert werden sollte. Der Freistaat Bayern und die Landeshauptstadt München erarbeiteten deshalb einen »Ausführungsentwurf«. Dabei sollen Gestaltungselemente beider prämierten Entwürfe sowie Anregungen der Interessensverbände zum Tragen kommen. Im Süden wird im Anschluss an die Braunauer Eisenbahnbrücke die naturnahe Formensprache der Renaturierung in den innerstädtischen Bereich einziehen. Betonierete Ufer werden durch sanfte kiesige Böschungen ersetzt, raue Rampen für die biologische Durchgängigkeit gebaut und Kiesbänke im dann gewundenen Flusslauf etabliert. Im Bereich des Übergangs zur sogenannten »Kleinen Isar« südlich des Deutschen Museums wird ein Seitenarm oberhalb der Reichenbachbrücke ausgeleitet, um die biologische Anbindung sicherzustellen. Das Cornelius-Streichwehr wird als Längsbauwerk erhalten bleiben. Im Winter 2005/2006 kann jetzt weitergebaut werden.

Pünktlich zum Beginn der Bundesgartenschau im Frühjahr 2005 können sich die Münchnerinnen und Münchner über eine



verbesserte Wasserqualität der Isar freuen. Die Bemühungen, an einem großen Fließgewässer innerhalb einer Millionenstadt, Badegewässerqualität herzustellen, sind bisher einmalig in Europa.

Um dieses Ziel zu erreichen, haben die an der Isar gelegenen Gemeinden zwischen Bad Tölz und Moosburg südlich und nördlich von München die Nachrüstung ihrer Klärwerke mit UV-Bestrahlungsanlagen auf den Weg gebracht. Die bayerische Staatsregierung unterstützt diese Vorhaben und fördert den Bau der notwendigen technischen Maßnahmen. Alle kommunalen Kläranlagen oberhalb Münchens an Isar und Loisach sind zwischenzeitlich mit bakteriologischen Reinigungsstufen mittels UV-Bestrahlung ausgestattet. Bereits der Probetrieb in der Badesaison 2004 zeigte eine deutliche Reduzierung der hygienischen Belastung im Fluss. Unabhängig davon erfolgt das Baden in einem



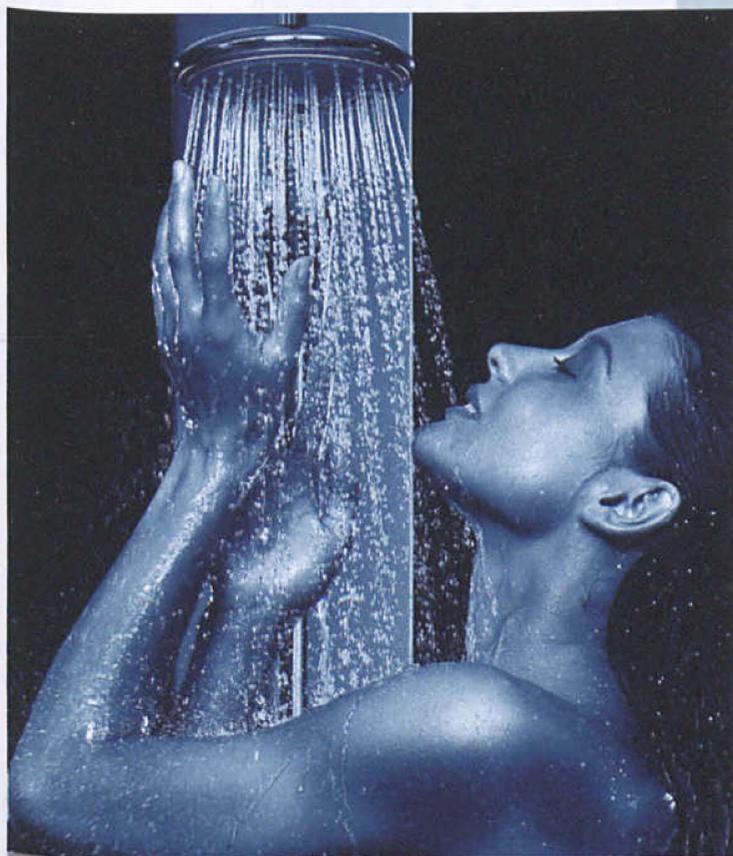
Unterhalb des Flaucher genießen Mutige schon im Frühsommer das Bad im eiskalten Fluss.

DR. KLAUS ARZET,
DIPL.-ING. STEFAN HIRNES,
DIPL.-ING. (FH) STEFAN JOVEN,

betreuen am Staatlichen Wasserwirtschaftsamt die Baumaßnahmen an der Isar.

natürlichen Gewässer wie der Isar aus Gründen der Sicherheit auch in Zukunft auf eigene Gefahr. Freilich wird das dennoch viele nicht von einem erfrischenden Bad in der Isar abhalten. ■■

Anzeige



„Wasser zweifach nutzen ist intelligent!“

Mit dem AquaCycle® wird Dusch- und Badewasser wartungsfrei recycelt und ein zweites mal genutzt für Toiletten, Bewässerung, Gebäudereinigung und Waschmaschine.

Das AquaCycle® Sortiment bietet für jeden Wasserbedarf die optimale Lösung. Das gewährleistet hohe Wirtschaftlichkeit und kurze Amortisationszeiten.



AquaCycle® 900

Recyclingpotential 600 l / Tag

ERSPARNIS:
bis zu 50 % Trink- und Abwasser

Infos unter www.pontos-aquacycle.de



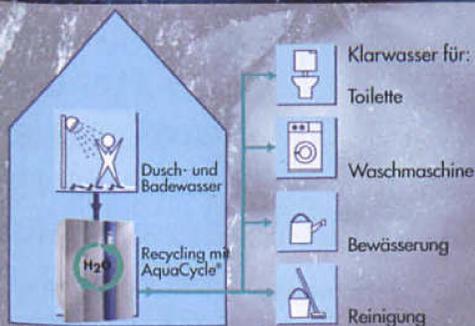
AquaCycle® 12500

Recyclingpotential 10.000 l / Tag

PONTOS®

hansgrohe

Pontos GmbH · Auestr. 5-9 · 77761 Schiltach
Tel. 0 78 36 / 51 19 20 · Fax 0 78 36 / 51 19 36
eMail: info@pontos-aquacycle.de

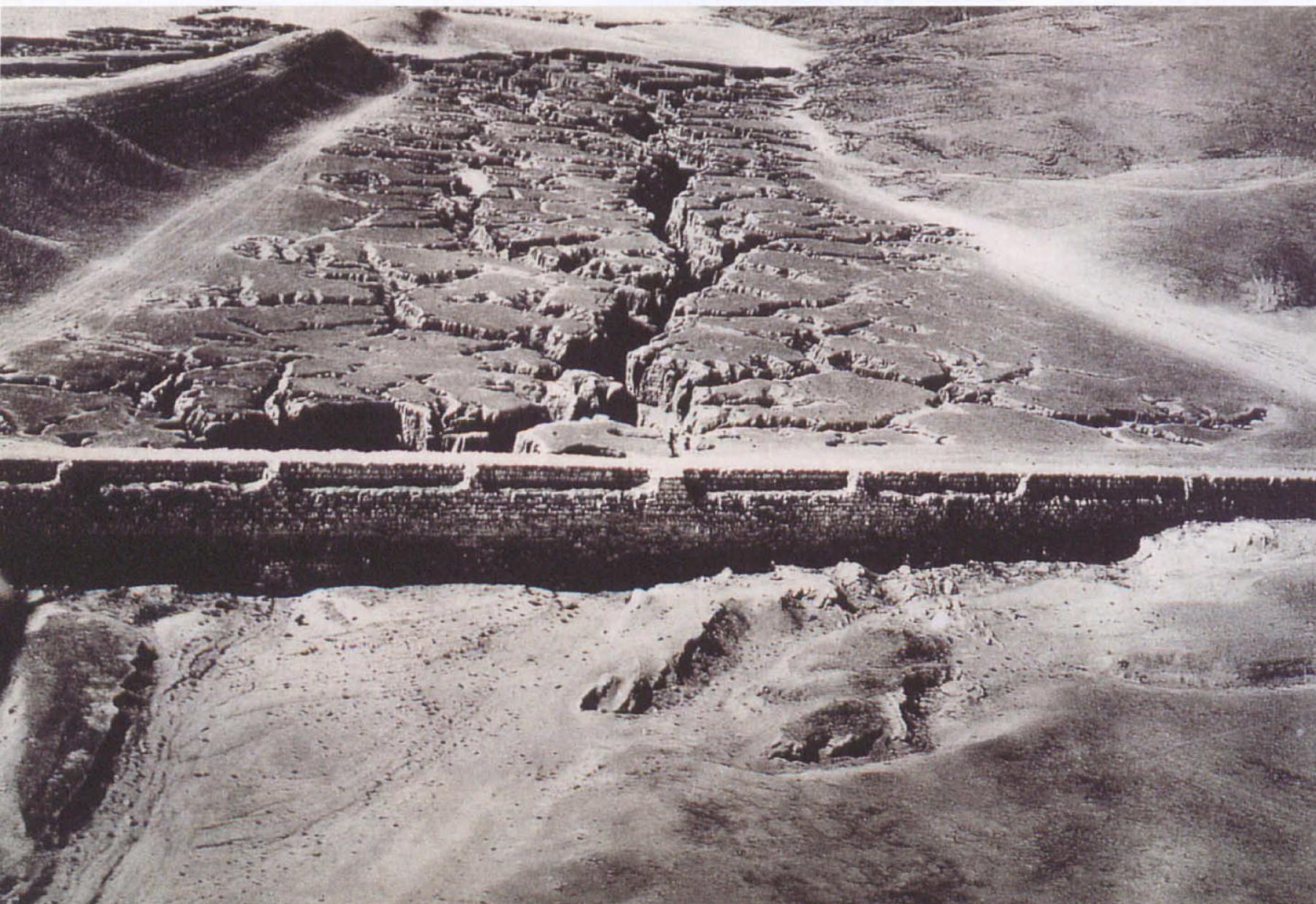


Wasserspeicherung im großen Maßstab war bereits im Altertum unverzichtbares Element der Wasserbewirtschaftung. Mit der Konzeption, der Planung, dem Bau und dem Betrieb der dafür erforderlichen Talsperren wurde in der frühen Technikgeschichte Neuland betreten.

Von Prof. Günther Garbrecht

Bauwerke für Jahrtausende

Talsperrenbau im Altertum von 3000 v. Chr. bis 500 n. Chr.



Die verlandete Talsperre Harbaqa in Syrien, 80 km südwestlich von Palmyra, ist als Baukörper völlig erhalten. Sie stammt aus dem 2. Jh.n. Chr., ist 20,50 m hoch und hat eine Länge von 365 m.

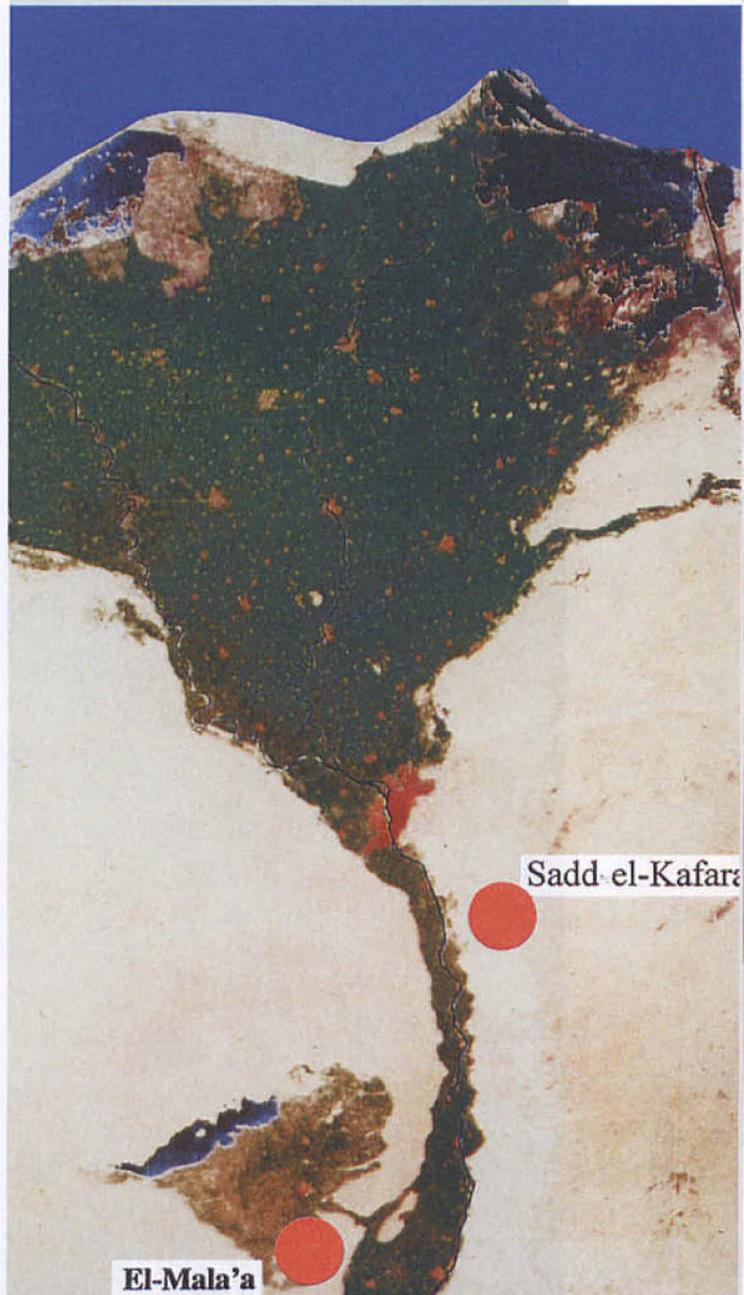
Das natürliche Wasserdargebot einer bestimmten Region wird in seiner Menge sowie in seiner örtlichen und zeitlichen Verteilung durch die Geographie, das Klima und die Jahreszeiten geprägt. Der Wasserbedarf der im gleichen Raum lebenden Gesellschaft (Kommunen, Landwirtschaft, Gewerbe) ist dagegen vom völlig anders strukturierten Lebens- und Arbeitsrhythmus der Menschen bestimmt. Um hier einen Ausgleich zu erreichen, sind wasserwirtschaftliche Planungen und wasserbauliche Eingriffe in die natürlichen hydrologischen Abläufe erforderlich. Engpässe in der Bedarfsdeckung können dabei nur durch eine ausreichende temporäre Wasserspeicherung überbrückt werden.

Kurzfristig wurde das Wasser bereits in vorgeschichtlicher Zeit in Gefäßen und Behältern aufbewahrt. Als die Menschen vor rund 6.000 Jahren sesshaft wurden, legten sie in den Siedlungen Zisternen an, um Niederschlagswasser aufzufangen und über Wochen oder Monate zu speichern. Mit wachsenden Einwohnerzahlen in den Städten nahm auch der Bewässerungsbedarf zur Sicherung einer ausreichenden Lebensmittelproduktion zu. Für einen jahreszeitlichen Ausgleich des schwankenden und oft auch unsicheren natürlichen Wasserdargebots mussten größere Speichermöglichkeiten geschaffen werden. Unter den gegebenen Verhältnissen war das nur durch die Anlage künstlicher Seen hinter standfesten und wasserdichten Staudämmen quer über Flusstäler hinweg oder an den Ausläufen von natürlichen Geländemulden möglich.

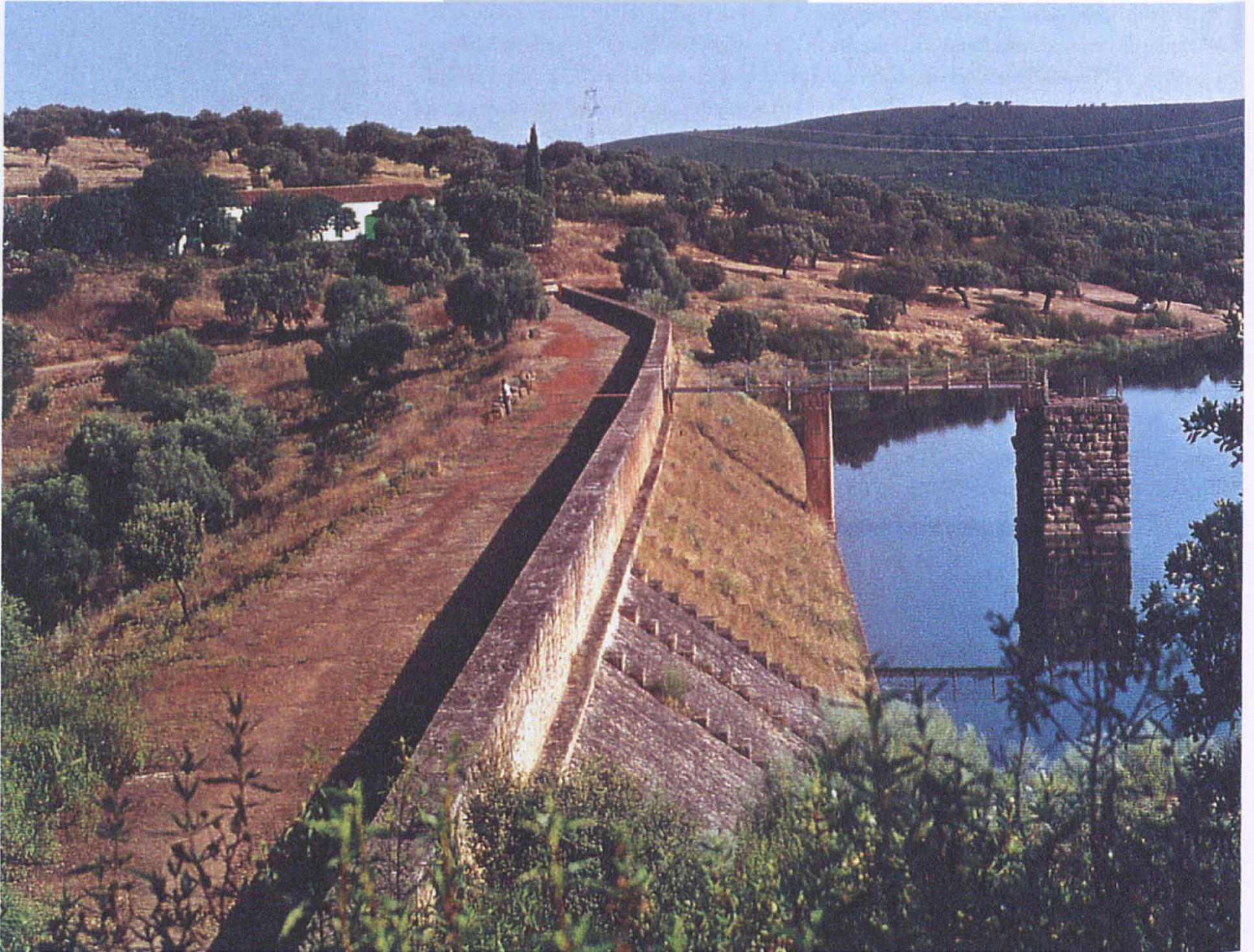
Die großmaßstäbliche Speicherung von Wasser war ein wesentliches Element der wasserwirtschaftlichen Infrastrukturen seit es eine geschriebene Geschichte der Menschheit gibt. Die dafür erforderlichen Bauwerke sind bis in die heutige Zeit hinein nicht nur wegen ihrer Dimensionen, sondern auch rein vom Planungs- und Arbeitsumfang her, technische Spitzenleistungen. Wie alle Geschichte der Technik, so ist auch die Geschichte des Talsperrenbaus ein Stück Kulturgeschichte. Der folgende Überblick über den frühen Talsperrenbau umfasst die Zeit vor 500 n. Chr. und bezieht sich auf den geographischen Raum des Mittelmeeres und des Vorderen Orients, in dem die Wurzeln der abendländischen Kultur liegen. Die Entwicklung der Talsperrentechnologie (Baumaterialien, Sperrtypen) im Mittleren und Fernen Osten sowie in Mittelamerika ist, wenn auch zeitversetzt, im Prinzip ähnlich verlaufen wie im weiteren Bereich des Mittelmeeres. In diesem Beitrag werden nur Talsperren behandelt, die Wasser zurückhalten (speichern), sei es zur Nutzung des Wassers oder sei es zum Schutz gegen das Wasser im Übermaß, nicht jedoch Bauwerke zur Umleitung von Flüssen oder zur Wasserableitung aus Flüssen.

STAUDÄMME. Fast alle Talsperren, die vor der römischen Kaiserzeit gebaut wurden, waren Dämme aus Erde, Geröll und/oder Steinen, d.h. aus natürlichen örtlichen Baumaterialien sowie aus daraus geformten Bauelementen, die dann in den verschiedensten Formen miteinander kombiniert wurden. Diese Staudämme bestanden, wie im Prinzip auch heute noch, aus Elementen, die die Wasserdichtigkeit gewährleisteten (meist Erdschüttungen) und aus Stützelementen (meist Trockenmauern oder Steinschüttungen), die die Standfestigkeit sicherten. Beim Sadd el-Kafara in Ägypten (Bild oben rechts) wie auch bei den hethitischen und urartäischen Dämmen in Anatolien (Türkei) übernahm ein kompakter Kern aus örtlich verfügbarem Schüttmaterial zwischen stützenden und schützenden Steinschüttungen diese Funktionen. Im ersten Jahrtausend v. Chr. entstanden bereits erste Dammformen (fester Dichtungskern mit beidseitigen Erdschüttungen), deren Geometrie und Struktur fast schon als »modern« angesprochen werden können. Aus der Zeit vor 500 n. Chr. sind im hier betrachteten geographischen Raum etwa 40 Dämme mit mehr als fünf Meter Stauhöhe errichtet worden.

Der Staudamm Sadd el-Kafara wurde 1885 entdeckt und 1982 näher untersucht. Er ist in die Zeit des Alten Ägyptischen Reiches, etwa 2600 v. Chr., zu datieren und stellt damit in der Geschichte des Wasserbaus den ersten Versuch dar, Wasser in großem Maßstab zu speichern (etwa 600.000 m³ bei Volleinstau). Bei grundsätzlich richtiger Konstruktion und bei ausreichender Sicherung gegen Schäden auch bei einer Überströmung war es für die ägyptischen Baumeister tragisch, dass während der letzten Bauphase (bei noch nicht vollendeter Kernschüttung und noch fehlendem Böschungsschutz auf Teilen der Luftseite) ein unerwartet großes Hochwasser den



Der Staudamm Sadd el-Kafara liegt im Wadi Garawi etwa 30 km südlich von Kairo und der Stausee El-Mala'a im Südosten der Fayum-Senke.



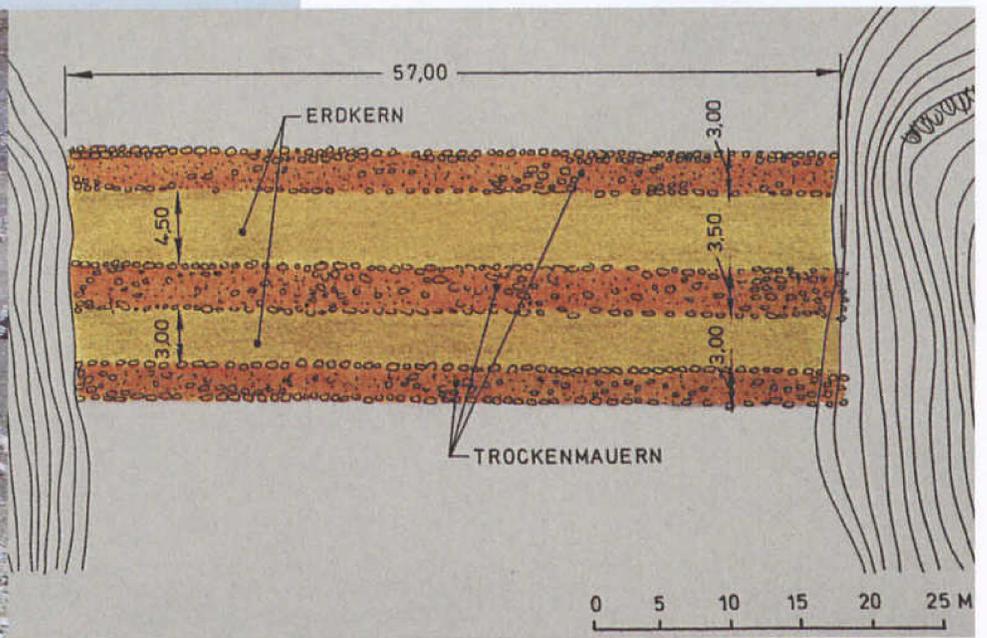
Damm überströmte und in der Mitte durchbrach. Der Eindruck dieser Katastrophe muss so nachhaltig gewesen sein, dass ägyptische Techniker es dann für mehr als 1.000 Jahre nicht mehr gewagt haben, größere Talsperren in Flüssen mit unbekanntem Hochwassereigenschaften zu errichten.

Vergleiche zwischen den noch erhaltenen Staudämmen aus den Jahrtausenden v. Chr. lassen bezüglich der Baumaterialien und der Bauformen keine signifikanten Unterschiede oder Entwicklungstendenzen erkennen. Variationen sind lediglich in der Einzelausführung und in der Kombination der einzelnen Bauelemente (Schüttungen aus Erde, Geröll oder Steinen, Böschungsschutz, Trockenmauern, Dichtungsmaßnahmen) feststellbar. Die Dimensionen einzelner Bauglieder der bekannten Staudämme weisen dabei Unterschiede in einer Größenordnung auf, die ver-

Der heute noch in Betrieb befindliche Staudamm Cornalvo, 12 km nordöstlich von Mérida (Spanien), wurde im zweiten Jahrhundert n. Chr. gebaut und besitzt einen nutzbaren Stauraum von 10 Millionen m³ mit 24 m Höhe, 220 m Länge und einer Sohlbreite von rund 90 m gehört er zu den größten außerhalb des Mutterlandes gebauten römischen Talsperren.

muten lässt, dass es auch innerhalb geschlossener Staatsgebiete keine zentrale Planung mit festen Regeln gab, sondern dass der Entwurf und der Bau von Staudämmen den jeweiligen örtlichen Baumeistern oblag, deren Erfahrungen und Können sehr unterschiedlich sein konnten.

BETON FÜR STAUMAUERN. Mit der Erfindung des Römischen Betons (*opus caementicium*) im ausgehenden ersten Jahrtausend v. Chr. war auch der Bau von gemauerten Talsperren möglich. Der Begriff setzt sich aus den Worten *opus* (Bauwerk, Bauteil, Bauverfahren) und *caementicium* (behauener Stein, Bruchstein, Mauerstein, Zuschlagstoff) zusammen. Die Mischung von *caementicium* mit *motar* (Mörtel) ergibt nach Erhärtung des Bindemittels ein druckfestes und wasserdichtes Konglomerat-Gestein, das mit Hilfe



von Schalungen (vorher aufgemauerte Steine oder Holz) beliebig geformt werden kann.

Seit der zweiten Hälfte des ersten Jahrtausends v. Chr. traten beim Bau konventioneller Erddämme zunächst zunehmend vermörtelte Mauern an die Stelle von Steinschüttungen und Trockenmauern. Gleichzeitig wurden auch die ersten kompakten Staumauern aus vermörtelten Steinen und/oder opus caementicium gebaut, und zwar zunächst als reine Gewichtsmauern, deren Standsicherheit durch die Form und das Gewicht des Mauerkörpers gewährleistet war. In Anatolien (Türkei) wurden auch Verbundkonstruktionen aus zwei Außenmauern mit dazwischen liegendem Erdkern errichtet (Örükaya, Böget, Aezani; alle zweites Jahrhundert n. Chr.).

RÖMER FÜHREN IN DER BAUTECHNOLOGIE.

Weitere dann seit dem ersten Jahrtausend v. Chr. bekannte Mauertypen sind Pfeilermauern, bei denen die eigentliche Stauwand durch Pfeiler auf der Unwetter-Seite gestützt wird (z.B. Iturranduz und Esparraglejo in Spanien sowie Olisipo und Muro in Portugal, alle erstes/zweites Jahrhundert n. Chr.) und auch bereits die erste Bogenmauer (wahrscheinlich Vallon de Baume in der Provence, zweites Jahrhundert n. Chr.).

Damit waren bereits in der Spätantike im Prinzip alle heute verwendeten Typen von Staumauern bekannt. Führend in dieser stürmischen Entwicklung des Staumauerbaus waren zweifellos die Römer mit ihrer Fähigkeit zur rationalen Analyse der statischen Probleme, der folgerichtigen Anwendung und laufenden Verbesserung der Bautechnologie.

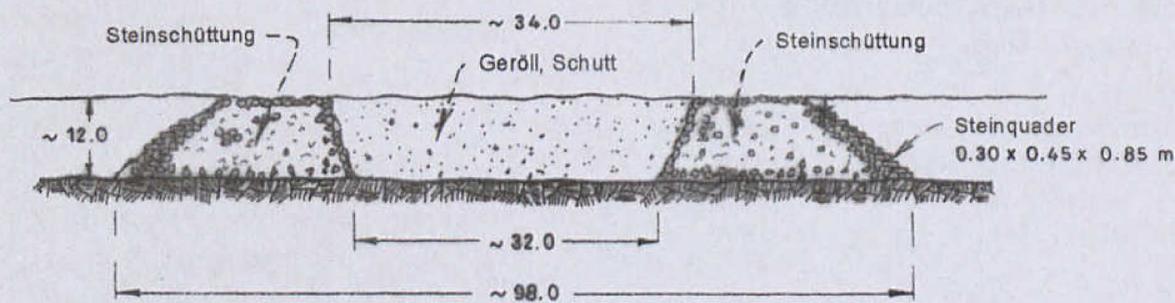
Der urartäische Staudamm Kircagöl nördlich des Van-Sees in Ost-Anatolien (etwa 700 v. Chr.) ist etwa 5 Meter hoch und 60 Meter breit. Die ursprüngliche Breite (9,50 m) wurde zur Seeseite hin nachträglich auf 17 Meter vergrößert.



Eine Ersatzmauer nach einem 116 m breiten Wasserdurchbruch südlich von Shidmuh. Rechteckiger Mauerquerschnitt mit luftseitigen Strebepfeilern und Aufsatzmauer.

Heute bereiten Entwurf und Bau von Talsperren (Dämme und Mauern) wenig Schwierigkeiten, steht doch ein reiches Wissen in der Mathematik, der Hydromechanik, der Statik und der Bodenmechanik zur Verfügung. Als im Altertum mit dem Bau von großen Talsperren technisches Neuland betreten wurde, fehlten auch die einfachsten Kenntnisse in diesen Wissenschaften. Basis des empirisch-pragmatischen Bauens in dieser Zeit waren das Vermögen, sich in das Kräftefeld an Talsperren einfühlen zu können sowie die über Generationen gesammelten Erfahrungen aus vorausgegangenen Erfolgen und Fehlschlägen. Mit nur diesen Mitteln wurden Anlagen geplant und gebaut, die zu den hervorragenden Zeugnissen geschichtlicher Hydrotechnik zählen und von denen einige als Meilensteine der Technikgeschichte einzustufen sind.

Während das Problem der Wasserdichtigkeit bei Staumauern durch eine sorgfältige Auswahl, Bearbeitung und Einbringung des Baumaterials (Steine, Mörtel) auch unter den Arbeitsverhältnissen des Altertums beherrschbar war, ergaben sich bei den von Natur aus durchlässigen Baumaterialien der Dämme und auch der Dichtungselemente wesentlich größere Schwierigkeiten. Eine Wasserundurchlässigkeit kann bei Dämmen im Prinzip entweder durch den Einbau eines speziellen Dichtungselements (z.B. abgedichtete Mauer) erzielt werden oder dadurch, dass das Bauwerk als Ganzes so dicht wie möglich gemacht wird (Beimischung von bindigen Böden, Verdichtung der Schüttmasse). Die dichtende Wirkung von Lehm, Ton und



Der Hochwasserschutzdamm Sadd el-Kafara im Wadi Garawi. Blick vom linken (südlichen) Hochufer auf den noch gut erhaltenen rechten (nördlichen) Dammflügel. Am rechten Ufer sind unterhalb des Damms noch Steinbrüche erkennbar, aus denen das Material für die beidseitigen Steinschüttungen gewonnen wurde.

bzw. 3,50 m Breite und einem dazwischenliegenden 3 m breiten Erdkern.

Offenbar hat sich beim Betrieb herausgestellt, dass mit einem nur 3 m starken Erdkörper eine genügende Wasserdichtigkeit nicht zu erreichen war. Aufgrund dieser Erfahrung wurde dem bestehenden Bau auf der Seeseite in 4,50 m Abstand eine weitere Mauer vorgesetzt und damit Dichtungskörper von insgesamt 7,50 m Stärke geschaffen, die dann offenbar ausreichten, um zu starke Sickerungen durch das Sperrbauwerk zu unterbinden oder doch jedenfalls ausreichend zu verringern. Einen anderen rationalen Grund für die Existenz einer dritten Stützmauer im Innern des Dammkörpers gibt es nicht, weder aus bautechnischer noch aus bodenmechanischer Sicht. Ein zusätzlicher Erdkörper von sogar 14,50 m Breite wurde in gleicher Weise dem nur 45 km weiter östlich liegenden, etwa gleichaltrigen Staudamm Meydan Bogazi vorgeschaltet. Die Unterschiede in der Größenordnung dieser Korrekturen (4,50 m bzw. 14,50 m) zeigen, dass es feste Regeln für den Entwurf nicht gegeben hat.

Nur wenige der alten Talsperren aus der Zeit vor 1.000 n. Chr. sind bis heute unversehrt erhalten geblieben und noch in Betrieb, wie beispielsweise der Cornalvo Damm bei Merida in Spanien. Bei vielen der in der Substanz bis heute existierenden historischen Stauanlagen lässt sich jedoch nachweisen, dass sie über Jahrhunderte hinweg in Betrieb waren. Die Ursachen für die meisten Talsperrenzerstörungen waren dabei nicht fehlerhafte Entwürfe oder unsachgemäße Bauausführung, sondern unvorhersehbare Naturereignisse (Erdbeben, Hochwasser) sowie sozio-ökonomische, politische oder kriegerische Ereignisse, die zu einer Vernachlässigung der Unterhaltungs- und/oder Reparaturarbeiten und damit letztendlich zum Kollaps der Bauwerke geführt hatten.

DER STAUSEE EL-MALA'A. Der berühmteste (und der auch am meisten umstrittene) künstliche Stausee des Altertums ist zweifellos der legendäre Moeris-See in der Fayum-Senke. Moeris war der griechische Name für den Pharao Amenemhet III. (1842-1798/94 v. Chr.), in dessen Zeit der Höhepunkt und der Abschluss von umfangreichen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen für eine Melioration der 1.800 km² großen Provinz Fayum fielen. Über Einzelheiten dieser ersten Projekte besteht wenig Einvernehmen, insbesondere nicht darüber, ob die Senke bereits zu dieser Zeit durch einen Damm bei El-Lâhûn gegen das Niltal abgeschlossen wurde und ob im höher liegen-

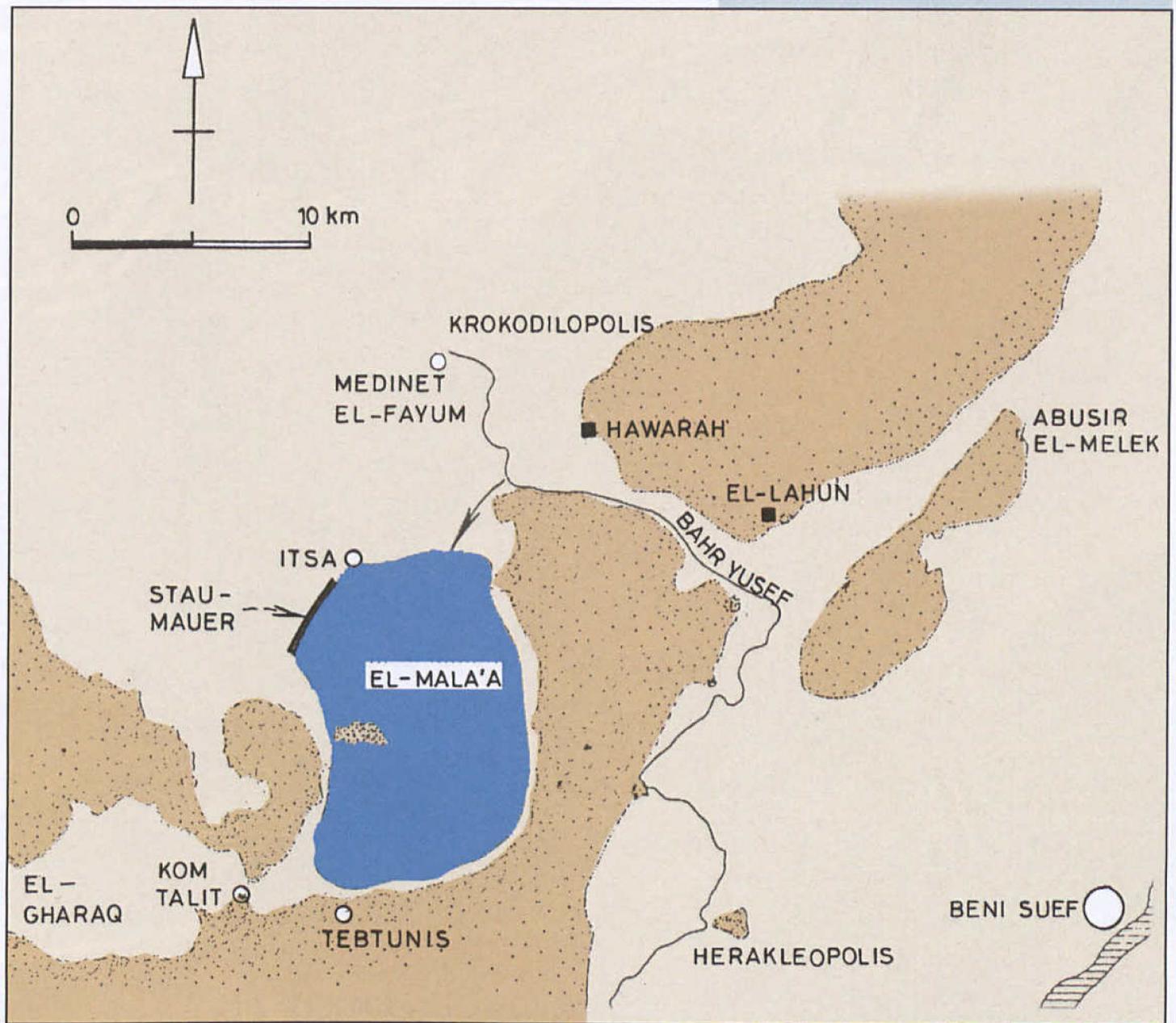
Asche war in der Hydrotechnik sehr früh erkannt worden, ebenso der Einfluss der Korngrößen der Schüttung. So finden sich bereits bei den ältesten Sperren (Jawa, Jordanien) Hinweise auf Dichtungsmaßnahmen, daneben aber auch Sperren ohne erkennbare Versuche, die Wasserdurchlässigkeit durch gezielte Eingriffe zu verringern (Abb. links). Eine Systematik ist nicht erkennbar, da spezielle Untersuchungen über die Frage der Dammdichtung fehlen.

Bei den frühen, geschichtlichen Dammbauten war man offenbar von der Intuition und dem Urteilsvermögen der Baumeister abhängig und musste aus Erfahrungen lernen. Beispiele für diese »trial-and-error«-Methode des Fortschritts liefern zwei urartäische Dämme nördlich des Van-Sees in Ost-Anatolien (um 700 v. Chr.), bei denen der für die Sickerwassermenge und die Gefahr einer inneren Erosion maßgebende Sickerweg durch die dichtende Erdschüttung nachträglich verlängert wurde. Der etwa fünf Meter hohe Staudamm Kircagöl bestand ursprünglich aus zwei Trockenmauern von 3 m

den östlichen Bereich der Senke ein künstlicher See für die Speicherung von Bewässerungswasser angelegt wurde. Belegt sind derartige Ausbaumaßnahmen dagegen aus der ptolemäischen Zeit (drittes Jahrhundert v. Chr.).

Die Berichte der antiken Autoren Diodorus Siculus (erstes Jahrhundert n. Chr.), Pomponius Mela (erstes Jahrhundert n. Chr.), Strabon (etwa 63 v. Chr. bis 26 n. Chr.) und Plinius d. Ä. (24-79 n. Chr.) lassen keine Zweifel daran, dass im Südosten des Fayum im letzten Jahrhundert v. Chr. und im ersten Jahrhundert n. Chr. ein von Menschen geschaffener See bestanden hat, in dem aus dem Nil abgeleitete Hochwassermengen für Bewässerungszwecke temporär gespeichert wurden.

Hier existieren noch Reste eines über 8 km langen Staudammes entlang einer flachen Wasserscheide zwischen der natürlichen



Geländemulde El-Mala'a und der eigentlichen Fayum-Senke. Es spricht nichts dagegen, diesen See im Becken El-Mala'a mit dem See zu identifizieren, der von den antiken (nachptolemäischen) Historikern und Geographen Moeris-See genannt wird.

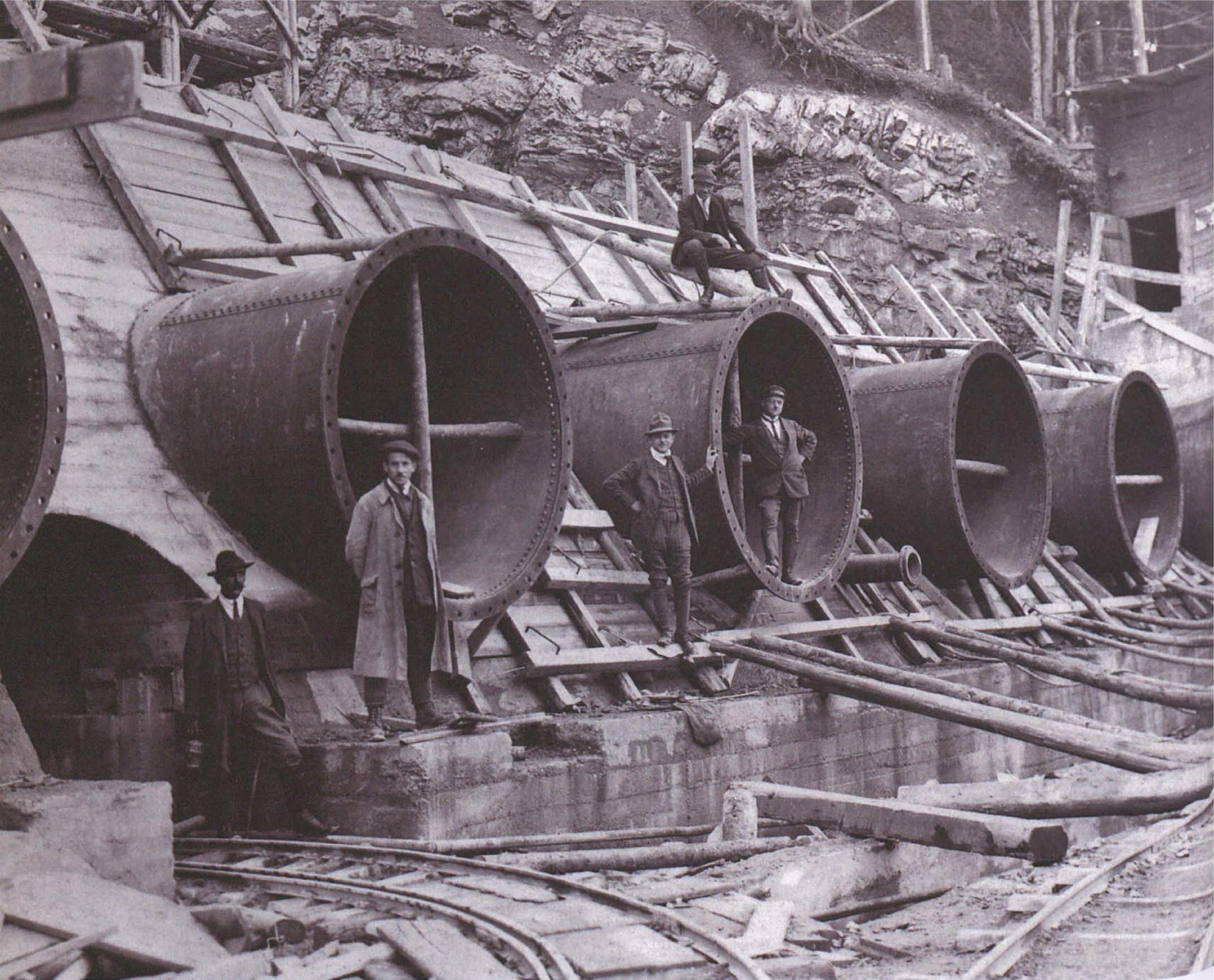
Der höchste Wasserspiegel des Sees hat wahrscheinlich im Bereich zwischen 16,50 m und 17 m NN gelegen. Aus dem Relief des Beckens ergibt sich für die Konturlinie 16,50 m NN eine Seeoberfläche von 114 km² und ein Speichervolumen von 275 Mio. m³.

STAUDAMM 2.000 JAHRE LANG BETRIEBEN. Es handelt sich bei der El Mala'a-Stauanlage nicht um einen Bau »aus einem Guss«, sondern es finden sich (wie in einem Museum) fast alle Bauformen (Mauern, Schüttungen), wie sie zwischen dem 3. Jahrhundert v. Chr. und dem 18. Jahrhundert n. Chr. auch anderswo verwendet wurden. Grundsätzlich sind reine Stau-mauern im Bereich großer Höhen (Gründung auf Fels) zu unterscheiden von Erddämmen (mit z.T. mehreren Vorsatzmauern) im Bereich kleiner Stauhöhen (Gründungstiefe 0,70 m im gewachsenen Boden). An mindestens drei, wahrscheinlich vier Stellen ist die Staumauer während der Zeit ihres Bestehens völlig zerstört und jeweils mit verbesserten Mauerformen wieder repariert worden. Bei der nördlichen Bruchstelle im Bereich der größten Mauerhöhe (etwa 7 m) finden sich die Reste von fünf an der gleichen Stelle errichteten Mauerzügen, von denen der letzte noch in fast voller Höhe intakt erhalten ist. Die vier jüngeren Mauern (wie auch alle anderen heute noch erhaltenen Mauerzüge) bestehen aus Backsteinen, die älteste aus Kalkbeton (opus caementicium) mit einer Verkleidung aus sorgfältig bearbeiteten Kalksteinquadern. Die älteste der Mauern wird ins 3. Jahrhundert n. Chr. datiert, die jüngste in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts n. Chr. Bei einem Bau der Anlage in ptolemäischer Zeit war also der Staudamm (wenn auch mit Unterbrechungen) insgesamt über mehr als zwei Jahrtausende hinweg in Betrieb. ■

Der temporäre Stausee El-Mala'a (275 Millionen m³) liegt hinter dem 8 km langen Staudamm im Südosten der Faayum-Senke/Ägypten.

PROF. GÜNTHER GARBRECHT

lehrte Wasserbau und Wasserwirtschaft an Hochschulen in Istanbul, Ankara, Zambia und Braunschweig. Zwischen 1967 und 1992 leitete er etliche Forschungsvorhaben zur Geschichte des Wasserbaus.



Wasserkraftwerke

Von Oskar von Miller bis zum Dreischluchten-Projekt

Die Kulturgeschichte der Menschheit ist eng mit der Nutzung von Wasser und den dazu notwendigen Bauwerken verknüpft: Talsperren, Kanäle, Verteilungssysteme, Schleusen, Schiffsanlegestellen oder Uferdämme. Von Jürgen Giesecke

Um das Wasserkraftpotential zu nutzen, also Wasserkraft in mechanische Arbeit überzuführen, bietet sich das Rad an. Es gestattet die Umsetzung von Wassergewicht, Wassergeschwindigkeit oder Wasserdruck in den Antrieb von Schöpfwerken, Transmissionen, Mühlsteinen, Hammerwerken, Sägen usw. In der Neuzeit wird aus dem Wasserrad die Wasserturbine entwickelt mit all ihren unterschiedlichen Gestaltungsformen. Erst die Kombination der Nutzung natürlicher Wasserkräfte mit den Möglichkeiten der elektrischen Stromerzeugung sowie der Weiterleitung und Umsetzung elektrischer Energie erlaubt die vielfältige Anwendung der Wasserkraft in heutiger Zeit.

Wesentliche Voraussetzung für eine großräumige elektrische Energieversorgung ist die Stromüberleitung vom Erzeugungsort zum Verbrauchsgebiet. Die erste hochgespannte Drehstromübertragung (25 kV) von 140 kW Leistung bei 24 Hz vom Wasserkraftwerk Lauffen am Neckar nach dem 175 km entfernten Frankfurt a. M. zur internationalen Elektrizitätsausstellung wurde am 12. September 1891 auf Initiative Oskar von Millers



der Weltöffentlichkeit vorgestellt. 1.000 elektrische Glühlampen begannen zu leuchten und ein zehn Meter hoher künstlicher Wasserfall zu sprudeln.

DAS WALCHENSEE-KRAFTWERK. Zu Beginn des vorigen Jahrhunderts führten erste grundsätzliche Ideen einer Nutzung der »Walchenseewasserkraft« zu einem 1908 international ausgerichteten Ideenwettbewerb. 31 Entwürfe wurden eingereicht. Gemeinsam mit der zuständigen staatlichen Behörde entschied sich das leitende Ingenieurbüro Oskar von Millers für die 1918 bis

Bild Seite 32

Diese Momentaufnahme vom 1. September 1922 hält den Bauzustand beim Betonieren der Sicherungsmauer für die Rohre des Walchenseekraftwerkes fest. Die malerisch über die Baustelle verteilten Männer mit ihrer stolzen Haltung verdeutlichen gleichzeitig Größe und Bedeutung des Bauwerks. Seitlich ist das Wasserschloss zu erkennen, das beim Absperren der wasserführenden Leitungen für den notwendigen Druckausgleich sorgt, damit die Rohre bei dem plötzlich auftretenden Überdruck nicht bersten.

Das Speicherkraftwerk Walchensee in Oberbayern (mit Überleitungssystem) wurde am 29. Januar 1924 in Betrieb genommen. Bis heute dient es als Spitzenlastkraftwerk für das Landesversorgungsnetz und für die Deutsche Bahn AG. Bei Konzeption, Planung und Baudurchführung hat Oskar von Miller mannigfaltige Impulse gegeben. Seit 2001 können Besucher in einem »Informationszentrum für das Erlebniskraftwerk Walchensee« diesen Pionierbau besichtigen (Fotos links und rechts).

1924 erfolgte erste Ausbaustufe mit Isar-Stauwehr in Krün, Überleitung von Isar-Wasser über Kanal und Freispiegelstollen zum Sachensee und weiter zur in den Walchensee mündenden Oberrach. An das bei Urfeld errichtete Einlaufbauwerk schließt der 1,2 km lange Kesselbergstollen zum Wasserschloss an, von dem aus sechs 450 m lange Triebwasserleitungen von 2,25 m Durchmesser, auf 1,85 m abnehmend, über ca. 200 m Fallhöhe zu vier Francis- und vier Pelton-turbinen im Krafthaus am Kochelsee führen. Die volle Leistung bei 84 m³/s Durchfluss beläuft sich auf 124,5 MW.

1951 wird das Kraftwerk Niedernach errichtet. Durch die damit verbundene Überleitung des Rissbaches und das 1955 zwischen Sachen- und Walchensee errichtete Kraftwerk Oberrach erhöht sich die installierte Leistung um 15 MW, so dass rund 390 Mio. kWh/a elektrischer Strom erzeugt werden können. Das Speicherkraftwerk Walchensee hat in jüngeren Jahren für die bayerische Stromversorgung eine noch größere Bedeutung gewonnen, seit es zur Abdeckung von Lastspitzen binnen weniger





Lageplan des Pumpspeicherwerks Goldisthal in Thüringen: Das Oberbecken hat einen Stauraum von 12 Mio. m³ bei 55 ha Flächengröße im Vollstau. Es ermöglicht einen achtstündigen Turbinenvolllastbetrieb. Der 3,4 km lange, zwischen 9 m und 40 m hohe Ringdamm erhielt ebenso wie die Beckensohle eine Asphaltbetondichtung an der Wasserseite. Zwei 870 m lange, gepanzerte Druckstollen mit einem sich von 6,20 m auf 4,35 m verjüngenden inneren Durchmesser verbinden das Oberbecken mit den Pumperturbinen in der 137 m langen, 26 m breiten und 48,5 m hohen Maschinenkaverne, neben der eine separate Trafokaverne angeordnet ist. Zwei 340 m lange, betonausgekleidete Unterwasserstollen von 8,2 m Innendurchmesser schließen an das Unterbecken (18 Mio. m³) an, das durch den Aufstau der Schwarzach mit einem 67 m hohen Steinschüttdamm geschaffen wurde. Eine Vorsperre verhindert das Trockenfallen der Stauwurzel bei betriebsbedingten Wasserspiegelschwankungen.

Minuten aus dem Stand auf volle Leistung hochgefahren werden kann.

DAS PUMPSPEICHERWERK GOLDISTHAL.

Pumpspeicherkraftwerke bieten die einzige großtechnische Speichermöglichkeit für elektrische Energie in regionalen und überregionalen Stromversorgungsnetzen. Die Fähigkeit der Energiespeicherung ermöglicht überhaupt erst den Einsatz regenerativer Energieträger wie Sonne, Wind, Biomasse oder Photovoltaik in einem Verbundnetz. Die optimale Fahrweise besteht darin, möglichst in den besten Turbinier- und den preiswertesten Pumpzeiten das meiste Wasser zu bewegen. Im Prinzip handelt es sich hierbei um einen Wälzbetrieb bzw. um eine hydraulische Umlagerung. Die gute Regelfähigkeit bei kürzesten Anlaufzeiten führte in den letzten Jahrzehnten zu einem verstärkten Ausbau konventioneller Speicherkraftwerke für die zusätzliche Pumpspeicherung. In Deutschland hat man Mitte der 1920er Jahre mit dem Bau von Pumpspeicherkraftwerken mit größeren Leistungen für die öffentliche Stromversor-

gung begonnen. Mit dem am 30. September 2003 eingeweihten Pumpspeicherwerk Goldisthal beläuft sich die Gesamtkapazität der Pumpspeicherung in Deutschland auf 5.700 MW, das sind ca. 5 Prozent des deutschen Kraftwerkparks. Der starke Ausbau der Windkraft, der durch das bisherige Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) gefördert worden ist, bedingt einen wachsenden Bedarf an Regelenergie sowie die Vorhaltung von Reserveleistung in Zeiten von Windflauten.

Vier Maschinensätze à 265 MW kommen in Goldisthal zum Einsatz. Neben schneller Startbereitschaft und kurzfristigem Betriebsartenwechsel (Schnellübergang von Pump- auf Turbinenbetrieb 99 s) müssen die Maschinensätze auch zur Netzregelung (Leistungs-/Frequenz-Regelung) über ausgedehnte Zeitspannen herangezogen werden. Bemerkenswert ist der hohe Wirkungsgrad der mit modernster, richtungsweisender Technik ausgestatteten Gesamtanlage. Bei durchschnittlich 70-prozentiger Auslastung der vier Maschinengruppen beläuft er sich auf 80 Prozent.

DAS GEZEITENKRAFTWERK ST. MALO.

Die Anziehungskräfte (Gravitationskräfte) der Sonne und des Mondes auf die Erde bewirken zusammen mit der Fliehkraft (Zentrifugalkraft), die auf die Wasserteilchen infolge der Rotation des Gestirnesystems einwirkt, dass es an den Küsten der Erde zu Gezeiten kommt, zu Hoch- und Niedrigwasser (Flut und Ebbe). Das Prinzip des Gezeitenkraftwerkes beruht auf der Ausnutzung dieses Höhenunterschiedes der Wasserspiegel zwischen einem (künstlichen) Becken und dem Meer infolge des Tidehubes, wodurch Turbinen angetrieben werden.

Das erste große Gezeitenkraftwerk in der Welt entstand im Mündungsgebiet des Flusses Rance vor St. Malo (Normandie), wo zwischen den Meeresspiegellagen ± 0 m über NN und 13,5 m über NN ein Volumen von 184 Mio. m³ genutzt wird. Bei Springtide betragen der Durchfluss bis zu 18.000 m³/s und die maximale Strömungsgeschwindigkeit 2,5 m/s. Die Gesamtanlage des Gezeitenkraftwerkes Rance, das die Schleuse, Krafthaus, Erdschüttdamm und nach einer Felsnadel ein Wehrbauwerk mit sechs Durchlassöffnungen einschließt, erstreckt sich senkrecht zur Hauptströmungsrichtung über eine Länge von 750 m. Unter dem niedrigsten Meereswasserstand reicht die Wassertiefe 12 m bis zur Flusssohle herab, die sich bei der vorerwähnten Springtide auf 25,5 m

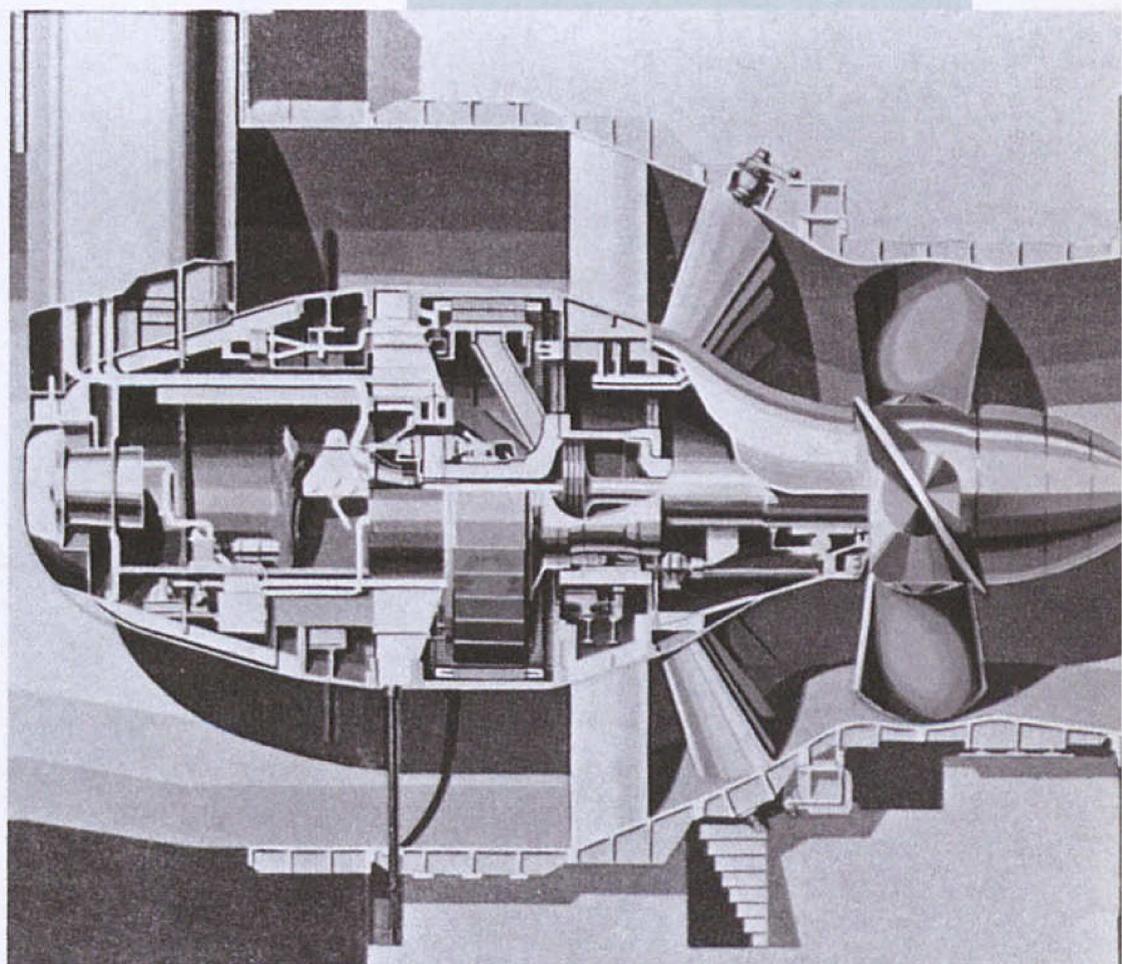
erhöht. Die am linken Flussufer befindliche Kammerschleuse zur Aufrechterhaltung der Schifffahrt hat eine Länge von 65 m und eine Breite von 13 m. Hieran schließt sich das 370 m lange Kraftwerksgebäude an. Es beherbergt 24 Maschineneinheiten von je 10 MW installierter Leistung. Die rohrförmigen Triebwasserleitungen, in die jeweils die horizontalachsige Kaplan-Rohrturbine mit oberwasserseitigem, in einem birnenförmigen Stahlgehäuse untergebrachten Generator installiert ist, haben einen Abstand von 53 m zwischen den beiden flussseitigen bzw. meerseitigen Rohrenden. Der Rohrquerschnitt ist an der Eintritts- und der Austrittsöffnung ca. 100 m³ groß.

FLUSSSPEICHERKRAFTWERK DREI-SCHLUCHTEN. Der chinesische Volkskongress erteilte 1992 die Zustimmung zu der weltweit größten, als Flussspeicherkraftwerk ausgelegten Stauanlage im Mittellauf des Jangtse, des drittlängsten Stromes der Erde in Zentralchina. Das als Mehrzweckprojekt ausgelegte Vorhaben soll neben einer hochwertigen Energienutzung gleichzeitig einen wirksamen, Hochwasserschutz gegen die sich ständig wiederholenden katastrophalen Überschwemmungen bieten und den Großschifffahrtsverkehr vom Gelben Meer bis in das 3.500 km entfernte Chongqing (35 Mio. Einwohner)

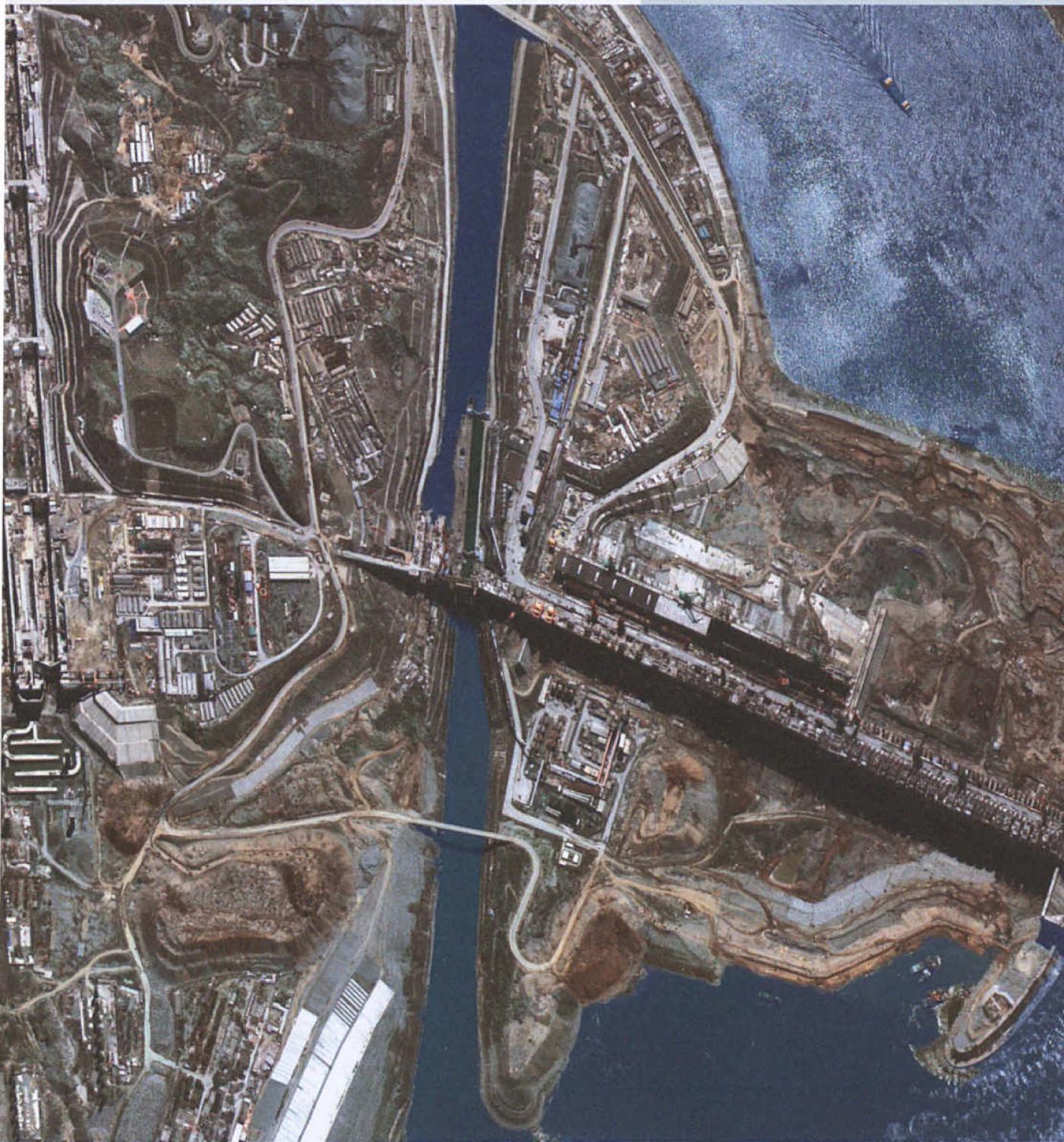
sichern. Das Quellgebiet des Jangtse liegt im Nordosten des tibetischen Hochlandes. Der Jangtse fließt nach über 6.300 km in einem großen, nahe Shanghai gelegenen Flussdelta in das ostchinesische Meer. Im Bereich der Schluchtenstrecke wechselt die Breite zwischen 10 m und 200 m des hier auf einem Niveau von 65 m ü. NN ursprünglich liegenden Wasserspiegels. Letzterer wurde nach der ersten, zehn Jahre umfassenden Baustufe 2003 binnen 12 Tagen Einstauphase auf 135 m erhöht, er soll dann bis zur Fertigstellung der Gesamtanlage im Jahre 2009 schließlich 175 m ü. NN als normaler Stauspiegel betragen. Im Falle des Hochwassereintrittes wird der Wasserspiegel bis auf 185 m über NN ansteigen. Das Gesamtvolumen der 632 km langen, im Durchschnitt 1,1 km breiten, aufgestauten Flussstrecke wird 39 Mrd. m³ betragen, wovon auf den Hochwasserrückhalt 22 Mrd. m³ entfallen. Die maximale Fläche des Stausees wird sich auf 1045 km² belaufen. 990 km² Land werden überflutet.

INTERDISZIPLINÄRE ZUSAMMENARBEIT TRÄGT FRÜCHTE. Mit dem Drei-Schluchten-Projekt ist eine umfangreiche soziale Umstrukturierung innerhalb des umliegenden Industriezentrums und der vielfachen Siedlungsgebiete notwendig geworden. Von der Umsiedlung sind allein etwa 1,3 Mio. Menschen betroffen, für die ungeachtet der psychologischen Probleme in Nachbarregionen völlig neue Städte und Dörfer mit Ackerland geschaffen worden sind. Allerdings wird eine Reihe landschaftlich reizvoller und historisch wertvoller Schätze in den Fluten versinken, auch wenn Tempel und alte Denkmäler gerettet werden.

Andererseits ist zu erwarten, dass die Wirtschaftskraft weiträumig gesteigert wird. Die bisherige Belastung durch Kohlekraftwerke kann durch die Bereitstellung großer Mengen umweltfreundlicher Energie weitgehend zurückgedrängt werden. 50 Mio. Tonnen Kohle sollen künftig eingespart werden: Das führt zu einer beachtlichen Verminderung um jährlich 100 Mio. Tonnen CO₂ sowie mehrerer tausend Tonnen SO₂, CO und NO_x. Schließlich werden sich auch Freizeitgestaltung und Fremdenverkehr angesichts des riesigen Stausees positiv entwickeln. Die Gesamtkosten werden auf 25 Mrd. US-Dollar geschätzt. 60 Prozent davon entfallen auf die Baumaßnahmen, 40 Prozent werden für die Umsiedelung aufgewendet. Die Finanzmittel stammen aus dem öffentlichen Haushalt und aus erhöhten Strompreisen. Im Juni 2003 wurden die ersten beiden Maschinensätze in Betrieb genommen. Zwei weitere folgten plangerecht im Oktober 2003. Bis 2006 sollen die restlichen neun Maschinengruppen des im linken Mauerbereich angeordneten Maschinenhauses ihre Arbeit aufnehmen.



Schnitt durch ein Rohrregulat des Gezeitenkraftwerks St. Malo: Jede Rohrturbine übernimmt sechs verschiedene Funktionen, indem sie in beiden Fließrichtungen als Turbine, als Pumpe und als Durchlassorgan betrieben wird. Die nutzbare Fallhöhe liegt bei Ebbe und Flut je nach dem Gezeitenablauf zwischen 3 und 11 m, das Nettoregularbeitsvermögen beläuft sich auf ca. 550 GW/h.



DREI-SCHLUCHTEN IN CHINA

Die Flusssperrung bildet eine 181 m hohe und längs der Krone 2,3 km lange Betonschwerkraftstau-mauer. Das am Mauerfuß angeordnete, mit je 600 m Länge zweigeteilte Tal-sperrenkraftwerk wird mit 26 Maschi-nensätzen von je 700 MW auf insge-samt 18.200 MW installierter Leistung ausgelegt, wovon 4.990 MW ständige Laufwasserkraftwerksleistung bieten. Die jährliche elektrische Stromerzeu-gung wird 84,7 Mrd. kWh betragen. Dieser Wert entspricht einem Sechstel der jährlichen Stromproduktion in Deutschland. Nach jüngster Planung wird sogar ein drittes Krafthaus mit nochmals sechs Maschinengruppen von je 700 MW als Kavernenkraftwerk am linken Ufer hinzukommen, so dass die Summe installierter Leistung auf 22.400 MW ansteigen wird. Im Schiffsverkehr steht dann eine fünf-stufige Zweikammerschleuse (für Frachtschiffe bis zu 10.000 BRT) und ein Schiffshebewerk (Hubhöhe 115 m, größtes Frachtschiff mit 3.000 BRT) zur Verfügung. Die Hochwasserent-lastungsanlage und die Grundablässe befinden sich im ca. 500 m langen Mittelteil des Sperrbauwerkes.

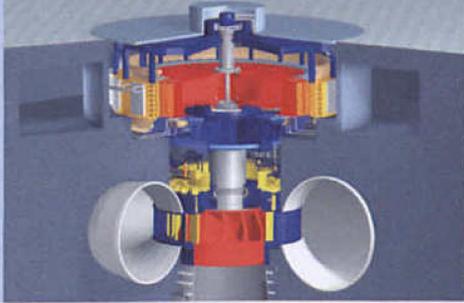
Innerhalb der erneuerbaren Energien ist die Wasserkraftnutzung auf dem Wege, den bis vor wenigen Jahrzehnten guten Ruf als die bedeutendste umweltfreundliche, regenerati-ve Energiequelle zurückzugewinnen. Die schadstofffreie Erzeugung des elektrischen Stromes, der schnell verfügbar ist und hin-sichtlich der Energiequelle im ökologischen Vergleich beste Präferenzen aufweist, ferner die Verknüpfung der Wasserkraftnutzung mit weiteren Nutzungszielen, vorrangig des Hochwasserschutzes, sind unbestrittene Vor-teile. Ebenso wenig wird allerdings auch bestritten, dass die Wasserkraft Landschaften verändert.

Gerade am Beispiel der Wasserwirtschaft zeigt sich, dass frühere einseitige Lösungsan-sätze und auf Einzelaufgaben konzentrierte Ziele heute durch interdisziplinäre Zusam-

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

Prof. Jürgen Giesecke, war von 1971 bis 2000 Inhaber des Lehrstuhls für Wasser-bau und Wasserwirtschaft am Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart. Wasser-kraftanlagen, Rohrleitungen, Talsperren und flussbauliche Problemstellungen gehörten zu seinen hauptsächlichen Aufgabenbereichen.

menarbeit von Ingenieur- und Naturwissen-schaften, d. h. durch eine ganzheitliche Betrachtungsweise ersetzt worden sind. Viel stärker finden wieder die Zusammenhänge zwischen wasserbaulichen Anlagen, Nut-zungsanforderungen und Verträglichkeit mit der Umwelt gebührende Berücksichtigung. Kreatives Denken bei Planung und Ausfüh-rung, Entwicklung von Alternativen zu Kon-fliktlösungen, Kooperation unter den maßge-benden Fachleuten und Aufklärung einer hierzu bereiten Öffentlichkeit lassen optimale Entscheidungsprozesse erwarten. ■■■



Wasserkraft – Energie für Millionen

Wasserkraft ist die größte erneuerbare Energie. Jede mit Wasserkraft produzierte Kilowattstunde bedeutet rund ein Kilogramm CO₂ weniger in unserer Atmosphäre.

Grundlage für Entwicklung und Wohlstand ist Energie. Die Wasserkraft ist – wie keine andere Form der Energieerzeugung – geeignet, das enorme Wachstum von Ländern wie China ohne neue Emissionen zu unterstützen.

Wasserkraft liefert hierfür Energie in großen Mengen, sorgt für Trinkwasser, landwirtschaftliche Bewässerung sowie für Sicherheit vor Hochwasser.

Seit über 135 Jahren gehören wir zu den führenden Herstellern im Bereich der Wasserkrafttechnik. Wir haben bisher über 200 000 Megawatt installiert, das ist ein Drittel der weltweit vorhandenen Wasserkraftwerke. Wir überzeugen durch unsere Erfahrung, unsere Kompetenz und unsere Zuverlässigkeit, in kleinen und in großen Projekten.

Ein Meilenstein ist mit Sicherheit das chinesische Drei-Schluchten-Kraftwerk in China. Ab 2009 wird es mit 18 200 Megawatt Strom für 100 Millionen Menschen erzeugen.

Voith Siemens Hydro Power Generation ist mit dabei und liefert im Konsortium sechs Maschinen mit je 700 Megawatt.

www.voithsiemens.com

Engineered reliability.

VOITH SIEMENS
HYDRO POWER GENERATION

Dünger aus Toiletten

Ein Dorf in Rumänien löst seine Abwasserprobleme.

Jedes Jahr sterben fünf Millionen Menschen weltweit an den Folgen von Wasserverschmutzung. Wasserfreie Trenntoiletten sind eine kostengünstige Alternative zu meist unbezahlbaren Kläranlagen.

Nina Frumoya lebt mit ihren zwei Kindern im Dorf Garla Mare. Sie hat sich dem Projekt von »Women in Europe for a Common Future« (WECF), angeschlossen und geholfen, die 78 öffentlichen Brunnen auf Nitrate zu testen. WECF war nach Garla Mare gekommen, weil die Gesundheitsstatistiken zeigten, dass hier häufig Säuglingsblausucht auftrat, eine Krankheit, die es in Deutschland seit den sechziger Jahren kaum noch gibt. Als eine der ersten Aktivitäten organisierte Nina »Offene Wassertest Tage«, bei denen alle Bewohner des Dorfes das Wasser ihrer 450 privaten Brunnen mit Schnelltest-Stäbchen auf Nitrat testen konnten. Die Ergebnisse waren erschreckend. »Ich hatte nie gedacht, dass mein Brunnen 150 Milligramm Nitrat pro Liter (mg/l) enthält, dreimal mehr als die erlaubte Höchstmenge. Mein Nachbar hatte sogar über 500 mg/l Nitrat. Ich hatte Glück, dass meine Kinder keine Säuglingsblausucht bekommen haben. Im Sommer haben wir aber oft Magen- und Darmprobleme.« berichtet Nina. »Bei uns im Dorf gibt es keine öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, die 1.200 Haushalte holen sich ihr Wasser aus 15 bis 28 m tiefen Brunnen.«

Proben in einem deutschen Labor bestätigten, dass das Grundwasser dramatisch mit Nitrat und Fäkalbakterien verunreinigt ist. Als Hauptverursacher wurden undichte Latrinen identifiziert, die in der Regel nicht entleert werden. Nina: »Es ist bei uns wie fast überall in den rumänischen Dörfern, wir graben ein



NEUE SANITÄRKONZEPTE

Urin und feste Fäkalien enthalten für Landwirtschaft und Landbau wertvolle Mikro- und Makro-Nährstoffe. Mit Hilfe spezieller Trenntoiletten können diese Ausscheidungen separat aufgefangen und gelagert werden. Nach einer Reinigung werden die Produkte als Dünger und Kompost wieder verwertet. Der Nährstoffkreislauf wird geschlossen und der Eintrag von Keimen und Nährstoffen in Grund- und Oberflächenwasser minimiert.

Gefährliche Nitratkonzentrationen im Grundwasser schreckten die Bewohnerinnen in Garla Mare/Rumänien.

Loch für unser Plumpsklo und wenn der Garten klein ist, steht das Klo nicht weit von dem Brunnen entfernt.«

In West-Europa ist es eine Selbstverständlichkeit, dass jeder Mensch jährlich im Schnitt 12.000 Liter hochwertiges Trinkwasser verbraucht, um seine 50 kg festen Fäkalien und 500 Liter Urin durch ein Kanalnetz zur Kläranlage zu transportieren (Schwemmkanalisation). Unter hohem Kostenaufwand wird in zentralen Kläranlagen das Abwasser gereinigt.

Weltweit gesehen ist die Situation der Abwasserentsorgung jedoch katastrophal. Etwa 2,4 Milliarden Menschen haben keinerlei Abwassersystem, 2 Milliarden Menschen benutzen einfachste Gruben. Dadurch werden viele Gewässer mit Rohabwasser und Fäkalien belastet, die ein hohes Gefährdungspotential haben. 5 Millionen Menschen sterben jährlich an den Folgen der Wasserverschmutzung.

KOSTEN UND WASSER SPAREN. Sieben Millionen Menschen in Rumänien leben unter katastrophalen sanitären Bedingungen. Unterstützt von der Technischen Universität Hamburg-Harburg (TUHH) hat WECF nun

»Women in Europe for a Common Future« ist ein parteiunabhängiges Frauen-Netzwerk, das sich zur Aufgabe gemacht hat, sich europaweit für bessere Umwelt- und Lebensbedingungen einzusetzen.

für eine Schule mit 160 Kindern im Alter von 6 bis 10 Jahren ein exemplarisches Toilettengebäude mit Trenntoiletten gebaut. Das System benötigt kein Wasser. Trockene Erde, Asche oder Holzspäne dienen zum »Spülen«. Der separierte Urin wird nach einer Lagerungsdauer von einigen Monaten als Dünger beispielsweise im Maisanbau eingesetzt. Die festen Fäkalien werden getrennt gelagert, kompostiert und als Bodenverbesserer genutzt. Auf diese Weise sorgt die neue Toilette für Grundwasserschutz und die Verbesserung von Hygiene und Komfort.

DÜNGER FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT.

Urin und feste Fäkalien enthalten für Landwirtschaft und Landbau wertvolle Mikro- und Makro-Nährstoffe. Trenntoiletten fangen Urin und Fäkalien separat auf und lagern sie. Nach einer speziellen Hygienisierung werden die Produkte als Dünger und Kompost wieder verwertet. Der Nährstoffkreislauf wird geschlossen und der Eintrag von Keimen und Nährstoffen in Grund- und Oberflächenwasser minimiert.



Bauern sprühen den gereinigten Urin als Dünger auf ihre Felder (oben rechts). Julia ist glücklich mit dem neuen Toilettensystem (oben). Aber immer noch verseuchen alte Latrinen in den Privathaushalten das Grundwasser (rechts).



Spendenkonto:

WECF Germany e.V.
Konto: 13139050
Stadtsparkasse München
BLZ 70150000
Stichwort: Ecosan

Die Betriebserfahrungen von eineinhalb Jahren zeigen, dass wasserfreie Trenntoiletten einen hohen hygienischen Standard gewährleisten, keine Geruchs- oder Fliegenbelastung erzeugen und von der örtlichen Bevölkerung sehr gut akzeptiert werden. Elena Simova, Studentin aus Garla Mare, hat Schulkinder, Eltern und Lehrer nach ihrer Erfahrung und Meinung gefragt. Die Kinder und Lehrer, die selbst die Trockentoiletten benutzen, sind äußerst zufrieden und wünschen sich das gleiche System zu Hause. Ohne finanzielle Unterstützung wird eine flächendeckende Sanierung allerdings für die meisten ein Traum bleiben. ■



Die Klangmeister

Ein Interview mit Russell »Magic« Johnson und Tateo Nakajima

Im Wiener Palais Auersperg sprachen die Akustikexperten Russell Johnson und Tateo Nakajima über die Bedeutung der Stille und die Magie des Klanges in Konzertsälen.

Von Andrea Bistrich, aus dem Englischen übersetzt von Michaela Grabinger

Sie gelten als einer der größten Theaterdesigner und Akustikexperten der Welt. Man bezeichnet Sie als »Magic Johnson«. Inwiefern unterscheidet sich Ihre Arbeit von der anderer?

Russell Johnson: 1957 – ich arbeitete damals in einer großen Gruppe von Akustikern in Cambridge, Massachusetts – , stellte ich fest, dass den meisten neuen Opernhäusern und Konzertsälen, die weltweit zwischen 1905 und 1950 gebaut worden waren, von Spitzenmusikern eine sehr schlechte bis katastrophale Akustik attestiert wurde. Die Schallphysik hatte sich seit Mitte der zwanziger Jahre in erster Linie auf die Mathematik des Schallver-

haltens konzentriert. Daher beschloss ich, mich nicht mehr an der Welt der Mathematik, sondern an der Welt der Oper und der symphonischen Musik zu orientieren. So fing alles an. Ich begann, auf die Musiker und Dirigenten zu hören und aus ihren Erfahrungen mit den großartigen, bereits existierenden Sälen, mit der Akustik von Symphonien und von Musik überhaupt zu lernen.

Was sind die wesentlichen Aspekte des Akustikdesigns?

Russell Johnson: Akustikdesign hat vor allem Rücksicht auf die Prioritäten der Leute zu nehmen, die Konzertsäle und Opernhäuser

finanzieren, errichten und betreiben. An erster Stelle – und das ist die wichtigste Entscheidung überhaupt – kommt die Frage nach der Anzahl der Sitzplätze. Wie viele Menschen will man in einem Konzertsaal oder Opernhaus unterbringen? Diese Frage kann gar nicht wichtig genug genommen werden, weil das Publikum und die Musiker in einem hervorragenden Opernhaus oder Konzertsaal gerade durch die Wucht, die durchschlagende Wirkung, das Dramatische des musikalischen Klangs in Begeisterung versetzt werden. Um diese Schallenergie von der Bühne zu den Ohren der Zuhörer zu lenken, muss man die Menge des schallschluckenden Materials im

Konzertsaal bzw. Operngebäude strikt reduzieren. Wenn diese Aufgabe innerhalb des Designprozesses erfüllt ist, bleiben als wesentliche »Schallschlucker« die Kleidung der Musiker auf der Bühne und die der Zuschauer übrig. Deshalb ist die Anzahl der Sitze so ungemein wichtig.

Tateo Nakajima: Die Anzahl der Sitzplätze ist Teil eines größeren Ganzen und steht in Zusammenhang mit der Frage: »Wofür soll der Raum genutzt werden?« Wenn es sich um einen Raum handelt, in dem Musik gespielt werden soll, dann muss man sich fragen: »Welche Art von Musik?« Und wie soll er betrieben werden? Wer führt den täglichen Betrieb durch?

Russell Johnson: Sobald die Anzahl der Sitze feststeht, folgt als zweiter entscheidender Schritt die möglichst frühzeitige Aufstellung eines Budgets, das groß genug ist, um sämtliche von außen kommenden Geräusche zu isolieren und zu kontrollieren. Die Musiker und Konzertgänger müssen absolute Stille erfahren können. Der Bauherr muss alles daran setzen, einen Aufführungsraum zu entwerfen und zu bauen, in dem kein Störgeräusch den Klang der Instrumente auf dem Podium beeinträchtigt. Wir versuchen den magischen Effekt zu erzielen, der sich einstellt, wenn in einem Saal absolute Stille herrscht. Bei völliger Stille im Konzertsaal kann noch der leiseste Ton, die zarteste Musik von jedem gehört werden. Weil wirkliche Stille etwas so Seltenes ist, erzielt man mit ihr einen wahrhaft magischen Musikklang.

Tateo Nakajima: Ich nenne Ihnen ein weiteres Beispiel für diese Magie: Wenn eine leise Passage in einem stillen Raum ausklingt, hält man den Atem an, und der Klang verschwindet wie durch Zauberhand. Bei Hintergrundgeräuschen von außen ist das nicht möglich. Auch wenn der Durchschnittsmensch Hintergrundgeräusche nicht bewusst wahrnimmt, überdecken sie doch die gesamte Palette des Farbklangs, die Nuancen, und verkleinern die Ausdrucksskala der Musiker. Sie können dann nicht mehr so leise spielen – die Klangfarbe des Instruments, vor allem wenn es sich um

ein gutes Instrument handelt, entfaltet sich nicht. Alle diese Feinheiten tragen zur Qualität der Akustik bei.

Russell Johnson: Wenn die Anzahl der Sitzplätze feststeht und das Problem der Stille im Raum geklärt ist, beschäftigen wir uns mit den »Vor-1905-Sälen«, wie wir das nennen. Um 1910 geriet der Bau von Konzertsälen und Opernhäusern durch den bedrohlich näher rückenden Krieg ins Stocken. Mitte der zwanziger Jahre gab es eine sehr kurze Bauperiode, die wiederum durch die Weltwirtschaftskrise und den darauf folgenden Weltkrieg ein Ende fand. Als man nach 1947 wieder Konzertsäle errichtete, war das eine ganz neue Erfahrung für die Symphonieorchester und Architekten. Weil die Tradition abgebrochen war, hielt sich die Architektur auf diesem Gebiet ohne jede Grundlage für kompetent,



Russell Johnson

studierte Architektur, doch sein Interesse galt früh der Musik. Er

absolvierte eine Akustik-Lehre, gründete 1970 in New York seine eigene Firma. Seither baut er Räume für den Klang.

und man gelangte zu der Überzeugung: »Die Technik kann alles. Wenn wir es schaffen, einen Menschen zum Mond zu befördern, können wir sicherlich auch bessere Konzertsäle entwerfen.«

Mitte der zwanziger Jahre wurden in Nordamerika viele Säle gebaut, die als Mehrzweckhallen dienen sollten. Man baute nicht nur Hallen mit viel zu vielen Sitzplätzen. Die Architekten arbeiteten obendrein mit ausladenden Fächerformen und niedrigen, megaphonförmigen Decken. Über das Material machte man sich kaum Gedanken. Die Wirkung des Materials zeigt sich am Wiener Musikvereinssaal, der aus solidem, mit Gips verputztem Mauerwerk besteht. Eine solche solide Konstruktion ermöglicht den warmen Klang, den Musiker und Publikum wollen.

Um 1950 herum hörte man weltweit immer mehr Spitzenmusiker sagen: »Was ist falsch gelaufen? Warum haben alle neuen Opernhäuser und Konzertsäle eine so schlechte und manchmal sogar katastrophale Akustik?« Aus dieser gedanklichen Wende heraus entwickelte sich dann eine allmähliche Rückkehr zur Vergangenheit. Wir beschäftigten uns mit den wichtigsten Designelementen der vor 1905 in Europa und Nordamerika errichteten Säle – des Musikvereinssaals, beispielsweise, und der Boston Symphony Hall – und stellten fest, dass es wichtig ist, einen eher schmalen Raum mit hoher, horizontaler Decke, annähernd parallel zueinander verlaufenden Seitenwänden und einem nur leicht geneigten Boden zu bauen. Wir lernten, dass es der Klarheit und Transparenz zugute kommt, wenn ein Konzertsaal zwei oder drei Balkone über dem Boden aufweist, die sich so an den Seitenwän-



Tateo Nakajima

hat sich seit 1989 als Dirigent von Opern und Konzerten einen

Namen gemacht. Neben seiner Tätigkeit für Artec lehrt Nakajima an Musikhochschulen in Frankreich und Rumänien.

den hinabziehen, dass sie das Orchesterpodium umfassen und auf die Orgelkammer treffen. Diesen Weg schlug ich zwischen 1957 und 1959 ein.

Tateo Nakajima: Heute finden wir zunächst heraus, was die auftraggebende Gemeinde braucht, was sie will und wie viel sie bezahlen kann. Dann leiten wir den Designprozess ein, indem wir berühmte, vergleichbare Konzertsäle analysieren. Wir sehen uns Säle mit annähernd gleicher Sitzplatzanzahl bzw. ähnlicher Funktion an und stellen uns die Frage: »Warum ist das hier so gut gelungen?« Uns geht es darum, immer wieder aus unseren zurückliegenden Arbeiten zu lernen, damit wir die Qualität des Konzertsalldesigns ständig steigern können. Und deshalb legen wir

das Hauptaugenmerk, wie Russell bereits sagte, auf die architektonischen Merkmale und die Materialien – Formgebung, Mikrogeometrie, Rauminhaltsberechnung – und kreieren so, in Kombination mit unseren eigenen Erfahrungen, ein neues Saaldesign.

Sie haben gerade erläutert, wie wichtig Konstruktion und Endmaterialien sind. Heutzutage stehen ja viele innovative Materialien zur Verfügung.

Russell Johnson: Das ist ein Riesenproblem, weil sich unerfahrene Designer für neue Produkte begeistern und sie für die reinsten Zaubertränke halten. Beispiele dafür kennen wir zur Genüge. Wir sind in vielem zu den Bautechniken der Zeit vor 1905 zurückgekehrt. Das Concertgebouw, die Carnegie Hall, der Musikvereinssaal und zahlreiche andere hervorragende Konzertsäle in Europa wurden aus dickem, solidem Mauerwerk errichtet, das man dann direkt verputzte. Wenn der Bauherr aber unbedingt eine Holzoberfläche haben will, konzipieren wir eine mehrschichtige Wand, die aus einem schweren, direkt mit Gips verputzten Betonkern besteht, und auf den Gips kommt eine dünne Holztafelung. Dieses »Sandwich« wird dann zu einem monolithischen Schallreflektor. Die dickwandige Konstruktion reflektiert sehr gut den niederfrequenten Schall der Kontrabässe, Fagotte, Bratschen, Pauken und so weiter und macht den »warmen« Klang.

ARTEC CONSULTANTS

1970 gründete Russell Johnson mit »Artec« ein Akustikbüro, um seine Vorstellung eines ganzheitlichen Designs von Kunstveranstaltungs-orten zu realisieren. Akustiker, Theaterplaner, Theaterberater, Sound-System-Designer und Kunstmanager beschäftigen sich gemeinsam mit den Fragen und Problemen, die beim ganzheitlichen Design von Veranstaltungsorten entstehen.

www.artec-usa.com



Die perfekte Akustik kann es nicht geben. Was heißt denn perfekt? Perfektion in jeder Hinsicht – für jede Art von Musik, jede Form der Interpretation – ist per definitionem unmöglich.

Russell Johnson

Erzählen Sie uns doch bitte etwas über die architektonischen Merkmale erfolgreichen Akustikdesigns.

Russell Johnson: Wir sind von der traditionellen »Schuhkarton«-Form eines Saals überzeugt, weil sich diese Form für alle möglichen Arten symphonischer und choraler Musik als erfolgreich erwiesen hat. Selbst wenn man nur die symphonische Musik betrachtet, gibt es allein in diesem Bereich so viele verschiedene Komponisten, deren Musik heutzutage auf den Konzertpodien zu Gehör gebracht wird, dass die Notwendigkeit akustischer Variabilität fast überall auf der Welt anerkannt ist.

Wenn beispielsweise ein Kammerorchester Haydn spielt, ist der im Saal entstehende Klang völlig anders als das, was man von einem großen Symphonieorchester zu hören bekäme, das eine Komposition von Mahler oder Richard Strauss spielt. Und dieser ständige Repertoirewechsel erfordert einfach eine völlig andere Art von Akustik.

Man kann heutzutage keinen Konzertsaal mit einer festgelegten, unveränderlichen, unflexiblen, nicht regulierbaren akustischen Umgebung mehr bauen und glauben, damit

die akustischen Anforderungen erstklassiger Solisten und Musikdirektoren zu erfüllen.

Daher führte ich nach und nach Mittel ein, mit deren Hilfe die akustische Umgebung während eines Konzerts innerhalb kürzester Zeit zu verändern ist. In den meisten unserer heutigen Säle zählt dazu ein sehr großer schallreflektierender Canopy oder Baldachin über den Musikern auf der Bühne, der mittels eines Motors bewegt wird. Diese Canopies bestehen in manchen Fällen aus zwei, in anderen Fällen aus drei oder vier Teilen. Konzertsaalbetreiber buchen heutzutage manchmal Popmusik, dann wieder Hard Rock, stellen ihre Säle für Konferenzen und Meetings zur Verfügung. Deshalb haben die veränderlichen Komponenten, die wir in die Säle integrieren, auch einen starken positiven Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg der fertig gestellten Konzertsäle.

Diese Komponenten haben Sie vor allem in Luzern angewendet?

Tateo Nakajima: Der Saal in Luzern ist bisher sicherlich der berühmteste in Europa, aber es gibt auch einen kleineren in Lahti, Finnland,

der ganz ähnlich ist, dann die Symphony Hall in Birmingham (eine der ersten in unserer »Familie«), und gerade eben hatten wir eine sehr erfolgreiche Konzertsaal-Eröffnung in Budapest. Weitere »Familienmitglieder« sind das Chan Centre in British Columbia, Kanada, die Verizon Hall in Philadelphia, die Sala Sao Paulo in Brasilien und The Esplanade in Singapur. Sie bilden wirklich eine »Familie«, sie basieren alle auf derselben Philosophie, wenn auch in unterschiedlicher Ausprägung.

Was ist schwieriger – die akustische Verbesserung eines bereits existierenden Saals oder das Akustikdesign eines neuen?

Tateo Nakajima: Ein neuer Saal ist immer einfacher ...

Russell Johnson: ... und zwar deshalb, weil man sich dabei nur auf einige wenige Dinge konzentrieren muss. Man hat das Budget und die besonderen Wünsche des Bauherrn. In einem schon existierenden Raum, der akustisch verbessert werden soll, hat man es dagegen mit viel bereits vorhandener Architektur zu tun, die den Grundklang und die – oft schlechte – Akustik bestimmt.

Tateo Nakajima: Das Problem besteht darin, dass die Akustik, wie gesagt, größtenteils von den Materialien, der Position der Wände und der Form der Decke abhängt. Um die Akustik deutlich zu verbessern, muss man in vielen Fällen Veränderungen an der grundlegenden Geometrie des Raumes vornehmen. Dabei besteht die Schwierigkeit, dass ein bereits existierender Zuschauerraum viele wesentliche bauliche Eigenschaften besitzt, die man einfach nicht verändern kann. Manchmal wird das auch durch Denkmalschutzbestimmungen verhindert oder durch die begrenzten finanziellen Mittel. Gleichzeitig sind die Erwartungen in solchen Fällen aber genauso hoch gesteckt wie bei einem neuen Gebäude.

Und was ist das Wichtigste, das Sie in Ihrer langen beruflichen Laufbahn gelernt haben, Herr Johnson?

Russell Johnson: Mit das Wichtigste ist, dass ich dem Bauherrn, dem Hauptnutzer und dem Architekten klar machen muss, wie

wichtig die logistischen und praktischen Aspekte der jeweiligen baulichen Maßnahmen sind und wie sich diese auf die Akustik des in Frage stehenden Saals oder Opernhauses auswirken. Man muss nicht lange suchen, um herauszufinden, warum immer noch Konzertsäle mit akustischen oder logistischen Mängeln eröffnet werden.

Ein gelungener Saal, der mit einem, sagen wir, »angemessenen« Kostenaufwand gebaut wird, sollte im fertigen Zustand ein großartiges Werk skulpturaler Architektur sein. Außerdem sollte er ein Raum sein, in dem sich das Publikum umsieht und das Gefühl hat, in einem angenehmen, wunderschönen Raum zu sitzen, und überdies sollte der Veranstaltungsort in logistischer Hinsicht funktionieren und wirtschaftlich zu betreiben sein. Um das zu erreichen, muss man ein Team zusammenstellen, das aus dem Bauherrn, einem speziellen Berater für Akustik, Theaterplanung und Theaterausstattung, dem Architekten und dem Orchester besteht, das das Gebäude hauptsächlich nutzt. Die Musiker dürfen nicht von den Besprechungen ausgeschlossen werden! Wenn ein großartiger Konzertsaal entstehen soll, müssen alle Beteiligten in einer harmonischen, von Kooperation geprägten Atmosphäre zusammenarbeiten.

Endet Ihre Arbeit als Akustikdesigner mit der Eröffnung des neuen Konzertsaals oder sind Sie auch an später erfolgenden Veränderungen und Verbesserungen beteiligt?

Tateo Nakajima: Für die Musiker ist ein neuer Saal ein neues Zuhause, in das sie sich erst allmählich einleben. Ein Raum mit variablen Elementen erschwert diesen Prozess oft. Wir arbeiten eng mit dem Bauherrn und den Hauptnutzern des jeweiligen Gebäudes zusammen, um festzulegen, wie diese Umgebung gestaltet sein muss, aber das dauert seine Zeit. Und deshalb gab es bei jedem Saal, den wir bisher eröffnet haben, vor allem innerhalb der erwähnten »Konzertsaalfamilie«, eine Phase, in der wir in Zusammenarbeit mit den Musikern, mit der Verwaltung und mit den Technikern des Theaters bzw. Konzertsaals herausfanden, wie die variablen Elemente von allen Beteiligten möglichst vorteilhaft genutzt werden können und den Musikern einen rei-

nungslosen Wechsel von ihrem früheren zu ihrem neuen »Zuhause« ermöglichen. Deshalb erstreckt sich unser Auftrag normalerweise vom Beginn eines Projekts bis hin zu zwölf oder mehr Monaten nach der Eröffnung, damit wir jederzeit für alle ansprechbar und in regelmäßigen Abständen in dem jeweiligen Saal sind.

Lässt sich die perfekte Akustik schaffen? Ist das überhaupt möglich?

Russell Johnson: Die perfekte Akustik kann es nicht geben. Was heißt denn perfekt? Perfektion in jeder Hinsicht – für jede Art von Musik, jede Form der Interpretation – ist per definitionem unmöglich. Man muss fragen: »Ist dieser Saal perfekt für große Werke der Romantik?« oder: »Ist dieser Saal perfekt für intime Kammermusik?« und so weiter. Nur dann ist die Frage sinnvoll bzw. vernünftig. Auf dem Gebiet der Raumakustik gibt es keine Perfektion. ■■



DER ROSENKAVALIER-SAAL IM PALAIS AUERSPERG

Besondere Akustik: Mit seiner ovalen Form, den kostbaren Marmorpilastern und seiner beeindruckenden Höhe wird dem Rosenkavalier Saal ein brillanter Klang nachgesagt. Hugo von Hofmannsthal und Richard Strauss setzten im »Rosenkavalier« dem Palais Auersperg ein literarisches und musikalisches Denkmal.

Mutterkorn

Ein tödliches Gift wird zur Arznei.



In Getreide, besonders im Roggen, wächst das Mutterkorn, die giftige Dauerform eines parasitierenden Pilzes. Lebensmittelvergiftungen mit Mutterkorn waren vor allem im Mittelalter verbreitet. Schon früh wurde es aber auch in der Geburtshilfe und als Abtreibungsmittel eingesetzt.

Von Elisabeth Vaupel

Seit dem 9. Jahrhundert n. Chr. berichten westeuropäische Chroniken darüber, dass vor allem in Jahren mit feuchtem Frühjahr und heißem Sommer wiederholt eine furchtbare, oft tödlich verlaufende Krankheit auftrat: sie wurde Brandseuche, Heiliges Feuer oder Antoniusfeuer genannt; in der modernen medizinischen Literatur ist sie als Ergotismus bekannt.

Erst Ende des 17. Jahrhunderts entdeckte man, dass diese Krankheit durch die giftigen Inhaltsstoffe des Mutterkorns verursacht wird, der Dauer- oder Überwinterungsform des Schlauchpilzes *Claviceps purpurea*. Dieser Pilz befällt Gräser und alle Getreidearten, mit Vorliebe aber Roggen. Statt eines Kornes entwickelt sich bei Feuchtigkeit und Hitze – Bedingungen, die für das Wachstum des Pilzes ideal sind – in der Getreideähre dann ein hartes, purpurfarbenes bis braun-schwarzes, spornartiges Gebilde, das Mutterkorn. Bei der Ernte fällt es aus den Ähren heraus oder wird mit dem Saatgut ausgesät, überdauert den Winter auf dem Acker und keimt dann im Frühjahr aus. Aus dem Fruchtkörper werden dann Sporen freigesetzt und durch den Wind auf die Roggenblüten übertragen, die sich so mit dem Pilz infizieren.

Heute ist Mutterkornbefall des Getreides dank Saatgutbeizung und Verwendung von zertifiziertem Saatgut zumindest in Europa sehr selten geworden. Nach EU-Recht darf der Mutterkorngehalt von Getreide nicht mehr als 0,05% betragen. Um die gesetzlich zulässigen Werte einzuhalten, wird potentiell im Getreide enthaltenes Mutterkorn vor dem Mahlen durch Sieben und andere Reinigungsverfahren entfernt. Diesen Luxus konnte sich der arme Bauer im Mittelalter vor allem in Hungerzeiten nicht leisten. Aus Not und Unkenntnis der Gefahr wurde das Mutterkorn, das man irrigerweise für verfaultes Roggenkorn hielt und erst 1853 als definiertes Entwicklungsstadium eines Pilzes erkannte, mit dem normalen Korn mitgemahlen. Über das Mehl gerieten die toxischen Inhaltsstoffe in täglich konsumierte Lebensmittel wie Brot oder Getreidebrei, das Hauptnahrungsmittel der Armen im Mittelalter. Ihre einseitige, zu 90% auf Getreideprodukten basierende Ernährung hatte fata-



Typische Symptome des Ergotismus convulsivus: Qualvolle Krampfanfälle, bei denen die Körperteile in abnormen Stellungen festgehalten werden. Die Muskeln sind bretthart gespannt, so dass sich die Extremitäten auch mit Gewalt nicht mehr strecken lassen (Bild oben).

Ergotismus gangraenosus: Das äußerst schmerzhaft Absterben von Füßen und Händen, die sich infolge der durch die Mutterkornalkaloide ausgelösten Durchblutungsstörungen blau-schwarz verfärben und mumifizieren (Bild unten).

le Konsequenzen: ständig verzehrt, lösen die im Mutterkorn zu etwa 0,25% enthaltenen, giftigen Alkaloide massive Durchblutungsstörungen aus (5-10 g Mutterkorn können für einen Erwachsenen sogar tödlich sein!). Bezeichnenderweise war der Ergotismus – de facto nichts anderes als eine durch Pilzinhaltsstoffe verursachte Lebensmittelvergiftung – eine typische Arme-Leute- und Bauernkrankheit: Wohlhabendere Bevölkerungsschichten, die sich mit mutterkornfreiem Weizen- und Weißbrot ernährten und sich eine abwechslungsreiche Mischkost leisten konnten, waren auffallend selten betroffen. Vielleicht ist das ein Grund, weshalb der Verzehr hellen Brotes in der europäischen Oberschicht seinerzeit so beliebt war (jedenfalls vor der Entdeckung des Wertes ballaststoffreicher Vollwertkost).

Der Ergotismus trat in zwei Erscheinungsformen auf: Beim Ergotismus convulsivus, der früher vor allem in Deutschland beobachtet wurde und dort auch Kribbelkrankheit hieß, kam es zu einer Schädigung des Nervensystems, die sich zunächst in einem Kribbeln der Gliedmaßen äußerte; dann folgten schmerzhafte Muskelkrämpfe, die schließlich epileptische Formen annahmen. Die Mangeldurchblutung des Gehirns führte dazu, dass die Patienten letztlich verblödeten. Bei der zweiten, schwereren Verlaufsform, dem Ergotismus gangraenosus, der im Mittelalter vor allem in Frankreich auftrat, führten massive Durchblutungsstörungen in den peripheren Blutgefäßen zum Absterben der Extremitäten, besonders von Händen und Füßen. Die Opfer hatten furchtbare, brennende Schmerzen – daher auch die teilweise übliche Bezeichnung Antoniusfeuer oder Brandseuche. Als Rettung blieb nur die Amputation des betroffenen Körperteils, teilweise löste sich das blau-schwarz mumifizierte, abgestorbene Gewebe aber auch von selbst und ohne Blutverlust vom Knochen. Der Ergotismus gangraenosus machte die Menschen zu hilflosen Krüppeln. Die auf Krücken humpelnden oder sich auf Rutschbrettern fortbewegenden Opfer sind besonders auf den Gemälden Pieter Breughels d. Ä. (1525/1530–1569) oder Hieronymus Boschs (um 1450–1516) häufig



Ausschnitt aus dem Bild »Die Krüppel« (1568) von Pieter Breughel d.Ä. (Louvre, Paris). Die medizinhistorische Forschung sieht in den Dargestellten Opfer des Antoniusfeuers.

Der heilige Antonius mit seinem charakteristischen T-Stab auf dem Standflügel des Isenheimer Altar (Ausschnitt).

dargestellt – ein Beweis für die Allgegenwart der Krankheit im Flandern des 15. und 16. Jahrhunderts.

DER AUFSTIEG DES ANTONITERORDENS. Solange man die Ursache der Krankheit nicht kannte, blieb den Menschen nichts anderes übrig, als sich in ihrer Not an Gott oder als hilfreich erachtete Heilige zu wenden. Eine der aus dem Mittelalter häufig überlieferten, vermeintlichen Wunderheilungen hatte bewirkt, dass der oberägyptische Einsiedler Antonius (252/53–356) zum Schutzpatron der Ergotismus-Opfer aufstieg und Wallfahrten zu seinen Reliquien sehr beliebt wurden. Die Gebeine des Heiligen Antonius waren um 1080 in ein zwischen Grenoble und Valence gelegenes Dörfchen der Dauphiné gelangt. In der kleinen, später St. Antoine genannten Ortschaft formierte sich eine Laienbruderschaft zur Versorgung und Pflege der an Mutterkornvergiftung erkrankten Pilger – die Keimzelle des späteren Antoniterordens. Dieser Spitalorden breitete sich im Mittelalter so schnell in Westeuropa aus, dass die Antoniter schon im 14. Jahrhundert mehr als 350 Hospitäler unterhielten, in denen ausschließ-

lich Ergotismus-Opfer gepflegt wurden. Mit Recht betrachten Medizinhistoriker diese Spitäler wegen der erstaunlichen Spezialisierung auf die Therapie einer einzigen Krankheit als die ersten Spezialkrankenhäuser Europas.

Eine der vielen Niederlassungen des Antoniter-Ordens befand sich im elsässischen Isenheim. Für die Kirche des dortigen Antoniterspitals schuf der deutsche Maler und Baumeister Matthias Grünewald (um 1480–1528) den weltberühmten, 1515 vollendeten Isenheimer Altar, dessen Tafeln wiederholt auf den Heiligen Antonius, den Antoniterorden und dessen Behandlungsmethoden des Ergotismus Bezug nehmen. Der Heilige Antonius wird in der bildenden Kunst üblicherweise als hochbetagter Einsiedler mit Bettlerglocke dargestellt; seine typischen Attribute, die in Wirklichkeit nicht die des oberägyptischen Asketen, sondern die des Antoniterordens sind, sind ein Kreuzstab in T-Form und das sogenannte Antoniussschwein.

Die beachtlichen Heilerfolge, die die Antoniter bei der Behandlung des Ergotismus erzielten, lassen sich aus heutiger Sicht leicht erklären. Die Ergotismus-Opfer wurden in den Antoniterspitälern üblicherweise mit hellem, mutterkornfreiem Weizenbrot verpflegt. Dank dieser Ernährungs- umstellung, die die Zufuhr weiterer Giftstoffe unterband, klangen die akuten Vergiftungssymptome schnell ab. Weniger wirksam dürfte gewesen sein, dass die Patienten auch einen mit vierzehn definierten Heilkräutern versetzten Wein zu trinken bekamen, den sogenannten Antoniuswein. Die eigentlich wirksame Substanz dürfte hier weniger der Kräuterextrakt, sondern der Alkohol gewesen sein: er könnte eine Weitung der Blutgefäße bewirkt und so zum Abklingen der Durchblutungsstörungen beigetragen haben. Die vierzehn, auch auf den Altartafeln des Matthias Grünewald dargestellten Heilkräuter enthielten entzün-



Abbildungen: Nancy Louie; Colmar, Musée d'Unterlinden

dungshemmende, antibakterielle Inhaltsstoffe. Sie waren ebenso im Antoniusbalsam enthalten, mit dem die in den Antoniterspitälern tätigen Wundärzte die frisch amputierten Gliedmaßen ihrer Patienten behandelten. Die prominenteste Heilpflanze war dabei der Breitwegerich (*Plantago major*), dessen zerquetschte Blätter in der damaligen Volksmedizin häufig bei Wunden und Prellungen angewendet wurden.

GEBURTSHILFE MIT HÄUFIG TÖDLICHEM AUSGANG. Schon früh war aufgefallen, dass während der Ergotismus-Epidemien sowohl bei Menschen als auch bei Korn fressenden Tieren gehäuft Fehlgeburten auftraten. Die Mutterkornalkaloide wirkten nicht nur stark gefäßverengend, sondern verursachten auch Kontraktionen der Gebärmutter, vor allem in späteren Phasen der Schwangerschaft. Dieser Effekt wurde sowohl in der Geburtshilfe als auch zur Abtreibung genutzt. Im Kräuterbuch (1582) des Frankfurter Stadtarztes Adam Lonitzer (1528–1586) – nach diesem bekannten Botaniker ist übrigens die Gattung der Geißblattgewächse *Lonicera* benannt worden – findet sich der Hinweis, dass das Mutterkorn »von den Weibern für ein ... bewehrte Artzney für das Aufsteigen und Wehethum der Mutter [= Gebärmutter]« benutzt wurde. Es ist überliefert, dass Hebammen das Mutterkorn häufig verwendeten, um die Wehen anzuregen. Ob die Bezeichnung Mutterkorn mit der gynäkologischen Verwendung zusammenhängt, ist jedoch nicht gesichert. Teilweise leitet man die Wortetymologie auch von der mythologischen »Korn- oder Roggenmutter« ab, die nach alter Überlieferung durch die Kornfelder streifen sollte.

Das schwierig zu dosierende »Geburtspulver«, dessen Gabe heikel war, weil der Alkaloidgehalt des Medikamentes je nach Provenienz des Mutterkorns stark schwankte, kostete vermutlich viele Frauen das Leben. Eben weil der eigentliche Wirkstoffgehalt nicht standardisiert war, wurden Mutterkornextrakte seit 1824 nicht mehr als Wehenmittel, sondern nur noch zur Stillung von Nachgeburtsblutungen verwendet.

ERFORSCHUNG DER ALKALOIDE. Mit Aufnahme des Mutterkornextraktes in die Arzneibücher setzten Anfang des 19. Jahrhunderts die ersten Versuche zur Isolierung der Inhalts- und Wirkstoffe dieses Medikamentes ein. Die ersten, die sich an diese Aufgabe wagten, waren französische Chemiker und Apotheker; sie hatten sich um die Isolierung und chemische Identifizierung von Pflanzeninhaltsstoffen in dieser Epoche generell große Verdienste erworben. Im Falle der Mutterkornalkaloide kamen sie allerdings nicht recht weiter, da es sich um sehr komplexe, empfindliche Substanzgemische handelte: im Mutterkorn sind mehr als 40, chemisch einander teilweise sehr ähnliche Alkaloide enthalten, deren Trennung mit den damaligen analytischen Methoden noch nicht möglich war.

1917 begann eine völlig neue Ära in der Geschichte des Mutterkorns. Bei der Schweizer Firma Sandoz, 1886 ursprünglich als Farbstofffabrik in Basel gegründet, sollte eine pharmazeutische Abteilung aufgebaut werden. Als deren Leiter stellte man den Schweizer Naturstoffchemiker Arthur Stoll (1887–1971) ein, einen Schüler des deutschen Chemie-Nobelpreisträgers Richard Willstätter (1872–1942). Stoll hatte sich zum Ziel gesetzt, die Wirkstoffe altbekannter Arzneipflanzen, wie Tollkirsche, Fingerhut und Mutterkorn, als Reinsubstanz zu isolieren und als exakt dosierbares Medikament auf den Markt zu bringen. Schon 1918 konnte er einen großen Erfolg bekannt machen: er hatte das erste einheitliche Alkaloid aus dem Mutterkorn isoliert, das Ergotamin. Da es die uteruskontrahierende Wirkung des Mutterkorns hatte, wurde es unter dem Namen Gynergen als Medikament zur Stillung von Nachgeburtsblutungen auf den Markt gebracht. Die gefäßkontrahierende Wirkung des Ergotamins nutzte man seit 1926 auch auf einem ganz anderen Gebiet, nämlich zur Therapie des akuten Migränekopfschmerzes, der dadurch ausgelöst wird, dass sich Blutgefäße im Gehirn unphysiologisch weiten.



Die wichtigste auf dem Isenheimer Altar dargestellte Heilpflanze ist der Breitwegerich zu Füßen des Heiligen Antonius.

Tip

In Memmingen widmet sich das sehenswerte Antoniter-Museum im Antonierhaus der Geschichte des Antoniterordens und seiner Krankenfürsorge:
Museen im Antonierhaus
Strigel-Museum, Antoniter-Museum
Martin-Luther-Platz 1
87700 Memmingen
Tel.: 08331/850-245
Fax: 08331/850-158
Internet: www.memmingen.de
Öffnungszeiten: Di–Sa von 10–12
und 14–16 Uhr
So und Feiertag von 10–12.30
und 13.30–17 Uhr



Amputation eines Unterschenkels bei einem an Ergotismus erkrankten Patienten durch einen der berühmten Chirurgen der Antoniter, Straßburg 1517: Der stehende Patient, dem gerade die linke Hand amputiert wurde, ist, wie das T-Zeichen auf seinem Kittel erkennen lässt, ebenfalls Patient des Antoniterspitals.

Wenige Jahre später isolierte man bei Sandoz in Basel weitere pharmazeutisch wirksame Mutterkornalkaloide als Reinsubstanz. Sie erwiesen sich als wahre Fundgrube für die Gewinnung vieler Medikamente. Durch chemische Abwandlung stellte man aus den neu gefundenen Alkaloiden hochaktive, auf Kreislauf, Atmung, Temperaturhaushalt, Stoffwechsel und Nervensystem wirkende Substanzen her, die ihrerseits – ähnlich wie das Ergotamin – jahrzehntelang als wertvolle Arzneimittel verwendet wurden.

Chemisch leiten sich alle Mutterkornalkaloide von der Lysergsäure ab. Diese Verbindung kennt sogar der Laie, und zwar durch einen synthetisch gewonnenen Abkömmling, das Lysergsäurediethylamid, abgekürzt LSD. Es wurde 1938, im Zuge der bei Sandoz laufenden, umfassenden Untersuchungen über die Mutterkornalkaloide, erstmals synthetisiert und von 1947 bis 1966 unter dem Namen Delysid legal als in der Psychiatrie verwendetes Medikament in den Handel gebracht. LSD, das, wie man bei Sandoz erst 1943, also fünf Jahre nach seiner ersten Herstellung, zufällig durch einen Laborunfall

entdeckte, schon in kleinsten Mengen Halluzinationen auslöst, hat als Rauschdroge bekanntlich zweifelhafte Berühmtheit erlangt. Sein Verkauf und seine Anwendung wurden 1971 aufgrund eines internationalen Übereinkommens über psychotrope Stoffe weltweit verboten.

Mutterkorn-Alkaloide haben, wie man inzwischen weiß, generell erhebliche Nebenwirkungen. Deshalb wurden viele Präparate aus rechtlichen Gründen zum 1. Juli 2003 vom deutschen Markt genommen, auch wenn für unterschiedliche Indikationen immer noch einige verschreibungspflichtige Fertigpräparate im Handel sind: auch heute noch verwendet werden beispielsweise Dihydroergotamin bei Kreislaufstörungen durch zu niedrigen Blutdruck, Methylergometrin nach der Geburt, wenn sich die Plazenta nicht löst, bei starken Blutungen oder mangelhafter Rückbildung der Gebärmutter, oder Bromocriptin bei fortgeschrittener Parkinson-Krankheit und zum Abstillen nach der Geburt.

Das einst so viel verordnete Ergotamin ist in der Therapie akuter Migräneanfälle mittlerweile jedoch fast vollständig durch die viel spezifischer wirkenden Triptane (z.B. Sumatriptan) verdrängt worden. Das ist gut so, denn Ergotamin hatte bei allen Vorteilen den großen Nachteil, dass es vor allem bei Überdosierung und/oder Langzeitanwendung Durchblutungsstörungen mit Blutgefäßverengungen bis zum Gefäßverschluss und Absterben von Gewebe verursachen konnte.

Zeichen einer Überdosierung, einer zu langen Anwendung oder einer Überempfindlichkeit waren z.B. Taubheitsgefühle in Fingern und Zehen, Kältegefühl in Händen und Füßen sowie Muskelschmerzen in den Gliedmaßen – die Einnahme des Medikamentes konnte als unerwünschte Nebenwirkung also die oben geschilderten, altbekannten und fatalen Symptome des Ergotismus verursachen. Die muss der migränegeplagte Patient dank der Weiterentwicklung der pharmazeutischen Chemie und dank des Einsatzes der Triptane heute glücklicherweise aber nicht mehr in Kauf nehmen. ■■

Literatur:

George Barger, Ergot and Ergotism, Edinburgh 1931

Veit Harold Bauer, Das Antonius-Feuer in Kunst und Medizin, Berlin, Heidelberg, New York 1973

PRIV.-DOZ. DR. ELISABETH VAUPEL ist Chemiehistorikerin im Deutschen Museum.

Veranstaltungen & Ausstellungen JULI BIS SEPTEMBER 2005

SONDERAUSSTELLUNGEN

Bis 30. Dezember 2005

Leben mit Ersatzteilen

Sonderausstellungsraum 2. OG.

Über Prothesen, Implantate und künstliche Organe.

Abenteuer der Erkenntnis.

Sonderausstellungsraum 1. OG.

Albert Einstein und die Physik des 20. Jahrhunderts

Bis 6. Januar 2006

Oskar von Miller (1855–1934)

Zum 150. Geburtstag des Gründers des Deutschen Museums

Museumsgeschichte 1. OG.

9. Juli bis 31. Januar 2006

Über Unter Tage – Bergwerk

BESUCHERLABOR FÜR GENTECHNIK

20. Juli, 17. August, 21. September jeweils 18.30 bis 21.30 Uhr;

Wie sieht DNA aus? Was ist Gentechnik? Wie funktionieren Gen-Analysen?

Jeder 3. Mittwoch im Monat von 18.30 bis 21.30 im Besucherlabor:

Kurs »Genetischer Fingerabdruck«, Gebühr € 16,00; ermäßigt € 8,50; max.

15 Personen, Anmeldung mittwochs 13 bis 15 Uhr, Tel. 089/ 2179-564

BIBLIOTHEKSFÜHRUNGEN

Beginn 14 Uhr, Treffpunkt: Vorhalle der Bibliothek, Eintritt frei

9. Juli, Vortrag: **Von Kräutern- und Pflanzenbüchern.** Botanische Literatur der Frühneuzeit, Dr. Helmut Hilz, Leiter der Bibliothek, Rara-Leseraum der Bibliothek

13. August/10. September, **Führung** durch die Bibliothek

SONDERVORFÜHRUNGEN GLASBLASEN

2.OG, Glasbläserstand neben der Altamira-Höhle

12.07. 14 Uhr, **Liebig-Kühler**, der Glasbläser erläutert die Grundlagen des Glasapparatebaus am Beispiel des Liebigkühlers. (Dauer ca. 30 Min.)

16.08. 14 Uhr, **Montage-Technik**, ein Spezialverfahren zur Verbindung von verschiedenfarbigen Gläsern (Dauer ca. 45 Min)

17.09. 14 Uhr, **Schreibfedern aus Glas**, faszinierende Schreibgeräte, die vom Glasbläser je nach Wunsch der Besucher in verschiedenen Farben handgefertigt werden. (Dauer ca. 30 Min)

20.–28.08. **Aktionswoche im Kinderreich** für Kinder von 4 bis 8 Jahren, Sonne, Mond und Sternfahrer, Experimentier- und Bastel-Workshops, Märchen aus dem All, Geschichten von echten Weltraumexperten und vieles mehr zum Thema Astronomie und Raumfahrt, Information und Anmeldung Tel. 089/2179-411, e-mail: t.franz@deutsches-museum.de

Folgende Abteilungen sind derzeit geschlossen:

Foto/Film, Autohalle (dauerhaft), Aussichtsplattform des Museumsturms.

KONZERTE UND FÜHRUNGEN

in der Musikinstrumenten-Ausstellung

09.07. 14.30 Uhr, **Orgelkonzert** Werke von Sweelinck, Buxtehude, Böhm, Muffat und J. S. Bach, Studierende von Prof. Edgar Krapp an der Musikhochschule München

19.08. 20 Uhr, **Abendkonzert**, Geburtstagsständchen für zwei Waldhörner; Ein Hörnerpaar von Michael Saurle wird 200; Armonia da Camera, Blasende Harmonie mit historischen Instrumenten. In Zusammenarbeit mit Le Nuove Musiche e.V., Karten zu 13, ermäßigt 8 Euro, bei München Ticket und Le Nuove Musiche (Tel. 089 / 36 79 28, musiche@t-online.de) sowie an der Abendkasse.

10./11.09. 20 Uhr, **10 Jahre Ahrend-Orgel**

10.09. 20 Uhr **Festkonzert mit Prof. Harald Vogel**

11.09. 20 Uhr **Führungen für Erwachsene und Kinder**

MONTAGSKOLLOQUIUM

des Münchner Zentrums für Wissenschafts- und Technikgeschichte

Beginn 16.30 Uhr, Filmsaal Bibliotheksbau, Eintritt frei, Gäste willkommen,

Kaffee und Gebäck ab 16 Uhr im Foyer der Generaldirektion

16.30 Uhr: Filmsaal, Bibliotheksbau, freier Eintritt

04.07. **Aufgehalten in Ruinen.** Gescheiterte Projekte und ihr (musealisiertes) Nachleben, Markus Krajewski, Weimar Bauhaus Universität

MONTAGSSEMINAR

des Münchner Zentrums für Wissenschafts- und Technikgeschichte

Am Montag ab 16.30 Uhr

11. Juli Ingenieure und technische Literatur (1870-1960)

Dr. Helmut Hilz, Bibliotheksdirektor, Deutsches Museum

DONNERSTAGSSEMINAR

des Lehrstuhls für Geschichte der Naturwissenschaften

Am Donnerstag von 16 bis 17.30 Uhr im Seminarraum,

Bibliotheksbau des Deutschen Museums

07.07. Arne Schirrmacher, Forschungsinstitut des Deutschen Museums, »**Erinnerungen eines Naturforschers, der Kaiserreich, Judenherrschaft und Hitler erlebt hat**«. Zur Edition der Autobiographie des Nobelpreisträgers für Physik von 1905, Philipp Lenard

WINTERVORTÄGE

Wissenschaft für jedermann

Ehrensaal Eintritt Euro 3.00 €, Mitglieder frei

Beginn 19 Uhr Abendkasse ab 18 Uhr Einlass 18.30 Uhr

Reservierung am Veranstaltungstag: 9 bis 15 Uhr, Tel. 089/2179-221

28.09. **Geothermie** Dr. Erwin Knappek

PROGRAMME IM VERKEHRZENTRUM

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

Sonderausstellungen

noch bis 28. August: **Isetta-Ausstellung**

11. September bis 30. Oktober

Sonderausstellung »Bildprojekt Theresienhöhe«

Das neue Stadtquartier Theresienhöhe ist seit dem Jahr 2000 im Aufbau. Auf Initiative von Verena von Gagern-Steidle haben sich sechs Fotografen zusammengetan, um die Entwicklung der ersten Bauphase fotografisch zu begleiten.

Vorträge

- 07.07. 18.30 Uhr: **Das Erdgasfahrzeug – die Alternative**, Podiumsdiskussion mit Vertretern des ADAC, der Stadt München, Fahrzeugherstellern, Gasversorgern und Tankstellenbetreibern
- 14.07. 18.30 Uhr: **Grüne Welle für alle?!**, Dr. Winfried Höpfl, Magistrat Graz, Straßenamt, Referat für Verkehrslichtsignalanlagen, Vortragsreihe der Technischen Universität München, Institut für Verkehrswesen in Verbindung mit Verkehrszentrum »Verkehr aktuell: Informationen aus Wissenschaft und Praxis«
- 21.07. 18.30 Uhr: **Beginnende Volkmotorisierung in den 50er-Jahren** am Beispiel der Isetta und ihrer Konkurrenten, Dipl.-Ing. Manfred Seehusen, Isetta Club e.V., Vortrag im Rahmen der Sonderausstellung »50 Jahre Isetta«
- 28.07. 18.30 Uhr: **BMW in den 50er-Jahren** – Die strategische Ausrichtung des Konzerns am Beispiel der Produktpalette, Manfred Grunert, Mobile Tradition, BMW
- 15.09. 18.30 Uhr: **Künstlergespräch mit den beteiligten Fotografen des »Bildprojekts Theresienhöhe«**, Zoltan Jokay, Ulrike Myrzik, Andrew Phelps, Peter Neusser, Wolfgang Thaler, Franziska von Gagern. Moderation: Verena von Gagern

Anzeige

Kinderprogramme (6-12 Jahre)

Samstags, sonntags und feiertags jeweils um 14.30 Uhr: **Kinderführung**

- 06.07. 14–16 Uhr: **Kinder-Radl-Workshop**
- 24.07. 11 Uhr: **Matinee mit Kims Kindertanzgruppe**

Ferienprogramm

3. August und 7. September: jeweils 10 bis 17 Uhr

Fahrrad fahren: früher und heute - »Höhepunkte« aus der Fahrradentwicklung. Bitte Fahrrad und Helm mitbringen!

Anmeldung und Auskunft: Tel.: 089/500806-140, Fax: 089/500806-124, für Kinder von 6 bis 12 Jahren

- 10./24.08. 14 bis 16 Uhr: **Ferienprogramm »Formel 1«** mit Führung, Kettcar-Rennen und Basteln
- 17./31.08. 14 bis 16 Uhr: **Ferienprogramm »Dampf- und E-Lokomotiven«** mit Führung, Fragebogen und Basteln

Anzeige

Das Deutsche Museum München und die Deutsche Physikalische Gesellschaft veranstalten im Weltjahr der Physik 2005 zwei

Fortbildungsseminare für Physiklehrer

an Gymnasien, Fachoberschulen, und Berufsoberschulen.

Montag, 05.09. bis Freitag, 09.09.2005
Mittwoch, 26.10. bis Samstag, 29.10.2005

Anmeldungen an: Deutsches Museum, Kerschensteiner Kolleg, Christine Füssl-Gutmann, Museumsinsel 1, D-80538 München, Tel. 089/2179-243, Fax 089/2179-273, e-mail: c.fuessl@deutsches-museum.de

Deutsches Museum
Kerschensteiner Kolleg



Ein Wochenende lang
„Frauen führen Frauen“

21.-23.10.2005 – Frauen unter sich

Steht alles in den Genen?

Was sind Gene, was steuern sie und was legen sie fest? Sind wir abhängig von unseren Genen? Was ist Gentechnologie? Kann uns die Gentechnik helfen? Dieses Wochenende erforschen wir Themen rund um die Gene.

Im Besucherlabor kann man selbst unter Anleitung Versuche durchführen und die in der Genforschung benutzten Geräte kennen lernen. Neben der Laborarbeit wird Wissenswertes zur Zellbiologie, Vererbung, Biochemie und Gentechnik vermittelt. Ein Besuch führt in die »begehbare Zelle« der angrenzenden Ausstellung »Pharmazie«. Neben praktischer Arbeit erwarten Sie zwei (Führungs-)Vorträge rund um die Gene.

Zwei Übernachtungen mit Frühstück inkl. Seminargebühren und Museumseintritt € 120 (EZ) und € 110 (DZ).
Anmeldung (bis spätestens 20. September) 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 Irina Fritz
Tel. 089/2179-243, Tel. 089/2179-443, Fax 089/2179-273
e-mail: c.fuessl@deutsches-museum.de und i.fritz@deutsches-museum.de
Deutsches Museum, Museumsinsel 1, 80538 München

Deutsches Museum
Kerschensteiner Kolleg

Das Elektrizitätszähler-Kabinett

der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig

In nahezu jedem Haushalt gibt es heute einen Stromzähler. Erfunden hat ihn 1881 Thomas Alva Edison.

Von Dr. Martin Kahmann

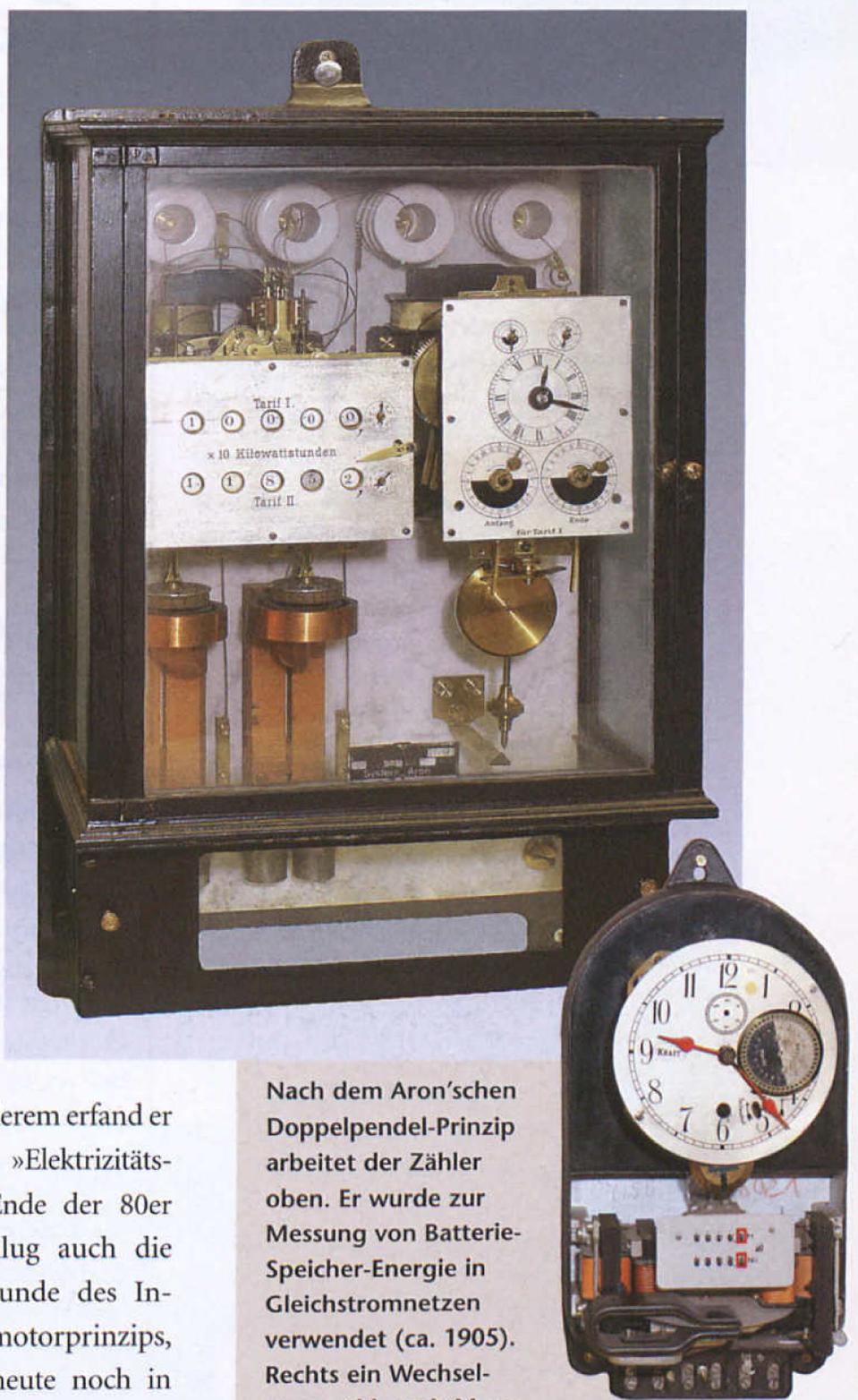
Praktisch in jedem Haushalt ist einer zu finden. Rund 40 Millionen Stück sind davon allein in Deutschland in Betrieb. Und doch genießt er nicht das Ansehen und nicht die Präsenz anderer Gegenstände in unserer häuslichen Umgebung. Wenig attraktiv ist sein Gehäuse anzuschauen. Je mehr er misst, desto ärmer macht uns das. Ein Apparat, so könnte man meinen, mit wenig Freunden. Aber er hat es in sich. Das Abnehmen der Kappe zeigt technische Wunderwerke, hohe Ingenieurkunst und feinwerktechnische Meisterleistungen. Werfen wir einen Blick zurück in seine Entwicklungsgeschichte.

T. A. Edison erfand und produzierte ab 1880 die ersten industrietauglichen Elektrizitätsmessgeräte. Sie waren entscheidende Elemente seines ganzheitlichen Vermarktungskonzeptes für zentrale Energieerzeugungs- und Verteilungsanlagen. Die Messgeräte arbeiteten nach dem Prinzip des Elektrovoltameters. Zur Bestimmung der Messergebnisse gab es keine Anzeigen. Stattdessen wurden die Behälter mit den Elektrolyten in regelmäßigen Abständen ausgebaut und die Gewichtsänderung der Elektroden bestimmt. Sie konnte als Maß für den Stromverbrauch herangezogen werden. Bald murrten die Stromkunden. Konnte doch von Nachvollziehbarkeit der Stromrechnung bei dieser anzeigenlosen Messmethode keine Rede sein. Es folgten die ersten Motorzählerkonstruktionen mit Zählwerken zur Messwertanzeige, u.a. von Werner von Siemens. Das war Ende der 80er Jahre. Der größte Nachteil dieser Technik: Rapider Verschleiß an den beweglichen Teilen und entsprechend hoher und kostspieliger Wartungsaufwand. Der Berliner Hermann Aron machte mit seinem Pendelzähler 1884 im richtigen Moment einen Alternativ-Vorschlag. Er perfektionierte das Prinzip bis ins frühe 20. Jahrhundert zum genauesten und zuverlässigsten Messwerk. Aron verdanken wir zudem zahlreiche andere Errungenschaften der Zählertechnik.

Genau 100 Jahre nach der Erfindung des Stromzählers eröffneten die Münchner Stadtwerke 1981 das Zähler-Museum. 720 Messgeräte waren hier ausgestellt. Die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) übernahm die Sammlung vor zwei Jahren. Die Vorgängerin der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt wurde auf Initiative von Werner von Siemens und Hermann von Helmholtz 1887 in Berlin gegründet. Grundgedanke war die Unterstützung der messtechnischen Industrie des Kaiserreichs durch öffentlich finanzierte metrologische Forschung. Heute betreibt die PTB mit ca. 1450 Mitarbeitern in Braunschweig und Berlin metrologische Forschung, Dienstleistungen und Beratung des Gesetzgebers.

Unter anderem erfand er das Wort »Elektrizitätszähler«. Ende der 80er Jahre schlug auch die Geburtsstunde des Induktionsmotorprinzips, das wir heute noch in fast allen in Deutschland verwendeten Elektrizitätszählern vorfinden. Genauer muss man wohl von drei Geburtsstunden sprechen, denn

Nach dem Aron'schen Doppelpendel-Prinzip arbeitet der Zähler oben. Er wurde zur Messung von Batterie-Speicher-Energie in Gleichstromnetzen verwendet (ca. 1905). Rechts ein Wechselstromzähler mit Messwerk nach dem Induktionsmotorprinzip, wie es bis heute weitgehend unverändert verwendet wird (ca. 1925).





Gleichstrommagnetmotorzähler von Siemens & Halske, 1886. Der auf dem Shuntkasten befestigte Zähler besteht aus einem großen Hufeisenmagneten, der senkrecht angeordnet ist, aus den bewickelten Ringankerspulen mit Kollektor und Bürsten, aus dem Kupferhohlzylinder, der auf dem Anker befestigt ist und aus dem Zeigerzählwerk. Die Ankerwicklungen sind an die Lamellen des Kollektors angeschlossen. Die Stromzuführung besorgen zwei Bürsten, die im Nebenschluss mit dem Hauptstromshunt verbunden sind. Der vor den Magnetpolen rotierende Anker treibt über seine Achse, auf deren oberem Ende ein Schneckengetriebe angeordnet ist, das Zeigerzählwerk an. Der zwischen den Magnetpolen rotierende Kupferzylinder hat die Funktion einer Wirbelstrombremse, die das erste Mal bei einem Motorzähler eingebaut worden ist. Das Zeigerzählwerk zeigt Lampenstunden an, und zwar entsprechen zehn Lampenstunden einem Teilstrich.

DR. MARTIN KAHMANN leitet den Fachbereich »Elektrische Energiemesstechnik« der PTB/Braunschweig.

(Informationen und Besuchszeiten: presse@ptb.de, Telefon 0531/592 3006, www.ptb.de)

die Erfindung kann dem Italiener Ferraris, dem Schweizer Borel und dem Amerikaner Shallenberger gleichermaßen zugesprochen werden. Etwa zeitgleich und unabhängig voneinander hatten sie die Idee, mit Wirbelstromeffekten einen Scheibenanker zu stromstärke-proportionalen Rotationen zu bringen und auf diese Weise »Stromverbrauch« zählbar zu machen. Allerdings konnten die Zähler der drei Genannten noch keine elektrische Arbeit im Sinne der physikalischen Definition eines zeitlich integrierten Produktes aus Stromstärke und Spannung messen. Es waren reine Stromstärke-Integratoren. Diesen Mangel überwand nur wenig später erstmals der Zähler des Ungarn Otto Titus Blathy. Sein Messwerkskonzept wurde zwar immer weiter verbessert – die ersten Seriengeräte 1890 brachten etwa 40 kg auf die Waage, die Nachfahren in heutiger Zeit gelten mit 2 kg schon als schwer – das Grundprinzip ist jedoch bis heute im Wesentlichen unverändert geblieben. ■■

Anzeige

Geheimnisse erforschen

AUSGEZEICHNETE BERUFSAUSSICHTEN FÜR CHEMIE- UND UMWELTBERUFE

Wer würde nicht selbst gerne Erkenntnisse gewinnen, die seinen Mitmenschen verborgen bleiben, sei es die Zusammensetzung einer Schokoladeprobe, die Beschaffenheit eines Weines, die Güte des Isarwassers oder gar die Überführung eines Mörders mit Hilfe einer Speichelprobe? Wer würde nicht auch gerne an der Entschleierung der Geheimnisse einer biochemischen Probe mitwirken und mit den dabei gewonnenen Erkenntnissen mithelfen, ein neues Heilmittel gegen bisher unheilbare Krankheiten zu entwickeln? Chemisch-Technische Assistenten arbeiten in den Laboratorien von Forschungsinstituten oder Industrieunternehmen in Zusammenarbeit mit Chemikern oder Physikern an der Lösung solcher Probleme.



Chemisch-Technischer Assistent (CTA): Die Ausbildung zum Chemisch-Technischen Assistenten (CTA) erfolgt in Bayern an der Chemieschule Dr. Erwin Elhardt in München (www.chemieschule-bayern.de). Diese staatlich anerkannte Fach- und Berufsfachschule für Umwelt und Chemie besteht bereits seit über 110 Jahren und hat den Beruf des CTAs entscheidend mitgeprägt. Wenn man einen mittleren Schulabschluss besitzt, kann man nach nur zwei Jahren Ausbildungsdauer das staatliche Abschlusszeugnis in Empfang nehmen. Gerade Biochemie, eines der zukunftssträchtesten Forschungsgebiete, bot sich natürlich für eine Münchner Schule als Schwerpunkt-fach an, da München ein Zentrum für biochemische Forschung ist. Die Schule ist zudem in der glücklichen Lage, einen Spezialisten dieses Forschungsgebietes als Lehrkraft zur Verfügung zu haben.

Umwelt-Technischer Assistent (UTA). Eine noch weitere Spezialisierung der Ausbildung hin zum Umweltschutz ist seit 1990 möglich. Seitdem gibt es an der Münchner Schule auch die Ausbildung zum Umwelt-Technischen Assistenten (UTA).

info@chemieschule-bayern.de
www.chemieschule-bayern.de

UTA
CTA

CEM

Informationen
Schnuppertage Schulführungen

AUSBILDUNG ZUM
Umwelt - Technischen Assistenten
Chemisch - Technischen Assistenten
WEITERBILDUNG ZUM Chemietechniker

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

Historische Galerie

Gedenktage technischer Kultur: Juli – September 2005

Sigfrid und Manfred von Weiher

5.7.1930

In München stirbt Clemens Freiherr **von Bechtolsheim**. Die von ihm erfundene und 1888 patentierte **Milchzentrifuge** revolutioniert die Molkereiproduktion und gewährleistet bis heute rationelle Nahrungsmittelverarbeitung.

8.7.1855

In Bad Ems stirbt der englische Polarforscher Sir William Edward **Parry**. Auf seiner Expedition in das Nordpolargebiet um Spitzbergen versuchte er mit mehreren **Velocipedes**, einer Frühform des Fahrrades, zügiger durch Eis und Schnee zu kommen.

12.7.1730

In Burslem, Staffordshire/England, wird Josiah **Wedgwood** geboren. 1759 gründet er eine Manufaktur zur Herstellung von Gebrauchskeramik, die er durch den Bau eines Kanals in das entstehende Verkehrswege-Netz einbindet. Als weitsichtig erweist sich Wedgewoods Konzept, Ton-Erzeugnisse für alle gesellschaftlichen Schichten herzustellen, obschon er als Hoflieferant das edle »Queens« produzieren darf. 1768

erfindet er das nach ihm benannte **feine englische Steinzeug** und auch nach 240 Jahren produziert sein erfolgreiches Unternehmen noch immer das Speiseservice für Queen Charlotte als begehrten Klassiker.

14.7.1730

Der Kapitän Robert Hamblin nimmt ein britisches Patent auf das **erste Feuerschiff** zur Sicherung der Seefahrt bei Nacht.

17.7.1930

Bei Freiburg i. Br. wird die **Schauinsland-Seilschwebebahn** eröffnet, die erste nach dem Umlaufsystem konstruierte Personen-Seilbahn der Welt.

19.7.1855

Den Brüdern Finken und dem Dorfschmied Rodgers wird für ihren **Balancier-Pflug** ein britisches Patent erteilt. Das durch Dampfkraft mittels Seiltransmission getriebene Gerät besteht aus zwei schwenkbar unter einem Rädergestell hängenden Pflugscharen. Dieses Konstruktionsprinzip bewährt sich bis in die Gegenwart.

22.7.1755

In Chamlet, Frankreich, wird Gaspard Clair Francois Marie **de Prony** geboren, der sich zunächst als einer der hervorragendsten Wasserbautechniker seiner Zeit einen Namen macht. 1821 erfindet er das **Brems-Dynamometer**, das seitdem als »Pronyscher Zaum« bei der Messung mechanischer Arbeit Anwendung findet.

23.7.1980

Wissenschaftler verschiedener Disziplinen warnen in der Umweltstudie »**Global 2000**« vor der Erschöpfung der natürlichen Ressourcen des Planeten Erde, sofern die Ausbeutung der Energie- und Rohstoffreserven künftig nicht ökologisch moderater erfolgt.

29.7.1955

In Washington verkündet die US-Regierung den **Start des weltweit ersten Raumfahrtprogramms** mit dem Ziel, bemannte Forschungs Expeditionen zum Mond und zu erdnahen Planeten zu entsenden.



Am 17. Juli 1930 wurde die Schauinsland-Seilschwebebahn eröffnet.

Historische Galerie

Gedenktage technischer Kultur: Juli – September 2005

Sigfrid und Manfred von Weiher



Luftaufklärung aus einem Ballon, 1794.

30.7.1830

In Bremen wird Karl **Frischen** geboren. Als »Ingenieur für Telegraphie« erfindet er zeitgleich mit Werner Siemens, jedoch unabhängig von ihm die Differentialschaltung zum Gegensprechen und führt den **Ruhestrombetrieb** ein, der zum Vorbild des Stand by-Betriebs moderner TV- und EDV-Geräte wird.

3.8.1905

Über dem Himmel von Straßburg gelingt es, einen unbemannten **Registrierballon** in **25.800 m Höhe** aufsteigen zu lassen.

4.8.1755

In Saint Cenerly, Nord-Frankreich, wird der Physiker und Maler Nicolas Jacques **Conté** geboren. 1794 setzt er erstmals einen Ballon für mili-

tärische Zwecke ein: als französische Militärbeobachter betreiben seine »Aerostiers« in der Nähe von Mainz **Luftaufklärung aus einem Fesselballon** und steuern den Bodenbeschuss gegen die österreichischen Streitkräfte. 1795 erfindet Conté die Bleistifte verschiedener Härtegrade.

5.8.1955

In Wolfsburg läuft der **einmillionste Volkswagen »Käfer«**, ein Symbol des deutschen Wirtschaftswunders, vom Band.

7.8.1980

Im US-Bundesstaat Kalifornien absolviert »Gosamer Penguin«, das erste ausschließlich mit **Sonnenenergie betriebene Flugzeug**, erfolgreich seinen Jungfernflug und legt dabei eine Strecke von 3,2 km zurück.

12.8.1805

In Greifswald wird der Sozialökonom Johann Karl **Rodbertus** geboren. Mit seinen sozialpolitischen Schriften versucht er, die während der

Industriellen Revolution erwachsenden gesellschaftlichen Probleme zu lösen, indem er propagiert, bei steigender Produktion den Arbeitern und Angestellten entsprechend höhere Löhne zu zahlen, damit auch sie am wachsenden Lebensstandard teilhaben können. Dadurch wird Rodbertus zu einem der Wegbereiter des **Staatssozialismus**, der anstelle einer Aufhebung der Klassengesellschaft die materielle Umverteilung zum Abbau sozialer Spannungen fordert.

13.8.1655

In Leipzig wird Johann Christoph **Denner** geboren, der sein Leben vorrangig dem Bau von Musikinstrumenten widmet. 1696 erfindet er die **Klarinette**, die jedoch erst ab Mitte des 18. Jahrhunderts Anerkennung findet und zur Standardbesetzung des Orchesters gehört.

19.8.1580

In Vicenza/Italien, stirbt Andrea **Palladio**, der bedeutendste Architekt der Renaissance in Oberitalien. Zahlreiche Paläste der Dogenstadt



Vor 50 Jahren lief der einmillionste VW-Käfer vom Band.

sowie die 1550 entstandene, über den Cismone-Fluss führende **Hängebrücke in Holzkonstruktion** sind sein Werk.

19.8.1830

In Varel/Oldenburg wird Lothar Meyer geboren. Als Professor der Chemie in Tübingen entwarf er bereits 1868 (ein Jahr vor Mendelejew) ein brauchbares **periodisches System der Elemente**.

20.8.1905

In Berlin stirbt Prof. Franz Reuleaux, ein Wegbereiter der modernen Kinematik, die mechanische Bewegung geometrisch, ohne Berücksichtigung der Ursachen, beschreibt. Als Wirtschaftsvertreter des Deutschen Reiches setzte er sich auf den großen Weltausstellungen erfolgreich für den Export deutscher Produkte ein. Sein herausfordernder Appell von 1876, deutsche Waren seien »billig und schlecht«, löste bei der heimischen Industrie nachhaltige Anstrengungen aus, fortan nur noch erstklassige Qualitätserzeugnisse zu exportieren: »Made in Germany« wurde fortan zum Gütesiegel.

30.8.1930

Baubeginn der **Großglockner-Hochalpenstraße** in Österreich, die 1935 fertiggestellt wird und mit einer Passhöhe von 2.506 m als höchste Autostraße Europas gilt.

5.9.1980

Auf Fotos der Raumsonde »Voyager«, die u. a. die Kreisbahn des Planeten Jupiter passierte, entdecken Wissenschaftler den 16. **Jupiter-Mond**.

8.9.1780

In Eskdalemuir, Schottland, wird Charles William Pasley geboren, der sich durch **unterseeische Sprengungen**, Verbesserungen an optischen Telegrafen und neuartige Anwendungen der Zementbauweise einen Namen als vielseitiger Ingenieur-Offizier macht.

15.9.1830

Mit der von George Stephenson erbauten **ersten Röhrenkessel-Lokomotive »Rocket«** wird auf dem neuen Schienenweg zwischen Manchester und Liverpool erstmalig ein **ständiger Liniendienst** eröffnet: die Dampfmaschine



George Stephenson's Röhrenkessel-Lokomotive: »Rocket« revolutioniert das Verkehrswesen.

revolutioniert das Verkehrswesen und verdrängt binnen weniger Jahrzehnte die alten Postkutschen von Europas Wegenetz.

16.9.1880

Während der Pfalzgau-Ausstellung in Mannheim wird der von Werner Siemens entwickelte **erste elektrische Personenaufzug** der Welt in Betrieb genommen, der Ausstellungsgäste auf einen 20 m hohen Turm befördert.

21.9.1830

In Kattowitz, damals Oberschlesien, stirbt Johann Friedrich Wedding. Von 1791 bis 1796 errichtete er in Gleiwitz den **ersten koksbeheizten Hochofen** des Kontinents.

25.9.1680

In Linz/Donau wird Franz Adam Fürst von **Schwartzenberg** geboren. Im Park am Wiener Schwartzenberg-Palais lässt der Fürst 1722 zum Betrieb seiner springenden Wasser eine **Feuermaschine** installieren – die erste dampfgetriebene Kraftmaschine Österreichs.



26.9.1905

In Meran demonstriert der junge Physiker Wolfgang Gaede seine Erfindung einer Quecksilber-Luftpumpe. Durch seine erfolgreichen Weiterent-

wicklungen dieser Pumpen-Technologie wird Gaede zum **Begründer der modernen Hochvakuumtechnik**.

27.9.1755

Der Baseler Rat beschließt, den vom Goldschmied Johann Dietrich hergestellten **ersten Hufeisen-Magneten** für die Universität Basel anzukaufen.

Anzeige

Die Bernhardt'sche Präzisions-Sonnenuhr

Erleben Sie ein faszinierendes Spiegelbild der Himmelsmechanik



Als Präzisions-Instrument gefertigt und auf den Standort genau berechnet erreicht die »Bernhardtsche Präzisions-Sonnenuhr« eine Genauigkeit von \pm einer Minute. Der Erfinder und Konstrukteur Martin Bernhardt hat der Sonnenuhr eine vollkommen neue Form gegeben, um diese Präzision zu erreichen. Es gelang ihm, die ungleichförmige Bewegung der Erde in eine starre Form zu gießen. Während bei den meisten Sonnenuhren die Stundeneinteilungen als Strahlen von ihrem Mittelpunkt ausgehen, soll hier bewusst auf einem eingravierten Zahlenring abgelesen werden. Der Schattenwerfer selbst ist kein dünner Stab mehr, sondern eine dicke Walze, die einen breiten Schatten mit zwei Schattengrenzen erzeugt.

Jede Uhr ist ein Unikat - und ein schöner Blickfang in jedem Garten!

Weitere Informationen:
Tel. 07454 / 89489
www.praezisions-sonnenuhr.de

Eisenbahn deluxe

Der Erfinder der Stromlinie, Otto Kuhler, designte für Amerika.

Nach der Rezession 1929 verloren die amerikanischen Eisenbahngesellschaften immer mehr Passagiere an die Flug- und Überlandbuslinien. Den privaten Gesellschaften fehlte das Kapital für eine Erneuerung des Wagenparks. Das war die Stunde des deutschen Designers Otto Kuhler: Für wenig Geld verlieh er den Zügen ein progressives »Stromlinien-Image«.

Das Berufsbild des Industriedesigners ist erst in den dreißiger Jahren in den USA richtig bekannt geworden. Dessinateure zeichneten allerdings schon seit zwei Jahrhunderten Musterbücher für Kutschenbauer oder Tapetendrucker. Vermutlich war es aber die Stromlinie gewesen, die – selbst Alltagsgegenständen aufgedrückt – dem amerikanischen Art Deco schließlich zum Durchbruch verhalf. Die amerikanischen Verhältnisse ermöglichten die Existenz von freien Designbüros, die sich sehr bald schon durch besondere Designpatente absichern konnten, während man hierzulande von Fahrzeugarchitekten oder Stilkonsulten sprach. Noch in der Nachkriegszeit schrieben Bundesbahnbeamte Aufsätze mit Titeln wie »Architektonische Gesichtspunkte beim Bau der TEE-Züge« und meinten damit das Design der Züge. Das Beamten-Ego in den europäischen Staatsbahnen hatte das Aufkommen freiberuflicher Designer erschwert. Erst seit der Gründung der Ulmer Hochschule für Gestaltung wurde der Beruf des Industriedesigners auch hierzulande ein Begriff.

AUS REMSCHEID IN DIE NEUE WELT. Vor 110 Jahren in Remscheid geboren, war Otto Kuhler das einzige Kind eines Amboss-

Das New Yorker Designbüro von Otto Kuhler (1894–1977) in Manhattan versprach den Eisenbahnbossen, ihren Zügen für wenig Geld ein progressives Aussehen zu verleihen, das sie wieder in die Gewinnzone führen würde: Namenszüge, Stromlinien-Verkleidung, Luxusinterieurs, Leuchtstoffröhren, Zugtelefone, Luxusbars, aufwändig eingerichtete Speise- und Schlafwagen, Aussichtswagen und vieles mehr. Natürlich war Kuhler nicht der einzige Designer in den Vereinigten Staaten, doch er designte mehr Züge als seine Konkurrenten Raymond Loewy, Henry Dreyfuss und Dorwin Teague zusammengenommen. In der Nachkriegszeit erlebten die »Streamliner« ihre Blüte, um dann, wie alle anderen amerikanischen Personenzüge endgültig ins Aus zu rollen.

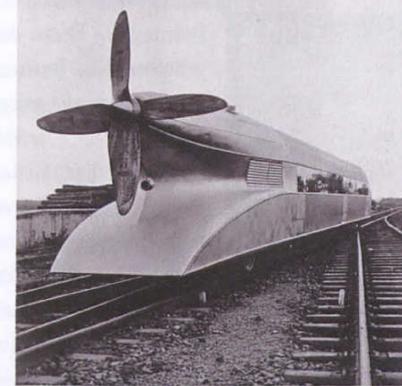
Von Hans-Erhard Lessing

Fabrikanten und seiner aus einer Remscheider Schlittschuh-Schmiede stammenden Frau. Eigentlich sollte der Junge Elektrotechnik studieren, doch daraus wurde nichts, denn während des Industriepraktikums wurde sein großes Zeichentalent entdeckt. Mit 18 Jahren war er bereits beim Düsseldorfer Lokomobilverleih Ernst Halbach zur Gestaltung des Firmenkatalogs angestellt. Später interessierte er sich für die Gestaltung von Automobilkarossen und fand bei Kathe & Söhne in Halle den professionellen Einstieg. Darüber hinaus stylte er für Firmen wie



Austro-Daimler, Delage, Fiat, N.A.G. und Hansa-Lloyd. Im Ersten Weltkrieg befehligte er eine Holzfällerbahn im besetzten Belgien und lernte dort seine künftige Frau Simone Gillet kennen, die Tochter des die Holzfällertuppe betreuenden Arztes. Nach dem Kriege erlernte er die Kunst der Radierung mit Augenmerk auf Industrieanlagen, und mit dem Ziel, professioneller Künstler zu werden, schrieb er sich in der Düsseldorfer Kunstakademie ein. Nach nur zwei Tagen war er wieder draußen, gestaltete noch das Plakat für die Große Kunstausstellung 1922, und stellte erfreut fest, dass sich für seine ausgestellten Industriebilder amerikanische Interessenten fanden.

In den schwierigen 1920er Jahren war dies ein Wink des Schicksals: Kuhler beschloss, sein Glück in Amerika zu suchen. Mit Empfehlungsschreiben bisheriger Auftraggeber der Stahlindustrie in der Tasche dampfte er zu einem Verwandten nach Pittsburgh, der amerikanischen »Rostschüssel«. Wieder verstand er es, die notwendige Publizität



Franz Kruckenberg's Schienenzeppelin-Rekorde von 1931 beflügelten die Phantasie der Verantwortlichen bei der Amerikanischen Eisenbahn: Mit modernem Design wollten sie das Image der Company aufpolieren.

Der von Kuhler gestaltete Hiawatha-Luxuszug: Lokomotive und Aussichtswagen. Waggonbauer Nystrom übernahm vom Chrysler-Auto »Airflow« das Brezelfenster.

herzustellen, wie früher schon zum Auto-design in der Zeitschrift »Der Motor«, und brachte den Pittsburger Stahlindustriellen ihre Industrielandschaften eindrucksvoll zu Papier. Dank der Erfolge konnte Kuhler im selben Jahr seine Frau nachkommen lassen und holte sie in New York bereits mit dem eigenen Auto ab. Tochter Winona wurde in Pittsburgh geboren; dann zogen die Kuhlers nach New York in den Vorort Scarsdale. Denn Kuhler hatte seine alte Liebe zu den Dampfrössern wiederentdeckt. Gegenüber der Verwaltung der American Locomotive Company in Manhattan mietete er, inzwischen amerikanischer Staatsbürger, ein Studio und machte ein kühnes Stromlinien-Rendering des konventionellen Paradeferdes der Bahnlinie New York Central publik, während er weiter Aufträge für Radierungen sammelte. Doch nach dem Schwarzen Freitag 1929 mussten die Kuhlers sowohl Studio als auch Wohnung aufgeben und zogen in ein Farmhaus weit außerhalb von West Englewood in New Jersey.

DAS STROMLINIEN-IMAGE. Roosevelts »New Deal« und Kuhlers geschickte Öffentlichkeitsarbeit brachten die Eisenbahnbosse endlich auf den Gedanken, statt allein für die einträglichen Güterzüge nun wieder etwas für die – ausbleibenden – Passagiere zu tun. Auch hatten Franz Kruckenberg's Schienenzeppelin-Rekorde von 1931 die Phantasie der Bahleute beflügelt. In einem späteren Interview erinnerte sich Kuhler an die damalige Situation: »Es war eine Zeit, die ich Grüne-Plüschplus-Mahagoni-Periode nennen möchte. Ich war viel mit den Bahnen der Ostküste gereist und allmählich dämmerte mir, dass das ganze Passagier-Rollmaterial den Gipfel der Wartungsvereinfachung und zugleich die Talsohle des Komforts für die Reisenden erreicht hatte – dank entschiedener Mängel an Freundlichkeit der Anmutung und des Service. Die Personenzüge waren innen wie außen trist und schäbig: Lüftung, Heizung, Sitze, Beleuchtung und Sanitäreinrichtungen waren keine Hilfen beim Fahrkartenverkauf. Instinktiv hatte ich das Gefühl, dass sich hier eine Chance bot, bei geeigneter Dramatisierung einen enormen Verkaufsschub für die Bahngesellschaften

Abbildungen: Städtische Museen, Nürnberg; Michel Moxy



What do you feed an Iron Horse?

It was easy to tell in the old days, when you could see the boiler and the smokestack and the steam whistle. You could tell at a glance you fed it coal and water.

But these modern, streamlined steeds—their stomachs hidden under sleek bodies of gleaming steel—what is it you feed them? Coal? Oil? Or electricity?

Actually, all three are used. For modern, functional railroading demands that a locomotive be powered for a specific job.

For some jobs, steam can't be beat. For others, Diesel is the answer. For still others, it's electricity.

That's why American Locomotive builds all three. We know from over a hundred years of experience that only a complete analysis of the conditions to be met can result in the right selection.

Today, a large percentage of America's crack passenger and freight trains are pulled by American Locomotive engines—

some steam, some Diesel, some electric. Each is unsurpassed at its particular job, for each was built for that particular job.



Im Kuhler-Outfit: Erfolgreich warb die Amerikanische Eisenbahn um Kunden und appellierte dabei vor allem an die Gefühle der Reisenden.

lebenslangen Loyalität zur Dampflok stellten sich angesichts des sofortigen Erfolgs der neuen Züge als unbegründet heraus. Allerdings regte es mich jedes Mal wieder auf, wenn ein Uneingeweihter fragte: Ist das eine Diesellok?»

Die Erstfahrt der Hiawatha-Dampflok war ein nationales Ereignis in den Tagen nach der Weltwirtschaftskrise. Noch wochenlang kamen die Amerikaner an die Strecke zwischen Chicago und St. Paul, um den mit 160 Stundenkilometer vorbeidonnernden Zug zu sehen. Kesseldruck von 21 bar und Treibräder von 2,13 Meter Durchmesser sorgten für eine Höchstgeschwindigkeit von 181 Stundenkilometer dieser schnellsten aller Atlantic-Lokomotiven (mit zwei Treibachsen). Die Passagierzahlen stiegen, so dass weitere Wagons angehängt werden mussten. Schließlich konnte Kuhler zwei Jahre später fünf größere Hudson-Loks (mit drei Treibachsen) gestalten, an denen er eine Plakette »Streamstyled by Otto Kuhler« anbringen durfte – bislang einmalig in der Geschichte des Eisenbahndesigns. Kuhler war jetzt weltbekannt. Konkurrent Raymond Loewy, ebenfalls Immigrant, aber aus Frankreich, mäkelte dagegen über die Atlantic-Lok: »Komplett mit rostfreiem Stahl verkleidet bietet die Lok eine glatte Oberfläche, schließt hübsch an den Tender an, lässt es aber etwas an »Dampflokotiven-Gefühl« fehlen. Ihr Orange-Aluminium-Farbschema ist eher irritierend«.

PRODUKTIVES DESIGNBÜRO. Mit drei Mitarbeitern hatte Kuhlers Büro in Manhattan reichlich zu tun, denn unter den Eisenbahnbossen machte ein geflügeltes Wort die Runde: »Der

erreichen zu können. Genauso instinktiv nahm ich mir für die Umgestaltung als Erstes die Lokomotive vor. Hatten nicht die Bahngesellschaften selbst in ihren frühen Tagen die Lokomotive als ihren Starverkäufer erkannt – vergoldet und lackiert von damaligen Künstlern? Und hatte sich die Dampflokomotive nicht schließlich selbst »cleanlined« durch ständiges Gedeihen zu einem architektonischen Meisterwerk aus Schnelligkeit und Kraft? Diese ganze Schönheit lag unter einem Mantel von eintönigem Schwarz und Kargheit verborgen.«

Nach vier Anläufen – einem stromlinigen Tram-Prototyp, einer Diesel-Rangierlok, einem Wettbewerbsentwurf für den ersten Benzintriebwagen der Union Pacific und dem Dieseltriebwagen der Gulf, Mobile & Northern – kam 1935 der Durchbruch mit den damals schnellsten Dampfzügen »Hiawatha« der »Milwaukee Road«. Diese Bahngesellschaft mit dem langen Namen Chicago, Milwaukee, St. Paul & Pacific bestellte vier neue Lokomotiven bei der American Locomotive Corporation, kurz Alco, bei der übrigens früher einmal Autoboss Walter Chrysler gearbeitet hatte. Kuhler holte sich den Auftrag, die Lokomotive und die Wagons zu stylen, allerdings war durch Windkanalmessungen die umgestülpte Badewannenform vorgegeben worden: »Besorgt, dass durch solch exzessive Verkleidung alle Merkmale einer Dampflokomotive verloren gingen, wies ich auf die schwierige Wartung der Antriebsteile, das zusätzliche Gewicht, erhöhte Wartungskosten und so weiter hin. Windtunneltests hatten theoretisch ergeben, dass diese Form das einzig Wahre sei. Zögernd gab ich nach und tat mein Bestes mit einem sorgfältig konzipierten Farbschema aus Schwarz, Marinegrau, Milwaukee-Gelb und Kastanienbraun, sowie verchromten Schwingen und Handläufen, um den hohen Umriss dieser recht kurzen Lokomotive niedriger erscheinen zu lassen. Einen verzweifelten Kampf führte ich darum, die Dampfpeife beizubehalten, und argumentierte lange genug, bis ich eine unter das Gitter nahe dem Kopfscheinwerfer platzieren konnte. Auch sie wurde später ausgemerzt und durch ein modernes Drucklufthorn ersetzt. Doch meine Befürchtungen aufgrund meiner

Streamliner ist die Antwort auf des Gebet der Verantwortlichen für Passagierverkehr.« Man stylte preiswerte Umbauten von Loks und Wagons, aber auch Neubauten – das komplette Erscheinungsbild vom Firmensignet bis zu den Vorhängen und Servietten im Speisewagen. Für die Baltimore&Ohio-Bahn realisierte Kuhler dann erstmals seine alte Idee der Torpedoform des Lokkessels an einer Lokomotive für den Luxuszug Royal Blue. Er konnte sich auf einem Hügel im Norden von New York in fußläufiger Entfernung zum Bahnhof Blauvelt ein Haus mit Studio bauen. Es folgte der Darth Vader der Stromlinienloks, die martialische K-6-S für die Luxuszüge The John Wilkes und Black Diamond der Lehigh-Valley-Bahn. Anders als Kuhler selbst hielten viele diese Lokomotiven für seine eindrucksvollste Kreation. Noch 1940 schrieb eine Illustrierte über Kuhler, er sei der »Deluxer«: »Reisenden die Bahn komfortabel zu machen, ist die Ganztagsarbeit von Otto Kuhler aus Blauvelt. Er hat eine Atmosphäre ganz wie daheim in die Luxus-Stromlinienzüge der amerikanischen Bahnen gebracht und für weitaus mehr den Stil gewiesen. Zu seinen Ideen für Waggons zählen solche Innovationen wie gemütliche Wandpaneel und holzgefasste Sessel, hohe Gepäckborde, Aschenbecher in den Armlehnen sowie alle Arten von blendfreier Beleuchtung. Er reist etwa 140.000 Kilometer im Jahr, um mit Passagieren zu reden und Vorschläge zu sammeln. Beispielweise beklagte kürzlich eine Passagierin, dass das Licht am Vordereingang des Wagons ihr Baby störe, weil es ihm in die Augen scheine. Kuhler machte sich ans Werk und entwarf einen Spezialwagon mit besonders blendfrei beleuchtetem Mutter-Kind-Abteil. Gegenwärtig arbeitet er am »Zug seiner Träume« mit kippbaren Sitzen, in denen man nicht vorrutscht, und mit Fenstern für die oberen Schlafwagenbetten.«

Der Kriegseintritt der USA beendete die Erfolgssträhne der Designbüros. Bei seinem letzten Auftrag, bei dem er eine Dampflokomotive für die Southern Railways designte, war Kuhler um sein Honorar geprellt worden. Dabei hielt er diese Lok für seine gelungenste. Trotz Materialbewirtschaftung konnte Alco jedoch noch 60fach die neue Diesellok DL-109 bauen, die, von Kuhler gestaltet, Vorbild des stilbildenden Nachkriegsmodells PA-1 wurde. Die dreifach geteilte Frontscheibe erinnerte an Paul Jarays Stromlinienauto der zwanziger Jahre. 1944 ging Kuhler als Angestellter in die Firma American Car and Foundry, seinen allerersten Auftraggeber, entwickelte Ideen auf Vorrat und gestaltete dort ebenfalls einen Dieseltriebwagen für die Susquehanna-Bahn. Doch die freiheitsliebende Künstlernatur mochte bei den Betriebs-Rankünen nicht mithalten, und so war er fast erleichtert, als bei einem der vielen Revirements seine Entlassung verkündet wurde.

EISENBahnMALER IN COLORADO. Wieder einmal brachen die Kuhlers alle Brücken ab und verwirklichten den amerikanischen Aussteigertraum. Hoch über Denver in den Rocky Mountains kauften sie eine Farm und züchteten Rindvieh. Von Kuhlers dritter Karriere als Eisenbahn- und Landschaftsmaler zeugen die Bilder in amerikanischen Museen. Simonne vertrieb Salatdressings aus selbst angebauten Kräutern. Mit 75 Jahren verkaufte Kuhler die Farm und zog mit Simonne ins südliche New Mexico nach Santa Fé. Eisenbahn- und Kunstblätter feierten den 80-jährigen Jubilar, der scherzte: »Bin achtzig geworden, kanns niemanden empfehlen, werds nie wieder tun!« Als der Ort als Künstlerkolonie überlaufen wurde, zog es die Kuhlers 1977 zurück nach Denver, wo Otto Kuhler bald nach dem Umzug mit 83 Jahren starb. Seine zeitlos schönen und weltbekanntesten Dampflokomotiven sind alle verschrottet worden, erleben aber gegenwärtig in den USA eine Renaissance im Maßstab 1:45. Warum eigentlich nicht auch bei uns? ■■■

Literatur

O. Kuhler, My Iron Journey. A Life with Steam and Steel, Sunstone Press, Santa Fé 1976

H.E.Lessing, Otto Kuhlers Stromlinienloks. Zum 110. Geburtstag des US-Designers aus Remscheid, in: Jahrbuch Lokomotiven 2004, Podszun-Verlag, Brilon

J. Kelly, Classic Streamliners. The Trains and their Designers, Iconografix, Hudson WI 2004

PROF. HANS-ERHARD LESSING

Hauptkonservator a.D. beschäftigt sich mit Technik- und Designgeschichte und wirkte u. a. an Museen in Mannheim und Karlsruhe.

Die »Hiawatha«-Eisenbahn auf Fahrt durch Amerika.



VISIONÄRER INGENIEUR UND MUSEUMSGRÜNDER

Deutsches Museum feiert den 150. Geburtstag von Oskar von Miller mit einer Sonderschau und einer Biografie

Festakt im Ehrensaal mit der Familie von Miller

Am 7. Mai 2005 hätte Oskar von Miller (1855–1934), weltberühmter Ingenieur und geschickter Industrie- und Wissenschaftspolitiker, seinen 150. Geburtstag gefeiert. Ihm verdanken wir nicht nur die Grundlagen der modernen Energieversorgung. Insbesondere das von ihm gegründete und schnell zu Weltruhm gekommene Deutsche Museum machte ihn zu einer der einflussreichsten Persönlichkeiten seiner Zeit. Sein mit dem Museum hartnäckig verfolgtes Ziel, der Bevölkerung einen enzyklopädischen Überblick über alle Gebiete der Technik und exakten Naturwissenschaften zu vermitteln, brachte ein völlig neues und einmaliges Museumskonzept hervor, das weltweit kopiert wurde und dessen Ausstrahlung bis in die heutigen Science Centers reicht.

Das Deutsche Museum zeigt anlässlich Millers 150. Geburtstages vom 19. April 2005 bis 8. Januar 2006 eine Sonderschau zu seinem Leben. Sie präsentiert Stationen aus seinem vielfältigen Wirken als herausragender Ingenieur und Museumsmann. Die im Verlag C.H. Beck erschienene Biographie von Wilhelm Füßl, »Oskar von Miller. 1855–1934«, stellt viele bekannte und auch längst vergessene Fakten zu Miller vor und bewertet diese im historischen Kontext neu. Dadurch entsteht ein faszinierendes Bild einer der bemerkenswertesten Persönlichkeiten des ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts. Der Autor wirft dabei auch einen Blick auf den Privatmann Oskar von Miller.

Gemeinsam mit dem Verlag C.H. Beck und dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI) eröffnete das Deutsche Museum am 19. April mit einem Festakt die Sonderschau. Die Reden von Professor Heckl, Roland Schmidt vom VDI und Wolfgang Beck vom Verlag C.H. Beck, würdigten



Christina Gräfin Podewils von Miller bedankte sich in ihrer Ansprache für die gelungene Biografie über ihren Großvater.



Dank an den Autor: Gräfin von Podewils überreicht Wilhelm Füßl eine Weißwurstschüssel ihres Großvaters.



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

9. Juli bis 31. Januar 2006 **ÜBER UNTERTAGE – BERGWERK** Eine Ausstellung bisher unveröffentlichter Bilder +++

ten Siegermächte gehörte er von 1924 bis 1931 dem Verwaltungsrat der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft an. Hier setzte er sich besonders für die Elektrifizierung von Eisenbahnstrecken ein.

Miller bekleidete zahlreiche Ehrenämter und Positionen. Er war unter anderem Mitglied der deutschen Friedensdelegation in Versailles, wo er eigene Vorschläge für einen Friedensvertrag machte. Durch seine nationalen und internationalen Kontakte gelang es ihm, das Deutsche Museum bis 1933 zum führenden Technikmuseum auszubauen. Von den Nationalsozialisten als »roter Oskar« angefeindet, trat er kurz nach deren Machtergreifung zurück. Miller starb 1934 in München. *Sabine Hansky*

Buch-Tipp:

Wilhelm Füßl

Oskar von Miller

1855 – 1934. Eine Biographie

Verlag C.H. Beck 2005.

452 Seiten mit 66 Abbildungen

Leinen Euro 29,90; ISBN 3-406-52900-3



Generaldirektor Professor Wolfgang M. Heckl umringt von charmanten Damen: den sechs Enkelinnen Oskar von Millers.



ISEUM



Biograph Wilhelm Füßl trug Details aus Oskar von Millers Leben vor.

WETTEN DASS ...

... **Thomas Gottschalk der erste offizielle »Botschafter des Deutschen Museums« ist?**

Die symbolische Summe von 500 Euro spendete Thomas Gottschalk am 8. April dem Deutschen Museum. Er folgte der Einladung des Generaldirektors Professor Heckl ins Museum, und natürlich fiel der Blick des ehemaligen Radio-Moderators und Pop-Fans sofort auf die Juke-Box in Heckls Büro. »Alles originale Vinyl-Platten – das ist großartig«, schwärmte Gottschalk. Begeistert zeigte sich Gottschalk vom Museum und seinen großen Zukunftsaufgaben. Dem Lehrer Gottschalk ist besonders der Bildungsauftrag des Hauses ein wichtiges Anliegen. Daher erklärte er sich auch sofort bereit, offizieller »Botschafter

des Deutschen Museums« zu werden.

»Die »Botschafter des Deutschen Museums« sollen mit ihrem Namen und ihrer Bekanntheit in der Öffentlichkeit für das Deutsche Museum werben. Ziel ist es, dadurch noch mehr Sympathien und Medien-Aufmerksamkeit zu bekommen und Spenden für »unser Deutsches Museum« zu sammeln«, sagte Heckl, Initiator der Aktion. Geplant ist nun, den exklusiven Kreis der Botschafter um weitere prominente Mitglieder zu erweitern. *Sabine Hansky*



Thomas Gottschalk, Professor Heckl und die Spenden-Eule.



Deutsches Museum intern

Nachrichten, Tipps, Termine

+++ 1. September bis 30. Oktober **SONDERAUSSTELLUNG »BILDPROJEKT THERESIENHÖ**

MEHR SPASS IN DER SCHULE!

Prominente Experten zu Gast bei Hubert Burda

Talkrunde über die Zukunft der Bildung

»Wetten, dass... Bildung gewinnt!« unter diesem Motto lud der Münchner Medienkonzern Hubert Burda Media am 7. April prominente Experten zum Gespräch über die Zukunft von Bildung und Ausbildung in Deutschland.

Auf der Talk-Couch nahmen Platz: TV-Entertainer Thomas Gottschalk, Wirtschaftsminister Wolfgang Clement, die damalige Bayerische Kultusministerin Monika Hohlmeier, Ex-Außenminister Klaus Kinkel, die Kognitionspsychologin Professor Dr. Elsbeth Stern und der Generaldirektor des Deutschen Museums, Professor Dr. Wolfgang M. Heckl. Mehr als 350 Vertreter aus Bildung, Wirtschaft und Medien kamen zu der von Gaby Miketta-Haak, Chefredakteurin des Magazins Focus-Schule, moderierten Podiumsdiskussion. Dass sich etwas ändern muss, darüber waren sich alle einig – nur was?

Wolfgang Clement kritisierte vor allem die späte Einschulung und die lange Dauer der Schulausbildung in Deutschland, er forderte außerdem Ganztagschulen – auch als Antwort auf die zunehmende Berufstätigkeit beider Eltern: »Dann können beide Eltern problemlos arbeiten gehen«, sagte Clement. Und forderte gleichzeitig mehr private Investitionen und mehr Eigenverantwortung: »Gegen ein Ende der Lehrmittelfreiheit hätte ich nichts einzuwenden.«

In den USA sind sowohl die Ganztagschulen als auch die Selbstbeteiligung schon lange selbstverständlich. Der Showmaster und frühere Lehrer Gottschalk, dessen Söhne Roman (22) und Tristan (15) in den USA zur Schule gehen, lobte die Vorzüge des amerikanischen Schulsystems: »Schule bedeutet dort Dienstleistung. Und die lässt man sich was kosten«, so der ehemalige Lehrer. Er fügte jedoch hinzu: »Die saugen einen aus, die wollen sogar schon an mein Erbe!«

Einigkeit bestand im Podium vor allem darüber, in welchen Fächern mehr Begeisterung am



Thomas Gottschalk, Monika Hohlmeier (CSU) und Wolfgang M. Heckl diskutieren über die Zukunft der Bildung.

wichtigsten wäre: in den Naturwissenschaften. »Die Naturwissenschaften sind Zukunftswissenschaften. Bayern fördert deswegen eine möglichst frühe Begegnung der Kinder und Jugendlichen mit naturwissenschaftlichen Phänomenen«, sagte Monika Hohlmeier. Klaus Kinkel stimmte dem zu und forderte eine Bildungsoffensive für Naturwissenschaften in Deutschland: »weil gerade wir als rohstoffarmes und bevölkerungsreiches Land auf die Entwicklung und Umsetzung neuer Technologien angewiesen sind«, so Kinkel.

Wie man Kinder bereits früh für Naturwissenschaft und Technik begeistert und ihre Freude am Tüfteln und Experimentieren weckt, beschrieb der Generaldirektor des Deutschen Museums, Wolfgang M. Heckl: »Da sollten Sie mal dabei sein, wenn bei uns ein Märchenerzähler im Flugzeug sitzt und vom kleinen Prinzen berichtet – ganz nebenbei lernen die Kinder etwas über das Fliegen«, so Heckl. Im Jahr 2003 eröffnete das Deutsche Museum einen Spiel- und Lernbereich eigens für Kinder, das Kinderreich. Eine »Welt des Wissens« mit großzügigen Spielräumen vermittelt besonders Vorschulkin-



Generaldirektor Wolfgang M. Heckl will schon die Kinder für Wissenschaft und Technik begeistern.

den und ihren Eltern spielerisch und phantasievoll Wissenschaft und Technik, ihre Phänomene und Rätsel. »Andere diskutieren über frühkindliche Bildung und Bildungsniveau, das Deutsche Museum handelt«, sagte Heckl. *Sabine Hansky*

+++ bis 28. August **50 JAHRE ISETTA** Verkehrszentrum Theresienhöhe +++

... Fotografen dokumentierten den ersten Bauabschnitt +++

50 JAHRE BMW ISETTA

Sonderausstellung des Isetta-Club e.V. im Verkehrszentrum des Deutschen Museums

4. Juni bis 28. August 2005



Mit der BMW Isetta erfüllte sich vor 50 Jahren für viele der Traum vom komfortablen Fortbewegungsmittel: Überdacht, mit Heizung und Stauraum für Gepäck. Die BMW Isetta symbolisiert heute eines der »Wirtschaftswunderautos«. Nicht mehr Motorrad, aber auch noch nicht wirklich Auto war sie für jedermann erschwinglich und entsprach mit ihrem exzentrischen Design dem progressiven Zeitgeist. Liebevoll auch »Knutschkugel« genannt, prägt sie bis heute die Erinnerungen an die 50er Jahre und ist längst ein Kultobjekt. Vom 4. Juni bis zum 28. August 2005 stellt der Isetta-Club e.V., der sich um die Erhaltung dieser Fahrzeuge kümmert, die wichtigsten Modelle in einer Sonderausstellung im Verkehrszentrum des Deutschen Museums auf der Theresienhöhe vor.

Neben den ersten Modellen der Standard-Serie aus den Jahren 1955 und 1956 werden auch die Fahrzeugmodelle der »Export-Serie« aus den Jahren 1957 bis 1962 gezeigt. Ein besonderes Exponat ist dabei die in England in Lizenz gefertigte »Isetta of Great Britain«, ein Dreirad-Modell. Auch die einfache, robuste und doch intelligente Technik der BMW Isetta ist zu sehen:



Ein erschwingliches Auto für Jedermann brachte BMW mit der Isetta vor 50 Jahren auf den Markt.

Ein Fahrgestell ist komplett von der Karosserie befreit, so dass man einen Blick unter das Blech werfen kann; auch die wichtigsten Komponenten Motor, Getriebe und Vorderachsen sind als Einzelteile ausgestellt.

Wer wissen will, wie man in einer Isetta sitzt, kann dies in der Ausstellung ausprobieren – und dabei vielleicht auch in Erinnerungen an die goldenen 50er schwelgen.

**Deutsches Museum Verkehrszentrum
Theresienhöhe 14a, Täglich 9-17 Uhr,
Donnerstag bis 20 Uhr; Eintritt: 2.50 Euro**



FORSCHUNG UND BILDUNG FÜR DIE WELT VON MORGEN

Zum Einsteinjahr 2005

**Eröffnungssymposium der
DAAD-Sommer-Akademie
»New Frontiers in Science«
1. August 2005, 14 bis 20.45 Uhr
Ehrensaal Deutsches Museum München**

Einstein und Schiller waren die Helden und Leitbilder einer Nachkriegsgeneration, die der Soziologe Helmut Schelsky als skeptisch bezeichnet hat. Der Verfasser dieser Zeilen begann zwanzig Jahre nach dem 2. Weltkrieg mit seinem Studium an der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München und hat sich dabei immer wieder durch Besuche im Deutschen Museum inspirieren und faszinieren lassen.

Mit der Veranstaltung »Bildung und Forschung für die Welt von morgen« möchte er zur Eröffnung der DAAD-Sommer-Akademie »New Frontiers in Science« allen beteiligten Forschern, Persönlichkeiten und Einrichtungen, der LMU,

dem DAAD und dem Deutschen Museum Dank sagen. Es wäre schön, wenn es ebenso wirkt wie die Albert-Einstein-Sonderausstellung »Abenteuer der Erkenntnis« des Deutschen Museums. Anregend, spannend, auffordernd –, so dass der deutsche und internationale Forschungsnachwuchs, den wir aus etwa zwölf verschiedenen Ländern begrüßen dürfen, sich mit hohem Engagement, Verantwortung und Begeisterung für Wissenschaft, Kultur und Technik einsetzt.

Freunde des Deutschen Museums und der LMU sowie der Sommer-Akademie »New Frontiers in Science« sind zur Eröffnung sehr herzlich eingeladen. Wegen der begrenzten Anzahl der Plätze bitten wir Interessierte, sich entweder telefonisch oder per E-Mail bis zum 25. Juli 2005 anzumelden.

**Konrad Frischeisen:
frischeisen@ehims.de
Tel. 089/3689830
Mobile: 0172 7811879
Seminarassistent Dr. Marcel Baumgärtler**



Unter Wasser

Text: Daniel Schnorbusch, Illustration: Janá Korschak

Mein Verhältnis zum Wasser ist – ich kann das gar nicht anders sagen – eines, das man als »gebrochen« bezeichnen kann, auch wenn meine Liebe klar dem Meer gehört und ich es jedem noch so dollen Berg vorziehe. Was ist schon die beklemmende Enge von Gebirgstälern im Vergleich zur weiten Sicht über den Horizont, während die Wellen in unendlichem Gleichmaß an den Strand rollen? Eben. Zugleich aber ängstigt mich kaum etwas mehr, als in irgendeine dunkle Brühe steigen zu müssen.

Ich schaue gerne auf das Meer, ich segle gerne über den See, ich gehe gerne am Fluss entlang und ich sitze gerne am Ufer. Aber in ein Wasser steige ich nur, wenn es sich wirklich nicht vermeiden lässt. Vor die Wahl gestellt: Wanne oder Dusche, nehme ich die Dusche. Nichts schlimmer, als tiefe, dunkle

Seen, schlammige Weiher, moorige Tümpel. Sobald ich den Grund nicht mehr sehen kann, spüre ich, wie die Haie, die Riesenkarpfen, die Wasserschlagen und die Kraken, das ganze grässliche Wassergetier herangeschwommen kommt, um mich zu verschlingen. Welch ein Segen sind dagegen gekachelte Hallenbäder mit klarem, gechlortem Wasser. Hinzu kommt, dass ich ein lausiger Schwimmer bin. Seit etwa 25 Jahren versuche ich beispielsweise, mir die Kunst des Kraulens beizubringen. Keine Chance. Nach fünf Zügen rette ich mich vor dem Ertrinken allein dadurch, dass ich wieder so langsam und regelmäßig brustschwimme wie die 70-jährigen Seniorinnen in der Therme von Bad Pyrmont.

Manchmal denke ich, ich sollte mir auch so eine rosa Badekappe mit Blütenapplikationen

aus Tüll zulegen, um bei der anwesenden Damenwelt erst gar keine falschen Hoffnungen zu wecken. Die Botschaft wäre eindeutig: Hier kommt nicht Mark Spitz II., Mädels, hier kommt jemand, um den man schön brav einen großen Bogen herumschwimmen muss, damit er nicht absäuft. Kinder, die vom Beckenrand springen, sind mir ein Gräuel, und das Dreimeterbrett brauchen letztlich auch nur Leute, für die der Freitod eine alltägliche Handlungsoption ist. Ich bedaure es sehr, dass es keine wasserfesten Bücher gibt, mit denen ich mehr oder weniger subtil signalisieren könnte, dass ich, wenn schon nicht des Schwimmens, so doch wenigstens des Lesens mächtig bin. Ich meine: wenn Gott gewollt hätte, dass der Mensch im Wasser bleibt, dann wären wir doch noch heute Pantoffeltierchen. Sind wir aber nicht.

Meine kleine Aquaphobie hat natürlich tiefenpsychologische Ursachen. Diese Ursachen sind ziemlich genau drei Meter tief und schuld ist meine jüngere Schwester. Ich war acht und sie war fünf. Unsere praktisch denkende Mutter meldete uns im Schwimmkurs an, damit wir den Freischwimmer machten. Ich kann mich nicht erinnern, gefragt worden zu sein. Das Ende war, dass meine Schwester mit einer Stoffplakette, auf der eine schön geschwungene Welle drauf war, belohnt wurde, die ihr noch am selben Tag an die Badehose genäht wurde, während ich mich am Beckenrand festklammern und husten musste, weil ich nach drei Minuten eine Ladung Wasser geschluckt hatte. Kann es eine größere Demütigung geben?

Nie habe ich mir eine Plakette an eine Badehose genäht, selbst Jahre später nicht, als

ich es dann endlich auch gedurft hätte. Mein Fehler allerdings war, dass ich Fräulein Schröder mein Wassertrauma bestenfalls andeutungsweise gestanden hatte.

»Komm«, sagte sie eines Sonntags, »es ist so schönes Wetter. Lass uns doch zum Baden an den See fahren.« »Och, --- hier ist es doch auch ganz schön«, versuchte ich es. »Wir könnten die Liegestühle vom Speicher holen und uns auf den Balkon legen. Wir könnten daliegen und uns ein bisschen sonnen, wir könnten ein Buch lesen, Musik hören, Schach spielen, Kuchen essen, Kaffee trinken, Kreuzworträtsel lösen...« »Nein, nein«, insistierte sie. »Ich muss hier raus. Ich will an einen See.« Widerstand war zwecklos. Und wirklich, der Anblick war überraschend schön. Glitzernd lag der See in der Hügellandschaft des Voralpenlandes, die weißen Segel der Jollen tanzten

auf seiner tiefblauen Fläche, die Zweitausender schimmerten im gleißenden Licht von Ferne herüber. »Hier ist es gut«, bestimmte Fräulein Schröder und ließ die Badetasche auf die Wiese fallen. Sie hatte eine Decke mitgenommen, die wir ausbreiteten. Sie hatte eine Thermoskanne mit Kaffee dabei und Obst und Kuchen.

Ich zog mir das Hemd aus, die Schuhe und die Socken. »Ich habe, fürchte ich«, ich wühlte in meinem Beutel, »ich habe, wie es aussieht, wohl meine Badehose vergessen.« »Das ist nicht dein Ernst«, brach es aus ihr heraus, »sag, dass das nicht wahr ist.« Die Leute auf den Nachbardecken wandten uns abrupt die Köpfe zu. »Ich hab' die Hose eben vergessen«, zischte ich, »das kann ja mal passieren.« Sie glaubte mir nicht. Ich meine sogar, das böse Wort »Sabotage« gehört zu haben. Sie sagte »dann badest du eben ohne Hose.« Meine Kehle schnürte sich zu, mein Herzschlag beschleunigte sich, mir brach der Schweiß aus. »Ohne Hose? Bist du wahnsinnig?! Das kommt überhaupt nicht in Frage. Das ist völlig ausgeschlossen. Was, wenn da irgendein großer Fisch kommt und... «

Ich bin natürlich nicht in diesen See gestiegen. Ich bin nicht lebensmüde. Ich habe auf der Wiese gelegen, Markus Werners »Festland« gelesen und zwischendurch ein Nickerchen gemacht. Fräulein Schröder aber hat ausschließlich mit so einem öligen Latino-Typen in Glitzerbadehose geplaudert, der sich auf dem Nachbarhandtuch räkelt und sich ständig mit Sonnenöl einrieb. Sie waren sogar gemeinsam schwimmen. Sie haben sogar, ich habe es genau gehört, auf dem See laut miteinander gelacht. Aber später, als der dann sein Micky-Maus-Heft herauszog und darin, soll ich wirklich sagen, »zu lesen« begann, warf mir Fräulein Schröder einen geläuterten Blick herüber. Sie bot mir sogar einen Apfel an, den ich gerne nahm. Ich sage es ja: am sechsten Tag schuf Gott Mann und Frau und nicht Karpfen und Wels. ■

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



Einen breiten Querschnitt durch die Jahrhunderte bietet die Sammlung der Musikabteilung des Deutschen Museums. Im Bild eine Pneumatische Salonorgel mit Selbstspieleinrichtung von E.F. Walcker & Co., Ludwigsburg 1908.

MUSIK LIEGT IN DER LUFT

und ist Thema der nächsten Ausgabe unseres Magazins. Immerhin besitzt das Deutsche Museum eine umfangreiche Sammlung an Musikinstrumenten quer durch die Jahrhunderte. Silke Berdux, Leiterin der Musikabteilung, wird Ihnen die Entwicklung des Hammerflügels vorstellen. So leicht wie möglich und dennoch einigermaßen robust musste dieses Instrument sein, wurde es doch von den Musikern und Komponisten zu Aufführungen mitgebracht. Ein Lieblingsinstrument des 18. Jahrhunderts ist die Glasharmonika. Sie gehört zu den »Idiophonen«, der Gruppe der selbstklingenden Instrumente. Erfunden hat das Gerät Benjamin Franklin (1706–1790). Elisabeth Vaupel erläutert Ihnen die Herstellung der speziellen, untereinander abgestimmten Glasschalen.

Frühe Aufzeichnungsinstrumente für Musik, ein Cembalo mit Notenschreib-

einrichtung aus dem Besitz des Deutschen Museums, Reproduktionsklaviere des beginnenden 20. Jahrhunderts sowie Aufnahmetechniken nach 1950 sind weitere Themen, mit denen wir uns beschäftigen. Über die Wirkung der Musik auf unser Gehirn schreibt der Musikphysiologe Eckart Altenmüller von der Musikhochschule Hannover. Übrigens: Das ganze Jahr über präsentiert die Musikabteilung des Deutschen Museums ihre Schätze in Konzerten. Die Veranstaltungen der kommenden drei Monate finden Sie auf unseren Terminseiten 49/50.

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. Dirk Bühler

Redaktion: folio gmbh, Kirchplatz 5c, 82049 Pullach/Isartal, Telefon (089) 121167-0, Fax: (089) 12116727, ISDN: (089) 12116729 Email: landes@folio-muc.de
Sabrina Landes-Rachle (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, Maïke 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: Rehbrand, 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, 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

