

Von kommenden Tagen Ein kleiner Streifzug durch die Geschichte der Zukunft und ihrer Erforschung
Ein neues Museum entsteht Innovative Ausstellungen laden ein zu kritischer Reflexion von Zukunftsentwürfen
Das hält mich lebendig Der Wissenschaftler, Didaktiker, Autor und Schauspieler Jürgen Teichmann

KULTUR & TECHNIK

Das Zukunftsmuseum

Das Deutsche Museum eröffnet seine neue
Dependance mitten in Nürnberg





LEINFELDER

UHREN · MÜNCHEN



LEINFELDER UHREN MÜNCHEN – PRÄZISE HANDWERKSKUNST

Etwas Besonderes zu schaffen braucht Können, Hingabe und Zeit. Nur aus dem perfekten Zusammenspiel dieser Komponenten gehen Liebhaberstücke hervor. Im Herzen der bayerischen Metropole widmet sich Leinfelder Uhren München genau dieser Passion. Bereits seit 2010 werden dort edle Armbanduhren designt, entwickelt, konstruiert und fertiggestellt. Präzise Uhrmacherei, handwerklich herausragende Details, höchste Qualität und ein persönlicher Service zählen dabei zu den wichtigsten Grundsätzen des Unternehmens.

Und dieser enge Bezug zu München kommt in verschiedenen Modellen zur Geltung: Beim Leinfelder Meridian Chronographen finden sich bayerische Rauten in der Chronographenanzeige wieder. Das Zifferblatt der Leinfelder Benno ziert eine Bleistiftzeichnung der Münchner Frauenkirche.

In puncto Technik kommt bei den Dreizeigeruhren das Manufakturwerk L-H01 zum Einsatz. Das Handaufzugskaliber der Uhren-Werke-Dresden, die 2013 von Prof. Dr. Ulrich L. Rohde (Miteigentümer von Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG) gegründet wurden und mit denen Leinfelder eine enge Partnerschaft pflegt, steht für äußerste Präzision „Made in Germany“ – mit einer Fertigungstiefe von über 95%. Alle Zeitmesser verbindet eine Gemeinsamkeit: die Fusion aus einer eleganten, zeitgenössischen Formensprache mit modernen Herstellungsprozessen.

SHOWROOM & WERKSTATT BERATUNG & VERKAUF

Leinfelder Uhren München GmbH & Co. KG
Pacellistraße 4 / Pacellipassage 1. OG, 80333 München
Tel. +49 89 - 24 20 39 40, info@leinfelder-uhren.de, www.leinfelder-uhren.de



Leinfelder
Benno

Meridian Bavaria
Chronograph



**Liebe Leserin,
lieber Leser,**

ist es Ihnen aufgefallen? Kultur & Technik ist dünner geworden und wird nur noch dreimal im Jahr erscheinen. Notwendige Einsparungen sind nur zum Teil ein Grund für diese Entscheidung des Direktoriums. Regelmäßig stellen wir unsere Kommunikationsmedien auf den Prüfstand. Hier beobachten wir seit Jahren eine deutliche Hinwendung zu den digitalen Angeboten. Die Museumsschließungen im Frühjahr 2020 und jetzt seit November haben diesen Trend noch verstärkt. Wir haben diese Monate genutzt, um unser digitales Angebot noch einmal deutlich auszubauen. Es gibt 360-Grad-Führungen durch Ausstellungen, virtuelle Museumsrundgänge, Youtube-Vorträge zu Wissenschaftsthemen und vieles mehr. Alle digitalen Angebote des Deutschen Museums auf einen Blick gibt es hier: www.deutsches-museum.de/angebote/digitale-angebote.

Kürzung auf der einen Seite also – dafür bekommen Sie künftig online vielseitige, aktuelle Informationen – abhängig von der Corona-Lage. Ab Sommer 2021 freut sich zudem in Nürnberg das Team unseres neuen Zukunftsmuseums auf Ihren Besuch. Ein Museum, das alte Zöpfe abgeschnitten hat und das Format neu erfindet. Die Besucherinnen und Besucher sind eingeladen, sich kritisch mit Themen auseinanderzusetzen, zu diskutieren und sich eine Meinung zu bilden. Laufend wird es öffentliche Debatten rund um gesellschaftlich relevante Fragen

geben und dabei soll auch so manches heiße Eisen angefasst werden. Ein besonderes Anliegen der Kuratorinnen und Kuratoren war es, junge Menschen aus den Mittel-, Real- und Gesamtschulen anzusprechen. Zusammen mit den Schulen wird es regelmäßige spannende Programme für die Schüler geben.

In dieser Ausgabe stellen wir Ihnen das neue Haus vor und laden Sie herzlich zu einem Besuch im schönen Nürnberg ein – am besten kommen Sie stressfrei mit der Bahn. Das Deutsche Museum der Zukunft liegt im Rande der Nürnberger Altstadt – also wirklich mittendrin.

Ich persönlich vermisse unsere Besucherinnen und Besucher sehr und hoffe, dass wir schon bald wieder die Tore für Sie öffnen können.

Bis dahin wünsche ich Ihnen alles Gute.
Bleiben Sie gesund

Ihr Wolfgang M. Heckl



6
Experimente zum freien Fall lassen sich im Fallturm des Zukunftsmuseums durchführen.



14
Mit der Aufklärung begann der kreative Aufbruch in die Zukunft.



18
Staubsicher verpackt warten spektakuläre Objekte auf Besucherinnen und Besucher.



24
Jedes Jahr beteiligen sich Studenten der TU München am Hyperloop-Wettbewerb von Elon Musk.

30
Ein unscheinbarer Schwimmpflanz soll die Schifffahrt revolutionieren.

36
Jürgen Teichmann ist auch im Ruhestand kreativer Impulsgeber für das Deutsche Museum.

47
Ausgestellt: Ein mobiler Bär träumt von kleinen Reitern.



Abbildungen: Heike Geigl; Interfoto/Sammlung Rauch; wikimedia commons; Deutsches Museum; Technische Universität München;



DAS ZUKUNFTSMUSEUM

- 6** Ein neues Museum entsteht ...
... und stellt Zukunftsideen zur Diskussion | Von Andreas Gundelwein
- 14** Von kommenden Tagen
Ein Streifzug durch die Geschichte der Zukunft | Von Bernd Flessner
- 20** Ihre Meinung ist gefragt!
Interview mit Melanie Saverimuthu | Von Sabrina Landes
- 24** Technikideen für morgen
Drei besondere Objekte im Porträt | Von Jana Müller, Maike Schlegel,
Melanie Saverimuthu
-

MAGAZIN

- 30** Auf Kreuzfahrt mit einem Luftschiff
Der Salvinia-Effekt | Von Frank Odenthal
- 34** »Das hält mich lebendig!«
Ein Interview mit Jürgen Teichmann | Von Christian Rauch
- 36** Ein Wissenschaftler, der begeistert
Jürgen Teichmann zum 80. Geburtstag | Von Wegbegleitern
- 40** Museum im Netz
Digitale Projekte des Freundeskreises | Von Pauline Diebenbusch,
Nils Brodtka
- 42** Lesenswertes aus dem Deutschen Museum
Neuerscheinungen
- 46** Das Auto als Chauffeur
Selbstfahrender Neuzugang im Verkehrszentrum
- 47** Bewegte Kinderträume
Eine Sonderausstellung im Verkehrszentrum
- 48** 25 Jahre jung
Das Deutsche Museum Bonn erfindet sich neu
- 49** Hoffnung gegen Ebola
Ein besonderer Impfstoff für die Ausstellung Gesundheit
-

STANDARD

- 3** Editorial
- 50** Vorschau, Impressum





Ein neues Museum entsteht

Mitten in Nürnberg eröffnet im Jahr 2021 das Zukunftsmuseum. Besucherinnen und Besucher sind eingeladen, sich mit wissenschaftlichen und technischen Ideen und Trends kritisch auseinanderzusetzen, um Zukunft aktiv mitgestalten zu können. Von Andreas Gundelwein

Einen Durchmesser von drei Metern hat der Globus, auf den Satellitendaten in Echtzeit projiziert werden.



Im Frühjahr 2014 entstand die Idee, in Nürnberg eine Zweigstelle des Deutschen Museums zu errichten. Die Bayerische Staatsregierung signalisierte ihre Unterstützung im Rahmen der sogenannten Nord-Bayern-Initiative. Wie groß dieses Museum werden könnte oder sollte, wo genau es stehen würde – oder was die möglichen Themen, Inhalte und Exponate sein könnten, war zu diesem Zeitpunkt noch völlig unklar. Wir hatten die Chance, frei zu denken und etwas ganz Neues auszuprobieren. Diese Gelegenheit haben wir uns nicht nehmen lassen – und das hat in gewisser Weise auch Tradition im Deutschen Museum: Bei der Gründung des Stammhauses vor über 100 Jahren

Abbildungen: Heike Geigl

war es letztendlich ähnlich, ebenso beim Aufbau der »Flugwerft Schleißheim« (1992), der Einrichtung einer Außenstelle in Bonn (1995) oder der Gründung des Verkehrszentrums auf der Theresienhöhe (2003). Einhergehend mit der Gründung neuer Zweigstellen stand dabei immer die Anpassung an den wissenschaftlich-technischen, wie auch an den gesellschaftlichen Wandel im Fokus der Museumsarbeit. Jetzt, knapp sieben Jahre später, steht das neue Haus in Nürnberg mit einem innovativen Konzept. In wenigen Wochen öffnet es seine Pforten für die Besucher.

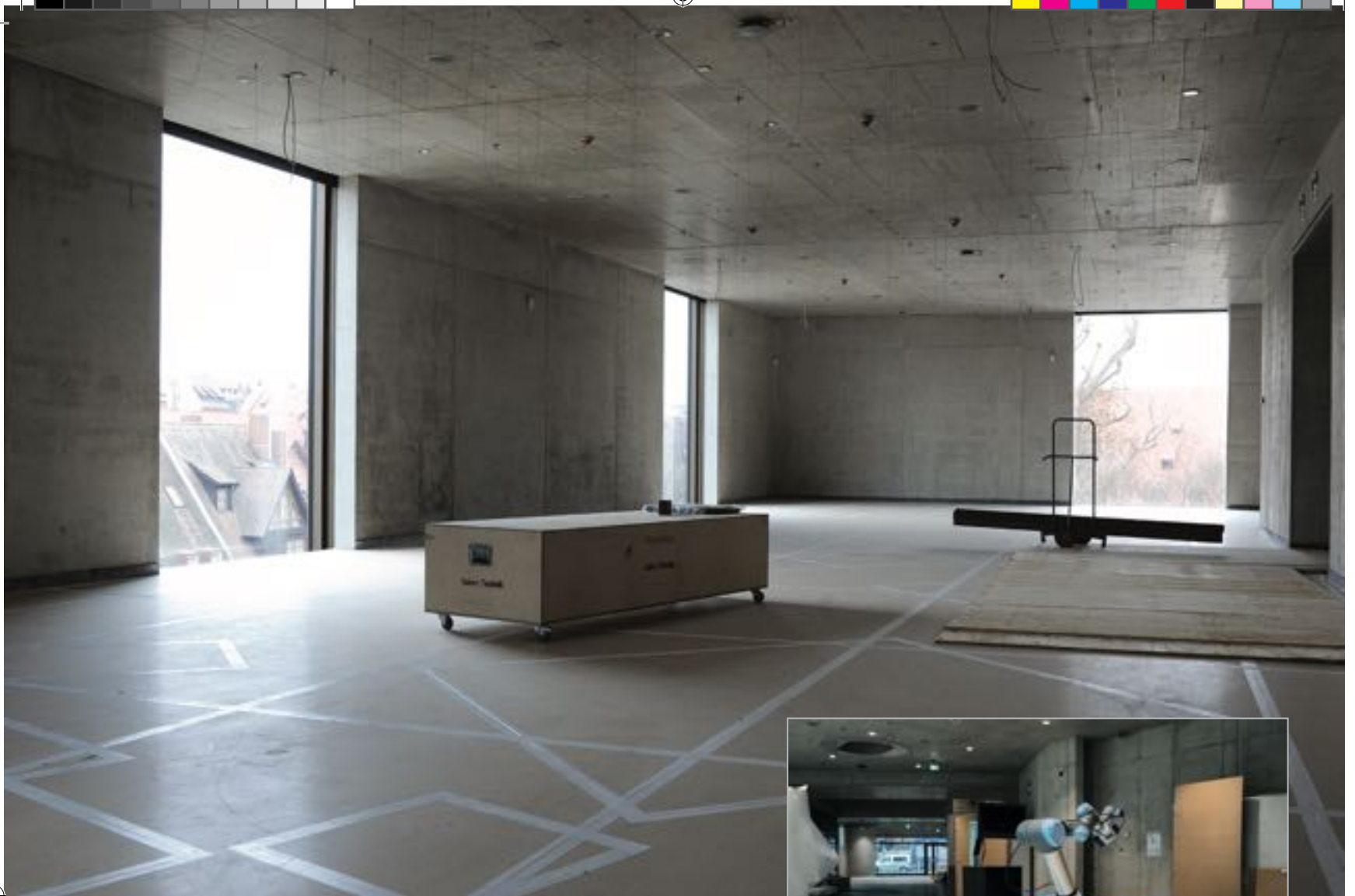
Die Grundlagen

Zunächst einmal galt es, ein paar Rahmendaten abzustecken: wie groß kann oder darf das neue Haus werden, was ist realistisch – und was ist finanzierbar. Hierzu wurden erste Überlegungen angestellt, die in ein sogenanntes Nutzerbedarfsprogramm flossen. Dabei waren die Ausstellungsräume ebenso zu berücksichtigen wie die gesamte Infrastruktur: Verkehrsflächen, Sanitärräume, Büros und Arbeitsplätze für die Mitarbeiter. Das klingt zunächst einmal nicht sonderlich spannend – ist aber Voraussetzung für alles Weitere und damit quasi »der Grundstein« des neuen Hauses. Nach rund einem Jahr standen die wesentlichen Eckdaten fest – das Haus sollte rund 5000 m² groß werden, für die reine Ausstellung ohne Gebäude wurde eine Realisierungszeit von gut fünf Jahren und Kosten von rund 19 Millionen Euro veranschlagt.

Blieb also noch die wohl wichtigste Frage zu klären: was soll in dem neuen Haus gezeigt werden? In München zeigt das Deutsche Museum an drei Standorten Technologie und Technikgeschichte für nahezu alle Gebiete der Natur- und Ingenieurwissenschaften. Die Zweigstelle Bonn konzentriert sich auf Technologien nach 1945. Damit blieb für Nürnberg vor allem ein bislang im Portfolio des Deutschen Museums nicht vorgesehener Bereich, nämlich die Technik der Zukunft!

»Faszinierend«, würde der Vulkanier Spock, Commander auf der USS Enterprise, an dieser Stelle vermutlich bemerken. Aber auch nicht wirklich einfach – immerhin »leben« Museen von ihren Objekten und Exponaten – und Objekte aus der Zukunft sind nur sehr schwierig zu bekommen! Doch bald zeichnete sich eine machbare Lösung ab: statt »fertiger« Objekte der Technikgeschichte würden wir im neuen ZUKUNFTSMUSEUM Prototypen aus den Laboratorien wissenschaftlicher Einrichtungen zeigen – und in guter Tradition des Deutschen Museums anhand von Experimenten erläutern, wie sie funktionieren!

Das alles hörte sich zu Beginn nach »Science Fiction« an, nahm aber von Tag zu Tag konkreter Gestalt an: Unter dem Motto »Science or Fiction« sollen realistische Zukunftstechnologien und -szenarien – eben die »Science-Seite« – in Bezug zu entsprechenden Zukunftsvisionen, bestehenden Utopien und Dystopien – der »Fiction-Seite« – gesetzt werden. Damit würde dieses Museum kein reines Technik-Museum mehr sein, sondern das weltweit erste und einzige »Museum der Technik-Ethik«!



Beim Fototermin im Januar 2021 waren die Ausstellungsräume noch ziemlich leer. Seither kamen jeden Tag neue Objekte und Ausstellungseinheiten dazu. Auf dem Bild unten sieht man die Besuchertribüne zwischen Erdgeschoß und 1. Stock.



Die Themen

»Die Welt der Zukunft« darstellen – das ist ein weites Feld. Zumal es ja nicht die »eine« Zukunft gibt, sondern vielmehr eine unendliche Anzahl möglicher, denkbarer, wahrscheinlicher oder wünschenswerter Zukünfte. Daher konnte das übergeordnete Motto des gesamten Hauses eigentlich nur sein, mögliche Trends und ihre denkbaren Folgen aufzuzeigen – und einzuladen, die Zukunft mitzugestalten. Dieses geschieht im ZUKUNFTSMUSEUM in insgesamt fünf Bereichen. Es beginnt im ersten Stockwerk mit den beiden Themenfeldern »Arbeit und Alltag« sowie »Körper und Geist«. Beide behandeln das persönliche Umfeld der Besucher. Im zweiten Stockwerk erweitert sich der Fokus in den beiden Themenfeldern »System Stadt« und »System Erde«. Im dritten Stockwerk schließlich geht es im Themenfeld »Zeit und Raum« um die ganz großen Fragen des Universums.

Eine Vielzahl von Prototypen und – möglicherweise – zukunftsweisenden Entwürfen zeigt ein breites Spektrum denkbarer Technik-Zukünfte. Hierzu gehören eine mit Hirnströmen lenkbare Carrera-Bahn, ein 3D-Drucker für organisches Material, mit dem einstmals vielleicht menschliche Ersatzorgane aus körpermitentischem Gewebe »gedruckt« werden könnten, ein riesiger »Staubsauger« für überschüssiges Kohlendioxid, eine Unterwasser-Farm, ein Quantencomputer, verschiedene Entwürfe für die Mobilität der Zukunft und, als einziges Objekt der Vergangenheit, dafür aber bereits welt-raumerprobt, die russische Raumkapsel Foton-1. Dazu kommen einige Highlights wie der riesige Globus mit drei Metern Durchmesser, auf den aktuelle Satellitendaten projiziert werden und das durch alle Stockwerke reichende Fallrohr, mit dem Besucher Experimente zur Schwerelosigkeit durchführen können. Beides sind eher Experimente als Exponate, sie gehören aber zweifellos zu den Highlights des neuen Hauses.

Vermittlung

Die Ausstellung steht, gegliedert in fünf Themenfelder, insgesamt unter dem Motto »Science or Fiction«: Während die »rationale« Science-Seite mögliche technische Entwicklungen der Zukunft anhand von Prototypen und zu den Technologien passenden Experimenten zeigt, stehen ihr auf der »emotionalen« Fiction-Seite inhaltlich passende Utopien und Dystopien aus Literatur und Film gegenüber, die das gesamte Spektrum möglicher, mit den jeweiligen Technikfeldern verbundener Erwartungen, Wünsche, aber auch Befürchtungen und Ängste aufzeigen. Im Rahmen eines Spiels werden Besucher hier auch mit Dilemmata konfrontiert, die mit der Nutzung oder auch Nicht-Nutzung von Technologien verbunden sind. Hier sind eigene Entscheidungen gefragt, hier kann die individuelle Idee von Zukunft gestaltet werden. Bei jeder Entscheidung spielen mögliche positive und negative Konsequenzen für das eigene Leben, aber auch für

die Gesellschaft insgesamt eine Rolle. Das ZUKUNFTSMUSEUM wird somit zu einem Museum der Technik-Ethik.

Vertieft können die verschiedenen Themen und Technologien in drei zugehörigen Laboren des Museums studiert werden. Ausgestattet mit modernstem Equipment bietet sich hier die Möglichkeit zum angeleiteten Selbststudium. Ein virtuelles Labor, das »Holodeck«, lädt Gruppen von Spielerinnen und Spielern zu einer Nutzung der »Zeitmaschine« und zu einem Besuch im Nürnberg des Jahres 2050 ein: Das ZUKUNFTSMUSEUM ist dort ein »Museum der Gegenwart«. Auf einem Secondhand-Trödelmarkt werden technische Gadgets der 2030er und 2040er Jahre verkauft. Die Spielerinnen und Spieler können gemeinsam verschiedene Gegenstände sammeln, studieren und für die noch notwendige »Eichung der Zeitmaschine« mit zurück in die Gegenwart nehmen.

Die Vermittlung erfolgt auf unterschiedlichen Wegen und Ebenen. Neben der Ebene der Sachinformationen gibt es eine zweite, unbewusster wirkende emotionale Ebene der Filmschnipsel und Textausschnitte, die nur für jeweils kurze Momente bestimmte Aspekte anreißen. Dieser Gesamteindruck wird

durch die Gestaltung zusätzlich unterstützt. Zudem erfolgt eine »Überwachung« der Besucher – zurückgelegte Wege werden dokumentiert, Emotionen festgehalten, an einer Stelle besteht die Möglichkeit zum Auslesen von Handy-Daten. Mit dieser »Überwachung« geht das Museum offen um, sie wird deutlich bereits beim Eintritt kommuniziert – und provoziert so über die gesamte Zeit des Besuchs. Am Ende erhalten die Besucher eine Auswertung der Daten, die während ihres Besuchs erfasst und offengelegt worden sind. Dadurch wird auf subtile Weise ein Eindruck vermittelt, was derzeit technisch möglich ist – und was von Fall zu Fall in anderen Ländern in Teilen auch bereits zum Einsatz kommt und zum Alltag gehört. Auch hier schließt sich wieder unweigerlich die Frage an, wie wir künftig mit diesen technischen Möglichkeiten umgehen wollen.

Das Design

Die Teilung der Ausstellung in »Science or Fiction« drückt sich auch in einer geteilten Raumstimmung aus: Auf der Science-Seite dominieren helle Farben, durchzogen von einem klaren Raster, das die scheinbare Sicherheit und Gewissheit, die Wissenschaft vermittelt, symbolisiert. Dieses klare Raster löst sich zur Fiction-Seite hin auf, wird unschärfer, die Farben werden dunkler. Immer wieder brechen Lufträume die auf den ersten Blick starre und nüchterne Atmosphäre des Hauses auf und ermöglichen neue Sichtweisen und Einblicke in andere Stockwerke und Themenfelder. Über LED-Textbänder im Forum laufen aktuelle Schlagzeilen zu neuesten Nachrichten aus Wissenschaft und Forschung. Sogenannte Kaleidoskope stimmen jeweils am Anfang mit kurz aufblitzenden und in hunderte Einzelprojektionen zerrissenen, inhaltlich passenden Filmse-

Auf einem virtuellen Secondhandmarkt werden technische Gadgets der 2030er und 2040er Jahre verkauft.



Noch hängen an der Wand die Renderings, auf denen genau eingezeichnet ist, wo welches Objekt platziert wird.

quenzen auf die Themenfelder ein. Gleiches leisten die Projektionen zwischen den Stockwerken am Haupttreppenhaus. Decken, Fußböden und Wände werden ebenso wie zum Teil Exponate zu Projektionsflächen unserer Zukunftsvisionen, alles ist Ausstellung.

Der Diskurs

Schon die Teilnahme am Spiel und die individuelle Entscheidung zum Einsatz möglicher Zukunftstechnologien bietet die Möglichkeit für eine direkte und intensive Interaktion zwischen Besuchern und Museum. Die im Rahmen des Spiels durch das Tracking der Besucher und durch systematische qualitative Besucherforschung gewonnenen Daten, bieten zudem ideale Möglichkeiten für eine Rückkopplung zu bestimmten Fragestellungen in Forschungsprojekte, deren Zwischenergebnisse und Prototypen im ZUKUNFTSMUSEUM präsentiert werden.

Darüber hinaus bietet sich die Möglichkeit für einen nochmals erweiterten direkten und bidirektionalen Dialog mit den Besucherinnen und Besuchern: Basierend auf den Dilemmata des Spiels wird mehrmals täglich zu einer Diskussion in das Forum eingeladen. Zu Beginn und am Ende der moderierten Diskussion gibt es Abstimmungen zu einzelnen Fragen und es werden jeweils auch auf der Besucherforschung basierende Aussagen zur Grundhaltung der Gesamtheit der Museumsbesucherinnen und -besucher präsentiert. Die zu diskutierenden Themen sind brisant, entsprechend intensive, kontroverse und spannende Debatten werden erwartet. Die Ergebnisse dieser Debatten fließen zurück in Forschung und Entwicklung.

Die Realisierung

Im Jahr 2016 wurde nach langem Suchen und Verhandeln mit dem Augustinerhof ein geeigneter Standort im Herzen Nürn-

bergs gefunden, wunderschön und zentral direkt neben dem Hauptmarkt an der Pegnitz gelegen. 2017 wurden hierzu die erforderlichen Verträge unterzeichnet und es begannen die Bauarbeiten. 2018 folgte die Grundsteinlegung, 2019 das Richtfest und Ende 2019 die Übergabe des Gebäudes an das Deutsche Museum, welches den Innenausbau in eigener Regie vornahm. Im Frühsommer 2021 können diese Arbeiten erfolgreich abgeschlossen und das neue Haus dem Publikum übergeben werden.

Das Museum Oskar von Millers verfolgte zur Zeit der Gründung insbesondere den Zweck, die historische Entwicklung der Naturwissenschaft, Technik und Industrie darzustellen und zu erforschen. Über die Jahrzehnte wurde diese Ausrichtung und der Bildungsauftrag des Hauses um die kulturelle Bedeutung dieser Entwicklung erweitert und mit einer Ergänzung der Präambel unserer Satzung im Jahr 1975 manifestiert. Heute vollzieht sich die Transformation des naturwissenschaftlich-technischen Museums zu einem Ort der offenen und kontroversen gesellschaftlichen Debatte über Technik und Technikfolgen für die Welt von morgen. Das ZUKUNFTSMUSEUM in Nürnberg als jüngstes Mitglied der Deutschen Museum-Familie unterstreicht die Fähigkeit des Deutschen Museums zu Wandel und Weiterentwicklung, ganz im Sinne seines Gründers Oskar von Miller. Es lotet mit seinem technisch-ethischen Ansatz, der nochmalig intensivierten Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen und den neuartigen Vermittlungs- und Dialogansätzen die Grenzen von Technikmuseen neu aus und kann sich mit den wenigen anderen Zukunftsmuseen weltweit messen. ■■



Dr. rer. nat. Andreas Gundelwein leitet seit 2014 den Bereich Ausstellungen und Sammlungen am Deutschen Museum.



Blick in den Fallversuchskanal.
Hier sollen verschiedene
Experimente durchgeführt
werden.



Ein Grundstein für neue Ideen

Im Frühjahr 2018 begann der Bau des neuen Museums. In diesem Jahr wird es eröffnet.

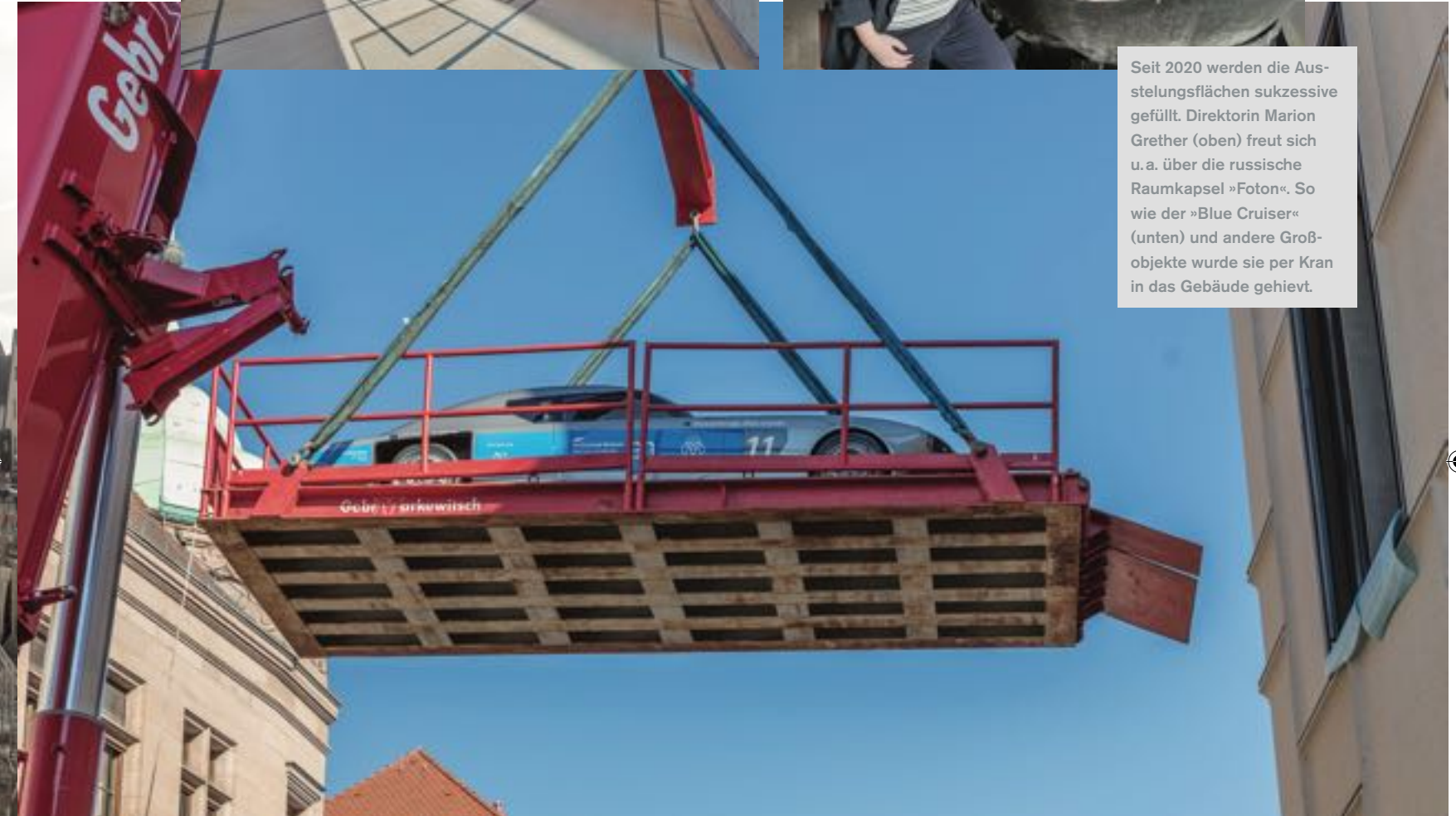


Gerade einmal ein halbes Jahr dauerte es, bis der Rohbau an der Pegnitz fertiggestellt war. Die Baugrube wurde 11 Meter tief ausgehoben, Mehr als 100 Handwerker verbauten 10 000 m³ Beton und 2777 Tonnen Stahl. Das fertige Gebäude hat eine Gesamtfläche von 5500 m², davon sind 2900 m² für die Ausstellungen reserviert. Mitte 2021 ist die Eröffnung geplant.





Seit 2020 werden die Ausstellungsflächen sukzessive gefüllt. Direktorin Marion Grether (oben) freut sich u. a. über die russische Raumkapsel »Foton«. So wie der »Blue Cruiser« (unten) und andere Großobjekte wurde sie per Kran in das Gebäude gehievt.



Das Team des Zukunftsmuseums (rechts) setzt Maßstäbe in Sachen Interaktivität. Vor allem junge Besucherinnen und Besucher sollen zum Experimentieren motiviert werden. Bis dahin warten die ersten Objekte geduldig und staubfrei verpackt (links).



Abbildungen: Deutsches Museum



Hochfliegende Träume hatte man schon 1784: Eine »Große Postkugel« für den Luftverkehr zwischen Europa und Indien beispielsweise. Die Radierung stammt von dem Naturwissenschaftler und Maler E. G. Robertson (1763–1837).

Von kommenden Tagen

Ein kleiner Streifzug durch die Geschichte der Zukunft und ihrer Erforschung.

Von Bernd Flessner

Die Zukunft ist allgegenwärtig. Wahlplakate verheißen eine goldene Zukunft, sofern man die entsprechende Partei wählt. Manche Politologen wännen die Zukunft in Asien, andere hingegen in Europa oder Afrika. Werbung preist das Auto der Zukunft an, während Zukunftspreise für Innovatives vergeben werden. Harald Lesch und Ranga Yogeshwar berichten regelmäßig über die Zukunft, in der Elon Musk längst angekommen zu sein scheint. Klimaforscher prognostizieren eine heiße Zukunft, während Evolutionsbiologen bereits das Ende der Zukunft avisieren.

Ohne Zukunft läuft heute nichts mehr. Lebten wir nach dem Zweiten Weltkrieg im Atomic Age, im Space Age und im Computer Age, so leben wir heute im Future Age. Was nicht das Prädikat zukunftsfähig oder zukunftsstauglich trägt, hat auf dem Markt kaum noch eine Chance. Die Zukunft ist zu einem mythischen Ort geworden, auf den sich unsere Hoffnungen und Ängste, unsere Ziele und unser Versagen konzentrieren. Dort spielt die Musik, in diesem Fall natürlich die Zukunftsmusik.

»Die Zukunft war früher auch besser.«

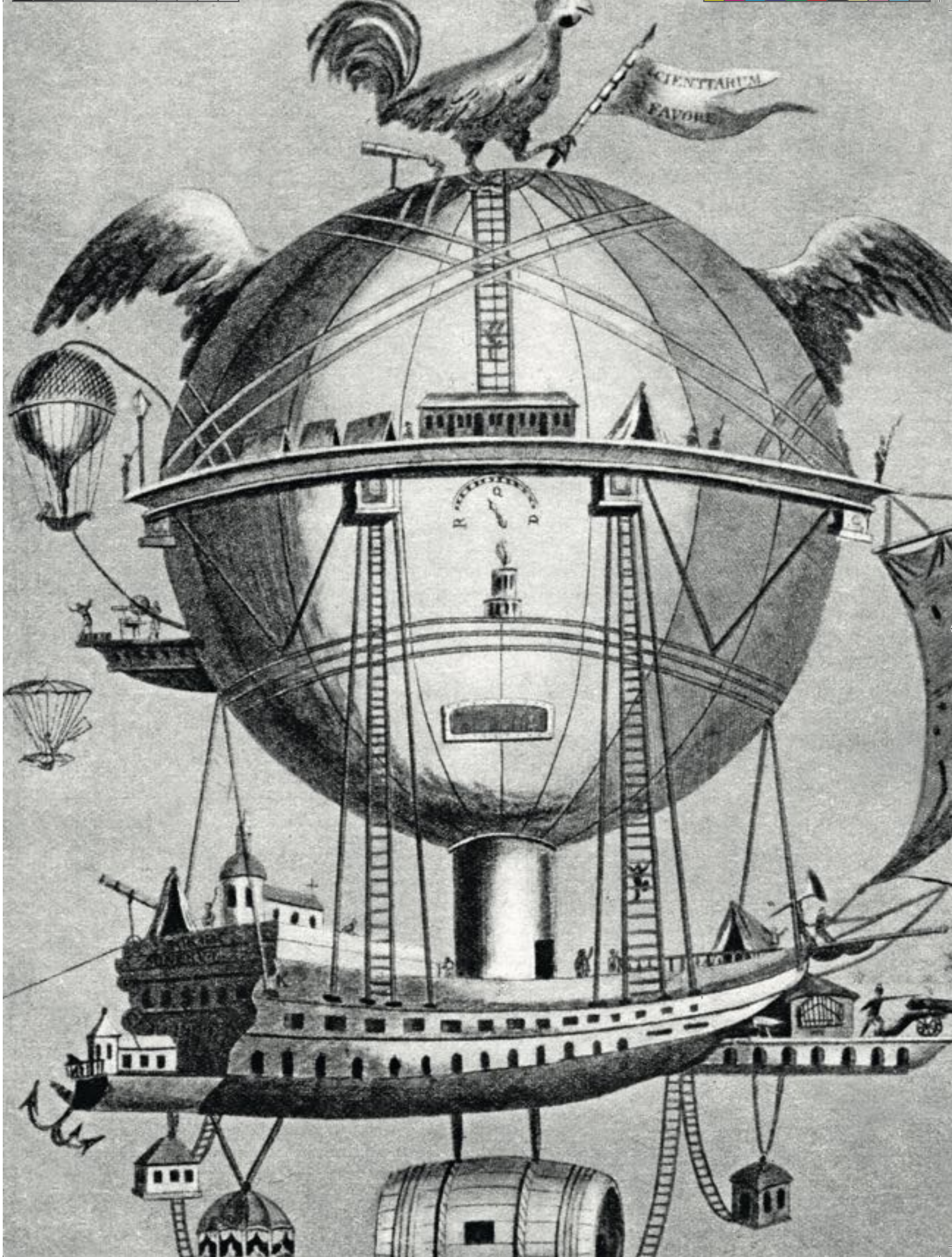
Diese bekannte Behauptung von Karl Valentin unterstellt, dass die heute vertrauten Zukunftsvorstellungen auch früher verbreitet waren, dass es also »die Zukunft« schon immer gegeben hat. Bei genauerer Betrachtung der Antike oder des Mittelalters stößt man auf ganz andere Vorstellungen von Raum und Zeit. Eine Art Zeitstrahl, der von der Vergangenheit über die Gegenwart bis in die Zukunft reicht, war bis zur Neuzeit unbekannt. Selbst die Vorstellung eines einheitlichen Raums war den Menschen nicht vertraut. Die Welt unterschied sich deutlich von der unseren.

Der vor uns liegende Zeitraum, den wir Zukunft nennen, war vor allem von alltäglicher Erfahrung geprägt, die über Generationen mündlich weitergegeben wurde. Und diese Erfah-

rung ließ Vergangenheit und Zukunft verschmelzen. »Denn das Leben der Menschen wurde in hohem Maße von kreisförmigen Prozessen bestimmt«, erläutert der Kulturhistoriker Lucian Hölscher. Geburt, Jugend, Alter und Tod wiederholten sich ebenso wie die Jahreszeit, wie Aussaat und Ernte. Der Sohn übernahm den Besitz und die Arbeit des Vaters und reichte beides später an seinen Sohn weiter. Die technologische, kulturelle und soziale Entwicklung vollzog sich derart langsam, dass sie für die kurze Lebensdauer von 25 Jahren bei Frauen und 32 Jahren bei Männern im Mittelalter nicht wahrgenommen werden konnte. Leben und Weltgeschehen waren Kontinuitäten, die unregelmäßig durch externe Ereignisse wie Epidemien und Kriege unterbrochen wurden. Für diese Diskontinuitäten wurden dann göttliche Entscheidungen, Launen oder Strafen verantwortlich gemacht. Ohnehin betrachteten die Menschen in der Antike wie im Mittelalter ihr Leben als von göttlichen Mächten vorbestimmt. Das Schicksal war nur in sehr geringem Ausmaß gestaltbar.

Umso interessierter waren die Menschen daran, etwas über ihr vorherbestimmtes Leben zu erfahren. Was hatten die Sterne, was hatten die Götter auf dem Olymp, was hatte der christliche Gott für jeden Einzelnen vorgesehen? Da ein unmittelbarer Kontakt zu den Schicksalslenkern nicht möglich war, wurden mittelbare Wege gewählt, also nach Zeichen gesucht. Es wurden regelmäßige und unregelmäßige Erscheinungen gedeutet oder Horoskope erstellt. Der Flug der Vögel, die Form gegossenen Bleis, die Position der Sterne und Planeten am Himmel, das Auftauchen von Kometen, die Lage auf den Boden geworfener Knochen, die Beschaffenheit der Leber von Opfertieren und unzählige andere Phänomene sollten Auskunft über das Schicksal geben. Die Wahrsagekünste blühten, denn die Menschen wollten Gewissheit.

Neben den vielen Amateuren auf diesem Gebiet, die in jedem Dorf anzutreffen waren, gab es natürlich auch die Pro-



fis, allen voran die Hohepriesterin Pythia, die im Orakel von Delphi über viele Jahrhunderte hinweg fragenden Menschen den Willen der Götter vermittelte. In der frühen Neuzeit verfasste Nostradamus (1503–1566) seine jährlichen Almanache, deren vieldeutige Prophezeiungen ihn berühmt machten. Noch lebten viele Menschen in einer animistischen Welt, in der jedes Objekt eine Art Eigenleben führte und Einfluss ausüben konnte. Bis zur Aufklärung prägten nicht nur religiöse, sondern auch magische Vorstellungen das karge Bild der Zukunft.

Bleibt noch das große Ganze, an dessen Anfang die Schöpfung und an dessen Ende der Weltuntergang stand, das *Finis mundi*. Schöpfungsmythos und Untergangmythos bildeten eine Einheit. Der Tod hingegen war nicht unbedingt das Ende, denn auf das Leben folgte das Jenseits, in welcher Form auch immer. Die Religionen machen da verschiedene Angebote. Für die Christen stehen das Jüngste Gericht und die Wiederkunft Christi an. Im Spätmittelalter wuchs die Überzeugung, dem Ende der Welt nahe zu sein. Kein Geringerer als Martin Luther (1483–1546) teilte diese Einschätzung. Von den heutigen Zukunftsvorstellungen waren die Menschen weit entfernt.

Beschleunigter Wirklichkeitswandel

Doch in der beginnenden Neuzeit, vor allem jedoch in der Epoche der Aufklärung, ändert sich das Bild der Zukunft langsam. Die Erfindung des Buchdrucks durch Johannes Gutenberg (1400–1468) führt zu einer Medienrevolution, die zugleich eine Bildungsrevolution ist, denn Wissen steht nun immer mehr Menschen zur Verfügung. Noch dazu wird mehr Wissen denn je generiert, werden Ideen geboren und Vorstellungen revidiert. Der bislang kaum oder gar nicht wahrnehmbare Wandel wird nun allmählich spürbar, die Welt gerät in Bewegung, nicht zuletzt, weil europäische Seefahrer sie erforschen und erobern. Getrieben und begleitet werden die Expeditionen von Fragen, die auf die Zukunft gerichtet sind: Was werden wir an den fremden Gestaden vorfinden? Welche Gewinne werden wir dort erzielen? Zu welchen Erkenntnissen werden wir dort gelangen?

Die Fragen sind nicht gänzlich neu, doch diesmal sind es wortwörtlich globale Fragen, die zunehmend einen bislang unbekanntem Möglichkeitsraum eröffnen. Das schlägt sich auch in der Literatur nieder. Der Engländer Thomas Morus (1478–1535) veröffentlicht 1516 den Dialogroman *Vom besten Zustand des Staates und der neuen Insel Utopia*. Das Werk kritisiert den englischen Staat anhand eines Gegenentwurfs, situiert auf einer fernen Insel. Dieser so ganz andere Staat, eine Republik, in der Geld unbekannt ist und Religionsfreiheit herrscht, so lautet die Botschaft, ist tatsächlich möglich. Die Insel Utopia ist zwar in der Gegenwart angesiedelt, weshalb diese Art der Utopie auch Insel- oder Raumutopie genannt wird, die darin angelegte Option eines sozialen und politischen Wandels bezieht sich jedoch auf die Zukunft. Die genannte Botschaft muss also um den Zusatz »eines fernen Tages« ergänzt werden.

Zahlreiche andere Utopien folgen, darunter etwa *Nova Atlantidis*, des Engländers Francis Bacon (1561–1626), posthum

1627 veröffentlicht. Das Zentrum seiner Utopie ist das Haus Salomon, eine wissenschaftliche Einrichtung. Der dortige Leiter erklärt seinem Besucher das Ziel: »Der Zweck unserer Gründung ist die Erkenntnis der Ursachen und Bewegungen sowie der verborgenen Kräfte in der Natur und die Erweiterung der menschlichen Herrschaft bis an die Grenzen des überhaupt Möglichen.« Auf die Erforschung der Welt folgt deren Beherrschung, sofern sich Erforschen und Herrschen überhaupt trennen lassen. Gleichzeitig deutet Bacon die Gestaltbarkeit der Welt an, die nicht länger Spielball höherer Mächte ist.

Im 18. Jahrhundert stößt das Konzept der Utopie an seine Grenzen, denn der generelle Wandel nimmt weiter Fahrt auf. Während ein utopischer Roman entsteht, kann sich die Welt derart ändern, dass der Gegenentwurf seinen Sinn verliert. Außerdem verliert die Welt immer mehr weiße Flecken und somit die Möglichkeit, utopische Inseln geschickt zu positionieren. Die Lösung dieses Dilemmas erinnert der Franzose Louis-Sébastien Mercier (1740–1814), ein Teilnehmer der Französischen Revolution. Er verlässt die Gegenwart und verlegt seinen Gegenentwurf in die Zukunft. Die geheimnisvolle Insel ist nicht mehr erforderlich, sein Besucher, sein Reisender bleibt einfach in seiner Heimatstadt Paris. Er reist also nicht mehr durch den Raum, wie seine zahlreichen Vorgänger, sondern durch die Zeit. *Das Jahr 2440: ein Traum aller Träume* erscheint 1771 und wird auch in Deutschland ein großer Erfolg. Der Protagonist verfällt in einen ungewöhnlich tiefen Schlaf und erwacht 2440, um ein vollständig verändertes Paris vorzufinden, ein modernes, aufgeklärtes Paris, dessen Bürger allesamt hochgebildet sind.

Merciers Gegenentwurf unterscheidet sich deutlich von seinen Vorgängern. »Gegenüber älteren Zeitordnungen, insbesondere naturzyklischen und eschatologischen, denen die Vorstellung einer offenen Zeit unbekannt war, verstanden die prognostischen Zeitentwürfe des ausgehenden 18. Jahrhunderts Zeit als eine gestaltbare Größe«, erläutert die Marburger Germanistin Hania Siebenpfeifer. Die Zukunft wird zum Teil der Geschichte, die von den Menschen gestaltet werden kann. Nicht ohne Grund wird daher Mercier auch als einer der maßgeblichen Wegbereiter des heutigen Zukunftsverständnisses bezeichnet. Das Weltgeschehen wird nicht mehr als permanente Wiederholung des Bekannten gesehen. Stattdessen setzt sich die von der Aufklärung geprägte Vorstellung von Entwicklung und Fortschritt durch.

Die Welt dreht sich zunehmend schneller. Der Philosoph Odo Marquard spricht von »der beschleunigten Schnelligkeit des modernen Wirklichkeitswandels«, den auch die Autoren spüren. Schickte Mercier seinen Zeitreisen noch 669 Jahre in die Zukunft, um ein fortschrittliches Paris zu erleben, so reichen Jules Verne (1828–1905) 97 Jahre, um in einem technisch modernen Paris zu landen. Sein Roman *Paris im 20. Jahrhundert* entsteht 1863 und spielt 1960. Konzeptionell folgt er vage Mercier, nur ist sein Paris eine dystopische Stadt, gerade weil der technische Fortschritt triumphiert. Die von Francis Bacon geforderte Erweiterung der menschlichen Herrschaft schließt diesen bei Verne mit ein. Die Zukunft ist auch bei ihm von

Menschen gestaltet; Autos, Schnellzüge und moderne Kommunikation inklusive. Der Mensch selbst muss sich nun allerdings seinen zahllosen Erfindungen unterordnen, sich mit ihnen arrangieren, um zu überleben.

Der expandierende Möglichkeitsraum

Im 19. Jahrhundert wird der Wirklichkeitswandel immer sichtbarer und braucht nicht mehr viele Generationen. Die Erfahrungen von Eltern und Großeltern verlieren an Relevanz, während die wissenschaftlich-technisch-industrielle Entwicklung die Welt umbaut. Mit jedem neuen Ziel, jeder Planung und jedem neuen Projekt verlässt der Mensch die Gegenwart und rückt die Zukunft in den Fokus, die nun endgültig als historischer Zeitraum vor der Gegenwart liegt. Die Zukunft wird nicht als unendlich fern gedacht, sondern als Zeit, die sich mit etwas Glück noch erleben lässt. Für Kinder und Enkel liegt sie ohnehin in Reichweite. Der Mensch mutiert zum Zeitreisenden.

Dank Jules Verne, Herbert George Wells (1866–1946), Kurd Laßwitz (1848–1910) und anderen entsteht eine neue literarische Gattung, die Sciencefiction. Da sie mögliche Entwicklungen vorwegnimmt, spricht Umberto Eco von »Antizipationsromanen«. Sie liefern ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts kontinuierlich Zukunftsbilder, die einen immer größer werdenden Möglichkeitsraum illustrieren. Erst im 20. Jahrhundert wird nicht zuletzt aufgrund dieses Möglichkeitsraums deutlich, dass der Begriff »die Zukunft« ein unzutreffender ist, denn er unterstellt eine mehr oder weniger lineare, eine determinierte Entwicklung. Der naturwissenschaftliche Fortschritt widerspricht dem Begriff ebenfalls, denn Darwins Evolutionstheorie, Einsteins Relativitätstheorien oder Heisenbergs Quantenphysik lassen nur eine offene Zukunft zu, die auch noch von Zufällen mitbestimmt wird. Die »eine« Zukunft als logische und unausweichliche Fortsetzung der Gegenwart gibt es nicht.

Aber kann man dennoch fundierte, nichtliterarische Aussagen über diesen vor uns liegenden Möglichkeitsraum machen? Städteplaner und Experten aller Art bemühen sich ab Ende des 19. Jahrhunderts darum. Treiber sind die explodierenden Städte und deren Infrastruktur, die langfristige Planungen erforderlich machen. Der österreichische Journalist Arthur Brehmer (1858–1923) befragt 1909 eine Reihe von Experten und veröffentlicht die Antworten in dem Buch *Die Welt in 100 Jahren*. Es ist eines der ersten Werke dieser Art und ein früher Versuch von Zukunftsforschung. Die Ergebnisse sind auch heute noch überraschend. Während sich politische oder soziale Prognosen weitgehend als falsch erweisen, liegen die technischen meist richtig. So sagt der Amerikaner Robert Sloss das mobile »Taschentelefon« voraus, das global einsetzbar ist und auch Bilder und Clips übertragen kann. Der Benutzer »wird gesehen werden in jeder, auch in der feinsten seiner Bewegungen.« Ein absoluter Volltreffer. Die Zeitgenossen schütteln die Köpfe, vor allem die Physiker.

Ansonsten liegen die Sciencefiction-Autoren regelmäßig vorne. Schon um die Jahrhundertwende schildern Kurd Laßwitz, Friedrich Thieme und andere Autoren technisch realisier-

te, virtuelle Realitäten. Der Engländer Edward Morgan Forster (1879–1970) beschreibt in der 1909 erschienen Erzählung *Die Maschine steht still* das Internet, in dem die sozialen Medien boomen. Ihre Nutzung ist die Hauptbeschäftigung der Menschen, Videotelefonie inklusive. Herbert George Wells erfindet 1914 für seinen Roman *Befreite Welt* die Atombombe inklusive des Begriffs, der später von den realen Entwicklern übernommen wird. Die Atombombe steht auch im Zentrum des Romans *Krakatit*, geschrieben 1924 von dem Tschechen Karel Čapek (1890–1938). Bekannt wird dessen Theaterstück *R.U.R. – Rossum's Universal Robots* von 1920, für das sein Bruder Josef den Begriff Roboter erfindet.

Unvermittelt kommt die Zukunft mit überwältigenden Bildern ins Kino. Besonders beeindruckend fällt der Roboter aus, der sich fest ins kollektive Gedächtnis einprägt. Fritz Lang (1890–1976) bringt 1927 mit *Metropolis* den ersten abendfüllenden Sciencefiction-Film auf die Leinwand und befeuert die Zukunftsdiskurse nachhaltig. Könnte so unsere Zukunft aussehen? Der Nürnberger Ludwig Friedrich Dexheimer (1891–1966), veröffentlichte 1930 unter dem Pseudonym Ri Tokko den Roman *Das Automatenzeitalter*, in dem umfassend die Nanotechnologie erörtert wird. Selbstverständlich arbeitet die Industrie ökologisch, die Häuser sind wärmeisoliert, die Kommunikationstechnologie auf höchstem Niveau. Auch an einen Jurassic Park hat er gedacht, zwölf Jahre vor der Geburt von Michael Crichton (1942–2008). Der gebürtige Luxemburger und Wahlamerikaner Hugo Gernsback (1884–1967) schildert in seinem Roman *Ralph 124C 41+*, erschienen 1911, eine Welt, in der sich Elektromobilität längst durchgesetzt hat. Die Versorgung erfolgt über Photovoltaikanlagen, die den heutigen zum Verwechseln ähnlich sehen.

Und dies ist nur eine bescheidene Auswahl an sogenannten implizierten Prognosen, die die Autoren zu Beginn des 20. Jahrhunderts zu bieten haben. Die Raumfahrt fehlt in dieser Aufzählung, denn sie ist in der Sciencefiction längst Alltagstechnologie. Die bekannten Raumfahrtpioniere von Konstantin Ziolkowski (1857–1935) bis Wernher von Braun (1912–1977) berufen sich auf Vernes Mondflugromane als Auslöser ihrer Forschung. Ansonsten reagiert die Wissenschaft mit Skepsis auf den erweiterten Möglichkeitsraum der Autoren. Sie sehen auf den wesentlich kleineren Wahrscheinlichkeitsraum, der durch die Wahrscheinlichkeitsrechnung und ihrer Erfahrungen definiert wird. So warnen etwa führende Astronomen wie Sir Harold Spencer Jones (1890–1960) oder geniale Konstrukteure wie Lee De Forest (1873–1961) nach dem Sputnik-Erfolg der Sowjetunion 1957 vor dem Glauben, der Mensch könne jemals auf dem Mond landen. Das sei, schreibt De Forest, weiter nichts als ein »wilder Traum von Jules Verne«.

Die Zukunft hat schon begonnen

Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts beginnt mit gleich drei zukunftsrelevanten und durch den Zweiten Weltkrieg forcier- ten Erfindungen, der Kernspaltung, der weltraumtauglichen

Rakete und dem Computer. Der Krieg hat aber auch den Blick auf die Zukunft geschärft, hat der Frage nach dem Morgen noch mehr Gewicht verliehen. Auf der militärischen Seite geht ab Ende der 1940er Jahre die RAND Corporation an den Start, wobei RAND für »research and development« steht. Im Zentrum des Thinktanks stehen Planspiele, die mögliche Aktionen der Sowjets antizipieren sollen. Aus den Planspielen entwickelt sich die Szenario-Methode, heute die wichtigste Methode der Zukunftsforschung. Maßgeblicher Protagonist ist der Physiker Herman Kahn (1922–1983), für den der »american way of life« das definitive Modell für die Zukunft darstellt, und der einen Atomkrieg für sinnvoll hält.

Auf ziviler Seite erfindet der deutschstämmige Ossip Kurt Flechthelm (1909–1998) als Emigrant in den USA den Begriff Futurologie. Der Freund des Sciencefiction-Autors Isaac Asimov (1920–1992) sieht die Zukunftsforschung als Plädoyer für die Demokratie und gegen die Planwirtschaft der Sowjets, aber auch gegen die Technokratie des Westens gerichtet. Ein weiterer Pionier der Zukunftsforschung ist der Berliner Robert Jungk (1913–1994). Auch er muss vor den Nazis fliehen und bereist intensiv die USA. Das Ergebnis seiner Recherchen fasst er 1952 in dem Buch *Die Zukunft hat schon begonnen* zusammen, das die technologische Entwicklung kritisch reflektiert. Allein der Titel bringt die weitere Beschleunigung des Wandels zum Ausdruck. Die Zukunft ist endgültig zum Teil unserer Gegenwart geworden, die historische Distanz schwindet.

Ein weiterer Pionier der Zukunftsforschung ist der englische Philosoph Bernard Mayo (1921–2000), der 1968 sein Essay *Traces and Portents* veröffentlicht. Portents sind nicht unbedingt leicht erkennbare Indizien, die auf zukünftige Entwicklungen hinweisen. Die Suche nach diesen Portents, diesen Spuren aus der Zukunft, ist eine weitere Methode der Zukunftsforschung geworden wie etwa auch die Delphi-Studie, die differenzierte Expertenbefragung. Letztendlich dominiert ein Methodenpluralismus, in dem die Prognostik nur eine untergeordnete Rolle spielt. Denn sie konserviert nach wie vor den alten Determinismus und bezieht sich auf die eine Zukunft. Die es nicht gibt, denn die Entwicklung wird bestimmt von Kontingenzen (Zufällen) und Emergenzen (neuartigen, unvorhersehbaren Eigenschaften und Zuständen), von Diskontinuitäten und Disruptionen.

Selbst auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung ist kein Verlass, wie die italienische Soziologin Elena Esposito erklärt: »Wahrscheinlichkeiten lassen sich berechnen, man kann auf ihrer Grundlage Prognosen erstellen. Dabei ist jedoch vollkommen klar, dass es sich um reine Fiktionen handelt, denn die zukünftigen Gegenwarten werden nicht mehr oder weniger wahrscheinlich sein, sie werden sich nicht zu 40 oder 75 Prozent verwirklichen, sondern genau so, wie sie sein werden. [...] Die Dinge entwickeln sich völlig unabhängig von allen Prognosen. So sehr man sich auch müht, die Zukunft zu errechnen und der Zufälligkeit zu entziehen, man kann nie sicher sein, dass die fiktiven Vorhersagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung tatsächlich eintreten werden.«

Die moderne Zukunftsforschung aber, wie sie auch an deutschen Universitäten betrieben wird, geht von der Offenheit der Zukunft aus und verwendet daher den Plural. Es geht also um mögliche Zukünfte, die mit Hilfe von Szenarien beschrieben und gestaltet werden können. Fundierte Szenarien liefern Orientierungswissen, liefern Modelle möglicher Zukünfte, mit denen Entwickler, Planer, Gestalter, Unternehmen, Politiker und die Gesellschaft arbeiten können. Nicht mehr, aber auch nicht weniger. Die Zukunft ist zwar offen, aber dennoch lassen sich mithilfe von fundierten Szenarien Aussagen über sie machen, die einen Sinn ergeben, die als Warnung dienen oder sich für wünschenswerte Zukünfte engagieren. Es geht um den Klimawandel, um Pandemien, um die drohende Zerstörung unserer Lebensgrundlagen und um die Optionen, negative Tendenzen in positive zu verwandeln. Es geht um Robotik und Künstliche Intelligenz, um die Besiedlung von Mond und Mars, es geht darum, wie wir im 21. Jahrhundert leben und arbeiten wollen. Somit sollen die Szenarien der Zukunftsforschung auch einen Beitrag zu unseren Zukunftsdiskursen leisten und Orientierungen aufzeigen. Und die brauchen wir – die Zukunft ist nämlich schneller unterwegs denn je. ■■

Zum Weiterlesen

Arthur Brehmer, *Die Welt in 100 Jahren* (1910). Hildesheim / Zürich / New York 2010

Umberto Eco, *Die Welten der Science Fiction*. In: Ders., *Über Spiegel und andere Phänomene*. München 1988

Elena Esposito, *Die Fiktion der wahrscheinlichen Realität*. Frankfurt a. M. 2007

Bernd Flessner, *Cyberspace im Kaiserreich. Vier Phasen der Diffusion einer neuen Technologie*. In: Jean-Marie Valentin (Hrsg.), *Akten des XI. Internationalen Germanistenkongresses Paris 2005. »Germanistik im Konflikt der Kulturen«*, Bd. 7 (Bild, Rede, Schrift). Bern / Berlin / Bruxelles / Frankfurt a.M. / New York / Oxford / Wien 2008

Bernd Flessner, *Implizierte Prognosen. Anmerkungen zum Verhältnis von Möglichkeits- und Wahrscheinlichkeitsraum in Science Fiction und Wissenschaft*. In: Michael Jungert / Andreas Frewer / Erasmus Mayr (Hrsg.): *Wissenschaftsreflexion. Interdisziplinäre Perspektiven zwischen Philosophie und Praxis*. Paderborn 2020

Lucian Hölscher, *Die Entdeckung der Zukunft*. Göttingen 2016

Reinhart Koselleck, *Die Verzeitlichung der Utopie*. In: Wilhelm Voßkamp (Hrsg.), *Utopieforschung. Interdisziplinäre Studien zur neuzeitlichen Utopie*. Bd. III. Stuttgart 1982

Hania Siebenpfeiffer, *Die Erfindung der Zukunft. Vergangene und gegenwärtige Zukünfte um 1800 und 1900*. In: *DIEGESIS. Interdisziplinäres E-Journal für Erzählforschung/Interdisciplinary E-Journal for Narrative Research* 9.1 (2020)



Dr. Bernd Flessner, Zukunftsforscher, Wissenschaftsjournalist und Buchautor, lehrt am Zentralinstitut für angewandte Ethik und Wissenschaftskommunikation der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.



Zwölf »Freunde« für das Zukunftsmuseum: (vorne) Constanze Oschmann, (1. Reihe von links) Julia Bangerth, Dieter Kempf und Wolfgang M. Heckl mit Gründungsurkunde, Yasmin Schmelzer. (2. Reihe von links) Gunther Oschmann, Ruth Beugel, Gerd Schmelzer, Alexander Brochier, (3. Reihe von links) Notar Axel Adrian, Wolfgang Graf zu Castell-Castell, Nicole de Boer.

Ein Museum ohne Freunde ist möglich aber sinnlos!

Prominente Unterstützerinnen und Unterstützer haben im Juli 2020 einen Freundeskreis für das Deutsche Museum Nürnberg gegründet.

Vorsitzender der Fördervereins ist BDI-Präsident Dieter Kempf, seine Stellvertreterin Julia Bangerth (Vorstandsmitglied bei der DATEVeG). Alexander Brochier von der Brochier-Gruppe ist ebenfalls stellvertretender Vorsitzender, Schatzmeister ist Wolfgang Graf zu Castell-Castell. Zu den Gründungsmitgliedern gehören der Verleger Gunther Oschmann, Gerd Schmelzer von der alpha Gruppe, Nicole de Boer von »Bayern Innovativ«, Geschäftsführerin Ruth Beugel, Yasmin Schmelzer und Michael und Constanze Oschmann. Auch Wolfgang M. Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums ist Mitglied des Vereins. »Wir sind sehr dankbar, eine so prominent besetzte Runde für die Unterstützung des Deutschen Museums Nürnberg gewonnen zu haben«, sagt Wolfgang M. Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums – und ergänzt in Anlehnung an Lorient: »Ein Museum ohne Freunde ist zwar möglich, aber sinnlos.« Es gehe ja nicht nur um eine finanzielle Förderung, sondern auch um den inhaltlichen Input und die Ideen, die man von seinen Freunden bekommt, die zur Vielfalt und damit zur Lebendigkeit des Hauses beitragen.

Und dafür will sich der neue Verein nachhaltig einsetzen. Vorsitzender Dieter Kempf erklärt: »Wir wollen das Museum ideell und finanziell unterstützen – zum Beispiel auch bei der Einwerbung von neuen Exponaten, aber auch bei der Bildungsarbeit, gerade für Schüler und Jugendliche.«

Anzeige

www.ueberreiter.de

Wir kümmern uns um dich bis zu deinem Abitur.

JETZT ANMELDEN!

INFOABEND
06. MAI 2021
18:30 Uhr, Pariser Str. 30
Coronabedingt evtl. Online-Infoabend unter www.ueberreiter.de

- Aufnahmegespräch statt Notenschnitt
- Intensive Hausaufgabenbetreuung
- Sportklassen von der 5. bis zur 7.
- Aufnahme während des Schuljahres möglich – auch für Realschüler

Staatlich genehmigtes Ganztagsgymnasium
DR. FLORIAN ÜBERREITER
PRIVATGYMNASIUM

www.obermenzinger.de

Entspannt in einer guten Atmosphäre lernen.

JETZT ANMELDEN!

UNTERRICHT AUF DEUTSCH ODER BILINGUAL

- Zwei-Pädagogen-Prinzip
- Wirtschaftswissenschaftlicher Zweig ab 8. Klasse
- ABiplus® – Berufsausbildung parallel zum Abitur
- Individuelle Förderung in familiärer Atmosphäre

Staatlich anerkanntes Ganztagsgymnasium
OBERMENZINGER
GYMNASIUM

ZWEI EINRICHTUNGEN DER MÜNCHNER SCHULSTIFTUNG ERNST v. BORRIES



Ihre Meinung ist gefragt!

Das Zukunftsmuseum startet mit einem jungen Team und lädt seine Besucher zu Debatten ein. Die kuratorische Leiterin Melanie Saverimuthu erläutert das Konzept des Hauses. Das Gespräch führte Sabrina Landes. Fotos: Heike Geigl

Die Zukunft im Museum – das klingt zunächst einmal ziemlich ungewöhnlich. Wie zeigt man, was es noch nicht gibt?

In der neuen Zweigstelle des Deutschen Museum werden Visionen präsentiert, die an der Grenze zwischen Wissenschaft und Fiktion stehen. Dort werden sogenannte Zukunftstechnologien, Technologien die mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Einfluss auf das Leben von Morgen haben, utopischen und dystopischen Visionen aus der Sciencefiction gegenübergestellt. Durch diese Gegenüberstellung entsteht ein einzigartiges Spannungsfeld aus provokanten Fragen und herausfordernden interaktiven Stationen in der Ausstellung, welche die Besucher zum Nachdenken anregen sollen. Zugleich bietet das Spannungsfeld zwischen Science und Fiction die Möglichkeit, Stellung zu be-

ziehen, eigene Standpunkte zu entwickeln oder zu überdenken sowie gemeinsam zu diskutieren.

Das klingt nach einem sehr ambitionierten Vorhaben: Die Zukunft der Erde und der Menschheit auf 2900 m² gepackt.

Wir haben uns ganz klein gemacht und die ganze Welt genommen ... (lacht): Der Übersichtlichkeit halber konzentrieren wir uns auf fünf große Themenfelder. Wir beginnen beim unmittelbaren Lebensumfeld: Arbeit und Alltag, gehen weiter über »Körper und Geist« zum »Urbanen Leben«. Anschließend weiten wir den Blick auf das »System Erde« und abschließend auf »Raum und Zeit«. Wobei wir hier jeweils die Highlights bzw. aktuellen Fragestellungen fokussieren: Digitalisierung, Robotik, künstliche Intelligenz, Datenschutz und Überwachung werden

beispielsweise ein großer Bereich sein. Aber auch Medizintechnik, Selbstcontrolling und Biotechnologie. Oder das menschliche Gehirn: Über dessen Funktion wissen wir immer noch erstaunlich wenig. Die Neurowissenschaften sind ein extrem spannender Forschungsbereich der Zukunft.

Wir betrachten die Stadt als zentralen und äußerst komplexen Lebensraum: Wie schaffen wir Städte und Mobilitätsräume, die für Mensch und Natur gleichermaßen wertvoll sind. Im Themenbereich »System Erde« werden wir Fragen der globalen Ernährung, Energieversorgung oder des Umweltschutzes aufgreifen. Geoengineering, Laborfleisch oder Energie Streaming sind konkrete Stichpunkte.

Und unsere Zukunft im Weltall? Thema so vieler Science-fiction Erzählungen?

Für diesen Bereich wird heute die große Photonkapsel geliefert! In dem Bereich »Raum und Zeit« beschäftigen wir uns mit unserem Blick auf das Weltall und fragen: »Was wollen wir da draußen, was machen wir da, wie weit kommen wir? Könnten wir als Menschen dort überleben?

Im Deutschen Museum in München erzählen Exponate die Geschichte von Naturwissenschaft und Technik. Didaktische Ausstellungseinheiten erklären Zusammenhänge und vertiefen Wissen. Welche Exponate gibt es in einem Zukunftsmuseum?

Unsere fünf Themenfelder werfen Schlaglichter auf aktuelle Forschungstrends. Exponatetechnisch orientieren wir uns daher an Forschungseinrichtungen. Wir zeigen Prototypen aus Werkstätten und Laboren. Grundsätzlich aber haben wir die Ausstellungen von der Storyline her gedacht – nicht ausgehend vom Exponat. Wir fragen nach den Trends und Themen und schauen, was dazu in den Forschungsstätten und Thinktanks vorhanden ist. Manchmal gerät dadurch dann auch ein spezielles Exponat in den Fokus – grundsätzlich aber steht das Thema im Mittelpunkt.

Die Erkenntnisse und Entwicklungen in Wissenschaft und Technik entwickeln sich in rasanter Geschwindigkeit weiter. Was heute gilt, kann morgen schon verworfen sein. Kann ein »Museum« hier mithalten?

Selbstverständlich sind wir ein Ausstellungshaus, und eine gewisse Behändigkeit liegt einfach schon im Begriff. Aus diesem Grund haben wir eine sehr agile, modulare Form der Ausstellungsgestaltung gewählt. Wir können einzelne Bereiche jederzeit umbauen und an neue Themen anpassen. So rasend schnell – wie es einem Medien oder Firmen gerne vermitteln – werden Entwicklungen allerdings nicht realisiert. Man hat da schon eine gewisse Zeit, mitzuziehen und mitzuagieren. Gerade die zukunftsweisenden Projekte, beispielsweise ein Herz, das im 3D-Drucker gedruckt werden soll, das ist Grundlagenforschung, da kann ich den Prozess begleiten, wie sich diese Forschung weiterentwickelt. Obwohl darüber in allen Medien berichtet wird, ist es ein langer Prozess, bis das wirklich möglich sein wird. Wir

können schnell genug agieren, um an solchen Forschungsthemen dranzubleiben. Rascher und flexibler müssen wir im Bereich »Arbeit und Alltag«, speziell bei der »Digitalisierung« auf neue Entwicklungen und Fragestellungen reagieren.

Wird es auch Möglichkeiten geben, Dinge auszuprobieren oder Originale zu bewundern?

Museumsdidaktisch ist es immer positiv, etwas zu haben, das originell und echt ist. Also ein echtes Exponat. Und das auch ganz klassisch mit einer Texttafel zu versehen. Das bietet den Besucherinnen und Besuchern auch die Möglichkeit, sich zeitgleich etwas anzuschauen. Darüber hinaus wird es auch weiterhin Erklärgrafiken geben. Auch hier können mehrere Personen zeitgleich Zusammenhänge erfassen und sich gegenseitig erklären. Die aus dem Deutschen Museum bekannten Knopfdruckdemonstrationen haben wir modifiziert und uns dabei an den Science Centern orientiert: Wir haben deshalb zahlreiche Demonstrationen, bei denen die Besucher selbst noch etwas tun können. Technik wird durch Tun begreifbar. Wir sind zwar ein Museum, das über die Zukunft spricht, aber wir wollen dabei anfassbar und real bleiben und uns nicht komplett ins Digitale verlagern.

Keine neuen, digitalen Technologien?

Natürlich setzen wir da, wo es uns sinnvoll oder auch einfach schön erschien, neue Technologien ein; Augmented Reality, Augmented Reality Mirror oder eine Virtuell Reality Zeitreise. Die Zeitreise findet in einem eigenen Raum statt. Aber bei der Planung haben wir festgestellt, dass viele Angebote noch gar nicht so ausgereift sind, dass man sie auf große Besucherströme loslassen kann. Weswegen in unseren Köpfen immer fantastische Welten entstanden sind, die dann auf die Realität trafen. Die ist zwar auch beeindruckend, aber sie stimmt halt häufig nicht mit dem überein, was man sich vorgestellt hat. Wir haben dazugelernt und sind inzwischen auch ein Entmystifizierungsort was manche Themen angeht. Bei den Themen Robotik, künstliche Intelligenz oder Virtual Reality kann man hier der aktuellen Realität begegnen.

In allen genannten Bereichen werden Sie auch auf die Unterstützung von Unternehmen angewiesen sein? Wieweit konnten oder wollten diese die »Stories«, die Sie erzählen, beeinflussen?

Wir lassen uns unterstützen, aber wir bleiben kritisch und reflektiert und stoßen mit dieser Haltung auch auf Akzeptanz. Mein schönstes Erlebnis hatte ich mit IBM, zu denen wir gegangen sind, weil wir eine Demonstration haben wollten, die erklärt, was ein neuronales Netz ist. Denn im Laufe unserer Recherchen war uns klar geworden, dass die »künstliche Intelligenz« keineswegs die Supermaschine ist, die alles steuert und alles kann. Die Zuständigen bei IBM meinten dazu: »Tolle Idee, wenn Sie die Realität nach außen kommunizieren, dann müssen wir unseren Kunden nicht immer erst mal den Zahn ziehen und lang und breit erklären, dass die KI, die sie sich wünschen nicht existiert.« Für mich war das einer von zahlreichen augenöffnenden Mo-

menten. Ich dachte mir: »Ok, da gibt es die PR-Abteilung und das Marketing, die das jeweilige Produkt wortreich verkaufen müssen. Und auf der anderen Seite gibt es die Entwicklung und die Realität, die meist weit weniger spektakulär ist.

Die Themen, die Sie zur Diskussion stellen, dürften ja vor allem für die Jüngeren interessant sein ...

... tatsächlich haben wir die 12- bis 17-Jährigen als unsere Hauptzielgruppe definiert. Das ist die Generation, für die wir Älteren heute die Weichen für die Zukunft stellen. Daher sollten sie auch mitreden dürfen. Um viele Menschen zu erreichen, haben wir unsere Ausstellungen niederschwellig konzipiert. Dazu nutzen wir Elemente der Popkultur ebenso wie die schon erwähnten Science Center-Tools. Wir binden auch Sciencefiction-Filme ein, um Zukunftstechnologie für alle erlebbar und erfahrbar zu machen.

Gibt es für Schülerinnen und Schüler auch Möglichkeiten, praktische Erfahrungen mit neuen Techniken zu machen?

Ein ganz wichtiger Raum ist unsere sogenannte Zukunftswerkstatt. Neudeutsch sagt man auch Tinkering (aus dem englischen von Basteln, Schrauben...) Hier werden junge Leute Roboter bauen und programmieren. Im Erdgeschoss haben wir ein Chemie- und ein Physikkabinett eingerichtet, wo wir auf – ausgerichtet an den Lehrplänen der Schulen – naturwissenschaftliche Themen vermitteln. Das ganze Haus ist als außerschulischer Lernort gedacht, der die Möglichkeit bietet, Sachen zu machen, die in der Schule nicht umsetzbar sind. Ein weiterer klarer Fokus liegt auf den Mittel- und Realschulen. Für Gymnasiasten gibt es genügend Labore. Schon während unserer Planungsphase sind wir eine Kooperation mit einer Mittel- und mit einer Gesamtschule eingegangen. Gemeinsam mit Schülern und Lehrern haben wir zielgruppengerechte Programme entwickelt. Auf diese Weise entstand zum Beispiel ein Laborführerschein speziell für Mittel- und Realschüler. Das Zertifikat soll auch bei der Suche nach einem Ausbildungsplatz weiterhelfen.

Welche Formate – neben den Ausstellungseinheiten – gibt es für die Besucherinnen und Besucher, um sich an Debatten rund um die verschiedenen Themenfelder zu beteiligen?

Zum einen wird das Forum dafür genutzt werden. Es ist Eingang und Ausgang in die Ausstellung und kann durch die Art wie es konzipiert ist, für verschiedene Projekte genutzt werden. Für Vorträge ebenso wie für Diskussionen. Wir haben uns extra viel Fläche offen gelassen. Selbermachen, Selbergestalten und Mitreden sind Teil des Hauses und Teil des Konzepts. Das Forum wird als belebter Raum ganztagig mit unterschiedlichen Themen und Formaten bespielt werden.

Außerdem haben wir ein Spiel konzipiert, bei dem der Besucher Technologien, die er hier in der Ausstellung findet, mit in seine Zukunft nehmen kann. Ihm wird dann eine utopische und eine dystopische Variante seiner Zukunft gezeigt. Damit und gegebenenfalls auch mit den Entscheidungen von Familienmitgliedern, Freunden oder vielleicht auch Fremden kann

Staubsicher versteckt unter einer schwarzen Plane ist derzeit noch der »Blue Cruiser«, ein Elektroauto für den Alltag, dessen Batterien auch über Solarzellen laden.



die Person dann über die Varianten diskutieren. Basierend auf den getroffenen Entscheidungen wird es dann erweiterte Diskussionen mit Interessierten im Forum geben.

Im Forum werden wir uns auch regelmäßig mit einer ausgewählten Technologie befassen, das Für und Wider diskutieren. Auch hier kann jede und jeder mitreden, persönliches Wissen und Erfahrungen einfließen lassen. Wir wollen also eine Debatte aufleben lassen und pflegen. Aus diesen Diskussionen werden Meinungen und Daten generiert, die wieder in Forschungsprojekte fließen. Außerdem können wir Trends feststellen und erfahren, welche Zukunftsbilder unsere Besucherinnen und Besucher haben. Diese Datenerhebungen erfolgen natürlich anonym. Wir hoffen, dass wir im Laufe der Zeit statistisch relevante Daten erhalten.

Also eine Art Schule der Demokratie?

So ähnlich. Sie können hier anhand technisch-ethischer Fragestellungen in einer Art Laborsituation erfahren, wie demokratische Prozesse funktionieren könnten, wenn man mitgestalten kann. Ganz wichtig ist es dabei: Jeder und jedem Gehör zu verschaffen, jede Meinung als wichtig respektieren und jedem den Mut geben, die eigene Meinung zu äußern. Gerade auch den Menschen aus sozial schwächeren Schichten. Ob und wie das funktioniert, wollen wir dann als Anregung in die gesellschaftliche Diskussion einspeisen..

Was sind denn Ihre persönlichen Highlights der Ausstellung?

Der AirbusPopUp, ein modulares Flugtaxi, das fliegen und fah-



ren kann. Momentan noch eine Designstudie aber eine coole Idee. Was ich persönlich noch ganz toll finde, ist der Bio-3D-Drucker, in dem – auf einem Trägerelement aus Bayreuther Spinnenseide – das erste Herz gedruckt werden soll, das auch schlägt.

Ein Herz aus Spinnenseide?

Naja, die Spinnenseide ist das Trägerelement, das den Zellen vorgibt, wie sie wachsen sollen. Zellen vertragen sich anscheinend sehr gut mit Spinnenseide. Sie fühlen sich da wohl und wachsen. Das Ganze wirkt von außen besehen unscheinbar aber die Idee dahinter ist faszinierend. Irgendwann kann jeder Mensch, der ein neues Herz braucht, eines bekommen: Es wird einfach während der OP aus Stammzellen frisch gedruckt.

Etwas ganz Besonderes ist auch unser Riesenglobus: Damit wird die Komplexität des gesamten Systems Erde sichtbar und auch die Fragilität, wenn man sich einmischert. Ein ausgesprochen ästhetisches Objekt ist der Quantencomputer – obwohl ich persönlich noch nicht ganz verstanden habe, wie das mit den Quanten funktioniert – aber jetzt habe ich ja die Gelegenheit dazu. Ein ganz großes Highlight wird auch der Medienkubus, den wir im Forum hängen haben: Ein Riesenkubus mit neun LED-Pannels, die sich bewegen und auf denen wir Film und Bildausschnitte zeigen.

Ich freue mich jedenfalls schon riesig auf die Eröffnung unseres Museums, an dessen Realisierung unser ganzes Team mit viel Liebe und Begeisterung gearbeitet hat. ■■

Anzeige

RADSPIELER

Seit 1841



*Radspieler –
damit
Einrichten
Freude
macht!*



*F. Radspieler & Comp. Nachf.
Hackenstraße 7
80331 München
Telefon 089/23 50 98-0
Fax 089/26 42 17
www.radspieler.com*



Seit 2015 beteiligen sich Studenten der TU München erfolgreich an den Hyperloop-Wettbewerben von Elon Musk.

Technikideen für morgen

Seit es Menschen gibt, tüfteln sie an Lösungen für die jeweiligen Probleme ihrer Zeit. Und schaffen damit neue Probleme – für die sie wieder nach Lösungen suchen. Mögen die menschengemachten Probleme unserer Gegenwart schier unüberwindbar erscheinen: Auch heute gibt es diese kreativen Pioniere, die an Visionen für eine gute Zukunft teilen.

Science-Fiction in der Gegenwart: der Hyperloop

Hauptbahnhof Nürnberg im Jahr 2050: Aus den Lautsprechern ertönt eine sympathische Frauenstimme: »Die Abfahrt verläuft planmäßig. Bitte nehmen Sie nun Ihre Plätze ein und schnallen sich an.« Nur 60 Minuten später kommt der Hyperloop an seinem Zielort im sonnigen Nizza an.

Wird diese Beförderungskapsel des visionären Multimillionärs Elon Musk tatsächlich in einigen Jahren Güter und Personen schnell, umweltschonend und sicher an ihre Zielorte bringen? Was nach Science-Fiction klingt, soll schon bald Realität sein. Vor wenigen Monaten konnten die ersten Passagiere eine

Hyperloop-Kapsel in der Wüste von Nevada testen. Trotzdem braucht es bei dem Gedanken, dass Hyperloops wie Rohrpost in Ultraschwindigkeit von Stadt zu Stadt schießen, gegenwärtig noch einiges an Fantasie. Dabei ist die Idee nicht neu. Bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts entwickelten Visionäre und Schriftsteller die Idee, mit Schnellzügen weite Entfernungen zu überbrücken: im Tunnel fahrend, über Land, auf dem Meeresgrund oder mitten durch den Erdkern.

Um seine Erfindung und damit die Reise in eine nachhaltige Zukunft weiter voranzutreiben, rief Musk im Jahr 2015 den internationalen Wettbewerb »Hyperloop Pod« für studentische Teams ins Leben. Die mit einem Gehäuse aus Carbon ausgestattete Siegerkapsel der Technischen Universität München (TUM)



Der TUM Hyperloop Pod IV kurz vor dem Start. Mit 463 Stundenkilometern hängten die Studenten der TU auch 2019 die Konkurrenz ab.

legte damals die Strecke von 1,6 Kilometern am schnellsten zurück. In den folgenden Jahren verringerten die Studenten das Gewicht der Kapsel immer weiter, um die Geschwindigkeit noch zu steigern. Bis heute konnte sich die TUM in jedem der vier ausgetragenen Wettkämpfe unter mehr als 1000 Teams behaupten. Die Siegerkapsel des ersten Wettbewerbs ist im Ausstellungsbereich »System Stadt« im Deutschen Museum Nürnberg zu sehen. Die gemeinsame Vision der Menschen, die hinter dem Projekt stehen, sowie die Anknüpfung an fast zweihundert Jahre alte Zukunftsvisionen machen aus dem Modell ein überzeugendes Gesamtpaket.

Die Zukunft des Hyperloops soll zunächst mit dem Transport von Waren beginnen. Weltweit werden bereits verschiedene Teststrecken erbaut. Eine elektrisch betriebene Transportkapsel aus Aluminium gleitet durch Fahrrohre aus Stahl. Ein Teilvakuum in den Röhren sowie ein kontaktloses Schwebe- und Antriebssystem reduzieren dabei die Reibungskräfte auf ein Minimum, wodurch Spitzengeschwindigkeiten von 1200 Stundenkilometern möglich sein sollen. Ein Elektromotor bringt die Kapsel auf die gewünschte Geschwindigkeit. Anschließend braucht es nur noch einen Bruchteil der vorherigen Energie, um das Tempo zu halten. Der Hyperloop soll mit nachhaltigem Ökostrom angetrieben werden.

Ob sich das Reisen und der Transport von Waren weltweit auf diese Weise tatsächlich revolutionieren lassen, ist fraglich. Europa beispielsweise wäre

vor große Herausforderungen gestellt, ein flächendeckendes Transportsystem durch den Hyperloop zu ermöglichen. Schließlich wäre in weitgehend verbauten Städten eine komplett neue Infrastruktur mit Röhren und speziellen Bahnhöfen notwendig. Es wird noch viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu leisten sein, um offene Fragen zu Technik, Physik, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit beantworten zu können und Lösungsansätze zu optimieren.

Weltweit gibt es neben dem Hyperloop viele weitere Pilotprojekte mit dem Ziel, viele Menschen in kürzerer Zeit und ökologisch nachhaltiger zu transportieren. Das Deutsche Museum

Nürnberg präsentiert und diskutiert verschiedene dieser innovativen Mobilitätskonzepte. Welche zukunftsweisenden Ideen sich am Ende jedoch durchsetzen, bleibt eine spannende Frage.

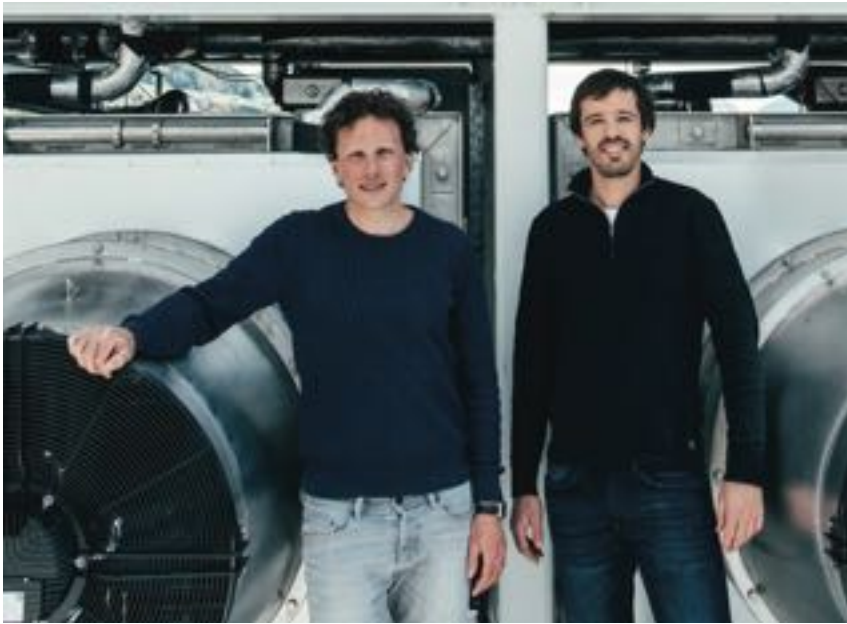
Jana Müller

An den Klima-Schrauben drehen: Rettet Technik unsere Welt?

Die globale Erwärmung ist eines der zentralen gesellschaftlichen Themen des 21. Jahrhunderts. 2020 wurde sie jedoch fast vollständig von der Corona-Pandemie aus der Öffentlichkeit verdrängt. Übrig blieben erstaunlich positive Meldungen: Die Forschungsinitiative Carbon Monitor berechnete etwa, dass im ersten Halbjahr 2020 weltweit mehr als 1,5 Milliarden Tonnen Kohlenstoffdioxid weniger freigesetzt wurden als 2019. Das



Können weltweit installierte CO₂-Filteranlagen den Klimakollaps verhindern?



Die Gründer von Climeworks: Christoph Gebald und Jan Wurzbacher.

sind rund neun Prozent der globalen CO₂-Emissionen. Dieser beispiellose Rückgang macht Hoffnung, dass es möglich ist, in kurzer Zeit einen großen Teil der Treibhausgas-Emissionen einzusparen. Dennoch bleibt ein fader Beigeschmack, dass dafür nicht nur die Wirtschaft, sondern auch das öffentliche und private Leben massiv eingeschränkt werden musste. Während langsam ein Ende der Pandemie in Sicht scheint, bedroht die globale Erwärmung durch langfristige, klimatische Veränderungen und Extremwetter-Ereignisse weiterhin den menschlichen Lebensraum. Wie viel Zeit bleibt, um uns und unseren Planeten zu erhalten?

Der Weltklimarat (IPCC) hat 2018 modelliert, wie viel Treibhausgase noch emittiert werden können, bevor die Erde sich um 1,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau erwärmt. Damals lag das »Budget« bei 420 Milliarden Tonnen, jedes Jahr werden jedoch rund 42 Milliarden Tonnen Treibhausgase ausgestoßen – die Zeit wird also knapp. Weltweit werden deshalb technische Ansätze entwickelt, die CO₂ aus der Atmosphäre filtern und im Untergrund speichern. Die so entstehenden »negativen Emissionen« könnten dem Ausstoß entgegenwirken und ihn – so die Vision – irgendwann kompensieren.

Eine vielversprechende Technologie entsteht seit einigen Jahren in Zürich. Hier entwickelt das Unternehmen Climeworks Filteranlagen für Kohlenstoffdioxid. Das Treibhausgas wird im »direct air capture«-Verfahren direkt aus der Umgebungsluft gefiltert. Anschließend lässt das CO₂ sich zum einen industriell nutzen, um beispielsweise synthetische Kraftstoffe herzustellen, bei deren Verbrennung keine neuen CO₂-Emissionen entstehen. Zum anderen kann es im Untergrund gespeichert und so der Atmosphäre für lange Zeit entzogen werden: »negative CO₂-Emissionen«.

Die Filter erinnern mit rund zwei Metern Höhe an überdimensionierte Klimaanlage: Mit einem Ventilator saugen sie die Umgebungsluft an und leiten diese durch ein Filtermaterial, an

dem das CO₂ chemisch gebunden wird. Die nahezu CO₂-freie Luft wird anschließend wieder freigesetzt. Ist der Filter gesättigt, wird er erhitzt und so das Kohlenstoffdioxid abgeschieden und gesammelt. Pro Tag kann ein Kollektor durchschnittlich 135 Kilogramm CO₂ aus der Luft filtern. Das entspricht ungefähr dem Ausstoß eines deutschen 5-Personen-Haushalts.

Im Vergleich zu anderen Technologien des »direct air capture«-Verfahrens schneiden die Climeworks-Kollektoren nicht nur in der CO₂-Ausbeute, sondern auch in der Umweltbilanz besser ab: Ihr Trägermaterial ist ein Feststoff und keine Flüssigkeit, weshalb sie kaum Wasser verbrauchen. Zudem müssen sie nicht so stark erhitzt werden wie andere Anlagen, wodurch Energie gespart werden kann. Dies ist ein entscheidendes Kriterium, denn »negative Emissionen« existieren nur, wenn Bau und Betrieb der Anlagen weniger CO₂ freisetzen als der Kollektor aus der Luft filtert. Eine Lebenszyklusanalyse, mit der Umweltauswirkungen untersucht werden, attestiert den Climeworks-Filtern die Kompensation von CO₂ – sofern industrielle Abwärme genutzt wird, um die Kollektoren zu erhitzen, oder alternativ Wärmepumpen mit elektrischem Strom aus »erneuerbaren Energien« betrieben werden.

Unter der Annahme, dass die Anlagen in Zukunft optimiert werden können, hat sich Climeworks das ehrgeizige Ziel gesetzt, ab 2025 jedes Jahr rund ein Prozent der globalen Emissionen zu kompensieren. Mit Blick auf das verbleibende »CO₂-Budget« des IPCC bedeutet dies: Technologische Entwicklungen können nicht die einzige Antwort auf den Klimawandel sein. Fernab der Zahlenspiele werfen sie zudem eine ungeklärte ethische Frage auf: Wer darf über den Einsatz dieser global wirkenden Technologien entscheiden? Das Deutsche Museum Nürnberg will sich an dieser gesellschaftlichen Debatte beteiligen.

Maike Schlegel

Organe drucken – eine Utopie im Deutschen Museum Nürnberg

Was wäre, wenn ein kaputtes Herz, Nierenversagen oder ein Leberschaden nicht mehr mit dem Eintrag in eine Liste verbunden wäre? Mit dem Hoffen auf ein Spenderorgan und damit irgendwie auch auf den Tod eines anderen Menschen? Und wenn man dann endlich eines bekommt, der Angst vor der Abstoßung des fremden Organs?

Was wäre, wenn stattdessen die Notwendigkeit, ein neues Organ zu erhalten, um das eigene Überleben zu sichern, kein unüberwindbares Problem mehr darstellte und lediglich mit der Entnahme eigener Stammzellen verbunden wäre sowie der Vereinbarung eines OP-Termins? Und wenn dieses neue, aus den eigenen Stammzellen hergestellte Organ während der OP frisch gedruckt und direkt implantiert würde. Klingt nach Science-Fiction?

Noch gehört »Bioprinting« – das Drucken biologischen Gewebes – in den Bereich der Grundlagenforschung. Bisher konnten immerhin schon Gewebemodelle zur Wirkstoffprüfung sowie einfach aufgebaute Strukturen, wie Muskel, Knorpel, Haut



Im 3D-Drucker könnten schon bald passgenaue Organe gedruckt werden.

oder Teile von Leber und Niere, durch Bioprinting hergestellt werden. Herausfordernder ist der Druck voll funktionsfähiger Organe – für diese muss zunächst ein Gerüst gedruckt werden, welches den darin befindlichen Zellen die Wuchsform vorgibt.

In der Regel zerfällt dieses Gerüst wieder, so dass am Ende nur das zum Organ gewachsene Zellgewebe bleibt. Damit es soweit kommt, müssen die Zellen innerhalb des Gerüsts an den perfekten Ort zum Wachsen platziert werden. Und dann muss dieses frisch gedruckte Gerüst mit den darin enthaltenen Zellen auch noch mit Nährstoffen versorgt werden, so dass die Zellen nach dem Druckvorgang auch zu wachsen beginnen. Erst wenn alle diese Bedingungen erfüllt sind, ist das Organ lebensfähig und kann transplantiert werden.

Da Zellen sehr empfindlich sind und ihre natürliche Umgebung lieben, und jede Zelle zudem einen anderen Trägerstoff für den Druck des Gerüsts bevorzugt, wird der Druckvorgang zu einem komplexen Prozess, der absolut kontrollierbare Bedingungen benötigt. So muss beim Drucken nicht nur eine bestimmte Temperatur eingehalten werden, sondern auch ein bestimmter physiologischer pH-Wert. Auch die Geschwindigkeit des Druckens kann das Wohlfühlambiente der Zellen merklich beeinflussen – eine zu hohe Druckgeschwindigkeit mögen sie gar nicht. Wohingegen eine zu langsame Druckgeschwindigkeit die Fluidität des Trägermaterials beeinträchtigen kann. Aus diesem Grund ist die Suche nach der idealen Biotinte inzwischen

ein eigener Forschungszweig geworden – von Gelatine und algenbasierter Tinte über Spinnenseide bis hin zu verschiedensten Kunststoffen – gilt es herauszufinden, welche Zelle welches Material unter welchen Bedingungen bevorzugt, damit sie wächst.

Damit aus dieser komplexen Grundlagenforschung bald Realität werden kann, hat die Firma CELLINK einen Bio-3-D-Drucker entwickelt, der sich den Forschungsbedingungen der Wissenschaftler anpassen kann. Der BIO X ist der erste Bioprinter mit intelligenten Druckerköpfen, die austauschbar sind und somit ganz den Bedürfnissen der verschiedenen Zellen und Trägermittel angepasst werden können. Neben den sechs standardmäßig mitgelieferten Druckerköpfen, entwickelt CELLINK immer neue Druckerköpfe, um den Forschern Mittel an die Hand zu geben, sich den stetig verändernden Forschungsbedingungen und neuen Erkenntnissen anzupassen. Ein weiterer Vorteil für die Arbeit im Labor ist, dass der BIO X eine kleine und damit platzsparende autonome Einheit bildet. Er verfügt nicht nur über einen integrierten Kompressor, sondern auch über ein Kühlsystem. Und wenn dennoch mal der Bedarf bestehen sollte, kann der BIO X über einen Anschluss an

das laborinterne Druckluftsystem angeschlossen werden. Auf diese Weise kann auch mit höherem Druck gearbeitet werden, wenn es die Trägermaterialien erfordern. Damit ist der BIO X in der Lage, mit allen möglichen Materialien zu drucken – was notwendig ist, da man immer noch nicht weiß, welche Zellen mit welchem Material am besten kompatibel sind.

Da die Zellen extrem empfindlich sind, ist ein gutes Raumklima innerhalb der Druckkammer unumgänglich. Daher verfügt der BIO X über ein zweifaches Ventilatorensystem, welches die Luft zusätzlich durch ein zweifaches Filtersystem zirkulieren lässt. Zusätzlich zu den Filtern, die selbst kleinste Partikel aus der Luft filtern, ist der BIO X so designed, dass sich keine Partikel festsetzen können, denn er besitzt weder Ecken noch Kanten. Und wenn es dennoch einmal notwendig sein sollte, so finden sich im Deckel des Druckers keimtötende UV-C-Lampen, die eine Sterilisation der gesamten Druckerumgebung erlauben. Damit bietet der BIO X ein System, das absolute Hygiene und vollständige Kontrolle während des Drucks von lebendem Gewebe ermöglicht, was unabdingbar für die Forschung mit lebenden Zellen ist, die darüber hinaus auch noch zum Wachsen animiert werden sollen. Damit könnte der BIO X die Forschung so beflügeln, dass die Technik des Bioprinting bereits in zehn bis zwanzig Jahren so weit ausgereift ist, dass ganze, funktionsfähige Organe gedruckt und transplantiert werden können.

Melanie Saverimuthu

Transport im Tunnel: Im Warenverteilzentrum am Stadtrand werden Güter auf unterirdische Waggon verteilt und in die Stadt transportiert.



Rohrpost für Waren

Was wäre wenn – Waren aller Art nicht mehr per LKW in unsere

Städte transportiert würden, sondern unterirdisch? Ein Beispiel für derartige Konzepte ist »CargoCap«. Deren Entwickler haben sich die gute alte Rohrpost zum Vorbild genommen und daraus ein innovatives Transportsystem für Waren und Pakete entworfen. In unterirdischen Röhren sollen diese von einem Verteilzentrum am Stadtrand aus an ihre Ziele innerhalb der Stadt transportiert werden. Dadurch soll der innerstädtische Lieferverkehr entlastet werden. Für das Röhrensystem könnte – so die Entwickler – vorhandene Infrastruktur genutzt werden.

Und so funktioniert es: Statt auf der Straße werden Güter in Fahrrohrleitungen mit einem Durchmesser von nur 2,80 Meter unterirdisch transportiert. Die Transportfahrzeuge, Caps genannt, sind mit jeweils zwei bis drei Paletten oder Behältern in Standardabmessungen beladen. Die Ladung wird an CargoCap-Stationen unmittelbar dem Empfänger zur Verfügung gestellt oder durch eine – möglichst elektrisch betriebene – Anschlusslogistik in der Umgebung der Station verteilt. Nur an diesen Stationen gibt es eine Verbindung zur Oberfläche.

An der Realisierbarkeit des Systems scheiden sich die Geister. Schließlich ist der unterirdische Raum in Städten äußerst knapp und die Kosten für die Entwicklung der entsprechenden Infrastruktur wären enorm hoch. Ein Modell des CargoCap

wird in der Ausstellung »System Stadt« zu sehen sein und hier sind Sie gefragt: Wie bewerten Sie die Chancen derartiger Entwürfe? Bald haben Sie Gelegenheit, über diese und viele andere Zukunftsfragen mitzudiskutieren.

Russische Raumkapsel in Nürnberg gelandet

Der tonnenschweren Raumkapsel sieht man ihre lange Reise an: Von einer erdnahen Umlaufbahn ist sie auf Umwegen im dritten Obergeschoss des Zukunftsmuseums gelandet. Die verrußte Außenhaut ist der sichtbare Beweis dafür, dass dieses Objekt tatsächlich schon im All war: Denn beim Wiedereintritt der Kapsel in die Erdatmosphäre schmilzt der Schutzschild durch die Reibungshitze teilweise ab. Die Foton-Kapsel zeigt die harten Bedingungen der Pionierzeit der Raumfahrt. Im Zukunftsmuseum wird sie den Themenbereich »Raum und Zeit« einleiten. Dem historischen Originalobjekt werden die Ideen und Pläne für künftige Missionen gegenübergestellt – von Objekten, die mit dem deutschen Astronauten Alexander Gerst auf der ISS waren, bis hin zu Prototypen für einen Weltraumaufzug und dem Modell einer Mars-Kolonie.

Am 16. April 1985 startete die Foton I ins All und blieb dort zwölf Tage lang auf einer Umlaufbahn in 220 bis 240 Kilometer Höhe. Bei dieser ersten Mission wurde untersucht, wie sich Schwerelosigkeit und Weltraumstrahlung auf Werkstoffe aus-



Mehr als 1,5 Tonnen wiegt die Raumkapsel Foton, die 1985 zwei Wochen lang die Erde umkreiste.

Das war Maßarbeit: Mit dem Lastenaufzug, der wenig höher ist als die Kapsel, wurde die Foton in den 3. Stock transportiert.

wirken. »Im Grunde war die Foton-Kapsel eine ähnliche Konstruktion wie die der Wostok-Kapsel, mit der auch Juri Gagarin als erster Mensch im All unterwegs war«, erklärt Matthias Knopp, langjähriger Raumfahrt-Kurator am Deutschen Museum. Die Foton-Kapseln waren aber unbemannt. Bei ihrer Rückkehr auf die Erde landeten sie – so wie die bemannten Wostock-Kapseln – mit einem Fallschirm; die Instrumente an Bord konnten daher auf Folgemissionen wiederverwendet werden. »Die Missionsdauer der Foton war naturgemäß begrenzt«, erzählt Knopp weiter. Weil die Kapsel noch keine Solarzellen hatte, mussten Batterien die Stromversorgung sicherstellen, was die Missionszeit auf etwa 14 Tage beschränkte.

Beim Transport in die Ausstellung, im November 2020 in Nürnberg, lief alles wie am Schnürchen: Gegen 11.45 Uhr kam die Stahlkugel per Lkw an der Karlstraße an, wurde dann mitsamt ihrem Transportcontainer vom Lkw gehoben und per Lastenaufzug ins dritte Obergeschoss gebracht. Dabei war nur wenig Luft nach oben: Die Kapsel ist mit Unterbau 2,36 Meter hoch, der Lastenaufzug nur wenig höher. Aber: Es hat gepasst. Nun wartet die Foton I in der Ausstellung Raum und Zeit auf die ersten Besucher.

Abbildungen: visaplant GmbH, Fotos: CargoCap GmbH; Deutsches Museum

Anzeige



Unsere Schule

ein unbequemer –
fröhlicher Ort



- Weil wir uns verpflichten, einander zu respektieren.
- Weil gegenseitiges Vertrauen stark macht.

- Weil alle ermutigt werden, die Freiheit des Einzelnen in unserer Gemeinschaft zu schützen.

- Weil junge Menschen sich selbst entdecken, ihre Gaben und Fähigkeiten entfalten.

- Weil wir den Widerspruch erwarten.

- Weil alle ermutigt werden, Bindungen einzugehen und Verpflichtungen wahrzunehmen.

- Weil uns Fehler helfen, Stärken weiterzuentwickeln.

- Weil wir im Interesse unserer Schüler auch dem Missbrauch von Macht und Einfluss entgegenreten.

- Weil wir den Mut haben, miteinander fröhlich zu sein.



www.derksen-gym.de



**INTENSIVE BERATUNG
UND VORBEREITUNG
auf den Übertritt ins Gymnasium.
Langjährige und gute Erfahrung mit
Ein- und Umschulungen.**

60 JAHRE



KLEINES PRIVATES LEHRINSTITUT

DERKSEN

SEIT 1959

G Y M N A S I U M

SPRACHLICH • NATURWISS.–TECHNOLOG.
STAATL. ANERKANNT • GEMEINN. GMBH

Pfingstrosenstraße 73 • 81377 München
Telefon 089/780707-0 • Fax 089/780707-10



Auf Kreuzfahrt mit einem Luftschiff

Durch seine besondere Oberfläche ist Schwimmpflanze immer trocken, auch wenn er unter Wasser getaucht wird.

Die Schiffe der Zukunft sollen auf Luftpolstern durchs Wasser gleiten. Als Vorbild dient – eine Pflanze. Von Frank Odenthal

Salvinia ist zauberhaft. Sie trägt ein hauchdünnes Kleid aus Luft, und ihre Haut glänzt darunter wie reines Silber. Sie schwimmt im Wasser, doch sie wird dabei nicht nass. Sie lässt sich sogar untertauchen und doch hat sie, wenn sie wieder auftaucht, keinen einzigen Tropfen Wasser am Leib. Denn genau genommen – und das klingt nun wirklich wie Zauberei – war sie gar nicht im Wasser.

Salvinia ist ein Schwimmpflanze, lateinisch *Salvinia molesta*. Wilhelm Barthlott, Professor für Botanik und Bionik an der Universität Bonn, kam Salvinia im Jahr 2003 auf die Spur. Mit ihrer Oberflächenstruktur schafft Salvinia es, sich ein Luftpolster zuzulegen, das verhindert, dass sie mit Wasser auch nur in Berührung kommt, selbst wenn sie vollständig untergetaucht ist. Es ermöglicht der Pflanze, unter Wasser zu atmen.

Wir sind im Nees-Institut für Botanik an der Universität Bonn. Barthlott, der damals das Institut wie auch den angrenzenden Botanischen Garten der Universität leitete, unterhält hier immer noch Büros und Labors. Auf seinem Schreibtisch steht ein Aquarium, aus dem der gebürtige Badener nun ein Blatt herausholt und gleich wieder ins Wasser taucht, worauf sich das Blatt sofort in einen silbrigen Schleier hüllt.

»Auf ihrer Oberfläche sitzen winzige Härchen, die an Schneebesen erinnern«, erklärt Barthlott den Salvinia-Effekt. Und diese Härchen seien hydrophob, also wasserabweisend. »Sie halten das Wasser auf Distanz.« Nur an ihrer äußersten Spitze seien sie hydrophil, also wasseranziehend. »Das Wasser legt sich dort wie ein Schutzfilm über die Pflanze und verhindert so, dass die eingeschlossene Luftschicht wieder entweicht. Eine Polsterung aus Luft, sozusagen.« Und das sei das Besondere, so Barthlott weiter. »Es gibt einige Pflanzen und auch Tiere, die ein Luftpolster um sich herum aufbauen können, etwa Wasserspinnen. Das funktioniert allerdings nur für einen begrenzten Zeitraum. Salvinia aber kann sich permanent in Luft hüllen.«

Was wie eine exotische Randnotiz aus dem Biologieunterricht klingt, birgt bei genauerem Hinsehen erhebliches Potenzial in anderen Bereichen. »Wenn es gelingt, einen Schiffsrumpf in eine Luftschicht zu verpacken und diese Luftschicht auch während der Fahrt festzuhalten, dann ließe sich damit der Reibungswiderstand des Schiffes reduzieren«, erklärt Thomas Schimmel vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT). »Luft ist 600-mal dünner als Wasser«, so Schimmel, »deshalb ist der Reibungswiderstand wesentlich geringer, wenn Sie mit einem

Luftpolster durchs Wasser fahren als mit einem herkömmlichen Stahlrumpf.« Um bis zu dreißig Prozent lässt sich der Reibungswiderstand am Schiffsrumpf reduzieren, wie Studien der Bonner Forschergruppe um Wilhelm Barthlott und des Lehrstuhls für Strömungsmechanik der Universität Rostock zeigen. Das bedeutet bis zu 73 Millionen Tonnen Treibstoff weniger pro Jahr oder rund 300 Millionen Tonnen Kohlendioxid – ein Wert, der einem Drittel der jährlichen CO₂-Emissionen Deutschlands entspricht.

Thomas Schimmel ist Physik-Professor und gilt als Experte für Nanotechnologie. Beim KIT ist der gebürtige Franke in gleich drei Instituten tätig: im Institut für Angewandte Physik (APH), im Institut für Nanotechnologie (INT) und beim Centrum für Funktionelle Nanostrukturen (CFN). Barthlott, der Bonner Botanikprofessor, zog Schimmel, den Physiker, 2008 hinzu, um das Phänomen der Luftschicht um den Schwimmfarn zu erforschen und mögliche Anwendungen zu überlegen.

Barthlott hatte schon einmal für Aufsehen gesorgt und sein Fach, die Botanik, in die Schlagzeilen gebracht, als er in den Siebzigerjahren den Lotus-Effekt entdeckte. Ein Lotusblatt kann sich dank seiner Oberflächenstruktur selbst reinigen, weil seine Oberfläche extrem wasserabweisend ist: Ein Wassertropfen, der auf einem Lotusblatt landet, perlt ab und nimmt dabei Partikel oder Pilzsporen mit, die auf seiner Oberfläche keinen Halt finden. So reinigt sich das Blatt selbst.

Eine invasive Pflanze, die die Luft auch unter Wasser festhält

Von der Entdeckung des Lotus-Effekts bis zu der des Salvinia-Effekts vergingen fast dreißig Jahre. Dann bekam Barthlott einen Anruf aus Japan. »Ein Kollege wollte sich mit mir treffen«, erinnert er sich. »Er sagte, er komme aus der Schifffahrtsbranche und wolle mit mir den Lotus-Effekt und mögliche Anwendungen unter Wasser besprechen. Ich sagte ihm, das sei sinnlos, denn der Lotus-Effekt funktioniere nur über Wasser, nicht aber wenn das gesamte Blatt unter Wasser sei, denn Lotus könne eine Lufthülle nicht über längere Zeit festhalten.« Doch der japanische Anrufer brachte Barthlott auf eine Idee. Gibt es Organismen, die so extrem wasserabweisend sind wie der Lotus und das Wasser sogar untergetaucht permanent von sich fern halten können? Die sich – anders als der Lotus – unter Wasser eine Luftschicht erhalten und sie bei Bewegung durchs Wasser auch festhalten können? 2003 wurde Barthlott fündig. *Salvinia molesta*, ein Schwimmfarn, der sich als invasive Art beinahe über den ganzen Globus verbreitet hat. »*Salvinia* hat die komplizierteste Oberflächen-Architektur, die ich jemals im Pflanzenreich beobachtet habe«, sagt Barthlott. »Sie ist damit in der Lage, eine Luftschicht von bis zu zwei bis drei Millimetern Dicke unter Wasser festzuhalten.«

Doch die Reduzierung des Treibstoffverbrauchs und damit des Ausstoßes klimaschädlicher Abgase ist nur ein Vorteil der neuartigen Technik, die auf dem *Salvinia*-Effekt beruht. Die Luftschicht sorgt auch dafür, dass weniger Vibrationen



Wie ein Schwimmfarn funktioniert die bionische Beschichtung, die den Reibungsverlust von Schiffen im Wasser vermindert.

des Schiffsrumpfs ins Wasser übertragen werden; mit anderen Worten: Es entsteht weniger Lärm unter Wasser. Und da der Rumpf nicht mehr direkt mit Wasser in Kontakt kommt, fällt auch das Problem der Korrosion weg. In Zukunft hat Rost also keine Chance mehr und ebenso wenig Seepocken und anderer Bewuchs, der sich schon nach kurzer Zeit am Rumpf ansiedeln würde. »Die Luftschicht glänzt unter Wasser wie ein silberfarbener Umhang«, erklärt Schimmel, »und der wirkt wie eine Tarnkappe: Die Seepocken sehen den Schiffsrumpf einfach nicht mehr, selbst wenn sie sich nur wenige Zentimeter davor befinden.« Somit entfallen Kosten für teure Anti-Fouling-Anstriche, die den Bewuchs verhindern, aber wegen ihrer Inhaltsstoffe als umweltschädlich eingestuft werden.

Der Himmel über dem Karlsruher Institut für Technologie hat sich verfinstert und ein Regenschauer prasselt auf den angrenzenden Schlossgarten, als Thomas Schimmel in seinen Institutsräumen ein Schiff zu Wasser lässt. Es ist etwa so groß wie ein Aktenkoffer und hat einen kleinen Propeller an Deck montiert. Kaum taucht der Rumpf des Modellbootes ins Wasser, hüllt es sich auch schon in das erwartete silbrige Kleid.

»Wir haben in unseren Laborräumen Versuchsflächen, die seit über sieben Jahren unter Wasser liegen«, sagt Schimmel,



Auf der Oberfläche von *Salvinia* sitzen winzige Härchen, die an Schneebesen erinnern. Sie halten das Wasser auf Distanz.

»und die Luftschicht ist noch so dick und stabil wie am ersten Tag.« Mit dem Forschungsprojekt AIRCOAT (Luftmantel) soll nun der Schritt vom Labor bis zur Marktreife gemacht werden. »Wir wollen uns ganz der praktischen Anwendung des *Salvinia*-Effekts in der Schifffahrt widmen«, erklärt Thomas Schimmel, der zum wissenschaftlichen Koordinator von AIRCOAT ernannt wurde. Welche Materialien zum Einsatz kommen können und wie die Strukturen der Oberflächen aussehen sollten – das sind einige der Fragen, auf die die Forscher Antworten finden wollen. »Folien aus gummiartigen Kunststoffen gelten als aussichtsreiche Kandidaten, weil sie besonders schlagbeständig sind«, verrät Schimmel. Dem Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML in Hamburg wurde die Koordination des Projekts übertragen. Drei Jahre sind als Laufzeit vorgesehen, die Kosten von 5,3 Millionen Euro werden von der EU-Kommission übernommen. Neben Fraunhofer CML und dem KIT sind auch die Hochschule Bremen, die HSVA Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH sowie sechs weitere Institute und Unternehmen aus den Niederlanden, Belgien, Finnland, Zypern und Malta mit an Bord.

Entscheidend für einen späteren Einsatz in großem Stil sei die Stabilität des Luftpolsters, sagt Schimmel, also die Fähigkeit, die Luftschicht auch während der Fahrt am Schiffsrumpf festzuhalten. Das sei vorne am Bug der neuen, schnellen Containerschiffe kaum möglich, aber der gesamte flache Unterboden dieser modernen Schiffe eigne sich ganz hervorragend für den Einsatz von Folien, deren Oberflächen nach dem Vorbild des Schwimmfarns entwickelt wurden. Dabei ist es nicht erforderlich, den gesamten Rumpf mit der neuartigen Beschichtung zu versehen. Die Folien – ob bei Containerriesen oder bei Kreuzfahrtschiffen – sollen problemlos in Streifen unterschiedlicher Breite angebracht werden können, die den Schiffsrumpf ganz oder auch nur teilweise bedecken. »Es ist wie mit den Solarzellen

auf dem Dach: Wer mehr anbringt, spart mehr.«, sagt Schimmel. Außerdem können Schiffe, die bereits im Einsatz sind, mit den neuen Folien nachgerüstet werden, was auch die Reeder und Logistikkonzerne freuen dürfte.

Und die Schifffahrt klimaschonender zu machen, liegt ebenfalls im Interesse der Schiffseigner, wie Christof Schwaner, Sprecher des Verbands Deutscher Reeder (VDR) behauptet. »Der VDR begrüßt innovative Ideen, mit denen die Schifffahrt noch umweltfreundlicher werden kann«, so Schwaner auf

Anfrage. Tatsächlich hätten bei ihm bereits Interessenten aus der Schifffahrtsbranche angeklopft, verrät Schimmel vom KIT. »Doch die wollten am liebsten gleich das fertige Produkt. Das kann allerdings noch etwas dauern.«

Geduld und einen lange Atem brauchte damals auch Wilhelm Barthlott, als er den Lotus-Effekt entdeckte. »Es hat fast 30 Jahre gedauert, bis meine Entdeckung aus den Siebzigern zur Kenntnis genommen wurde. Ich hatte das Potenzial damals ja selbst nicht erkannt«, erinnert sich der heute 71-jährige, inzwischen emeritierte Professor. Und selbst als er den Nutzen selbstreinigender Stoffe erkannte und Unternehmen, vor allem aus der Chemischen Industrie, ansprach, stieß er auf Ablehnung. Ein Material, das sich selbst reinigen könne, das hätten die hauseigenen Forschungsabteilungen der großen Chemiekonzerne sicher längst entdeckt, hieß es. Selbst ein renommiertes US-Wissenschaftsmagazin lehnte die Veröffentlichung ab. Die Begründung lässt Barthlott noch heute schmunzeln: »Der sogenannte Lotus-Effekt existiere nur in der Fantasie seines Entdeckers«. Heute ist die Veröffentlichung des Lotus-Effekts einer der am häufigsten zitierten Texte in der Geschichte der Botanik.

»Die Natur hatte Millionen von Jahren Zeit, sich so elegante Lösungen wie den Lotus-Effekt oder den des Schwimmfarns *Salvinia* auszudenken«, sagt Barthlott. »Was bedeuten da schon ein paar Jahrzehnte Forschungsarbeit.« ■■



Frank Odenthal, 1971 in Köln geboren, lebt als freier Journalist in Lörrach.

Stilvolle Akzente setzen
die Träger mit der
Leinfelder Elysium Steel.

Advertorial

Leinfelder Uhren München Besonderes für Individualisten

Liebhaberstücke von klassisch bis expressiv

Auch „echte“ Münchner können noch Geheimnisse in ihrer Stadt entdecken. So befindet sich im Herzen der Altstadt, in der Pacellipassage, eine feine Uhrenmanufaktur, in der hochwertige Zeitmesser gefertigt werden. Seit 2010 widmet sich das erfahrene Team von Leinfelder Uhren München dem Design, der Entwicklung, der Konstruktion und der Fertigung edler Armbanduhren. In dem modernen Ambiente finden Kreativität, traditionelles Handwerk, Qualitätsmaterialien und die Liebe zum Detail ihren Ausdruck.

Inhaber ist Prof. Dr. Ulrich L. Rohde, dem die Liebe zu Uhren bereits in die Wiege gelegt wurde. Sein Vater und Mitbegründer von Rohde & Schwarz hat um 1938 die erste tragbare Quarzuhr erfunden und gebaut. Damals ging es ihm nicht nur um die Messung der Zeit, sondern um die Frequenz, die Messung der Schwingungen. „Wir beide haben uns lange mit dem Problem der Genauigkeit von Armbanduhren beschäftigt und auch mit der emotiona-

len Komponente. Jedes Handy ist heute genauer als eine Armbanduhr, aber das Gefühl, auf eine liebgewonnene Armbanduhr zu blicken, bleibt besonders und unersetzlich“, blickt Prof. Dr. Ulrich L. Rohde zurück.

Und diese Leidenschaft für besondere Zeitmesser schwingt im gesamten Schaffen von Leinfelder Uhren München mit. Heute umfasst das Angebot verschiedene Kollektionen – von klassischen Dreizeigeruhren bis hin zu sportlichen Chronographen. Immer unter strengen Qualitätskriterien gefertigt, höchst präzise unter Verwendung neuester Technologien, mit viel Liebe zum Detail.

Das Design des Meridian Chronographen Classic ist sportlich-markant, unterbrochen durch elegante Highlights.



Die erste tragbare Quarzuhr der Welt.

SHOWROOM & WERKSTATT BERATUNG & VERKAUF

Leinfelder Uhren München GmbH & Co. KG
Pacellistraße 4 / Pacellipassage 1. OG, 80333 München
Tel. +49 89 - 24 20 39 40, info@leinfelder-uhren.de
www.leinfelder-uhren.de

»Das hält mich lebendig!«



Über 50 Jahre hat er im und für das Deutsche Museum gearbeitet. Jürgen Teichmann, Diplomphysiker, promoviert und habilitiert in Geschichte der Naturwissenschaften, war von 1970 bis 2006 Leiter der Abteilung Bildung.

Das Interview mit Prof. Dr. Dr. h.c. Jürgen Teichmann führte Christian Rauch

Wie wird man Physiker, Wissenschaftshistoriker und Physikdidaktiker in einem?

Ich war schon als Jugendlicher vielfältig interessiert: An den Naturwissenschaften, aber auch an Architektur, an Germanistik und Geschichte. Ich studierte Physik, weil es mir als das schwierigste Fach galt. Im Studium habe ich Theater gespielt, kritische Stücke, zum Beispiel frühe Stücke von Brecht und *Das Liebeskonzil* von Panizza. Am Institut für Geschichte der Naturwissenschaften der LMU München, das im Deutschen Museum saß, schrieb ich ab 1968 meine Doktorarbeit zur Geschichte der Elektrizitätslehre. Und am 1. Januar 1970 begann ich meine Arbeit im Forschungsinstitut für die Geschichte der Technik und Naturwissenschaften des Deutschen Museums. Günther Gottmann, der später das Deutsche Technikmuseum

Berlin aufbaute, holte mich 1974 in die neu gegründete Hauptabteilung Bildung und Öffentlichkeit. Fortan war ich Leiter der Abteilung Bildung.

Sie wurden also oberster Museumspädagoge im Deutschen Museum?

So könnte man es sagen. Museumspädagogik begann damals erst, in Deutschland eine Rolle zu spielen. Seit der Gründung des Deutschen Museums durch Oskar von Miller in den zwanziger Jahren galt: Die originalen technischen Objekte selbst, die Flugzeuge, Kraftmaschinen, Generatoren, vermitteln sich selbst pädagogisch. Mittlerweile aber war das für viele Gebiete von Technik und Naturwissenschaften nicht mehr ausreichend. Die technologische Komplexität nahm stark zu: In der Nach-

richtentechnik, Elektronik, Raumfahrt, Kernphysik. Es galt die Technik genauer und umfassender zu vermitteln. Ihre Komplexität aber auch ihre Einordnung in die kulturelle Geschichte. In den angelsächsischen Ländern hatte man das schon früher erkannt.

Was waren Ihre wichtigsten Aufgaben als Leiter der Abteilung Bildung?

Die bis heute beliebte Vortragsreihe »Wissenschaft für jedermann« entstand unter meiner Regie. Erstmals gab es auch Arbeitsblätter, mit denen interessierte Besucher, Studenten, Lehrer ihre Beobachtungen und Erkundungen im Deutschen Museum vertiefen konnten. Zur Verwirklichung bekamen wir hervorragende Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen, die zum Teil heute noch in der Abteilung Bildung arbeiten. Von 1970 bis 1995 schufen wir drei Buchreihen mit insgesamt mehr als 50 Bänden, um den Schatz von Objekten im Deutschen Museum in die Geschichte von Kultur, Naturwissenschaft und Technik einzubetten. Die Buchreihen *Modelle und Rekonstruktionen* und *Technikgeschichte in Einzeldarstellungen* sind heute noch verfügbar.

Und 1974 entstand das Kerschensteiner Kolleg. Seither übernachteten fast jedes Jahr über 1000 Gäste im Deutschen Museum: Lehrer, Studenten, Schüler. Sie nehmen an mehrtägigen Seminaren teil, in denen sie mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Deutschen Museums experimentieren können, ihr Fachwissen erweitern und vertiefen, und Einblicke in die Entwicklung und Geschichte von Naturwissenschaft und Technik erhalten. Auch nach meiner Pensionierung habe ich weiter Vorträge im Kerschensteiner Kolleg gehalten und Kurse mit organisiert. Es macht mir weiterhin sehr viel Freude.

Wie bewerten Sie die Museumspädagogik im Zeitalter der immer schneller fortschreitenden Digitalisierung?

Heute würde ich sicher parallel digitale interaktive Anwendungen zu solchen Buchreihen, wie wir sie damals gemacht haben, herausbringen. Ich würde aber noch immer Bücher auf Papier publizieren. Auch im Museum selbst sollten Medien und digitale Mittel die Objekte ergänzen, aber nicht ersetzen. Ich war schon, zur Planung der neuen Ausstellung Astronomie im Deutschen Museum, vor 30 Jahren auf einer Astronomieausstellung in Paris, wo man nur mit Bildschirmen arbeitete. Folgendes war schnell klar, und ich denke, das gilt bis heute: Je mehr zweidimensionales Lernen auf Smartphones, Tablets und Bildschirmen, desto mehr braucht es auch die dreidimensionale Anschauung eines technischen Objekts, das Berühren, die Vorführung, das Experiment. Auch das Kerschensteiner Kolleg macht trotz aller globalen digitalen Vernetzung weiter Sinn. Wo Menschen mehrere Tage zusammen leben, forschen und lernen, wo sie zusammen die Bibliothek und die Sammlungen des Deutschen Museums nutzen können, dort lässt sich das Verständnis komplexer Zusammenhänge umso leichter erreichen und weiter vertiefen.

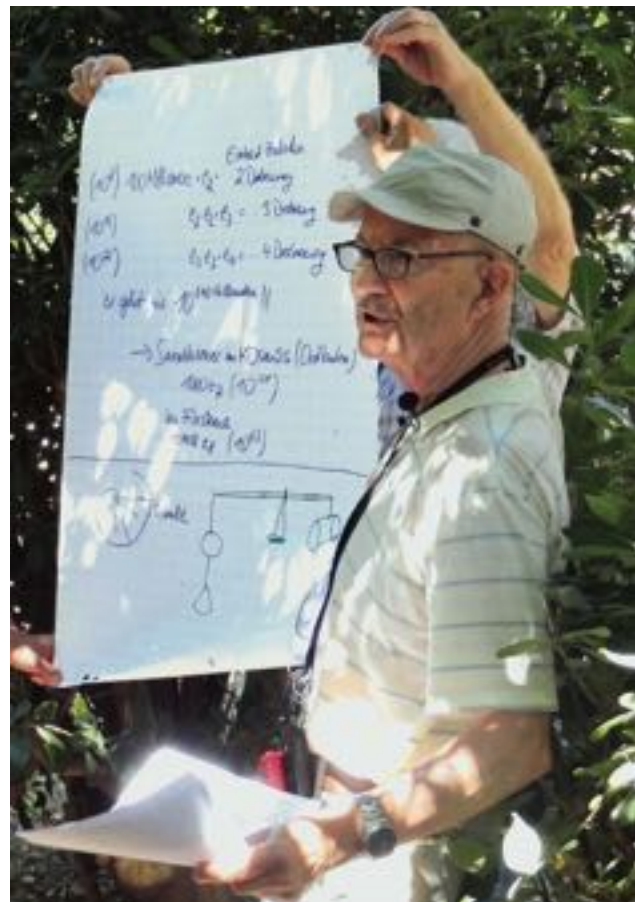
Wie wichtig finden Sie technische Bildung heute an sich?

Wir müssen noch mehr erkennen, dass Naturwissenschaft und Technik Teil der allgemeinen Bildung sein müssen. Die vielen in der Gesellschaft, die nicht Wissenschaftler, Ingenieure oder Informatiker sind, sollten verstehen, wie unsere Kultur, unser Zusammenleben, unsere Zivilisation untrennbar mit Wissenschaft und Technik verbunden sind. Und man sollte die Risiken und Schattenseiten nicht verschweigen. Noch 1970, als ich im Deutschen Museum anfang, war es Konsens die erste Großrakete aus Peenemünde in der Ausstellung nur als A4 zu bezeichnen, die Ursprungsbezeichnung von Wernher von Braun. Dass sie die Nationalsozialisten auch als Vergeltungswaffe 2 (V2) bezeichnet und damit viele Menschen getötet hatten, wurde verschwiegen. Das wurde erst Jahre später geändert.

Sie werden im Juni 80 Jahre alt. Bleiben Sie weiter für das Deutsche Museum und die Technikbildung aktiv?

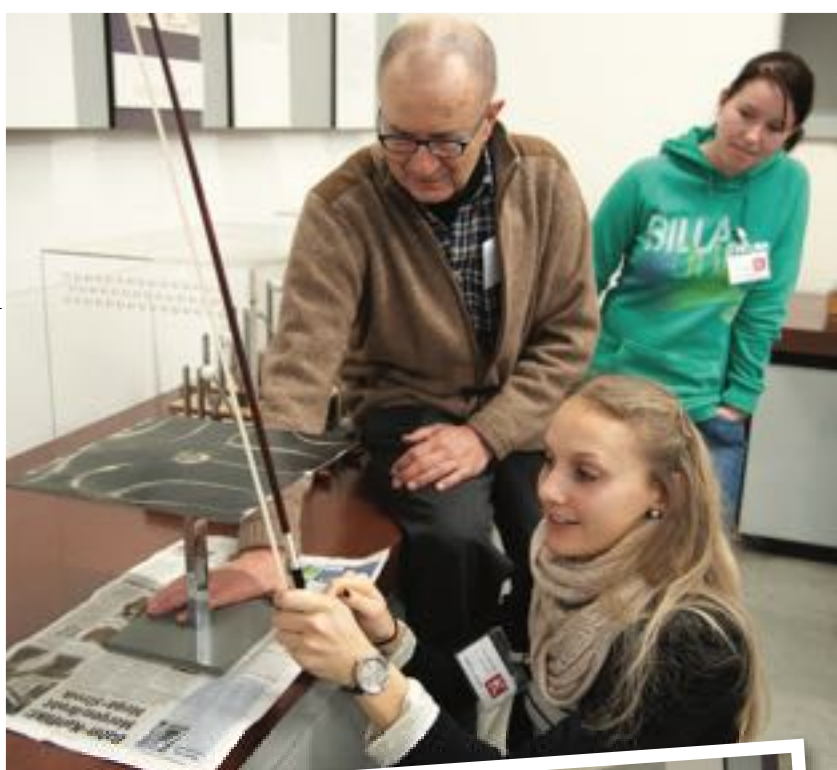
Definitiv. Ich werde gerne weiter Vorträge im Kerschensteiner Kolleg abhalten, wenn das gewünscht wird. Mein jüngstes Buch von 2016: *Der Geheimcode der Sterne: Eine neue Landschaft des Himmels und die Geburt der Astrophysik* wird gerade neu aufgelegt. Und voraussichtlich im Herbst wird ein Jugendbuch von mir erscheinen: *Von Lichtblitzen zu Schwarzen Löchern – Wellenreiten mit Einstein*.

Solange ich geistig und körperlich fit bin, mache ich gerne das weiter, was für mich Sinn im Leben war und ist und was mir Erfolg gebracht hat. Es hält einen lebendig und mit der Gegenwart verbunden. ■■



Ein Wissenschaftler, der begeistert

Professor Jürgen Teichmann feiert seinen 80. Geburtstag. Von 1974 bis 2006 war der Physiker verantwortlich für die Bildungsprogramme im Deutschen Museum und prägte maßgeblich das museumspädagogische Profil des Hauses. Auf diesen Seiten geben einige seiner Weggefährten einen kleinen Einblick in die Vielfalt seines Wirkens, von Fort- und Weiterbildungsangeboten für verschiedenste Zielgruppen bis hin zu Ausstellungsgestaltung und dem Grundstein für das Kinderreich. Wir gratulieren herzlich und wünschen weitere produktive Jahre!



Der Physikdidaktiker

Von Peter Heering

Jürgen Teichmann ist einer der Forscher im Bereich der Physikdidaktik, der die historischen Zugänge im Kontext von Bildungsprozessen stark gemacht hat. Hierbei lassen sich zeitlich voneinander getrennt zwei zentrale Ansätze herausstellen: Einerseits hat er im letzten Viertel des 20. Jahrhunderts sich insbesondere mit der Rekonstruktion historischer Experimente für den Unterricht beschäftigt. Hierbei hat er eine Reihe von Vorschlägen entwickelt, die gerade auch in der Schule gut umsetzbar sind. Wesentlich sind hier etwa seine Arbeiten zu den Galileischen Versuchen mit der Fallrinne oder zur Elektrostatik des 18. Jahrhunderts. Im 21. Jahrhundert hat Jürgen Teichmann dann den Fokus seiner fachdidaktischen Arbeiten in Richtung erzählender Ansätze verschoben, hier sind insbesondere seine Jugendbücher als zentrales Ergebnis zu nennen. Im Gegensatz zu den experimentellen Arbeiten werden in diesen gerade auch wichtige Aspekte aus der modernen Physik und der mit dieser verbundenen Theoriebildung dargestellt, sicherlich am bekanntesten sind hier *Mit Einstein im Fahrstuhl* und *Die überaus fantastische Reise zum Urknall*.



Der Wissenschaftshistoriker

Von Michael Eckert

Jürgen Teichmann hat seine Karriere als Physikhistoriker 1972 mit einer Dissertation über die Geschichte der Elektrizitätslehre begonnen. Damals war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut des Deutschen Museums. Aber auch als Leiter der Abteilung Bildung (seit 1974) blieb er der Wissenschafts- und Technikgeschichte treu. 1981 beteiligte er sich mit einer kleinen Arbeitsgruppe (Gisela Torkar, Michael Eckert, Helmut Schubert) an einem internationalen Forschungsprojekt zur Geschichte der Festkörperphysik. Aus diesem Projekt wählte er auch das Thema für seine Habilitation (*Zur Geschichte der Festkörperphysik – Farbzentrenforschung bis 1940*, 1988). Als Mitherausgeber des Standardwerks zur Geschichte der Festkörperphysik (*Out of the Crystal Maze – Chapters from the History of Solid State Physics*, Oxford 1992) machte er sich auch international einen Namen. Neben seinen didaktischen Interessen gehört die Geschichte der Physik bis heute zu seinen Hauptarbeitsfeldern. Davon zeugen auch seine jüngsten Forschungen zur Geschichte der Astrophysik (*Der Geheimcode der Sterne – Eine neue Landschaft des Himmels und die Geburt der Astrophysik*, München 2016).



Der MINT-Multiplikator

Von Annette Noschka-Roos

Als in den 1970er Jahren im Zuge der Bildungsreformdiskussion unter anderem der Mangel an naturwissenschaftlich-technischen Fachkräften kritisiert, aber auch Museen als ein anschaulicher Ort der Bildung entdeckt wurde, führten diese Strömungen 1976 zur Gründung des Kerschensteiner Kollegs (KK) als einer bundesweit agierenden Fortbildungsstätte für Lehrkräfte im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht. An diesem Ort wird bis heute vor allem das Knowhow zur Mu-

seumpädagogik und zur naturwissenschaftlich-technischen Bildung vermittelt. Der Name verweist auf Georg Kerschensteiner, Reformpädagoge und einstiger Berater Oskar von Millers bei der Gründung des Deutschen Museums, dessen pädagogische Prinzipien die Anschaulichkeit der Objekte wie die Eigentätigkeit an den interaktiven Stationen für den Lernprozess



betonen. Als Abteilungsleiter der Bildung baute Jürgen Teichmann das KK auf und leitete es bis zu seiner Pensionierung. Mit neuen Methoden und Formaten formte er eine nationale Bildungsstätte, und entwickelte zusammen mit dem Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (MNU) ein Stipendienprogramm, das mehrmals jährlich den besten Schülerinnen und Schülern einen wöchentlichen Aufenthalt im KK gewährt. MINT-Förderung damals und heute – ein (leider) nach wie vor aktuelles Thema.

Der Programmentwickler

Von Traudel Weber

Immer im Bewusstsein der Änderungen der gesellschaftlichen Bildungsanforderungen und der dazu geführten Diskurse entwickelte Jürgen Teichmann als Leiter der Hauptabteilung Bildung die Programmangebote stetig weiter. Im Hinblick auf die Rolle des Museums an der Schnittstelle von Wissenschaft und Öffentlichkeit initiierte er die Reihe »Public-Understanding-of-Science« und die Vortragsreihe »Wissenschaft für Jedermann«, in der renommierte WissenschaftlerInnen ihr Fachgebiet spannend und für interessierte Laien verständlich präsentieren. Ein besonderes Anliegen war ihm, Angebote für unterschiedliche Zielgruppen zu entwickeln und auch Menschen in das Deutsche Museum zu locken, die sich nicht so sehr für Naturwissenschaft und Technik interessieren. So entstanden Ferienprogramme für Kinder und Familien, neue interaktive Programme machten den Museumsbesuch für SchülerInnen abwechslungsreicher. Oder die »Märchen im Museum«, ein Programm, bei dem SchauspielerInnen an ausgewählten Exponaten speziell dafür geschriebene Geschichten aufführten. Dass der große Erzähler Jürgen Teichmann selbst in eine der Rollen schlüpfte – wen wundert's!

Der Ausstellungsmacher

Von Christian Sicka

Jürgen Teichmann war an vielen Ausstellungen im Deutschen Museum beteiligt. So leitete er die Planung zur großen Astronomieausstellung, die 1992 eröffnet wurde. Mit einer Fläche von 1000 m², 84 interaktiven Stationen, 150 Originalexponaten und 30 Modellen sowie zahlreichen Medienstationen ist die Ausstellung noch heute eine der größten Ausstellungen zu diesem Thema weltweit. Inhaltlich kann sich der Besucher an einfachen Fragestellungen orientieren. Das Ziel ist, dass der Besucher alle Himmelsphänomene zu deuten lernt. Er kann in der Ausstellung nicht nur die Grundprinzipien verstehen, sondern tatsächlich bis zum aktuellen Stand der Wissen-

schaft vordringen. Dabei sieht man, dass die Wissenschaftsgeschichte kein Umweg ist, denn gerade in der Astronomie erschließen sich Begrifflichkeiten oft aus dem historischen Forschungsprozess. Teichmanns jüngstes Projekt war 2017 die Sonderausstellung »Der Geheimcode der Sterne – 200 Jahre Fraunhoferlinien« (siehe Bild links) zum Jubiläum der Entdeckung des Sonnenspektrums durch Fraunhofer. Auch hier, wie so oft in seiner Forscher- und Lehrtätigkeit, blickte Jürgen Teichmann über den Tellerrand sowohl des Astrophysikers als auch des Wissenschaftshistorikers hinaus. Seine These: Die wahre Bedeutung der Linien für die Astronomie wurde deshalb so spät erkannt, weil die Menschen zu Beginn des 19. Jahrhunderts nicht gewohnt waren, im Nachthimmel etwas anderes als Lichtpunkte zu sehen. Vielleicht können Forscher auch an diesem Beispiel aus der Wissenschaftsgeschichte lernen und sich ihrer zur Selbstverständlichkeit gewordenen Sichtweisen bewusst werden, um für neues Platz zu schaffen.

Der Bildungsreiseveranstalter

Von Christine Füssl-Gutmann

Aus einer Exkursion zur Sonnenfinsternis in Antalya 2006, die sich großen Zuspruchs erfreute, entstand die Idee, Studienfahrten mit wissenschaftlicher Begleitung zum Thema Technik und Kultur anzubieten. Der Freundeskreis des Deutschen Museums unterstützte das Projekt. Die Reisen führten zu historischen Meisterwerken wie dem Tunnel des Eupalinos aus dem 6. Jh. v. Chr. auf Samos, aber auch zu aktuell modernsten Anlagen, wie dem 2019 noch weltgrößten Solarkraftwerk in Marokko. Sieben Reisen fanden insgesamt statt, mit Jürgen Teichmann als Inspirator und wesentlichem Ideengeber, geplant und organisiert über das Kerschensteiner Kolleg. Eine willkürliche Auswahl sei hier erwähnt: Die verrückteste 2009 auf den Spuren Galileo Ga-



lileis zu den ehrwürdigen oberitalienischen Stätten, bei der einige Pannen viel Humor von den Teilnehmenden erforderten. Die schönste, nach Meinung vieler Teilnehmer, die Sizilienreise 2015, bei der von exzellenten Vorträgen und Führungen bis hin zu Hotels und Wetter alles passte; schließlich die letzte 2019 nach Marokko zur Zeit des Ramadan, zu orientalischem Zauber im modernen muslimischen Nordafrika.

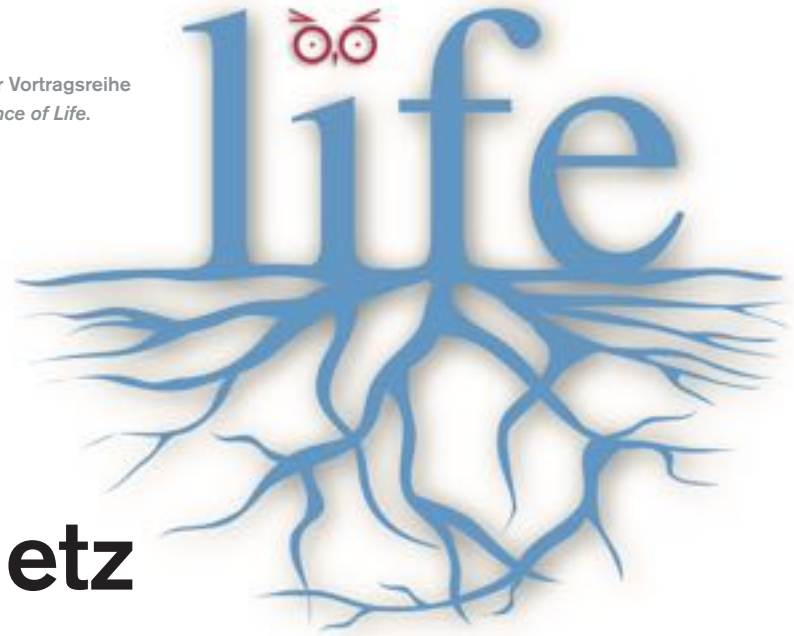
Der Theatermacher

Von Rainer Mähmann

Die Wissensvermittlung von Naturwissenschaft und Technik ist für Jürgen Teichmann immer eine Herzensangelegenheit. Eine besonders unterhaltsame Art der Wissensvermittlung, die des Theaterspiels, verfolgte er mit großer Leidenschaft. Bereits als Student hatte er auf der Theaterbühne gestanden. In seiner

Zeit als leitender Direktor der Abteilung Bildung inszenierte er vier Theaterstücke, die er in Zusammenarbeit mit Artur Stinner schrieb. Befreundete WissenschaftlerInnen und KollegInnen wurden überzeugt, sich auf die Bühne zu wagen und in historische Kostüme (Leihgaben der Münchner Kammerspiele und des Residenztheaters) gekleidet. Somit begegneten sich im Laufe der Zeit auf der Bühne im Ehrensaal des Deutschen Museums viele historische Persönlichkeiten. Hermann von Helmholtz debattierte mit Sir William Thomson, Graf Rumford traf Kurfürst Karl Theodor, Albert Einstein stritt mit Isaac Newton oder Galileo Galilei traf Johannes Kepler, um hier nur einige zu nennen. Die vier Theaterstücke wurden mit großartigem Erfolg in der Reihe »Wissenschaft für jedermann« und auf vielfachen Wunsch mehrmals aufgeführt.

Logo der Vortragsreihe
Emergence of Life.



Museum im Netz

Digitale Projekte zur Wissensvermittlung für alle Generationen

Von Pauline Diebenbusch und Nils Brodtka

Mit seinen großartigen Ausstellungen ist das Deutsche Museum schon immer eine der Topadressen für Besucher aller Generationen gewesen. Wissen und die Geschichte der Naturwissenschaften sind nirgendwo so greifbar nah wie hier. Doch durch die pandemiebedingten Schließungen des Museums seit März 2020 wurde zahlreichen Interessierten, die täglich voller Wissensdurst und Begeisterung ins Museum strömen, von heute auf morgen der Besuch verwehrt. Nun galt es, aus der Not eine Tugend zu machen. So wurden 2020 mit Hilfe des Freundes- und Förderkreises einige neue Projekte geboren, die dem Museum einen nachhaltigen Weg in das digitale Zeitalter ebnen sollen.

Der M-Vlog: Ein digitales Museumsprojekt in der Coronakrise

Zum Beispiel der M-Vlog, eine Reihe von Filmclips, die über die sozialen Medien des Museums der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Sie berichten über die spannendsten Exponate und die außergewöhnlichsten Geschichten dahinter. Interviews mit hochkarätigen Kuratoren sollen den Zuschauern Einblicke hinter die Kulissen gewähren. Das Medium Film schafft es dabei besonders gut, komplexe Inhalte verständlich darzustellen. Dabei versteht sich der M-Vlog als Ergänzung zu den bisherigen Filmen des Ausstellungsdienstes und des Freundeskreises. Im Laufe des Corona-Jahres entstanden bereits einige Filmreihen, so zum Beispiel *Klein & Groß* für das jüngere Publikum. Eine andere Reihe soll im Gegensatz dazu dem fachlich versierten Publikum unterschiedliche Arbeitsbereiche des Museums näher bringen, etwa *Das Deutsche Museum als Forschungsmuseum*.

Nach anfänglichen Startschwierigkeiten fand sich sehr schnell ein Team aus Museumsmitarbeitern und Ehrenamtlichen zusammen. Mit Pauline Diebenbusch, Juniorenmitglied des Freundes- und Förderkreises, fanden wir eine Moderatorin,

der es von Anfang an gelang, ihr Publikum zu begeistern. Seit Ende des letzten Jahres ist auch Claire Stark mit an Bord. Die Chemiestudentin, studentische Mitarbeiterin des Museums und seit kurzem auch Juniorenmitglied bereichert unser Team durch ihre wissenschaftlichen Expertise und ihr Talent bei der Filmkonzipierung.



Anemone (rechts) und Moderatorin Pauline Diebenbusch (links) in der M-Vlog Reihe *Klein & Groß*

Gemeinsam werden Claire und Pauline den M-Vlog im neuen Jahr für die Junioren des Freundes- und Förderkreises betreuen. Auch nach der Pandemie wird es den M-Vlog weiter geben: als ergänzendes digitales Angebot, mit dem neue Besuchergruppen für das Museum gewonnen werden sollen.

Die Vortragsreihe »Emergence of Life«: Ein Einblick in die Spitzenforschung

Ein weiteres Projekt des Freundes- und Förderkreises ist eine Vortragsreihe in Kooperation mit dem »Emergence of Life«-Forschungsnetzwerk. WissenschaftlerInnen renommierter Forschungseinrichtungen (u. a. LMU, TUM, Helmholtz Zentrum München, Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Max-Planck-Institut für Biochemie, Universität Heidelberg, Universität Stuttgart) gehen bei diesem Projekt der Frage nach:



Bild oben: Dipl.-Ing. Luise Allendorf-Hoefer, Kuratorin für Nachrichtentechnik und Elektronik und Moderatorin Pauline Diebenbusch in der M-Vlog Reihe *Einblicke*.



Bild links: Prof. Dr. Helmut Trischler, Leiter der Forschungsabteilung und Moderatorin Pauline Diebenbusch in der M-Vlog Reihe *Einblicke*.

»Wie entstand aus unbelebter Materie Leben?« Das Deutsche Museum unterstützt sie durch Öffentlichkeitsarbeit und durch eine Ausstellung Mitte nächsten Jahres. Seit Anfang Februar organisiert der Juniorenkreis regelmäßig Vorträge zum Thema. Sie sollen »einen einmaligen Einblick in die aktuelle Spitzenforschung« ermöglichen, erklärt Dr. Karl Wienand, Koordinator der Vortragsreihe. Außerdem seien sie »der ideale Weg, ein möglichst breites Publikum anzusprechen«.

Alle Vorträge werden live auf YouTube gestreamt, um möglichst alle Interessierten zu erreichen. Ein Teil der Vorträge soll sogar auf Englisch gehalten werden, um ein internationales Publikum anzusprechen. Die Mitglieder des Freundes- und Förderkreises können per Online-Meeting mit den WissenschaftlerInnen diskutieren, alle anderen über YouTube live im Chat dabei sein. Aktuelle Vortragstermine, sowie weiterführende Informationen können über die Internetseite des Freundes- und Förderkreises eol.ffk-dm.de abgerufen werden.

Werden Sie Mitglied im Freundes- und Förderkreis des Deutschen Museums!

Jahresbeitrag:

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

Kontakt:

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

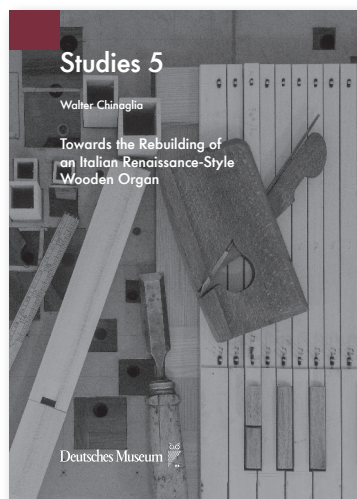
Ihre Ansprechpartnerin:

Nicole Waldburger-Wickel
Tel. 089/28 74 84 21 • info@ffk-deutsches-museum.de
www.ffk-deutsches-museum.de

Lesenswertes aus dem Deutschen Museum

Kataloge, Forschungsberichte, Kinderbücher: Der Verlag des Deutschen Museums betreut und veröffentlicht hochwertige Publikationen rund um Wissenschaft und Technik. Einen Überblick über das umfangreiche Angebot finden Sie hier: www.deutsches-museum.de/de/verlag

Drei Neue Bände in der Reihe *Deutsches Museum Studies*



Walter Chinaglia,
*Towards the Rebuilding
of an Italian
Renaissance-Style
Wooden Organ.*
Deutsches Museum
Studies, Band 5, 2020

Die Reihe *Deutsches Museum Studies* ist primär eine Online-Publikation, mit der das Deutsche Museum sein Publikationsspektrum in Richtung Open Access erweitert. Abzurufen sind die Bände unter: www.deutsches-museum.de/verlag/aus-der-forschung/studies

Band 5 beschreibt das Projekt des Orgelbauers Walter Chinaglia zum Bau einer italienischen Renaissance-Orgel, der »organo di legno« (Orgel mit Holzpfeifen) nach dem Vorbild eines Instruments in der Hofkirche in Innsbruck. Der Autor kombiniert die Verwendung historischer Werkzeuge und Materialien, einfacher Geometrie und praktischer Regeln, um das Originalobjekt neu zu interpretieren und den modus operandi des anonymen Orgelbauers zu rekonstruieren. Chinaglias einzigartiger Ansatz basiert sowohl auf Erkenntnissen auf dem Gebiet der Akustik als auf technikhistorischer Forschung und legt das historische Timbre der Holzpfeife frei, das für moderne Ohren überraschend frisch klingt. Zahlreiche Bilder von der Konstruktion vor Ort im Deutschen Museum laden den Leser ein, die traditionellen Bearbeitungstechniken für Komponenten wie Windlade, Manual, Pfeifen und Bälge en detail zu studieren.



Wilhelm Füßl (Hrsg.),
*Von Ingenieuren, Bergleuten und Künstlern.
Das Digitale Porträtarchiv »DigiPortA«.*
Deutsches Museum
Studies, Band 6, 2020

Mit Gesichtern verbinden sich Personen, mit Personen Geschichten. Bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts bildete das Genre »Porträt« eine ausgesprochen elitäre Form führender Persönlichkeiten und wohlhabender Stände. Mit der zunehmenden Zahl an Fotoateliers und durch wandernde Fotografen wurden dann Personen aus allen Bevölkerungsschichten ins Bild gesetzt. Die Kamera demokratisierte das Porträt, Menschen aus Mittel- und Unterschichten wurden nun Teil des visuellen historischen Gedächtnisses.

Die wachsende Zahl an Personendarstellungen bietet der bildwissenschaftlichen Diskussion, der Biografik und historischen Untersuchungen neue Ansätze und Chancen. Das Projekt »Digitalisierung und Erschließung von Porträtbeständen in Archiven der Leibniz-Gemeinschaft« hat in den vergangenen Jahren über 33000 Porträts aus allen Berufsgruppen, Schichten und Regionen bis in die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts zusammengetragen. Der vorliegende Band nutzt diesen Fundus zu ersten Analysen und »Tiefenbohrungen« in einem einzigartigen Quellenbestand.



Andrea Geipel, Johannes Sauter, Georg Hohmann (Hrsg.), *Das digitale Objekt – Zwischen Depot und Internet*. Deutsches Museum Studies, Band 7, 2020

Dieser Sammelband fasst die Ergebnisse und Vorträge des Symposiums »Das Digitale Objekt« zusammen, das vom 3. bis 5. Dezember 2018 im Deutschen Museum stattfand. Rechtzeitig zur dritten, diesjährigen Konferenz zum gleichen Thema (22.-23.10.) konnte der Band präsentiert werden. Die Tagung hatte das Ziel, den unterschiedlichen Arbeitsbereichen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer Rechnung zu tragen und den Prozess des »Digitalwerdens« von kulturhistorischen Objekten zu beleuchten. Die VeranstalterInnen der Tagung, Andrea Geipel, Johannes Sauter und Georg Hohmann, die zugleich die HerausgeberInnen des neuen Bandes sind, wissen vor allem um die Vorteile der digitalen Präsentation von Objekten und Inhalten. Diese Vorzüge sollte sich auch die Publikation zunutze machen, indem das lineare Erzählen aufgebrochen wurde, um Verknüpfungen und Zusammenhänge sichtbar zu machen. Sogenannte Lese-Touren – geordnet nach den Herkunftsinstitutionen der Autorinnen und Autoren, nach Theorie- und Praxisbeispielen, nach bestimmten Sammlungsbereichen und durch die Brille von Virtual und Augmented Reality – nehmen die Leserinnen und Leser an die Hand und lenken ihren Blick gezielt auf die für sie relevanten Textpassagen.

So wie in Museumskontexten das Original-Objekt durch das digitale Objekt ergänzt wird, so wird auch der Sammelband selbst mithilfe von Augmented Reality erweitert. Augmentierung meint in diesem Sinne die Möglichkeit, über eine von den Leserinnen und Lesern herunterladbare App zusätzliche Inhalte über den Buchseiten einzublenden, um z. B. an geeigneter Stelle 3D-Modelle anzuzeigen, Praxisbeispiele zu integrieren oder Videoausschnitte aus dem Vortrag abzuspielen, die den Text inhaltlich ergänzen und zum Nachdenken einladen.

Um die Augmentierung des Sammelbandes zu nutzen, ist es notwendig, die App »Das Digitale Objekt 2018« herunterzuladen und zu öffnen. Marker weisen auf den jeweiligen Seiten darauf hin, dass augmentierte Inhalte verfügbar sind. Mit dem mobilen Endgerät muss dann nur der Marker gescannt (die Kamera darüber gehalten) werden, um die Inhalte ansehen zu können. Sie können aber auch in der App eine Übersicht aller Inhalte einsehen und sich so durch das Buch navigieren. Die App wird bis Ende des Jahres 2020 in den gängigen App Stores verfügbar sein. **Andrea Lucas**

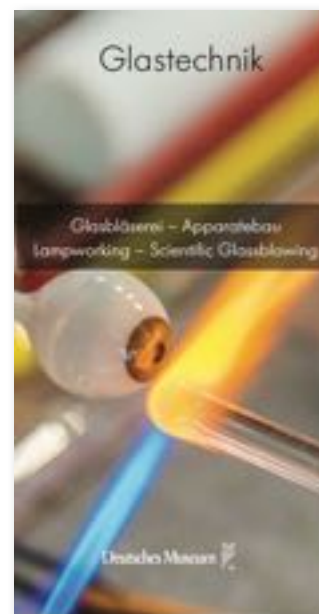
Glastechnik

Deutsches Museum (Hrsg.), *Glasbläserei – Apparatebau / Lampworking – Scientific Glassblowing*. Reihe Glastechnik / Glass Technology, Band / Volume 5, München 2020

Die Glasbläserwerkstatt hat seit vielen Jahren Tradition im Deutschen Museum. Diesem Thema widmet sich nun ein fünfter und letzter Band der erfolgreichen Reihe *Glastechnik*. Angelehnt an die beliebten Glasbläser-Vorführungen bietet *Glasbläserei – Apparatebau* ein kompaktes, zweisprachiges und reich bebildertes Nachschlagewerk über das Glasblasen und den technischen Apparatebau.

Wie werden eigentlich Christbaumschmuck, Glasaugen oder ein Liebigkühler hergestellt? Viele erfahrene und auf bestimmte Fachgebiete spezialisierte Glasbläser verraten Schritt für Schritt, wie sie diese kunsthandwerklichen und technischen Objekte an der Lampe fertigen. Umrahmt werden die Kapitel von einem historischen Teil zu den Anfängen der kunsthandwerklichen Glasbläserei im Thüringer Wald und der historischen Entwicklung des Apparatebaus. Zudem gibt es einen Einblick, wie der moderne Glasapparatebauer heute arbeitet. Glas ist nicht nur ein einfaches Gebrauchsmaterial, aus dem Glasscheiben und Glasflaschen hergestellt sind. Das Material Glas ist unglaublich vielseitig. Der vorliegende Band zeigt, dass Glas sowohl in Kunstobjekten als auch in der Spitzenforschung unentbehrlich ist.

Federführend für die Fertigstellung des Buchs war der Physiker und Glasbläser Marcus Thielen, der nicht nur die meisten Beiträge verfasste, sondern das Buch auch fachlich und organisatorisch maßgeblich begleitet. Ebenfalls an der Konzeptionierung mitgewirkt haben Professor Dr. Helmut Schaeffer, ehemaliger Vorsitzender des Fachbeirats Glastechnik des Deutschen Museums, Dr. Roland Langfeld, Vorsitzender des Fachbeirats der Glastechnik und Kuratoriumsmitglied des Deutschen Museums sowie Dr. Marcelina Malissek, Kuratorin für die Werkstoffe im Deutschen Museum.



Die Bände aus der Reihe Glastechnik:
 1 *Werkstoff Glas*
 2 *Hohlglas*
 3 *Flachglas*
 4 *Spezialglas*
 5 *Glasbläserei, Apparatebau*



Publikationspreis 2019

Groß gefeiert werden konnte heuer zwar nicht, aber verliehen wurde im Dezember 2020 der Publikationspreis 2019 des Deutschen Museums doch. Er prämiert jedes Jahr in ihrer Art vorbildliche Veröffentlichungen von hoher Qualität, die im Vorjahr am Deutschen Museum oder den mit ihm kooperativ verbundenen Universitätsinstituten entstanden sind.

Ausstellungskatalog: *Kosmos Kaffee*

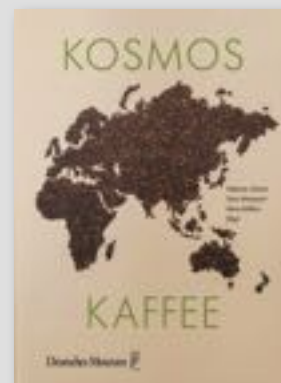
Über den Preis in der Kategorie Bildung freuten sich diesmal Melanie Jahreis, Sara Marquart und Dr. Nina Möllers. Die Preisrede begründet die Entscheidung der Jury, Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl, Ulrike Leutheusser, Prof. Dr. Kärin Nickelsen und Prof. Dr. Helmuth Trischler folgendermaßen: »Kosmos Kaffee war eine der erfolgreichsten, wenn nicht die erfolgreichste Sonderausstellung in der Geschichte des Deutschen Museums. Dazu passt, dass die drei Herausgeberinnen einen vorzüglichen Katalog zusammengestellt haben, der neue Maßstäbe setzt. Dem Charakter von Kaffee als globalem Handels- und Konsumgut folgend, nimmt uns der Katalog auf eine Weltreise mit und beleuchtet den *Kosmos Kaffee* aus einer Vielzahl von regional spezifischen Perspektiven.

Die Ausstellungskuratorinnen und Katalogherausgeberinnen haben internationale Expertinnen und Experten dafür gewonnen, Schlaglichter auf die Produktion und den Konsum von Kaffee in ihren jeweiligen Ländern zu werfen. [...]

Studie: *Bekämpfung der Schlafkrankheit*

Ausgezeichnet mit dem Forschungspreis für die auf ihrer Dissertation basierende Studie zur Bekämpfung der Schlafkrankheit wurde Dr. Sarah Ehlers, seit 2020 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Forschungsinstitut des Deutschen Museums. Die Laudatio würdigt das Buch folgendermaßen: »Dieses Buch wurde – man mag es kaum glauben – vor dem Ausbruch der

Corona-Pandemie geschrieben, und doch bestehen viele Parallelen zwischen der Pandemie, die wir heute erleben, und der Epidemie in Form der Schlafkrankheit, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts das subsaharische Afrika erschütterte. [...] Die Erforschung der Schlafkrankheit ist, das zeigt die Autorin auf eindrucksvolle Weise, keine lineare Erfolgsgeschichte europäischen Expertenwissens, sondern über weite Strecken eine Geschichte kolonialer Machtausübung, rassistischer Segregation ganzer Ethnien und vor allem des massenhaften Sterbens. [...]«
Dorothee Messerschmid-Franzen



Melanie Jahreis, Sara Marquart, Nina Möllers (Hrsg.), *Kosmos Kaffee* (deutsche Ausgabe); *Cosmos Coffee* (englische Ausgabe). München 2019



Sarah Ehlers, *Europa und die Schlafkrankheit. Koloniale Seuchenbekämpfung, europäische Identitäten und moderne Medizin 1890–1950*. Göttingen 2019

Das Deutsche Museum für Kinder

Eine große, spannende Entdeckungsreise durch das Deutsche Museum, seine Geschichte und seine Ausstellungen.

»Für Kinder ein Buch über das Deutsche Museum schreiben: Das haben wir uns schon lange gewünscht.« So beginnt das Vorwort zu *Von Oskar bis zum großen Umbau* – dem neuesten Werk aus dem Deutschen Museum.

Die erfahrenen Pädagogen aus der Abteilung Bildung haben sich für das Buch in Geschichte und Geschichten des Deutschen Museums und seiner Ausstellungen gegraben und daraus ein spannendes Werk für alle Neugierigen ab 8 Jahren geschrieben. Mit tollen Illustrationen werden die Leser auf eine Reise hinter die Kulissen des Deutschen Museums mitgenommen: Wie ist das Deutsche Museum entstanden und warum steht es auf einer Insel? Woher stammen all die Ausstellungsstücke? Was geschieht bei dem großen Umbau seit 2015? Was passiert, wenn etwas passiert: ein Feuer ausbricht, Hochwasser oder Diebe ins Museum eindringen? In leicht verständlichen Texten gibt das Buch Antworten auf diese und andere Fragen und vermittelt Wissenswertes und Verblüffendes rund um das Deutsche Museum.

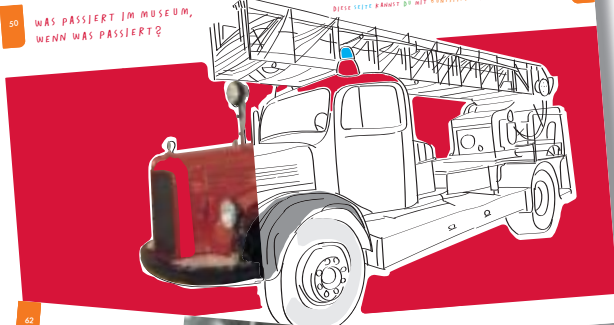
In kurzen Interviews mit einzelnen Kollegen wird gezeigt, wer alles in einem Museum arbeitet – vom Architekten bis zum Generaldirektor. Kleine Aha-Momente schaffen die zahlreichen Boxen, die interessantes Zusatzwissen bereithalten: Was ist eine Perspektive? Wer ist Tante Ju? Was hat es mit dem Loch in der Museumseule auf sich? Und für eine Lesepause finden sich über das Buch verteilt immer wieder einfache Experimente, Spiele und Knobelien.

Das klare, farbenfrohe Layout, große Schrift und kurze, lebendig aufbereitete Textabschnitte machen neugierig und erleichtern auch Leseanfängern den Textestieg. Als Extra oben drauf gibt es ein großes Poster vom Deutschen Museum! Das Buch kann über den Museumsshop und im Buchhandel gekauft werden und kostet 9,50 Euro.

Deutsches Museum Verlag (Hrsg.), *Das Deutsche Museum – Von Oskar bis zum großen Umbau*. München 2020



50 WAS PASSIERT IM MUSEUM, WENN WAS PASSIERT?



52

Wasser morsch!
Eine Spinnwebkugel wird durch Hitze angetrieben und transportiert Wasser, um das Feuer schnell zu löschen. Erwartungsvoll regiert kein großer Insektenhändler. Andererseits, kann das Wasser viel nerven. Daher werden Spinnwebkugeln nicht überall eingesetzt.
Die neuen Ausstellungen sind mit Spinnweben ausgestattet. Dabei gibt es bei jeder Tour große Tische mit Wasser. Dazu gibt es noch einen Tisch mit fast 100.000 Liter für die Wasserpflanzen im Ginkgo. Da das Torke fortan so viel Wasser wie 3607 Badewannen-Spinner braucht dann noch ein Tisch dabei.



BERUFE IM MUSEUM

Der Chefkoch
Zur Zeit: Berndt, Küchenchef im Restaurant
Die Aufgaben: Der Chefkoch ist der Mann, der die Speisen im Restaurant zubereitet. Er ist verantwortlich für die Qualität der Speisen und die Organisation der Küche.
Was macht er? Er ist der Chef der Küche. Er ist verantwortlich für die Qualität der Speisen und die Organisation der Küche.
Wohin führt er? Er führt die Küche. Er ist verantwortlich für die Qualität der Speisen und die Organisation der Küche.
Was sind die Aufgaben? Er ist der Chef der Küche. Er ist verantwortlich für die Qualität der Speisen und die Organisation der Küche.

74



Nachbauten
Manchmal möchten wir etwas bauen, was wir nicht haben. Das Original kann aber nur an einer Stelle gefunden sein, in einem Fall in London. Schade für die meisten Museen. Wie kann man sich helfen? Mit einem originalgetreuen Nachbau!

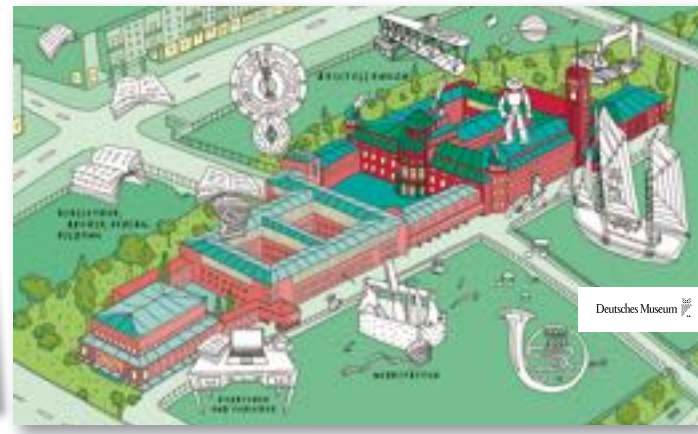
Was ist ein Ding? Ein Ding ist ein Objekt, das man sehen kann. Ein Ding ist ein Objekt, das man sehen kann.

Modelle
Die Modelle sind so groß, wie sie in der Ausstellung zu sehen. Andere sind so klein, dass man sie fast nicht sehen kann. Die Modelle sind so groß, wie sie in der Ausstellung zu sehen. Andere sind so klein, dass man sie fast nicht sehen kann.



Wenn nicht sicher ist, ob es sich um ein Original oder einen Nachbau handelt, können Experten das Material untersuchen und z.B. sein Alter bestimmen. Im Museum verfügt die Textstelle, dass es ein Nachbau ist.

75



Abbildungen: Deutsches Museum

Das Auto als Chauffeur

Neuzugang im Verkehrszentrum des Deutschen Museums: Waymo Firefly, eines der ersten autonomen Fahrzeuge, ist ab jetzt auf der Theresienhöhe zu sehen



Generaldirektor Professor Wolfgang M. Heckl im Waymo Firefly, den Wieland Holfelder (li.), der Leiter des Münchner Google-Entwicklungszentrums, stellvertretend für die Schwesterfirma an das Verkehrszentrum übergeben hat.

Im Verkehrszentrum des Deutschen Museums kann man eines der ersten selbstfahrenden Autos bestaunen. Mit Fahrzeugen des Prototyps Firefly der Firma Waymo, die aus einem Google-Projekt für autonomes Fahren entstanden ist, wurden bereits mehr als 32 Millionen Kilometer ohne menschlichen Fahrer absolviert. Von 2015 bis 2017 waren die Wagen ohne Lenkrad und Pedale schon auf öffentlichen Straßen in den USA unterwegs, um die Technologie zu testen und weiterzuentwickeln. Einer dieser Testpioniere reiht sich jetzt ein ins Straßenbild in Halle I im Verkehrszentrum auf der Theresienhöhe.

Die Idee vom fahrerlosen Wagen nicht neu: »Wir zeigen im Bereich Forschungsfahrzeuge in Halle III ein weiteres Pionierfahrzeug autonomen Fahrens, einen Mercedes SEL, der schon 1995 überwiegend autonom von München nach Kopenhagen und zurück fuhr«, erklärt Bettina Gundler, Leiterin des Verkehrszentrums. Ernst Dickmanns und sein Team an der Universität der Bundeswehr in München hatten den Wagen damals zum Versuchsfahrzeug für autonome Mobilität (VaMP) umgerüstet.

Inzwischen ist der Technologie-Wettbewerb unter den Automobilherstellern weltweit in vollem Gange. Die Firma Waymo gilt dabei mittlerweile als führend. Waymo ist 2016 aus dem Google Self-Driving-Car-Projekt entstanden. Der US-amerikanische Technologie-Konzern hatte bereits ab 2009 an einer Technologie für das autonome Fahren gearbeitet und 2014 mit dem Firefly den ersten Prototyp entwickelt. Schon 2015 gab es

damit die ersten komplett autonomen Testfahrten auf öffentlichen Straßen – ohne Lenkrad, ohne Pedale, ohne Fahrer. Dass das Deutsche Museum nun schon eines dieser ersten »Glühwürmchen« mit dem charakteristischen Gesicht aus Scheinwerfer-Augen und Sensor-Nase zeigen kann, ist auch den guten Kontakten zu Google geschuldet: »Seit 2014 arbeiten wir bereits sehr erfolgreich in den verschiedensten Projekten zusammen. Das reicht von virtuellen Ausstellungen bei Google Arts & Culture bis zur Digitalisierung ganzer Buchbestände unserer Bibliothek«, sagt Wolfgang M. Heckl, der Generaldirektor des Deutschen Museums. »Und nicht zuletzt ist Wieland Holfelder, der Leiter des Google Entwicklungszentrums in München, ein sehr aktives Vorstandsmitglied in unserem Freundes- und Förderkreis!«

Holfelder ließ es sich auch nicht nehmen, die Präsentation des Waymo Firefly im Verkehrszentrum persönlich zu begleiten. »Der Firefly ist ein wichtiger Schritt auf unserem Weg zur Entwicklung vollständig autonomer Fahrzeuge. Durch ihn konnten wir einige der grundlegenden Fragen rund um das autonome Fahren lösen und so 2015 die weltweit erste Fahrt unternehmen, bei der niemand am Steuer saß«, sagt YooJung Ahn, Head of Design bei Waymo. »Heute liegt unser kompletter Fokus darauf, den erfahrensten Fahrer der Welt zu entwickeln – den Waymo-Fahrer. Und wir freuen uns sehr zu sehen, dass einer der Fireflies jetzt im Deutschen Museum seine eigene Reise fortsetzen kann – als Stück Geschichte des autonomen Fahrens.«



Kein Lenkrad, keine Pedale: Das »Glühwürmchen« fährt ganz von allein.

Technische Daten Waymo Firefly

Baujahr: 2015; Sensoren in der Dachkapsel für 360°-Scans (Radar, Lidar, Kameras und Mikrofone)
Software: Waymo Driver; Länge: 3,449 Meter
Höhe: 1,983 Meter; Breite: 2,018 Meter; Sitzplätze: 2
Antrieb: Elektromotor; Höchstgeschwindigkeit: 40 Stundenkilometer; Reichweite: 40 Kilometer



Neben Kinderwägen, Rollschuhen oder Fahrrädern wartet ein kuscheliger Reitbär auf Besuch.

Bewegte Kinderträume

Schaukelpferd, Bonanzarad, Schlitten & Co.: Eine neue Sonderausstellung zeigt im Verkehrszentrum des Deutschen Museums »Mobile Kinderwelten«.

»Schau mal, so eins hatte ich auch!« »Ooh, das hab ich mir damals immer gewünscht!« Beim Anblick von Bonanzarad, Kettcar oder Seifenkiste fühlen sich viele Große um Jahrzehnte zurückversetzt. Und nicht nur die Kleinen bekommen spontan Lust, auf dem Steiff-Bären davonzurollen oder die Sprungfedern unter die Schuhe zu schnallen.

Die Sonderausstellung »Mobile Kinderwelten« zeigt Spielmobile aus mehr als 150 Jahren. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Fahrradmuseum und der Sammlerin Eva-Maria Mayer wurden etwa 80 teils skurrile und seltene Stücke zusammengetragen, von der Zimmerodelbahn bis zum Karussell-Feuerwehrauto. Die Kinderträume auf Rollen, Rädern und Kufen sind bis zum 26. Juli 2021 auf der Empore in Halle III zu sehen.

»Aus der Bahn, Kartoffelschmarrn!« Wer braucht schon Schnee zum Schlittschuhfahren, wenn er eine Zimmerodelbahn hat? Was in Zeiten des Klimawandels zukunftsstrahlig anmutet, stand schon vor über 100 Jahren in einer gutbürgerlichen Stube. Die hölzerne Rampe mit den zwei Fahrrollen ist eines von etwa 80 teils skurrilen und seltenen Spielmobilen. Angefangen von einer Entwicklungsgeschichte des Fahrrads im Kleinen – samt Hochrad für Kinder! – über Schaukelpferdchen, Tretautos

und Seifenkisten bis zu Bobby Car und Waveboard geht es – holterdipolter – durch die mobile Kindheitsgeschichte. »Man bekommt heinen Einblick in den Lebensalltag im 19. und 20. Jahrhundert. Und erkennt, wie sich die Vorstellungen von Spiel und Mobilität, wie sich die Gesellschaft und die Pädagogik im Laufe der Zeit gewandelt haben«, sagt Bettina Gundler, die Leiterin des Verkehrszentrums. »Aber vor allem sind das einfach auch ganz entzückende Objekte, bei deren Anblick einem das Herz aufgeht.«

Ihr persönlich hat es am meisten das Feuerwehrauto angefallen: »Das gehörte zu einem Karussell und erfüllte lange Jahre mobile Kinderträume.« Da würden wohl auch jetzt viele kleine Besucherinnen und Besucher gerne sofort einsteigen. Während ihre Eltern und Großeltern mit Blick auf Kettcar oder anschnallbare Schlittschuhkufen in ihren eigenen Kindheitserinnerungen schwelgen.

Ivan Sojc vom Deutschen Fahrradmuseum in Bad Brückennau geht es aber nicht nur um Nostalgie: »Diese Objekte erinnern uns daran, dass Bewegung für die kindliche Entwicklung extrem wichtig ist und viel Spaß machen kann – auch in Corona-Zeiten.«



25 Jahre jung

Das Deutsche Museum Bonn erfindet sich neu.

Andrea Niehaus (Mitte) mit Reinhard Schneider von der Dr. Hans Riegel Stiftung, Wolfgang M. Heckl, NRW-Wirtschaftsminister Andreas Pinkwart und Physiker und Wissenschaftsjournalisten Rangar Yogeshwar. (v.l.n.r.)

»Mission Künstliche Intelligenz – erleben, verstehen, mitgestalten«: Unter diesem Motto erfindet sich das Deutsche Museum Bonn in seinem Jubiläumsjahr neu. Nach 25 Jahren macht die Bonner Dependence des Deutschen Museums in München die ersten Schritte auf dem Weg zum zentralen Erlebnisort für Künstliche Intelligenz in NRW.

Künstliche Intelligenz beeinflusst schon heute eine Vielzahl von Lebensbereichen. Begleitet werden KI-basierte Technologien von großen Erwartungen, Vorurteilen und Ängsten. Bislang fehlt den Menschen ein zentraler Erlebnisort für die Vermittlung der Künstlichen Intelligenz mit all ihren Chancen und Risiken. Um eine solche neutrale und kompetente Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft in Nordrhein-Westfalen zu etablieren, richtet sich das Deutsche Museum Bonn neu aus: von der Ausstellung zeitgenössischer Technikgeschichte in aller Breite zu einem dynamischen Ort der Vermittlung und des Dialogs rund um das Schwerpunktthema KI. Dies unterstützen jetzt gleich zwei Partner: das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalens und die Dr. Hans Riegel-Stiftung.

In den vergangenen 25 Jahren hat sich das Deutsche Museum Bonn als lebendiges Haus der Wissenschafts- und Technikvermittlung für alle Generationen weit über die regionalen Grenzen hinaus etabliert – der ideale Ort, an dem sich die Öffentlichkeit künftig mit den Grundlagen, den Chancen und den Herausforderungen der KI anschaulich auseinandersetzen kann. »Das Deutsche Museum ist seit 117 Jahren eine Institution, der die Menschen vertrauen«, sagt Wolfgang M. Heckl, Generaldirektor des Deutschen Museums. »Unsere dynamische Bonner Zweigstelle wird mit ihrer »Mission KI« einen wichti-

gen Beitrag in und für Nordrhein-Westfalen leisten. Hier ist der Fortschritt der Digitalisierung längst zu einem der wichtigsten Standortfaktoren geworden. Um das volle wirtschaftliche Potential der KI-basierten Schlüsseltechnologien ausschöpfen zu können, ist ein offener Dialog mit der Öffentlichkeit von entscheidender Bedeutung.

Ängste gilt es ernst zu nehmen, um gemeinsame Perspektiven zu eröffnen. »Das Deutsche Museum Bonn ist die ideale Keimzelle für den zentralen Informations-, Bildungs- und Vermittlungsort, den die Region braucht, um die Menschen in die digitale Zukunft mitzunehmen«, begründet NRW-Wirtschaftsminister Prof. Dr. Andreas Pinkwart sein Engagement für das Projekt.

Die Zukunft gemeinsam gestalten durch Engagement, Diskurs und aktive Positionierung ist wesentliches Ziel vieler Projekte der Dr. Hans Riegel-Stiftung, die sich seit 2018 für das Deutsche Museum Bonn engagiert. Im Deutschen Museum Bonn gestaltet die Dr. Hans Riegel-Stiftung einen eigenen Bereich und ist damit der erste Partner, der die Neuausrichtung operativ unterstützt. Unter dem Motto »Mission KI – erleben, verstehen, mitgestalten« werden in mehreren Projektetappen sich stetig wandelnde Erlebnis- und Vertiefungsräume zum Thema KI entstehen, die die klassische Dauerausstellung ablösen.

Hoffnung gegen Ebola

Der neuartige Impfstoff »Ervebo« wird in der künftigen Ausstellung »Gesundheit« des Deutschen Museums gezeigt.

Es sind nur zehn unscheinbare Glasampullen in einer Pappschachtel, aber die haben es in sich: Ervebo heißt die Hoffnung im Kampf gegen Ebola, eines der tödlichsten Viren der Welt. Weil Corona in den vergangenen Monaten die Schlagzeilen beherrschte, ist die Krankheit zuletzt fast in Vergessenheit geraten. Dabei ist es keine fünf Jahre her, dass bei einem großen Ausbruch in Westafrika 11 000 Menschen starben. Für rund zwei Drittel der Ebola-Patienten verläuft die Krankheit tödlich. Doch seit 2019 gibt es Hoffnung: Ervebo, ein Impfstoff, den der Pharmariese MSD (in den USA Merck & Co) produziert.

Als der Impfstoff Ende 2019 von der EU zugelassen wurde, wurde auch das Deutsche Museum auf die Entwicklung aufmerksam. Kurator Florian Breitsameter sagt: »Ich wollte den Impfstoff unbedingt in der künftigen Dauerausstellung zeigen. Man kann daran sehr gut erklären, wie ein Impfstoff wirkt, der nach dem Prinzip des viralen Vektors funktioniert. Ervebo ist der erste derartige zugelassene Impfstoff.« Bei Ervebo wird das Genmaterial für ein Impfantigen in ein Trägervirus eingebracht, das dann als Impfstoff gespritzt wird. Das Protein dieses Genmaterials wird in die Oberfläche des Vektors eingebaut und auf diese Weise in den Körper eingeschleust. Dort lösen diese Proteine dann die Produktion von Antikörpern im Geimpften aus.

Durch Zufall zum Impfstoff

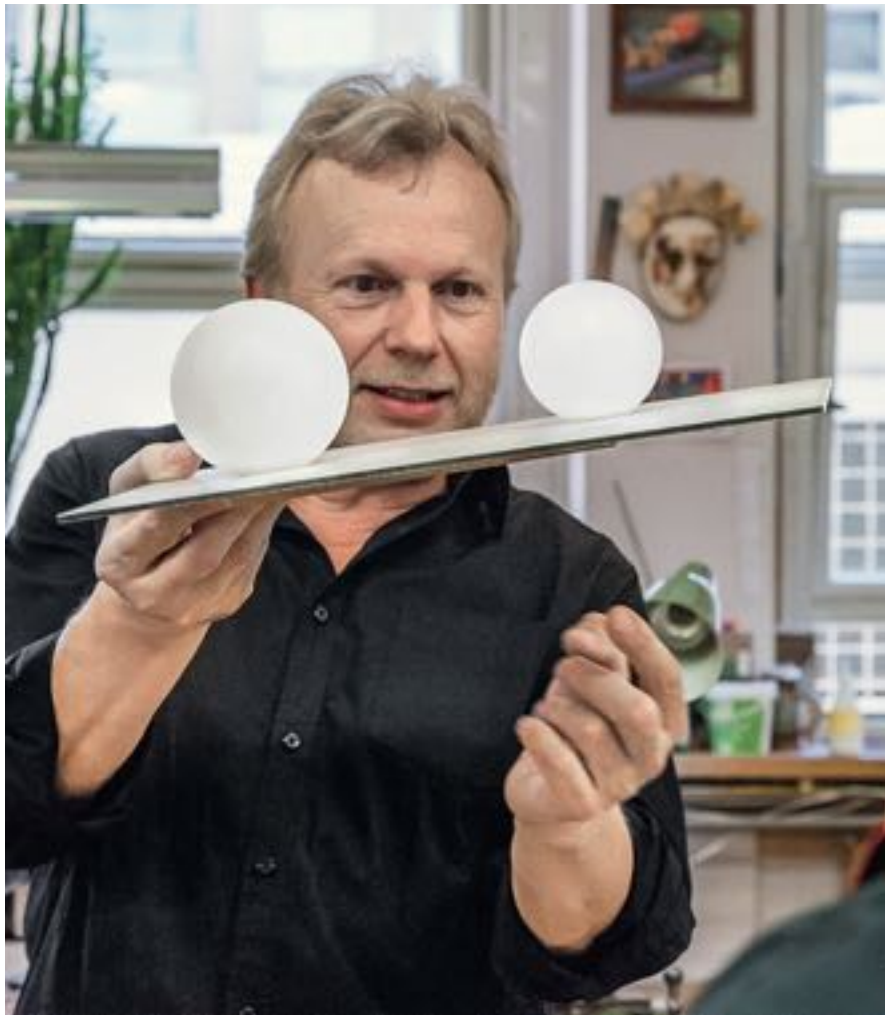
Der neuartige Impfstoff wird ab Ende 2021 neben anderen Impfstoffen zu sehen sein, die die Welt verändert haben. Besonders gern erzählt Kurator Florian Breitsameter die Geschichte der Pockenimpfung. Der schottische Arzt Edward Jenner hatte herausgefunden, dass eine Infektion mit Kuhpocken vor den tödlichen Pocken schützt. »Es war aufgefallen, dass Mägde, die Kühe melken, nicht an den gefährlichen echten Pocken erkranken, sondern nur Pusteln an den Händen bekamen.« Jenner kratzte an den Pusteln und infizierte mit dem Schorf Kinder, die dann vor der tödlichen Krankheit geschützt waren. Als erstes Land der Erde führte Bayern 1807 eine Pflicht-Pockenimp-



Die Impfung ist die einzige Möglichkeit, das gefährliche Ebolavirus einzudämmen. In der neuen Ausstellung »Gesundheit« im Deutschen Museum wird der Impfstoff nebst anderen bedeutenden Vaccinen gezeigt.



fung ein. Heute sind die Pocken ausgerottet. Um die Ausrottung von Ebola geht es bei Ervebo nicht: Der Impfstoff wird als Notfallpräparat bei akuten Ausbrüchen eingesetzt – auch medizinisches Personal im Anti-Ebola-Einsatz kann damit geimpft werden. Die Substanz ist nicht im Handel erhältlich, sondern wird derzeit zum Selbstkostenpreis abgegeben und über die WHO verteilt. Das ist auch aus technischen Gründen notwendig: Die Langzeit-Lagerung erfolgt bei -80 bis -60 Grad. Sollte es zu einem Ausbruch kommen, wird der Impfstoff eingeflogen.



Das Deutsche Museum leistet sich eine eigene Modellbauwerkstatt. Hier entstehen die unterschiedlichsten Objekte zur Veranschaulichung komplexer Sachverhalte. Im Bild: Franz Huber, der Leiter der Modellbauwerkstatt.

Modellierte Wirklichkeit

Es ist gar nicht so einfach, der breiten Öffentlichkeit die perfiden Verbreitungsstrategien eines Virus zu erklären. Mit mathematischen Modellen versuchen Epidemiologen seit Ausbruch der Corona-Pandemie den Iststand festzuhalten und künftige Entwicklungen vorherzusagen. Eine gewisse Skepsis gegenüber Modellberechnungen erscheint verständlich, schließlich versucht man, durch die Reduktion auf wesentliche Elemente ein komplexes Ge-



In pandemiefreien Jahren finden in der Flugwerft Schleißheim regelmäßig Modellflugtage statt. Kinder können dann ihre eigenen kleinen Flugzeuge bauen.

schehen zu verstehen. Ein Blick in die jüngere Geschichte zeigt allerdings, dass mathematische Modelle erstaunlich zuverlässig sind, man denke nur an die Vorhersagen der Klimaforscher. Auch die zahlreichen Modelle im Deutschen Museum sind Vereinfachungen – von Sachverhalten, Vorstellungen oder Originalen. Gerade im Bereich der Grundlagenforschung, in der Physik, Biologie oder Chemie sind sie Mittler zwischen Theorie und der wirklichen Welt und oft bilden sie den Kern unseres wissenschaftlichen Weltbildes. In Bezug auf technische Artefakte sollen sie Funktionsweisen verständlich erklären oder Unsichtbares sichtbar machen. Äußerst beliebt sind im Museum die Miniaturmodelle von Objekten, die aufgrund ihrer schieren Größe gar keinen Platz im Museum hätten: In der Abteilung Schifffahrt finden sich zahlreiche derartige Ausstellungsstücke.

Ein ziemlich breites und spannendes Feld also, das unsere Autorinnen und Autoren in der nächsten Ausgabe »beackern« werden: Modelle der Mathematik, Funktions- und Versuchsmodelle, Demonstrationen bis hin zu Weltmodellen werden dabei sein. Bleibt zu wünschen, dass wir uns all das demnächst wieder einmal vor Ort auf der Museumsinsel ansehen können.

Bis dahin wünscht Ihnen eine gute Zeit
Sabrina Landes

Impressum

Das Magazin aus dem Deutschen Museum

45. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum München
Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl
Museumsinsel 1, 80538 München
Postfach 80306 München
Telefon (089) 2179-1
www.deutsches-museum.de

Gesamtleitung: Dr. Kathrin Mönch (Deutsches Museum)
Dr. Stefan Bollmann (Verlag C.H.Beck, verantw.)
Wissenschaftliche Beratung: Dr. Andreas Gundelwein

Redaktionsleitung: Sabrina Landes | publishNET,
Grafik: Birgit Schwintek, Korrektorat: Hannah Schnorbusch, redaktion@publishnet.org, www.publishnet.org

Verlag: Verlag C.H.Beck oHG, Wilhelmstraße 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München, Telefon (089) 38189-0, Telefax (089) 38189-398, www.chbeck.de

Redaktioneller Beirat: Dr. Frank Dittmann (Kurator Energietechnik, Starkstromtechnik, Automation), Gerrit Faust (Leiter Presse- und Öffentlichkeitsarbeit), Melanie Jahreis, Dr. Kathrin Mönch (Verlagsleitung), Dr. Christian Sicka (Kurator Astronomie, Planetarium, Atomphysik, Zeitmessung), Prof. Dr. Elisabeth Vaupel (Forschungsinstitut)

Herstellung: Bettina Seng, Verlag C.H.Beck oHG

Anzeigen: Bertram Mehling (verantw.), Verlag C.H.Beck oHG, Anzeigenabteilung, Wilhelmstr. 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München; Disposition, Herstellung, Anzeigen, technische Daten: Telefon (089) 38189-609, Telefax (089) 38189-589. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 37.

Repro: Rehbrand Medienservice GmbH, Hauptstraße 1, 82008 Unterhaching

Druck, Bindung und Versand: Holzmann Druck GmbH & Co. KG, Gewerbestraße 2, 86825 Bad Wörishofen

Bezugspreis 2021: Jährlich 29,- Euro
Einzelheft 8,90 Euro, jeweils zuzüglich Versandkosten

Weitere Informationen: Deutsches Museum, Mitgliederservice, Museumsinsel 1, 80538 München, Telefon (089) 2179-310, mitgliederinfo@deutsches-museum.de, www.deutsches-museum.de/mitgliederservice

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) 393406

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. Der Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Beiträge und Bilddokumente. Die Redaktion behält sich vor, eingereichte Manuskripte zu prüfen und ggf. abzulehnen. Ein Recht auf Abdruck besteht nicht. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht die Meinung der Redaktion wieder.
ISSN 0344-5690

myclimate klimaneutral produziert
www.chbeck.de/nachhaltig



Verschenken Sie ein Museum!

Sie sind auf der Suche nach einem besonderen Präsent?
Mit einer Geschenkmitgliedschaft verschenken Sie
ein ganzes Museum.

Das Anmeldeformular sowie weitere Informationen erhalten Sie unter
www.deutsches-museum.de/mitgliederservice
oder direkt beim Mitgliederservice
Tel. 089/2179-310, Fax 089/2179-99310, mitgliederinfo@deutsches-museum.de



Deutsches Museum



Museumsinsel 1, München · Tel. 089/2179-1 · täglich 9–17 Uhr · www.deutsches-museum.de



»Taurus-Typ«, 1908
Äußerst seltene Taschenuhr-
Schreibmaschine von
Torrani & Cie., Mailand
Schätzpreis: € 5.000–7.000



Goldene Taschenuhr von
Dubois, Genf, um 1885
18 Karat, 16 Rubine
Schätzpreis: € 1.700–2.200

Frühjahrs-Auktionen

**»Photographica & Film«
»Rundfunk«**

»Wissenschaft & Technik«

»Mechanische Musik«

»Büro-Antik« + »Spielzeug«

23. + 24. April 2021



Telefon »Systeme Ader«, um 1880
Französischer Tischapparat von Soc.
Ind. des Téléphones
Schätzpreis: € 3.500–5.000



Radio-Empfänger »DeTeWe
Neutrohet 29W«, 1928
Schätzpreis: € 1.200–1.800



Exzellente, umfangreiche
Schellackplatten-Sammlung von
Caruso bis Beatles, 1905–1963



Früher deutscher
Radioempfänger »Typ
Wira«, um 1925
Schätzpreis: € 800–1.500



Phonograph »Columbia Graphophone
Typ N 'Bijou'«, ab 1895
Schätzpreis: € 900–1.200



»Gerda Mod. 1«, 1919
Riesenrarität: Deutsche Blinden-
Zeigerschreibmaschine
von Georg Emig, Berlin
Schätzpreis: € 800–1.500



Musikbox »Wurlitzer 1080«, 1947
Mit 24 original Platten
Schätzpreis: € 7.000–10.000



Radioempfänger »Stahlwerk
Mark Breslau«, um 1925
Schätzpreis: € 700–1.000



Grammophon »Zonophone Typ C«,
um 1900
Schätzpreis: € 1.200–1.800



Jahrmarkt-Drehorgel
»Wilhelm Bruder Modell 64«,
um 1925
Schätzpreis: € 4.000–6.000



»Regina Modell 34«, um 1903
Großer Plattenwechsel-Automat
für 12 Platten
Schätzpreis: € 22.000–25.000

...und vieles mehr!

Weitere Informationen unter www.Breker.com / **New Highlights**
und youtube.com/auctionteambreker

Voll-illustrierter 2-sprachiger (deutsch/englisch) **FARB-Katalog:** € 28,- · Lieferung nur gegen Vorkasse
(Scheck, Bar oder Kreditkarten mit Sicherheitsnummer „CVV“ und Verfalldatum: Mastercard / Visa / AmEx)

☛ **Einlieferungen jederzeit nach Vereinbarung!** ☛

AUCTION TEAM BREKER

Die Spezialisten für »Technische Antiquitäten«

Postfach 50 11 19, 50971 Köln * Tel.: +49-2236-38 43 40 * Fax: +49-2236-38 43 430
Otto-Hahn-Str. 10, 50997 Köln (Godorf) * e-mail: Auction@Breker.com * Geschäftszeiten: Di – Fr 9 – 17 Uhr

UNSERE INTERNATIONALEN REPRÄSENTANTEN

U.S.A.: Andrew Truman, Tel. (207) 485 8343 * AndrewAuctionTeamBreker@gmail.com

Australien & Neuseeland: P. Bardenheier, (NZ), Tel./Fax (+64) (0)9 817 72 68 * dbarden@orcon.net.nz

Japan: Murakami Taizou, Tel./Fax (06) 68 45 86 28 * murakami@ops.dti.ne.jp · **China:** Jiang Feng, Tel. 138 620 620 75 * jiangfengde@gmail.com

Hongkong, Taiwan, Singapur: Alex Shih-Chieh Lin, (HK), Tel. (+852) 94 90 41 13 * alexslin@gmail.com

England: Tel. +49 (0) 176 991 40593 * AuctionTeamBrekerUK@outlook.de · **Frankreich:** Pierre J. Bickart, Tel. (01) 43 33 86 71 * AuctionTeamKoln@aol.com

Russland: Maksim Suravegin, Tel. +7 903 558 02 50 * Maksim-ATB.ru@gmx.net

invaluable
The world's premier auctions and galleries

liveauctioneers