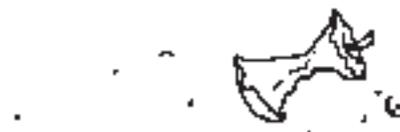


Ein Raum voller Leere Lange glaubten Wissenschaftler, dass es den leeren Raum nicht geben könne.

Sind Pausen Musik? Erst mit der Entwicklung der Notenschrift konnten Pausen notiert und exakt definiert werden.

Gestatten: Genossin Laika Im November 1957 schossen die Sowjets mit Sputnik 2 das erste Lebewesen ins All.

KULTUR & TECHNIK



Nichts

SEIT 1954
MAßGEFERTIGT
IN DEUTSCHLAND



müller maßmanufaktur
ganz ohne linie

muellermassmanufaktur.de

MABCENTER MÜNCHEN
Maximiliansplatz 17 | München
Mo-Fr 10.00 - 18.30 Sa 10.00 - 16.00



**Liebe Leserin,
lieber Leser,**

was das nun schon wieder soll? Ein angenagter Apfelbutzen auf dem Titelblatt – sonst nichts. Womöglich das übrig gebliebene Kerngehäuse von jener Frucht, deren Genuss unsere Ahnen einst das Paradies kostete. Ein einziger Bissen – und schon war die Seligkeit im Nichts zerstoßen. Und was war schuld? Die Neugier. Dieser ewige, nie zu stillende Hunger nach Erkenntnis. Wie sonst käme der Mensch auf den Gedanken, sich den Kopf über »Nichts« zu zerbrechen? Gar ein ganzes Magazin damit zu füllen?

»Vide dans le vide« nannte Blaise Pascal – durchaus provokativ – sein Experiment, mit dem er nachwies, dass sich Quecksilber in einem luftleeren Röhrchen nur durch den äußeren Luftdruck ausbreitet. Er bestätigte und erklärte damit ähnliche Versuche Toricellis, an dessen These vom »Vakuum« die Zeitgenossen noch gezweifelt hatten. Der bis dahin postulierte »horror vacui«, die Angst der Natur vor der Leere, landete in der Folge im Reich der Legenden. Doch bis heute fasziniert Naturwissenschaftler, Mathematiker und Philosophen das Nachdenken über Möglichkeit, Wesen und Beschaffenheit eines »Nichts«. Der Kosmos, davon sind wir heute überzeugt, scheint weitgehend gähnend leer zu sein, auch wenn uns das abendliche Glitzern der Sterne den Eindruck von Fülle vermittelt. Im Vakuum hingegen bilden sich nach den Regeln der Quantenphysik immer wieder Teilchen, die sofort wieder zerfallen. Ganz leer ist es da drin also nicht. Kaum scheint eine Erkenntnis sicher, schon entflucht sie wieder ins Nichts, um einer neuen These Platz zu machen.

Während die Europäer lange Probleme damit hatten, sich »Nichts« überhaupt vorstellen zu können, ist das Nichts für die Menschen in Indien seit Jahrtausenden nicht nur denkbar, sondern sogar ein erstrebenswerter Seinszustand. Das mag auch der Grund dafür sein, dass

wir den Indern die Null verdanken, die ab 900 n. Chr. von den Arabern ins Abendland gebracht wurde. Kaum vorstellbar, dass unsere Vorfahren diese praktische Zahl einmal als Erfindung des Teufels brandmarkten und alles daransetzten, ihre Ausbreitung zu verhindern. Einige Jahrhunderte und zahlreiche verspeiste Äpfel der Erkenntnis später konnte sich die Null endlich durchsetzen.

Sie merken: An Themen war kein Mangel, und wir hätten mit »Nichts« ein ganzes Buch füllen können. Kopfzerbrechen bereitete uns allerdings die Frage nach der Bebilderung eines Magazins über »Nichts«. Die rettenden Ideen dazu steuerte Christof Gießler bei, langjähriger Grafiker des Deutschen Museums und seit kurzem im wohlverdienten Ruhestand. Seine pointierten Grafiken sind witzige, persönliche Kommentare zu den Beiträgen unserer Autorinnen und Autoren. Eine Einladung zum Zwischendurch-Schmunzeln, so wie der sich im Nichts verflüchtigende Buddha auf dieser Seite.

Ihnen wünsche ich viel Vergnügen beim Lesen und ein gutes neues Jahr 2018.

Ihr

Professor Dr. Wolfgang M. Heckl

NICHTS

- 6 Ein Raum voller Leere**
Kann in einem Raum nichts enthalten sein? | Von Christian Sicka
- 12 Hinterm Horizont**
Eine Reise an die Grenzen des Universums | Von Andreas Müller
- 17 Nichts zu sehen**
Das »No Show Museum« präsentiert das Nichts | Von Beatrix Dargel
- 20 Null ist nicht Nichts**
Ein Streifzug durch die Geschichte der Null | Von Fritz Lehmann
- 24 An oder aus**
Die Rolle der Null in der Informatik | Von Rudolf Seising
- 26 Sind Pausen Musik?**
Über die Bedeutung der Stille zwischen den Tönen | Von Bernd Edelmann
- 32 Ein Abenteuer des Denkens**
Warum ist überhaupt etwas und nicht nichts? | Von Karin Hutflötz

MAGAZIN

- 42 Gestatten: Genossin Laika**
Mit Sputnik 2 flog das erste Lebewesen ins All | Von Robert Kluge
- 48 Urlaub vom Auto**
Ein Dorf wird elektrisch mobil | Von Christian Rauch
- 51 »Es sind blos zwei Räder«**
Karl Drais und das Fahrrad | Von Hans-Erhard Lessing

DEUTSCHES MUSEUM INTERN

- 52 Die Vision von Atlantropa** Originaldokumente im Deutschen Museum | Von Matthias Röschner | **56 Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum** Die heilsame Wirkung der Musik | Von Monika Czernin | **58 Herausragende Publikationen** Der Publikationspreis für das Jahr 2016 | Von Dorothee Messerschmid | **59 Bestnoten für Qualität** Die Ergebnisse der Evaluierung des Deutschen Museums | **60 Reif für die Museumsinsel** Das Deutsche Museum erhält einen »Apple 1«-Rechner | **61 Der Geheimcode der Sterne** Zwei Originaldrucke der Fraunhofer-Linien

STANDARD

- 3 Editorial**
- 38 MikroMakro**
Die Seiten für junge Leser
- 64 Schlusspunkt**
- 66 Vorschau, Impressum**



6
Mit zwei Halbkugeln aus Kupfer zeigte Otto von Guericke, dass ein Vakuum hergestellt werden kann.



12
Seit seiner Entstehung vor 13,8 Milliarden Jahren dehnt sich unser Universum aus.

17
»Nichts« von zahlreichen berühmten und weniger berühmten Künstlern zeigt das »No Show Museum«.



20
Die Araber brachten die Null nach Europa.

26
In der Musik können Pausen als Ereignisse zelebriert werden.



32
Die Frage nach dem Nichts beschäftigt Philosophen, Mathematiker, Physiker und Dichter.



42
Die Hündin Laika war das erste Lebewesen im All.

48
Im österreichischen Werfenweng können Touristen die Unabhängigkeit vom Verbrennungsmotor testen.



52
Der Architekt Herman Sörgel wollte Europa und Afrika verbinden.

*Wenn dies ist, ist jenes;
wenn dies entsteht, entsteht jenes.
Wenn dies nicht ist, ist jenes nicht;
wenn dies aufhört, hört jenes auf.*

Buddha (Siddhartha Gautama),
563–483 v. Chr., Pali-Kanon





Ein Raum voller Leere

Kann in einem Raum nichts enthalten sein? Lange glaubten Philosophen und Mathematiker, dass es den leeren Raum nicht geben könne. Von Christian Sicka



Vielleicht sitzen Sie am Sonntagmorgen beim Frühstück und lesen *Kultur & Technik*. Ihre kleine Tochter kommt herein und klaut Ihnen die gerade geschmierte Marmeladensemmel. Jemand anderes will Ihr Heft lesen und nimmt es Ihnen aus der Hand. Als nächste betreten ein paar kräftige Möbelpacker den Raum und verlassen ihn mit den Einrichtungsgegenständen Ihrer schönen Wohnküche. Sie stehen in Ihrer leeren Wohnung – dann wird es sonderbar: Das Fenster wird nach außen aufgestoßen und die Luft nach draußen gesaugt. Zuletzt können Sie nur noch tatenlos zusehen, wie sich auch die Wände des Hauses und der Boden unter Ihnen langsam auflösen. Mit großem Erstaunen stellen Sie fest, dass die gesamte Erde bereits nicht mehr existiert. Die gleißende Sonne wird langsam dunkler. Sie schweben im leeren Raum, während am prächtigen Sternenhimmel ein Licht nach dem anderen ausgeht. Aus weiter Ferne und, wie Sie meinen, aus der einen Richtung des unendlichen Raumes hören Sie eine Stimme, die etwas ruft, was Ihnen aus Ihrer Kindheit bekannt vorkommt: »Wer hat Angst vorm Vakuum?«, und aus der gegenüberliegenden Richtung ertönt: »Wenn es aber kommt?« Das: »... dann laufen wir davon!« können Sie schon kaum mehr hören, denn durch den fehlenden Luftdruck bläht sich Ihr Körper auf und Ihr Blut fängt an zu kochen. Wenige Sekunden darauf verlieren Sie das Bewusstsein.

Eine Substanz, leichter als Luft

Gott sei Dank ist dieses Horrorszenario nicht sehr wahrscheinlich – zumindest nicht für Erdenbürger, die gerade nicht in einer Raumkapsel unterwegs sind. Wir sind an die Oberfläche eines Planeten gebunden, mit Luft zum Atmen und ständig einem gewissen Luftdruck ausgesetzt, der nur in sehr engen Grenzen schwankt. So ist es nur schwer zu verstehen, dass der eigentliche Normalzustand in unserem Universum der eines Ultrahochvakuums ist. Das ist ein Zustand, den man hier auf der Erde nur sehr schwer und mit komplizierten Pumpmechanismen herstellen kann. Mit dem Vakuum sind wir daher nicht vertraut, und es ist deshalb auch sehr verständlich, dass die Existenz des leeren Raums lange Zeit geleugnet wurde.

Angefangen hat es im antiken Griechenland. Die Vorsokratiker, Sokrates lebte von ca. 470 bis 399 v. Chr., waren größtenteils Naturphilosophen, die sich mit dem Ursprung aller Dinge beschäftigten. Als einer der Ersten machte sich Thales von Milet (624–546 v. Chr.) in Ionien an der westlichen Mittelmeerküste Gedanken über die Zusammenhänge im Kosmos. Er folgerte aus der Überlegung, dass Seiendes nicht aus dem Nichts entsteht, die Existenz einer Urmaterie. Wenn man alle Dinge aus einem Raumgebiet entfernt, sollte nach Meinung von Thales und anderer Naturphilosophen diese Urmaterie übrig bleiben – leerer Raum war nicht vorstellbar. Für Thales war die Urmaterie das Wasser, für Anaximenes (ca. 585–526 v. Chr.) die Luft, für Heraklit (ca. 540–475 v. Chr.) war es das Feuer.

Später wurden diese Ansätze von Empedokles (ca. 495–435 v. Chr.) weitergedacht. Auch er bestand darauf, dass es den leeren Raum nicht geben kann. Nach seiner Ansicht ist alles Seiende aus vier Elementen aufgebaut: Feuer, Wasser, Erde und Luft. Aber was ist mit den Zwischenräumen bei körniger Materie? Eine wirkliche Leere darf nach Empedokles auch dort nicht entstehen. So vermutet er eine Substanz, die leichter ist als Luft, in alle Zwischenräume eindringt und sogar den gesamten Weltraum erfüllen kann. Damit ist das Konzept des Äthers geboren, jener Stoff der bis ins 20. Jahrhundert immer dann in Erscheinung tritt, wenn als Erklärung eines Phänomens eine Substanz gebraucht wird, die sich sehr anders verhält als gewöhnliche Materie. Auch Aristoteles (384–322 v. Chr.) baut den Äther in seine Elementlehre ein, und auch er lehnt die Existenz des leeren Raumes ab. Hier drei seiner Argumente:

1. Wenn der leere Raum existiert und wenn man einen Körper in diesen leeren Raum einbringt, so wären zwei Dinge zur selben Zeit am selben Ort. Wenn das möglich wäre, so könnten auch alle Dinge zur selben Zeit am selben Ort sein – das ist unmöglich.
2. Da der leere Raum keinen Raumpunkt auszeichnet und absolut homogen ist, kann es für einen Körper keinen Grund geben, sich entweder in die eine oder die andere Richtung zu bewegen (man könnte sagen, der Körper verliert jegliche Orientierung).
3. Da es im leeren Raum keinen Widerstand gibt, würden sich Körper in diesem Raum entweder unendlich schnell bewegen oder in Ruhe befinden.

Für Aristoteles ist der ganze Kosmos lückenlos mit Materie ausgefüllt. Die schweren Elemente wie Wasser und Erde fallen herab. Luft und Feuer steigen auf. So sammeln sich die Elemente in Sphären um den Erdmittelpunkt. Ganz oben befindet sich der Himmel mit dem Äther als Substanz, mit ihm kreisen darin eingebettet die Fixsterne. Dort ist der Sitz des Göttlichen, unvergänglich und ewig. Darunter befindet sich die Sphäre rascher Veränderungen, in der Sterne verglühen und Chaos herrscht – die Sphäre des Feuers. Dann die Luft mit ihren Wetterphänomenen Wolken, Schnee, Hagel, Winde. Dann die Region des Feuchten und ganz unten die Erdmasse. Dieses Weltbild und damit auch seine Ansicht über den leeren Raum sollte nach ihm 2000 Jahre Bestand haben und hat Nachwirkungen bis in die heutige Zeit. Wie konnte dieses Weltbild so lange überleben?

Die Werke des Aristoteles wurden in den Jahrhunderten nach seinem Tod im griechischsprachigen östlichen Mittelmeerraum viel gelesen und interpretiert. Aus den Schulen von Athen und Alexandria entwickelten sich Ableger der aristotelischen Lehre in Syrien und Armenien. Die Blüte der griechischen Wissenschaft währte fast ein Jahrtausend lang und endete mit dem Niedergang der westlichen Antike in frühchristlicher Zeit. Mit dem Aufstieg des Islam im 9. Jahrhundert wurden viele der Schriften der griechischen Philosophen, Mathematiker, und Ärzte ins Arabische übersetzt



Bild oben: Nicht einmal Pferde können die Magdeburger Halbkugel voneinander trennen. Bild unten: Ein Modell der Halbkugeln und die Luftpumpe (rechts), mit der die Luft aus dem Hohlraum gezogen wird, um das Vakuum zu erzeugen.

und während Mitteleuropa im tiefsten Mittelalter steckte, beschäftigte man sich in den Zentren der arabischen Welt, in Bagdad, Kairo und Damaskus, im inzwischen muslimischen Córdoba, in Granada und Sevilla mit antikem Gedankengut.

Nicht immer beschränkte man sich dabei auf das bloße Abschreiben und Interpretieren der Texte. So ist von dem namhaften andalusischen Philosophen Ibn Baddscha, der im 12. Jahrhundert in Andalusien wirkte, durchaus Kritisches zu Aristoteles zu lesen: Baddscha hatte Zweifel am aristotelischen Bewegungsgesetz. Seiner Meinung nach ist die Geschwindigkeit eines Körpers nicht direkt proportional zur einwirkenden Kraft und umgekehrt proportional zum Widerstand des Mediums, sondern proportional zur Differenz zwischen Kraft und Widerstand. Das ist aus heutiger Sicht zwar beides falsch – nach Ibn Baddscha wären aber dann zumindest die Geschwindigkeiten von Körpern im Vakuum endlich und Aristoteles hätte ein Argument weniger gegen das Vakuum. Allerdings sind solche Einwände nur Randnotizen der Geschichte.

Verabscheut die Natur das Nichts?

Zur Zeit der Reconquista trafen in Andalusien die mitteleuropäische mit der arabischen Welt zusammen. Ausgehend vom Erzbischof von Toledo (1125–1151), wurden die Schriften der antiken Denker übersetzt und an den Universitäten der lateinischsprachigen Welt des 13. Jahrhunderts in Oxford und Paris bereitwillig aufgenommen. Es begann das Zeitalter der Scholastik. Die Dominikaner Albertus Magnus (ca. 1200–1280) und Thomas von Aquin (ca. 1226–1274), die beide in Paris lehrten, verbanden das aristotelische Gedankengut mit der katholischen Lehre. Was von Aristoteles und Plato überliefert wurde, galt an den geistigen Zentren Mitteleuropas als Gesetz.

Damals begannen Gelehrte vom »Horror Vacui« zu sprechen (genauer: »natura abhorat vacuum«, wörtlich etwa: »Die Natur verabscheut das Nichts«). Die Scholastiker mit ihrer deduktiven Forschungsmethodik interpretierten Phänomene in diesem Gedankenrahmen. Die Beobachtung beispielsweise, dass man Wasser mit einem Kolben in einem Rohr gegen die Schwerkraft hochziehen kann, erklärten sie so: Die Natur verabscheut das Vakuum – also sorgt eine der Schwere entgegenwirkende Kraft dafür, dass kein Vakuum entsteht. Bis im 17. Jahrhundert die experimentelle Methode ihren Siegeszug antrat, hat sich diese Ansicht vom »Horror Vacui« gehalten.

Dabei hätte es auch ganz anders laufen können. Denn schon im antiken Griechenland gab es einige Naturphilosophen die ganz anderer Ansicht waren als die Vertreter der Kontinuumstheorie. Der griechische Philosoph Demokrit (ca. 460–400 v. Chr.) aus Abdera, einer ionischen Kolonie in Nordgriechenland, war der Letzte unter den großen Naturphilosophen. Er ging bei seinen Überlegungen davon aus, dass man Materie nicht unendlich oft teilen kann. Irgendwann sollte man zu kleinsten, unteilbaren Einheiten

kommen, die er Atome nannte. Alles setzt sich aus diesen kleinsten Teilchen zusammen, die sich dauernd bewegen und durch deren Zusammenwirken sich die Erscheinungen der Welt erklären lassen.

Damit die Atome beweglich sind, müssen sie sich im leeren Raum befinden. Für Demokrit und seine Nachfolger, die man Atomisten nennt, ist damit der leere Raum zwischen den Atomen eine unbedingte Notwendigkeit. Demokrits zentrale Aussage lautet gemäß späterer Überlieferung: »Nur scheinbar hat ein Ding eine Farbe, nur scheinbar ist es süß oder bitter; in Wirklichkeit gibt es nur Atome und leeren Raum.« Demokrits Atommodell und seine Vorstellungen von Raum und Materie wurden von den Sokratikern Platon und dessen Schüler Aristoteles sowie danach von fast allen Philosophenschulen der antiken Welt vehement abgelehnt und verfielen in einen Dornröschenschlaf.

Während die Atomhypothese bis ins 20. Jahrhundert fast vergessen blieb, flammte die Debatte um das Vakuum schon einige Jahrhunderte früher wieder auf. Im 15. und 16. Jahrhundert zeigten sich erste Risse im Weltentwurf des Aristoteles. Es waren die Jahrhunderte der Entdecker. Mit ihren Schiffen segelten sie weit über die Säulen des Herakles hinaus um Afrika herum nach Indien und bis nach Amerika. Das »Nonplusultra« galt nicht mehr und wich einem »Plusultra« (darüber hinaus), das man noch heute im Wappen Spaniens wiederfinden kann. »Plusultra« galt nicht nur für die Entdeckungsreisen. Die Erfindung des Buchdrucks um 1450, die Entdeckung Amerikas 1492 und die 1517 von Martin Luther auf den Weg gebrachte Reformation leiteten die Neuzeit ein.

Nikolaus Kopernikus entwickelte Anfang des 16. Jahrhunderts ein neues Weltsystem, in dem die Erde aus dem Mittelpunkt verdrängt wird und sich um die Sonne bewegt. Das Beobachten und Experimentieren wurde wieder zur maßgeblichen wissenschaftlichen Methode und brachte den Naturwissenschaften einen gewaltigen Schub. Roger Bacon (ca. 1220–1292), ein englischer Franziskaner und Vordenker dieser Epoche, drückt es so aus: »In den Naturwissenschaften kann man ohne Erfahrung und Experiment nichts Zuverlässiges wissen. Das Argument aus der Autorität bringt weder Sicherheit noch beseitigt es Zweifel.« Das neue Weltmodell des Kopernikus wurde heftig diskutiert. Der Prozess der Kirche gegen Galileo Galilei (1564–1642) und die exakte Berechnung der Umlaufbahnen der Planeten durch Johannes Kepler (1571–1630) heizten Anfang des 17. Jahrhunderts die Diskussion weiter an.

Auch der Magdeburger Bürgermeister Otto von Guericke (1602–1686) dachte in dieser Zeit über die Weltsysteme nach und stieß dabei auf das Vakuum. Er schrieb in seinen Erinnerungen: »Nachdem ich länger über dies nachgedacht und mich länger mit dem Weltenbau bemüht hatte, haben mich nicht nur die derart riesigen Massen der Gestirne und ihre dem menschlichen Verstande völlig unzugänglichen unermesslichen Entfernungen erschauern lassen, sondern hat

mich insbesondere dieses Ungeheuerliche zwischen ihnen, der bis ins Grenzenlose hingestreckte Raum in Verwirrung versetzt und mir die unauslöschliche Begierde eingegeben, ihn zu erforschen. Was mochte das wohl sein, umfasst es doch alles und gewährt Ihm die Stätte seines Seins und Bleibens? Ist es irgendein feuriger Himmelsstoff, fest (wie die Aristoteliker behaupten) oder flüssig (wie Kopernikus und Tycho Brahe glauben)? Oder ist es eine durchsichtige Quintessenz? Oder doch jener stets gelegnete, jeder Stoffheit bare Leere Raum?« Guericke begann daraufhin Luftpumpen nach dem Bauplan der Wasserpumpen zu konstruieren.

Bei seinen ersten Versuchen pumpte er die Luft aus leeren Fässern, was mangels Dichtheit der Fässer kaum gelang. Letztlich ging er zum Material Kupfer über und ließ sich von der Magdeburger Kesselschmiede zwei Halbkugeln treiben. Mit einer verbesserten Luftpumpe konnte er die mit einer Dichtung aneinander gepressten Schalen leerpumpen und so ein Vakuum herstellen. Ab 1654 zeigte er diese Versuche, man würde heute sagen in einigen großen »Science-Shows«, öffentlich vor großem Publikum. Bei einer dieser Shows ließ er vor jede Halbkugel acht Pferde spannen. Doch auch diese enormen Zugkräfte konnten die Kugeln nicht auseinanderreißen. Erst als durch die Öffnung des Ventils die Kugeln wieder mit Luft gefüllt wurden, fielen sie von allein auseinander. Die berühmten Magdeburger Halbkugeln wie auch ein Nachbau der Luftpumpe sind heute im Deutschen Museum zu bewundern. Guericke hatte damit für alle offensichtlich gezeigt, dass die Herstellung eines Vakuums möglich ist.

Der Grund, warum sich die Halbkugeln nicht trennen ließen, ist nicht das »Horror Vacui«, sondern der Luftdruck, der mit etwa 10 Tonnen auf jedem Quadratmeter der Erdoberfläche lastet. Wir spüren diesen enormen Druck nicht, denn in unseren Körpern herrscht der gleiche Druck wie in der Umgebung. Würde unser Innendruck fehlen, so würden wir auf der Stelle zusammengequetscht, wie anfangs die leerpumpten Holzfässer von Otto von Guericke.

Bleikugel gegen Feder

Von Guericke war Autodidakt und schlecht vernetzt mit den geistigen Zentren Europas. So wusste er am Anfang seiner Beschäftigung mit dem Vakuum offenbar nicht, dass der italienische Physiker und Mathematiker Evangelista Torricelli (1608–1647) in Florenz bereits ein paar Jahre früher ein Vakuum erzeugen konnte. Torricelli war in den letzten Monaten vor dem Tod Galileo Galileis dessen Assistent. Galilei hatte das »Horror Vacui« gedanklich längst hinter sich gelassen. In seinen berühmt gewordenen Fallversuchen fallen alle Gegenstände ja nur dann gleich schnell, wenn man sich den Luftwiderstand wegdenkt, also im Vakuum – wie man mit dem Fallversuch Feder gegen Bleikugel im Vakuum in der Physikabteilung des Deutschen Museums oder auf dem Mond leicht demonstrieren kann. Nur der experimentelle Beweis, dass man ein Vakuum auch wirklich herstellen kann, fehlte noch.



Der italienische Physiker Evangelista Torricelli (1608–1647) konnte zeigen, dass die Flüssigkeit in einer Röhre aufsteigt, solange das Gewicht der Flüssigkeitssäule gleich dem Luftdruck ist, der von außen auf den Flüssigkeitsbehälter drückt. (Zeichnung von Camille Flammarion, London 1873).

Ausgangspunkt für den Versuch war ein Phänomen, das man schon bei Saugpumpen in Bergwerken seit der Antike kannte: Mit einer Saugpumpe kann man Wasser nur bis zu einer Höhe von ungefähr zehn Meter anheben. Dann reißt die Wassersäule ab. Da Wassersäulen von zehn und mehr Metern Höhe schwer technisch zu realisieren sind, machte Galilei den Vorschlag, die wesentlich schwerere Flüssigkeit Quecksilber für Versuche zu verwenden (man sollte das nicht nachmachen, denn Quecksilber ist hochgiftig). Der Versuchsaufbau, der von Torricelli realisiert wurde, ist denkbar einfach: Man nehme eine Glasröhre von cirka einem Meter Länge, die an einem Ende verschlossen ist, und fülle sie mit Quecksilber. Anschließend verschließt man die Öffnung mit dem Finger, drehe sie vorsichtig um und tauche sie in ein Quecksilberbad. Wenn man den Finger entfernt, läuft etwas Quecksilber in das Quecksilberbad und am verschlossenen Ende der Glas-

röhre entsteht ein leerer Raum – so (oder ganz ähnlich) hat Torricelli zum ersten Mal sichtbar ein Vakuum erzeugt. Und noch etwas konnte er feststellen: Egal wie lang er die Glasröhren wählte, immer war die umgedrehte Röhre genau bis zu einer Höhe von 76 Zentimetern mit Quecksilber gefüllt. Es war der für alle Röhren gleiche äußere Luftdruck, der die Quecksilbersäulen auf genau 76 Zentimeter steigen ließ. Damit hatte Torricelli nicht nur das erste Vakuum erzeugt, er hatte auch gleichzeitig das Barometer erfunden. Der französische Mathematiker, Physiker und Philosoph Blaise Pascal (1623–1662) wiederholte 1646 erfolgreich die von Evangelista Torricelli angestellten Versuche zum Nachweis des Vakuums. In der Folge beauftragte er seinen Schwager auf dem 1465 Meter hohen Gipfel des Puy de Dôme und am Fuß des Berges Messungen mit der Quecksilbersäule vorzunehmen. Wie erwartet war die Quecksilbersäule auf dem Gipfel um acht Zentimeter niedriger gestiegen als am Fuß. Die entscheidende Größe ist also der Luftdruck. Alle Phänomene, die man zuvor mit Hilfe des »Horror Vacui« erklärt hatte konnte man jetzt mit dem Luftdruck erklären.

Nach Verbesserung der Pumpentechnik wurde das Vakuum zum Experimentierfeld. Guericke zeigte, dass man den Ton einer Glocke in einem evakuierten Glasgefäß nicht hören kann (auch diesen Versuch findet man in der Physikabteilung des Deutschen Museums) und dass eine Kerze im Vakuum erlischt. Huygens legte ein Stück Butter in einen evakuierten Glasbehälter und erhitze das Äußere, ohne dass er die Butter zum Schmelzen bringen konnte. Tiere in leerpumpten Glasbehältern starben auf grausame Weise. Bald gehörten Vakuumpumpen zur Standardausrüstung eines physikalischen Kabinetts. Man zeigte die Stofflichkeit der Luft, entdeckte die Chemie der Gase, untersuchte die Vorgänge bei Verbrennung und Atmung und fand Zugang zur Meteorologie. Wie sich schon bei Galilei angedeutet hatte, zeigt sich die Einfachheit und Schönheit der Bewegungsgleichungen, wie sie der englische Physiker Sir Isaac Newton (1643–1727) in der *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* formuliert hat, erst im Vakuum. Diese Gleichungen sind die Grundlage unserer heutigen Physik und waren für alle folgenden Generationen wegweisend.

Und doch war die Schlacht um die Existenz des leeren Raumes noch nicht geschlagen. In einem Brief des deutschen Philosophen Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) an Samuel Clarke (1675–1729), einem Gefolgsmann Newtons, von Mai 1716 findet man die Zeilen: »Alle jene, die für das Vakuum sind, lassen sich mehr von der Einbildung leiten als von der Vernunft. Als Knabe glaubte ich auch an das Leere und an die Atome; aber die Vernunft führte mich wieder zurück.« Die Vernunft ist für Leibniz und viele Zeitgenossen mit dem Glauben an die Vernunft Gottes gleichzusetzen. So liest man in Zedlers Universallexikon von 1741: »...ein Vakuum ist ohne Verdacht der Atheisterei nicht zu behaupten«. Der leere Raum stand also nach wie vor in der Diskussion. Doch nicht nur christlich geprägte Philosophen zweifelten an der Exis-

tenz des absolut leeren Raumes. So wurde das Vakuum Ende des 19. Jahrhunderts von den führenden Naturwissenschaftlern dieser Zeit wieder befüllt.

Schon Guericke hatte bemerkt, dass magnetische Felder anders als die Wärme und der Schall das Vakuum ungehindert durchqueren können. Im 19. Jahrhundert wurden Phänomene der Elektrizität und des Magnetismus genauer untersucht und Heinrich Hertz (1857–1894) erzeugte 1886 zum ersten Mal freie elektromagnetische Wellen. Er schloss daraus: Elektromagnetische Wellen sind ebenso wie Licht Schwingungen in einer unsichtbaren und unwägbarer Substanz, dem Äther. Wie Schallwellen auf Luft zur Ausbreitung angewiesen sind, benötigen elektromagnetische Wellen und Licht ebenfalls einen materiellen Träger – eben den Äther.

Gekrümmte Raumzeit

Die große Theorie des Elektromagnetismus die James Clerk Maxwell (1831–1879) in England 22 Jahre zuvor formuliert hatte und die durch die Hertz'schen Experimente bestätigt wurde, war eine Äthertheorie. Der Äther ist eine alles durchdringende, unwägbar Substanz, die auch das Vakuum ausfüllt – das Vakuum gibt es nicht. Doch auch das stellte sich bald als Irrtum heraus. In einem Lehrbuch von Paul Drude, *Die Physik des Äthers*, mag dem Studenten Einstein schon eine Bemerkung aufgefallen sein, die sich als sehr zukunftsweisend herausstellen sollte. Drude bemerkt, dass man die dem Äther zugeschriebenen Eigenschaften eigentlich genauso gut »dem Raum selbst« zuweisen könne.

In die gleiche Richtung deutete ein Versuch, der 1887 von den beiden Physikern Albert A. Michelson (1852–1931) und Edward W. Morley (1838–1923) durchgeführt wurde. Das Ziel war, die Geschwindigkeit der Erde im Äther mit Hilfe von Lichtstrahlen zu bestimmen. Dafür bauten sie ein äußerst genaues Messinstrument, ein sogenanntes Interferometer. Das Resultat war überraschend: Eine Art Ätherwind war nicht nachweisbar. Albert Einstein (1879–1955) konnte dieses Resultat im Rahmen seiner Speziellen Relativitätstheorie von 1905 erklären, ohne den Äther bemühen zu müssen, allerdings nur mithilfe einer neuen Verrücktheit: Der feststehende Raum und das gleichmäßige Tick-Tack einer universellen Zeit existieren nicht. John Archibald Wheeler (1911–2008), der Einstein persönlich kannte, drückte das Raum-Zeit-Verständnis der allgemeinen Relativitätstheorie von 1918 so aus: »Die Materie sagt der Raumzeit, wie sie sich krümmen soll und die Raumzeit sagt der Materie, wie sie sich bewegen soll«.

Der leere Raum als Denkmodell ist dadurch zwar nicht abgeschafft, aber er ist jetzt nicht nur eine statische Bühne für Materieteilchen, sondern hat intrinsische Eigenschaften. Das ist der heutige Stand der Wissenschaft über den leeren Raum in großen Dimensionen. Halt – noch nicht ganz: In den 1990er Jahren hat man festgestellt, dass der gesamte kosmische Raum beschleunigt expandiert. Man hat dem Phänomen einen Namen gegeben und spricht heute davon, dass

alles von einer »Dunklen Energie« erfüllt sei und dadurch auseinandergedrückt werde. Also wieder ein Äther mit anderen Eigenschaften? Wer weiß. Und im Kleinen? Die Realität der Atome wurde erst Anfang des 20. Jahrhunderts allgemein akzeptiert. Ernest Rutherford (1871–1937) leitete aus seinen Streuversuchen von Alphateilchen an Goldfolie ein Atommodell ab, das die Aussage von Demokrit: »In Wirklichkeit gibt es nur Atome und leeren Raum.« mehr als bestätigte: Zwischen dem winzigen Atomkern und den Elektronen der Atomhülle gibt es viel, sehr viel leeren Raum.

Doch ist dieser Raum wirklich leer? Auch im Kleinen wird es schwierig. Die Pioniere der Quantenmechanik, die das Theoriegebäude 1926 errichtet haben, würden es vielleicht so ausdrücken: »Man kann nicht sagen: ein bestimmter Raumbereich ist leer, denn es gibt immer eine Restwahrscheinlichkeit dafür, dass in dem Raum ein Teilchen ist. Nur über die Wahrscheinlichkeiten kann man sprechen. Nur sie unterliegt mathematischen Gesetzmäßigkeiten, die zu belastbaren Aussagen führen«. Später ist es gelungen, die relativistische Quantenmechanik und die Elektrodynamik zu einem neuen Theoriegebäude, der Quantenelektrodynamik (QED), zu vereinigen. Die QED ist die am genauesten durch Experimente gestützte Theorie, die wir heute kennen. Und auch diese Theorie bringt einige Eigenartigkeiten hervor. In Übereinstimmung mit der Heisenberg'schen Unschärferelation entstehen auch im Vakuum ständig Teilchen-Antiteilchen-Paare, die sich kurz darauf vernichten. Selbst wenn wir in der Lage wären, einen Raumbereich absolut leerzupumpen, die Wände bis zum absoluten Nullpunkt herunterzukühlen und diesen Raumbereich von jeglicher elektromagnetischen Umgebungsstrahlung abzuschirmen, so würden doch »virtuelle Teilchen« in diesem Raum herumwirbeln, die ständig entstehen und vergehen – das scheint nach heutigem Stand der Wissenschaft unvermeidbar.

Vielleicht werden Sie jetzt den Kopf schütteln und denken: Reichlich unbefriedigend – und für dieses schwammige Ergebnis diese Jahrtausende andauernde Diskussion! Doch vergessen Sie nicht: Der vakuumverpackte Kaffee in Ihrem Schrank, die Thermoskanne, die Mikrowelle, Mikrochips und damit auch Ihr Handy und Ihr Computer, Bildschirme, Röntgengeräte, das elektrische Licht, Ihr Kühlschrank, und selbst der Verbrennungsmotor in Ihrem Auto und viele andere Nützlichkeiten unserer technisierten Welt gibt es nur, weil irgendwann Menschen angefangen haben, sich über das Nichts Gedanken zu machen. ■■■



Dr. Christian Sicka

ist Physiker und Kurator für Schifffahrt, Maß und Gewicht, Zeitmessung und den Bereich Atom-, Kern- und Teilchenphysik am Deutschen Museum.

Hinterm Horizont



DU MEINST ALSO,
ES EXPANDIERT?!?

Einsteins Allgemeine Relativitätstheorie (ART) wurde immer wieder glänzend bestätigt – zuletzt mit dem direkten Nachweis der von der Theorie vorhergesagten Gravitationswellen. Sie beschreibt auch unser Universum als Ganzes, genauer gesagt seine expandierende Raumzeit, die Spielball ist von allem, was sich darin befindet. Von Andreas Müller

In den 1920er Jahren wurden die Friedmann¹-Weltmodelle als Lösungen der Feldgleichung der ART entdeckt. Diese Modelle beschreiben dynamische Universen, in denen Materie gleichmäßig verteilt (Homogenität) und keine Raumrichtung ausgezeichnet (Isotropie) ist. Unser Weltall entstand vor 13,8 Milliarden Jahren im Urknall. Seither dehnt es sich aus. Über seine Entwicklung und sein Schicksal entscheiden die Masse- und Energieformen, die sich im Kosmos befinden: normale Materie und elektromagnetische Strahlung, aber vor allem auch rätselhafte, bislang kaum verstandene

Formen: die Dunkle Energie und die Dunkle Materie. Das Wechselspiel zwischen diesen Energieformen und der expandierenden Raumzeit erklärt Einsteins Theorie. Eine Diskussion des Friedmann-Weltmodells, das auf die kosmologischen Parameter unseres Universums eingestellt ist, erlaubt uns zu verstehen, wie unser Universum in der Vergangenheit war und wie es sich künftig entwickeln wird. Wir lernen daraus auch, welcher Teil des Universums unseren Beobachtungen zugänglich ist und ob es so etwas wie einen Rand des Universums gibt.

Unser Universum

Die Relativitätstheorie erzählt uns eine faszinierende Geschichte unseres Weltalls. Es war nicht schon immer da, sondern wurde vor endlicher Zeit, genauer gesagt vor 13,8 Milliarden Jahren im Urknall geboren.

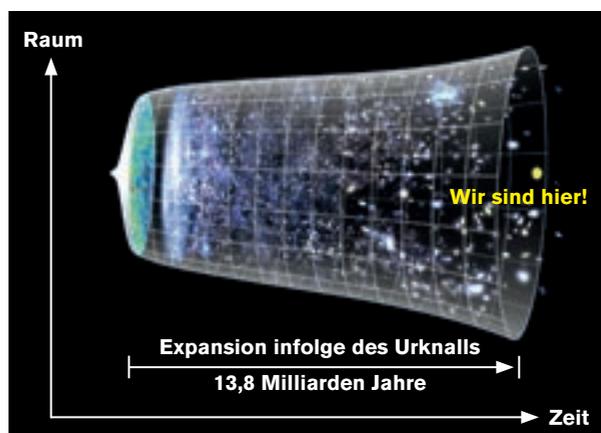
Nach einer anfänglichen, nur Sekundenbruchteile dauernden extremen Ausdehnungsphase, der Inflationsära, kamen Elementarteilchen und Fundamentalkräfte in die Welt. Durch weitere Abkühlung formierten sich aus Quarks, u.a. Protonen und Neutronen. Die leichtesten chemischen Elemente, – im Wesentlichen Wasserstoff (75 Prozent) und Helium (25 Prozent) –, entstanden in den ersten kosmischen Minuten. Schließlich fingen die Atomkerne Elektronen ein und die ersten neutralen Atome betraten die kosmische Bühne. Das war die Ausgangssituation für die Astrophysik. Die Gravitation verklumpte das Wasserstoff-Helium-Gasgemisch zu den ersten Sternen, die durch Kernfusion im Innern und Sternexplosionen die weiteren und auch schweren, chemischen Elemente in die Welt brachten. Viel später, vor 4,5 Milliarden Jahren, entstand das Sonnensystem mit der Erde.

Im Zuge der kosmischen Ausdehnung veränderten sich die Verhältnisse der verschiedenen Energieformen zueinander, die die Dynamik unseres Universums dominierten. 380 000 Jahre nach dem Urknall entstanden neutrale Atome und die kosmische Hintergrundstrahlung. In dieser Epoche dominierten normale und Dunkle Materie die Dynamik. Die Strukturbildung setzte ein und die Gravitation formte Sterne, Galaxien und Galaxienhaufen. Milliarden Jahre später, nach fortgeschrittener Expansion, waren gewöhnliche und Dunkle Materie so stark ausgedünnt, dass ein anderer Player das Ruder übernahm: die Dunkle Energie. Diese mysteriöse Energieform spielte kurz nach dem Urknall zunächst keine dynamische Rolle für die Geschehnisse des Universums. Weil sie jedoch überhaupt nicht ausdünnt, wird sie zu späten Zeiten kosmischer Entwicklung plötzlich relevant. Ironischerweise hatte 1917 Einstein schon den richtigen Riecher gehabt und führte (aus ganz anderen Gründen: sein Ziel war ein statischer Kosmos) eine Form Dunkler Energie ein, die er kosmologische Konstante λ nannte. Sie taucht als Zusatzterm in der Feldgleichung der ART auf und wirkt sich anti-gravitativ aus: Sie treibt das Universum auseinander. Schon in den 1920er Jahren wurde in Form der Galaxienflucht-bewegung ein Auseinanderdriften des Kosmos beobachtet, aber erst 1998 war anhand von speziellen Sternexplosionen (Supernovae Typ Ia) klar, dass die Dunkle Energie eine unverzichtbare Zutat für unser sogar beschleunigt expandie-

rendes Universum ist – wenn wir es mit Einsteins Theorie beschreiben wollen.

Neben λ ist die zweite essenzielle Zutat die Dunkle Materie, genauer gesagt: die kalte Dunkle Materie (cold dark matter, CDM). Favorisiert wird als Kandidat für Dunkle Materie ein neues Elementarteilchen. »Kalt« meint, dass es recht schwer sein muss und sich verglichen mit Licht recht langsam bewegt. Demgegenüber sind Neutrinos Elementarteilchen, die sehr leicht, schnell und damit »heiß« sind. Neutrinos entstehen u.a. im radioaktiven Betazerfall, als »Abfallprodukt« bei der Kernfusion in Sternen und im Gravitationskollaps massereicher Sterne.

Dunkle Energie und Dunkle Materie machen im späten, schon weit entwickelten, lokalen Universum etwa 95 Prozent des gesamten Energie-Materie-Budgets aus. Deshalb sprechen Kosmologen bei unserem Universum vom Λ CDM-Kosmos. Überspitzt ausgedrückt sagt uns die kosmische Bilanz auch, dass wir 95 Prozent des Universums nicht verstanden haben! Die aktuell gemessenen kosmologischen Eigenschaften führen weiterhin auf ein Universum, das flach ist. Damit ist gemeint, dass die kosmische Krümmung null ist und die Sätze der Euklidischen Geometrie auch für unseren Kosmos gelten. Das ist nicht selbstverständlich, bieten Einsteins Gleichungen doch auch die Möglichkeit für einen Kosmos mit positiver oder negativer Krümmung.



Lichtkegel und Rückwärtslichtbirne

In der Relativitätstheorie geben Raumzeit-Diagramme Aufschluss über die Struktur einer Raumzeit. Die Raumzeit der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) ist noch verhältnismäßig einfach gestrickt. Sie ist statisch und flach. Ein Beobachter, der an Ort und Stelle verharrt, folgt im Raumzeit-Diagramm

¹Der russische Mathematiker Alexander A. Friedmann (1888 – 1925) wendete in den frühen 1920er Jahren die Einstein'sche Feldgleichung auf das Universum an und formte sie zu den zwei Friedmann-Gleichungen um. Diese Differenzialgleichungen sagen voraus, wie sich unser Universum zeitlich entwickelt. Sein Schicksal wird durch die Energieformen im Kosmos bestimmt. Dazu gehören elektromagnetische Strahlung, gewöhnliche Materie, Neutrinos, aber auch Dunkle Materie und Dunkle Energie. Die Lösungen der Gleichungen, Friedmann-Weltmodelle genannt, beschreiben kugelsymmetrische Raumzeiten konstanter Krümmung, wobei die Krümmung positiv, negativ oder null sein kann. Letzteres gilt offenbar für unser Universum, so dass es mit der Euklidischen Geometrie beschrieben werden kann.

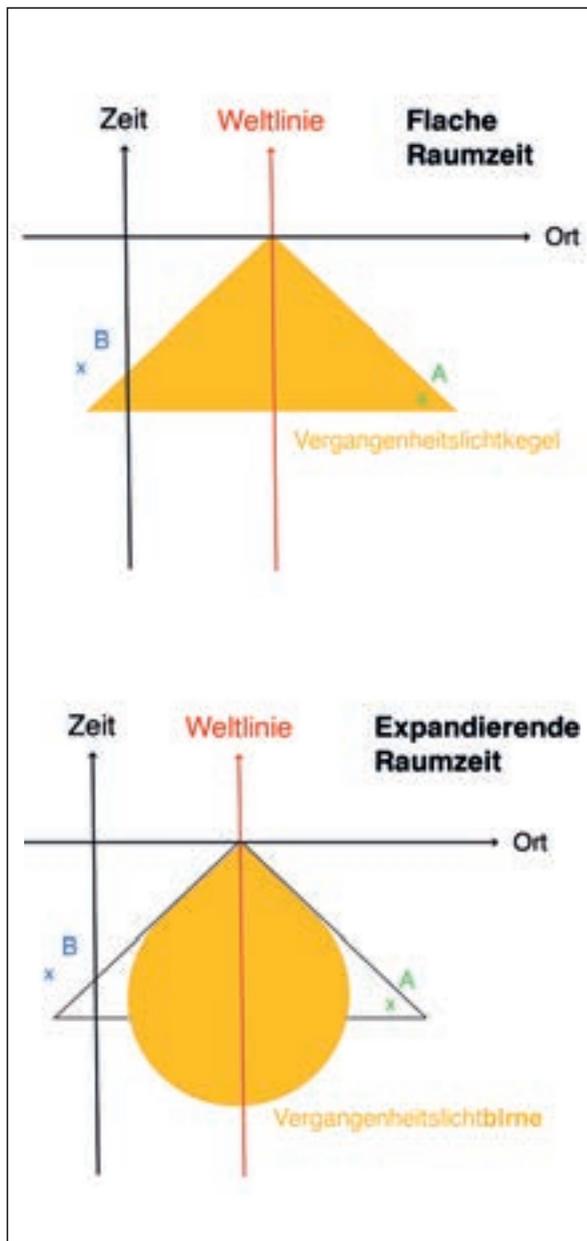


Bild oben: Lichtkegel und Weltlinie eines an einem Ort fixierten Beobachters in der speziellen Relativitätstheorie.

Bild unten: In einem expandierenden Universum deformiert der Lichtkegel zur Lichtbirne.

einer simplen sogenannten Weltlinie, nämlich einer zur Zeitachse parallelen Geraden. Ein Lichtstrahl hingegen bewegt sich mit Lichtgeschwindigkeit, so dass dessen Weltlinie einer schrägen Gerade im Diagramm folgt. Alle Lichtstrahlen zusammen bilden den sogenannten Lichtkegel.

Nur solche Signale können den Beobachter erreicht haben, die Zeit hatten, zu ihm zu kommen und die sich maximal mit Lichtgeschwindigkeit ausgebreitet haben. Mit anderen Worten: Alle Signale innerhalb des Lichtkegels, dem sogenannten Rückwärts- oder Vergangenheitslichtkegel, können zum Beobachter gekommen sein, z.B. vom Punkt A. Signale vom Punkt B können den Beobachter nicht erreicht haben, weil sie schneller sein müssten als das Licht.

Wie verändert sich nun die Darstellung, wenn wir von der SRT zur ART und insbesondere zu einer expandierenden Raumzeit übergehen? Der Kegel wird in einem expandierenden Universum zu einer Rückwärtslichtbirne verformt, weil das Universum in der Vergangenheit kleiner war. Wir können auf der Erde alle kosmischen Lichtquellen sehen, deren Strahlung die Möglichkeit hatte, bei uns anzukommen: Die Quelle muss innerhalb der Rückwärtslichtbirne liegen. In der Gegenüberstellung von Kegel und Birne sehen wir direkt einen Bereich zwischen Kegel und Birne. Quellen, die hier liegen (z.B. am Punkt A), wären in einer flachen, statischen Raumzeit für uns auf der Erde sichtbar, aber in der expandierenden Raumzeit entschwinden sie unserer Sicht wegen der Expansion.

Wohin expandiert der Kosmos?

Eine gerne bemühte Analogie ist diejenige einer Ameise auf einem Luftballon. Die Ameise hat keine Ahnung von oben und unten. Die Höhe als dritte Raumdimension ist ihr fremd, und sie kennt nur zwei Raumdimensionen, Länge und Breite. Wenn die Ameise von einem Startpunkt zum Ziel läuft, benötigt sie dafür eine bestimmte Zeit. Bläst nun jemand den Ballon auf, wird sie mehr Zeit benötigen. Auf mysteriöse Weise hat sich der Abstand von Start und Ziel vergrößert, obwohl beide Orte in Ruhe verharrten. Ähnlich verhält es sich mit dem Universum. Der Abstand zu fernen Galaxien vergrößert sich, weil die Raumzeit des Universums aufgeblasen wird wie ein Ballon. Im Unterschied zum Ballon gibt es aber keine höhere Dimension, in die das Universum eingebettet ist und in die es sich ausdehnt. Einsteins vierdimensionale Raumzeit wird von Länge, Breite, Höhe und Zeit aufgespannt und ist in sich geschlossen. Es gibt kein Außen.

Dehnt sich unser Sonnensystem aus?

Die kosmische Expansion tritt erst bei wirklich weit entfernten Objekten zutage, nämlich bei kosmologischen Entfernungen. Wir reden hier von hundert Millionen Lichtjahren und mehr. Keine Chance, diese Effekte im Sonnensystem oder in der Milchstraße aufzuspüren. Selbst die Andromedagalaxie mit ihren 2,5 Millionen Lichtjahren Distanz ist noch zu nah. Sie fliegt infolge der anziehenden Gravitation zwischen ihr und der Milchstraße auf uns zu. Deshalb dauerte es auch bis in die 1920er Jahre, bis endlich Teleskope verfügbar waren, die groß genug waren, um die Fluchtbewegung noch weiter entfernter Galaxien zu entdecken.

Alles fliegt von uns weg, also sind wir im Zentrum?

Alle weit entfernten Galaxien, Sternexplosionen oder Quasare streben von uns weg. Wir gewinnen den Eindruck, dass wir daher im Mittelpunkt des Universums stehen. Ist das so? Auch hier hilft das Ballonmodell. An jedem Punkt auf der Ballonhaut hat man den Eindruck, dass sich alle anderen, entfernten Orte wegbewegen. Es gibt also gar keinen ausge-

zeichneten Punkt auf der Ballonhaut und auch kein Zentrum des Universums. Wir können aber ein besonderes Referenzsystem benutzen, nämlich die kosmische Hintergrundstrahlung. Sie erreicht uns aus allen Himmelsrichtungen und bezeugt damit, dass der Urknall überall stattfand. Es gibt daher auch keinen ausgezeichneten Ort am Himmel, bei dem wir sagen könnten: »Da war der Urknall.«

Wie schnell dehnt sich der Raum um uns aus? Die berühmte Hubble-Konstante H_0 ist ein Maß für die momentane Expansionsgeschwindigkeit. Aktuell liegt ihr Zahlenwert bei ca. 70 Kilometern pro Sekunde und pro Megaparsec (1 Mpc \approx 3,2 Millionen Lichtjahre). Eine komische Einheit mögen Sie sagen, aber sie ist insofern praktisch, weil man direkt daran ablesen kann, dass eine Galaxie in einer Megaparsec von uns mit einer Geschwindigkeit von 70 Kilometer pro Sekunde wegfiegt. Aber die kosmische Expansionsgeschwindigkeit variierte stark mit der Entwicklung des Universums. Extrem hoch war sie in der frühen Inflationsepoche. Dann folgte eine längere Phase einer verzögerten Expansion, die erst in der letzten rund eine Milliarde Jahre in eine Phase beschleunigter Expansion umschwenkte.

Das Hubble-Gesetz setzt die Entfernung einer Galaxie mit ihrer Rotverschiebung in Beziehung. Für Rotverschiebungen unterhalb von $z = 0,1$ oder Entfernungen kleiner als 420 Mpc ist das Gesetz linear. Für größere Entfernungen bzw. Rotverschiebungen muss eine nichtlineare Relation verwendet werden. Für sehr große Entfernungen folgt sogar, dass sich Galaxien mit Überlichtgeschwindigkeit von uns entfernen. Der dazugehörige, kritische Abstand heißt Hubble-Entfernung, und die Kugel, die ihn als Radius hat, heißt Hubble-Sphäre: Ab hier fliegen Galaxien schneller von uns weg als das Licht! Das ist kein Widerspruch zur SRT, weil kein Beobachter in einer solchen Galaxie einen Lichtstrahl überholen könnte. Aus der Hubble-Konstanten und den aktuellen Messwerten für λ und Dunkle Materie resultiert eine Hubble-Entfernung von etwa 14 Milliarden Lichtjahren, entsprechend einer kosmologischen Rotverschiebung von $z = 1,46$. Wie Sie vermutlich wissen, sind mittlerweile Tausende Objekte mit deutlich größeren Rotverschiebungen bekannt, die auch beobachtbar sind. Wir können sie sehen, obwohl sie sich schneller als mit Lichtgeschwindigkeit von uns entfernen – auch wenn sie das schon immer taten! Die Hubble-Sphäre ist demnach kein Horizont, der Beobachtbares von Unbeobachtbarem trennt. Bei einem Horizont wird nämlich die Rotverschiebung unendlich.

Der Radius der Hubble-Sphäre nimmt mit der Zeit zu. Deshalb können Lichtteilchen, die aus Regionen kamen, die zuvor mit Überlichtgeschwindigkeit von uns wegfliegen, uns zu einem späteren Zeitpunkt doch noch erreichen, wenn sie nämlich in eine Region vorgedrungen sind, die sich mit Unterlichtgeschwindigkeit von uns entfernt (siehe Rückwärtslichtbirne). Die ursprüngliche Quelle der Lichtteilchen fliegt aber nach wie vor mit Überlichtgeschwindigkeit von uns weg.

Der entscheidende Horizont in der Kosmologie ist der so-

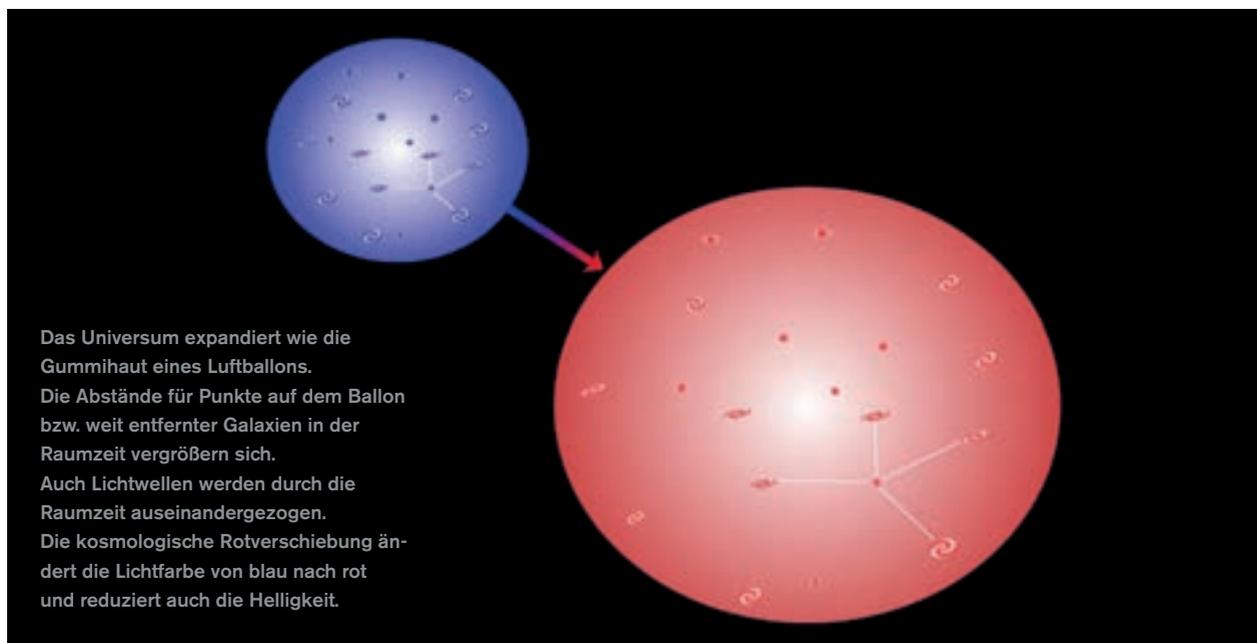
genannte Teilchenhorizont und nicht die Hubble-Sphäre. Er markiert die Grenze des für uns beobachtbaren Universums. Die aktuelle Entfernung zum Teilchenhorizont beträgt 46 Milliarden Lichtjahre – aber diese Entfernung ändert sich mit der Zeit und wird künftig bei größeren Zahlenwerten liegen. Wenn wir also überhaupt von einem Rand des Universums sprechen wollen, so ist das der Teilchenhorizont. Wir können allerdings nicht sagen, was jenseits dieses Rands ist. Es muss nicht zwingend eine Leere sein.

Der Urknall als explodierende Raumzeit

Eine Explosion ist eine schlechte Analogie für den Urknall. Im Urknall ist nichts in Trümmerteile zerborsten, was vorher existierte. Wenn man die Explosion schon bemühen will, dann höchstens, indem man sagt: Der Urknall war eine »Explosion des Raums«. Sie geschah überall gleichzeitig und ist daher auch überall am Himmel. Kosmologen favorisieren, dass ganz am Anfang ein hypothetisches Feld stand, das alles ausfüllte: das Inflationsfeld. Es soll verantwortlich für eine sehr schnelle und sehr heftige Expansion der ursprünglich submikroskopisch kleinen Raumzeit gewesen sein, dem sogenannten Quantenuniversum. Infolge der mit der inflationären Ausdehnung einhergehenden Abkühlung, soll das Inflationsfeld einen Phasenübergang durchgemacht haben – im Prinzip ganz ähnlich, wie flüssiges Wasser, das zu Eis gefriert. Durch den Übergang zerfiel das Inflationsfeld. Seine Feldenergie wurde schließlich in die Elementarteilchen und Fundamentalkräfte umgewandelt, die wir heute im Standardmodell der Teilchenphysik kennen.

Ist das Universum unendlich?

Wie eingangs schon ausgeführt, ist das Universum zeitlich begrenzt und hat ein endliches Weltalter von 13,8 Milliarden Jahren. Wie kann etwas, das zeitlich endlich ist, räumlich unbegrenzt sein? Es fällt uns schwer, dafür eine Vorstellung zu entwickeln. In der Theorie ist das aber tatsächlich möglich. Interessanterweise können wir bis heute aber nicht mit Sicherheit sagen, ob das Universum räumlich unendlich oder endlich ist. Vielleicht ist es einfach sehr, sehr groß, aber endlich. Hier kommt eine mathematische Kuriosität ins Spiel, die unter dem Begriff Topologie rangiert. Nehmen wir vereinfachend an, dass unser Universum ein gigantischer Quader wäre. Ein Quader hat aber ein endliches Volumen, so dass das Universum räumlich endlich wäre. Es könnte auf bizarre Weise multivernetzt sein und eine komplexe Topologie aufweisen: Ein Lichtstrahl oder Teilchen, das auf eine Randfläche des Quaders stößt, könnte auf wundersame Weise auf der gegenüberliegenden Seite des Quaders – sozusagen auf der anderen Seite des Universums – wieder herauskommen. Tatsächlich gibt es diese Möglichkeit für unser Universum, und Kosmologen suchen nach einer solchen komplexeren Topologie, z.B. indem sie auf der Himmelskarte der kosmischen Hintergrundstrahlung nach sich wiederholenden Mustern Ausschau halten. Bislang wurde da nichts gefunden. Solche



Doppel- und Mehrfachbilder könnten aber auch bis zur Unkenntlichkeit verändert worden sein, weil die Strahlung auf unterschiedlichen Lichtwegen zur Erde kam. Eine faszinierende Spielart ist das allemal.

Und Vorläufer- oder Paralleluniversen?

Ob es vor der Inflation ein Universum gab, entzieht sich unserer Kenntnis. Es ist denkbar, und es gibt sogar eine ganze Reihe von Modellen, u.a. von Stephen Hawking. Am Ende vom Tag kommt aber das Experiment ins Spiel, und man muss als Physiker schauen, ob die Natur uns Belege für die Spekulationen bietet. Mit den jetzt direkt messbaren Gravitationswellen kommen die Kosmologen ihrem Ziel näher, zu noch früheren kosmischen Epochen zu blicken und Gravitationswellen vom Urknall selbst aufzuspüren. Realistischerweise wird das noch Jahrzehnte dauern, weil die Stärken dieser Wellen viele Zehnerpotenzen unterhalb deren von verschmelzenden Schwarzen Löchern liegen.

In der Quantenkosmologie und in den Stringtheorien wurden kosmologische Modelle entwickelt, die sehr abenteuerlich klingen. Wenn unser Universum tatsächlich aus der Quantenwelt geboren wurde, so spricht nichts dagegen, dass es in dem Quantenvakuum viel mehr winzige Babyuniversen gab. Die Inflation verhalf ihnen dann zum Durchbruch in der Makrowelt – so wie unserem Kosmos. Die Folge: Es gab weitere, vielleicht sogar Myriaden anderer Paralleluniversen, ein Multiversum. Auch hier muss man abmildernd sagen, dass es keinerlei Hinweise darauf aus astronomischen Beobachtungen gibt.

Jenseits aktueller Grenzen

Zurzeit ist die kosmische Hintergrundstrahlung das Älteste, was die Menschheit vom Universum direkt beobachten kann. Es handelt sich dabei um Wärmestrahlung eines 3000 Kelvin heißen Wasserstoff-Helium-Plasmas, die 380 000 Jah-

re nach dem Urknall, als nämlich die ersten neutralen Atome entstanden, sich erstmals frei ausbreiten konnte. Zu dieser Zeit gab es weder Sterne, Galaxien noch Planeten. Im Deutschen Museum können Originalteile der Hornantenne bewundert werden, mit denen der in München geborene Arno Penzias und Robert Wilson 1965 dieses »Echo des Urknalls« zufällig in New Jersey entdeckten. Das Plasma markiert eine Beobachtungsgrenze, weil es für elektromagnetische Strahlung jeglicher Art undurchlässig ist. Mit der nun immer erfolgreicher werdenden »Multi-Messenger-Astronomie« gelingt es Astronomen und Teilchenphysikern neue Informationsboten aus den Tiefen des Weltalls zu registrieren. Dazu gehören vor allem auch Neutrinos und Gravitationswellen. Sie sind deshalb so interessant, weil sie die »Wand« des Urplasmas durchdringen können und sich somit die Chance auftut, einen Blick auf den Urknall selbst zu werfen. Noch stehen wir am Anfang. Nach dem Durchbruch ist vor dem Durchbruch. ■■

Literatur

Tamara M. Davis, Charles H. Lineweaver, *Expanding Confusion: Common misconceptions of cosmological horizons and the superluminal expansion of the universe* (download als PDF: <https://arxiv.org/pdf/astro-ph/0310808.pdf>).

Elena Sellentin, Matthias Bartelmann, *Kosmologische Kuriositäten – Teil 2, Sterne und Weltraum*, März 2013.

Andreas Müller, *Raum und Zeit: Vom Weltall zu den Extradimensionen, von der Sanduhr zum Spinschaum*, in: *Astrophysik aktuell*, 2012.



Dr. Andreas Müller

ist Astrophysiker, Buchautor und Wissenschaftsmanager im Exzellenzcluster Universe der Technischen Universität München und Ludwig-Maximilians-Universität München. Im Deutschen Museum veranstaltet er Lehrerfortbildungen und Führungen zur Kosmologie und Astronomie.

Nichts zu sehen!

*Das »No Show Museum« zeigt
Werke, die gestohlen oder
zerstört wurden oder nie
existiert haben. Von Beatrix Dargel*

Museumsbesucher in Budapest: Für »Nichts«
muss man auch einmal in die Knie gehen.
So kann man es besser betrachten.



Ein ganz normales Museum: Besucher in Denver warten auf Einlass. Für Fans gibt es allerlei Give aways, wie die Bankkarte »Kaufnichts«. Unten: Das Kunstwerk Blank Books von Irma Blank (1995).

Was tust du?« »Nichts!« Ich habe elf Arbeitstage, um mich mit der Manifestation des Nichts zu befassen und dann nichts abzuliefern. Klingt einfach. Doch bedauerlicherweise: Nichts ist in Wirklichkeit nicht nichts. Aus Wörtern sollen Sätze, aus Sätzen ein Artikel werden. Nichts ist also doch Arbeit. Gewünscht wird ein Beitrag über ein Museum der Leere oder des Nichts – ganz sicher ist sich die Redaktion da auch nicht und sie fragt sich wie ich: Gibt es das wirklich?

Im Internet jedenfalls: Hier finde ich es als das weltweit erste Museum des Nichts. Es wurde offiziell im Mai 2015 eröffnet. Das Museum widmet sich dem Nichts und seinen Erscheinungsformen in der Kunst. Noch bin ich misstrauisch, lebt doch ein Museum von dem, was es zeigen kann – und das kann ja dann schlecht nichts sein. Und doch scheint es das Museum auch in der realen Welt zu geben. Derzeit – so heißt es – tourt es durch Südamerika, eine Begehung von Ausstellungsräumen ist daher nicht möglich. Aber immerhin: Im Internet kann man sich durch drei Stockwerke bewegen.

Konzeptioneller Gründervater des »No Show Museum« ist der US-amerikanische Künstler Robert Smithson. Im Jahr 1966 entstanden erste Pläne für den Bau eines Museum der Leere (»Museum of the Void«). Seit dieser Zeit tragen weltweit um die 150 namhafte Künstler des 20. und 21. Jahrhunderts zur Etablierung des Museums bei. In der Sammlung befinden sich circa 500 Dokumente und Werke, u. a. »Nichts« von Marina Abramovic, Joseph Beuys, Marcel Duchamp, Yves Klein, Andy Warhol. Betrieben wird das Museum von der Society of Nothing (SON), Sitz in Johannesburg. Geleitet wird es zurzeit vom Schweizer Kurator und Künstler Andreas Heusser.

Die Mission des »No Show Museums« besteht darin, »Nichts« weltweit zugänglich zu machen. Seit 2015 befindet es sich mit einem umgebauten Bus auf Welttournee. Das mobile Museum präsentiert dabei wechselnde Sonderausstellungen. Es begann mit einer Europatournee unter dem Motto »Invisible Artworks« (2015). Thema der Nordamerikatournee war »Nothing is impossible« (2016) und seit 2017 fährt der Museumsbus durch Zentral-, Mittel- und Südamerika mit »¡No falta nada! (Nichts fehlt)«. »Gezeigt werden Werke, die gestohlen oder zerstört wurden oder nie existiert haben.«, erläutert Andreas Heusser das Konzept der Ausstellung. »In Europa wird das »No Show Museum« erst 2018 wieder unterwegs sein, bevor es dann nach Asien weitergeht.«

Kein Reisegeld für die Autorin

Die Reise nach Südamerika war der Redaktion zu teuer. Daher muss ich mich mit der virtuellen Sammlung begnügen, die glücklicherweise im Internet für jedermann und jedefrau frei zugänglich ist. Bekannte und weniger bekannte Künstler sind hier mit ihren Arbeiten vertreten. Der virtuelle Museumsbesuch startet im 2. Obergeschoss. Hier befinden sich drei Themenräume: A: Schaulager, B: Nichts als Verweigerung, C: Nichts als Auslöschung, Die Kunst der Vernichtung.



Nichts ist schön: Ein Ziegel mit »Nichts von Marcel Duchamp«, ein scheinbar endlos leerer Raum von Doug Wheeler und der leere Innenraum des Museumsbusses auf grüner Wiese.

Hier beeindruckt mich: *Paradox of Praxis 1 (Sometimes Making Something Leads to Nothing)*. In einem Film aus dem Jahr 1997 von 4:57 Minuten, ist Francis Alÿs zu sehen, der einen Eisblock durch die Stadt schiebt. Wir können beobachten, wie der Eisblock immer kleiner wird, zu einem Puck wie beim Eishockey, dann zu einem Wasserfleck, der verschwindet. Wasser in allen Aggregatzuständen, fest, flüssig und gasförmig. Der belgische Künstler wurde 1959 in Antwerpen, Belgien, geboren. Er lebt und arbeitet in Mexico City.

Weiter geht es ins 1. OG. Im Raum A: »Nichts als Leere« lassen sich vor allem leere Räume besichtigen. Geheimnisvolleres lässt Raum B erwarten: »Nichts als Unsichtbarkeit«. Eine Auseinandersetzung der ausstellenden Künstler mit dem Unsichtbaren. Der chinesische Bildhauer Song Dong beispielsweise schreibt seit 1995 ein Tagebuch mit einem Kalligrafiepinsel auf einen Steinblock. Anstelle von Farbe verwendet er Wasser.

Reduktion, Lücke und Statement

Nächste Stationen sind die Themenräume: »Nichts als Reduktion«, »Nichts als Lücke« und »Nichts als Statement«. Die »Reduktion« illustriert beispielhaft der japanische Künstler Hiroshi Sugimoto. In alten amerikanischen Kinosälen fotografiert er schwarz-weiß. Die Leinwand erscheint als weiße Fläche.

Mit der Betrachtung der »Lücke« nähern wir uns dem philosophischen Aspekt des Nichts als dialektisches Prinzip. Das Nichts gibt es nur als Gegensatz zum Etwas, dem Nicht-Nichts. Genau wie es ein Loch nur gibt, weil es durch einen Rand begrenzt wird, gibt es das Nichts nur, weil irgendwo eben nicht nichts ist.

»Nichts« kann einfach ein Statement sein: Die Kunst des Nichtssagens. Rote, schmale Schrift in Großbuchstaben, leicht nach rechts fallend, berührt alle Ränder eines gelben Rechtecks, umrahmt von einem schmalen Streifen weiß. Das Gemälde *Nothing*, 1995, der britischen Künstlerin Sarah Morris, hat eine Größe von 152,4 x 254 cm.

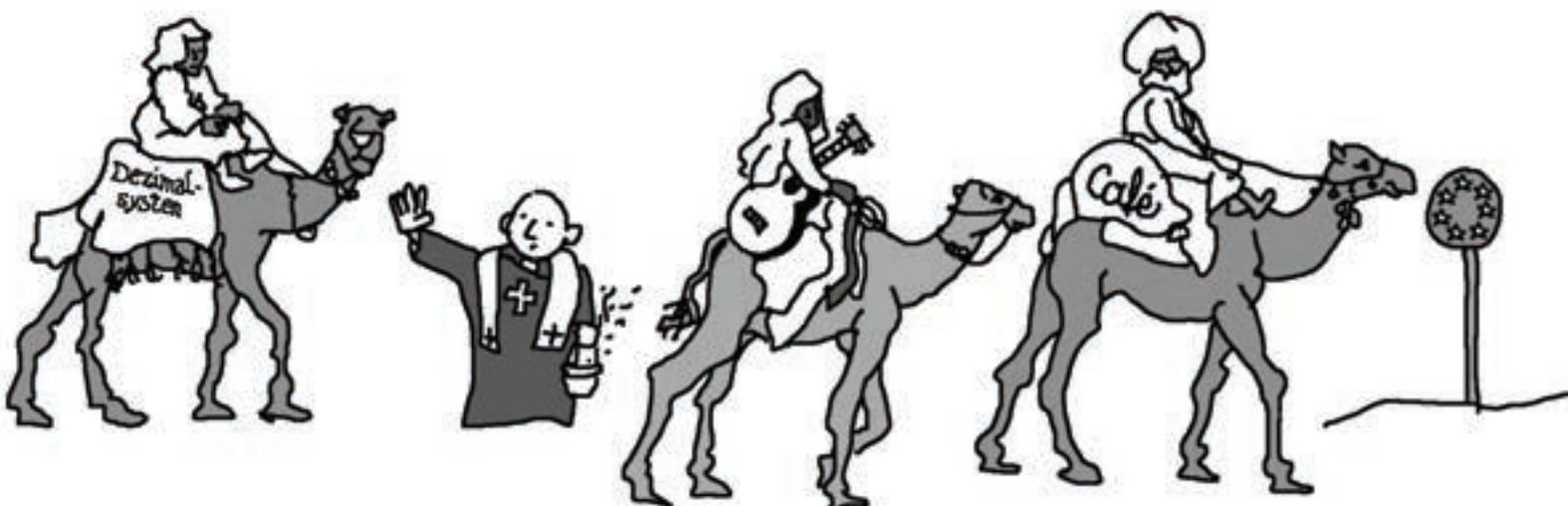
Nichts-Kunst mobilisiert die Fantasie

Das »No Show Museum« fasziniert. Und es wirkt: An mehreren Tagen habe ich es für einige nicht gezählte Stunden besucht und stelle fest, dass »Nichts« enorm fantasieanregend ist. Inspiriert von den Kunstwerken plane ich für mich ein weiteres drittes Stockwerk. Nichts – das habe ich gelernt – ist mehr als nichts. Mit der Kunst des Nichtstuns werde ich mich demnächst mal näher befassen. ■■



Dipl.- Ing.(FH) Beatrix Dargel,

studierte Garten- und Landschaftsarchitektur an der FH Erfurt. Sie arbeitet als Fach- und Fotojournalistin für Gartenthemen, Architektur, Technik, Modellbau, Luftfahrt und Luftbilder. Die Autorin ist begeisterte Hobbyfliegerin.



Null ist nicht Nichts

Ihr Auftritt erscheint unspektakulär – und doch gäbe es ohne die Null weder das Dezimalsystem noch die moderne Mathematik. Ein kleiner Streifzug durch die Geschichte der Null in der Mathematik. Von Fritz Lehmann

Die Null mag uns heute als selbstverständlich erscheinen, doch viele Kulturen vergangener Jahrtausende kamen ohne sie aus. Grob kann man zwei Klassen von Zahldarstellungen unterscheiden: Additionssysteme und Stellenwertsysteme. Bei den Additionssystemen haben die verwendeten Symbole einen festen Wert, unabhängig davon, wo das Symbol steht. Beispiele bilden das ägyptische und das römische Zahlensystem. Die Ägypter hatten Hieroglyphen für die Zehnerpotenzen von 1 bis zu einer Million. Die Römer hatten ursprünglich nur Ziffern bis $M = 1000$, haben den Bereich später aber auch bis zu einer Million erweitert. (Im Vergleich zum ägyptischen System hatten sie durch Einführung der Zwischenstufen 5, 50, 500 und die Subtraktion etwa bei $4 = IV = 5 - 1$ ein verfeinertes System.) Die Entbehrlichkeit der Null zeigt das folgende Beispiel im römischen System mit den Werten $C = 100$, $X = 10$ und $I = 1$ usw. Die Zahl 111 wird dargestellt durch »CXI«, die Zahl 101 ist dann »CI«. Die Null wird nicht benötigt, weil das Fehlen von Ziffern – hier von X – nicht ausdrücklich kundgetan werden muss.

Im Unterschied dazu hängt in einem Stellenwertsystem der Wert einer Ziffer davon ab, wo in einer Aufschreibung die Ziffer steht; steht in unserem Zahlensystem die 1 am Ende, hat sie den Wert 1, an der vorletzten Stelle wie in 10 hat

sie den Wert 10, bei 100 den Wert 100 usw. Wenn man nun etwa die Zahl Einhundertundeins darstellen will, muss man deutlich machen, dass in 101 die Zehnerstelle nicht besetzt ist. Das ist die Aufgabe der Platzhalter-Null. Ein Nachteil der Additionssysteme gegenüber den Stellenwertsystemen ist der beschränkte Zahlenraum: die Ägypter und auch die Römer können keine Zahl darstellen, die gleich 10 Millionen oder größer ist. Stellenwertsysteme haben einen unbegrenzten Zahlenraum, d.h. beliebig große Zahlen können problemlos dargestellt werden. Außerdem sind die Additionssysteme zum Rechnen ungeeignet – die Römer haben sich mit ihrem Abakus geholfen.

Die babylonische Null

Das älteste Beispiel einer Platzhalter-Null findet man in Mesopotamien, allerdings mit einem völlig anderen Symbol. Es wurde wohl zwischen 1900 und 2000 v. Chr. erfunden. Man verwendete dort ein Stellenwertsystem, dessen Basis die Sechzig bildete. Man hat also die Stufen 1, 60, $60 \times 60 = 3600$, $60 \times 60 \times 60 = 216000$, usw. Auch hier tritt das oben skizzierte Lückenproblem auf: Zunächst hatte man tatsächlich eine Lücke in der Aufschreibung gelassen, aber da nicht immer ganz klar war, ob es sich wirklich um

eine Lücke oder nur um eine nachlässige Aufschreibung handelte, führte man ein spezielles Zeichen – zwei kleine Pfeile – ein, um deutlich zu machen, dass an dieser Stelle tatsächlich eine Ziffer stehen könnte (siehe Abbildung rechts). Dass dieses Symbol nicht als Zahl gesehen wurde, erkennt man daran, dass es auch in anderen Kontexten zur Kennzeichnung einer Lücke benutzt wurde.

Das indisch-arabische Zahlensystem

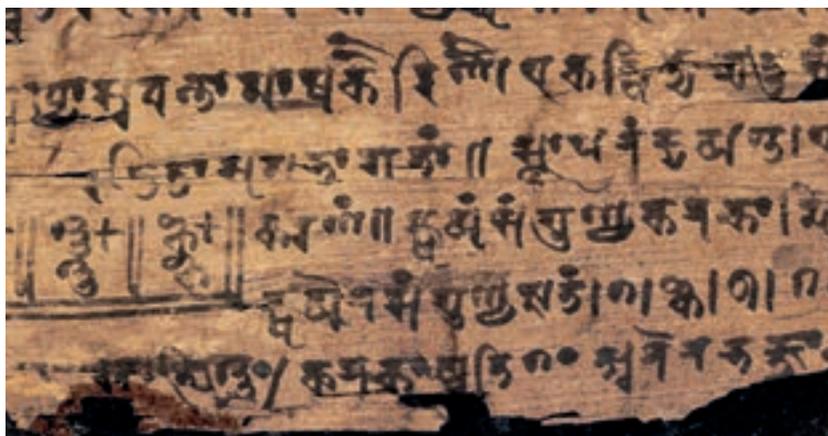
Unser Dezimalsystem wurde von den Indern entwickelt und von den Arabern nach Europa gebracht. Als Erster hat Gerbert von Aurillac (ca. 945–1003), der spätere Papst Silvester II., das indisch-arabische Zahlensystem in Europa einzuführen versucht. Gerbert wurde als Kind armer Eltern etwa 945 in der Auvergne geboren. Er wurde im Kloster von Aurillac erzogen. Etwa 967 begab er sich nach Spanien, wo er unter der Anleitung des Bischofs Hatto von Vich die muslimische Wissenschaft kennenlernte. Als Muslim verkleidet soll er in den Bibliotheken von Córdoba studiert haben. Er lernte dort Mathematik, Astronomie, das indisch-arabische Zahlensystem und die damit verbundenen Rechenmethoden kennen. Ab 997 war Gerbert als persönlicher Lehrer und Berater Kaiser Otto III. tätig. 998 wurde er Bischof von Ravenna und 999 zum Papst – Silvester II. – gewählt. Er starb aber schon 1003, also vier Jahre später. Er verfasste bedeutende mathematische Schriften, entwarf einen besonderen Abakus und lehrte den Umgang mit den indisch-arabischen Zahlen. Allerdings hatte das noch keine nachhaltige Wirkung, denn die katholische Kirche war entschiedene Gegnerin des Systems. Noch lange nach seinem Tod wurde Silvester verdächtigt, mit dem Teufel im Bunde zu sein.

Etwa zweihundert Jahre später machte der große Mathematiker Leonardo von Pisa (um 1170–1240), genannt Fibonacci, in seinem *Liber Abaci* (1202) das indisch-arabische System und seine Vorzüge gegenüber dem römischen System bekannt. Es wurde sehr bald von den italienischen Geschäftsleuten gelernt und benutzt. Die Obrigkeit allerdings wehrte sich immer noch dagegen. 1299 wurden die arabischen Ziffern in Florenz verboten.

In Deutschland hat sich der sprichwörtlich bekannte Adam Ries (1492–1559) um die Verbreitung dieses Systems verdient gemacht. Besonders wichtig war dabei, dass er seine Rechenbücher in deutscher Sprache anstatt des damals üblichen Lateinischen verfasste, so dass jeder, der des Lesens mächtig war, es lernen konnte. In seinem zweiten *Rechenbüchlein* im Jahr 1524 schreibt er zu dem System: »Darzu gehören zehen figuren / also beschrieben / 1.2.3.4.5.6.7.8.9.0. Die ersten neun sind bedeutlich / Die zehend gilt allein nichts / sondern so sie anderen fürgesetzt wirdt / macht sie dieselbigen mehr bedeuten.« Eine Zahl ist die Null für ihn also offensichtlich nicht. Diesen Vorbehalt gibt es wohl noch heute: Auf der Tastatur einer Schreibmaschine oder eines Rechners steht die Null gewöhnlich nicht dort, wo sie der Größe nach hingehört, also vor der 1, sondern hinter der Neun.



Das babylonische Lückenzeichen



Oben: Zwei kleine Pfeile markierten in Mesopotamien die Lücke einer Platzhalter-Null. Unten: Der Ausschnitt aus dem Bakshali-Manuskript (ca. 300 n. Chr.) zeigt eines der frühesten Beispiele für die Verwendung der Platzhalter-Null in Form eines Punkts.

Wörter und Symbole für die Null

Auch die Wörter für die Null haben zum großen Teil ihre Wurzeln in Indien. Im Sanskrit stand das Wort »sunya« für Leere, Nichts. Daraus wurde bei den Arabern arabisch »sifr«, in Italien »cifra« – Vorbild für die Worte »Ziffer« und »zero«. Unser Wort »Null« leitet sich ab vom Lateinischen »nulla figura«, da die Null nicht zu den »Figuren« von 1 bis 9 gehört. Im Englischen steht »figure« bis heute für »Ziffer«.

Eine eigene Geschichte ist die Entwicklung des von uns benutzten kreisförmigen Symbols für die Null. Lange war man der Meinung, das früheste Auftreten dieses Symbols sei in einer Inschrift an einem kleinen Tempel in Gwalior südöstlich von Agra in Indien nachzuweisen. Dieser Text wird auf das Jahr 860 n. Chr. datiert. Der Mathematiker und Autor Amir Aczel schildert in seinem Buch *Finding Zero* seine erfolgreiche Suche nach einem älteren Auftreten des Symbols. Er fand es auf einem als K-127 bezeichneten Artefakt in Kambojscha, das auf Anfang des 7. Jahrhunderts datiert wurde.

Am 14. September 2017 berichteten Wissenschaftler der Bodleian Libraries der Universität Oxford über die Entdeckung einer noch älteren Null. Sie erscheint im sogenannten *Bakshali-Manuskript*, ein auf Birkenrinde geschriebenes mathematisches Lehrwerk, das 1881 beim Dorf Bakshali im heutigen Pakistan gefunden wurde und in der Bodleian Li-



Oben: Die Maya nutzten sowohl die ordinale wie auch die kardinale Null, die sie als Schnecke darstellten. Unten: Papst Silvester hatte sich in jungen Jahren mit den arabischen Rechenmethoden beschäftigt und wurde dafür nach seinem Tod als Verbündeter des Teufels gebrandmarkt.

brary der Universität Oxford aufbewahrt wird. Das Manuskript entstand in der Zeit um 200 bis 400 n. Chr.

Kardinale und ordinale Null

Neben der Platzhalter-Null gibt es wie bereits erwähnt die kardinale Null und die ordinale Null. Beide findet man bereits bei den Maya. Die Maya nutzten viele unterschiedliche Symbole für die Null: häufig eine Muschel, manchmal auch anthropomorphe Bilder. Die kardinale Null gibt die Anzahl der Elemente in einer leeren Menge wieder. Diese Null wird von den Maya benutzt, wenn von bestimmten Objekten, von denen es eine endliche Anzahl geben könnte, keines vorhanden ist. Wir kennen sie zum Beispiel von den Sportergebnissen: hat eine Mannschaft ein Spiel 1:0 gewonnen, dann ist kein Gegentor gefallen. Bei einem Ergebnis 0:0 ist überhaupt kein Tor gefallen. Diese Bedeutung dürfte auch mitschwingen, wenn man jemanden als »komplette Null« bezeichnet. Die kardinale Null gehört zu den Kardinalzahlen mit denen man einfache Additionen und zum Teil auch Subtraktionen durchführen kann.

Außer dieser kardinalen Null nutzten die Maya auch die ordinale Null, die am Anfang einer Zählung steht. So hatte der erste Tag eines Monats bei den Maya die Nummer Null. Der vierte Tag eines Maya-Monats wäre nach unserer Zählung daher der fünfte Tag.

Die Null als Zahl

Um als vollwertige Zahl zu gelten, müssen mit der Null die vier Rechenoperationen Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division möglich sein. Auch dazu wurden die ersten Überlegungen in Indien angestellt. In einem seiner Werke stellt Brahmagupta fest, dass jede Zahl von sich selbst subtrahiert Null ergibt, dass die Summe aus einer negativen Zahl und Null negativ, aus einer positiven Zahl und Null positiv ist. Subtrahiert man eine negative Zahl von der Null ist das Ergebnis positiv und umgekehrt. Diese Regeln erinnern an die Axiome einer additiv geschriebenen Gruppe. Auch dort nennt man das neutrale Element »Null«, obwohl die Elemente der Gruppe keine Zahlen sein müssen, sondern zum Beispiel Bewegungen sein können.

Auch der indische Mathematiker Mahavira (um 830) stellte Regeln für die Addition und die Subtraktion mit der Null zusammen und bemerkte außerdem, dass Null multipliziert mit einer Zahl immer Null ergibt.

Addition, Subtraktion und Multiplikation mit der Null sind also schon seit langem bekannt. Problematisch war – und ist – die Division. Mahavira meinte, eine Zahl bleibe unverändert, wenn sie durch Null geteilt werde. Brahmagupta behauptete, Null geteilt durch Null sei nichts. Bhaskara II schrieb: »Eine Menge geteilt durch Null wird zu einem Bruch, dessen Nenner Null ist. Dieser Bruch wird als unendliche Menge bezeichnet. An dieser Menge gibt es keine Veränderung, obwohl viel hinzugefügt oder abgezogen werden kann.«

In der heutigen Mathematik wird die Null weitgehend als gleichberechtigte Zahl akzeptiert; die Schwierigkeiten mit der Division werden dadurch vermieden, dass die Division durch Null einfach verboten ist.

Computer und die Null

Da Computer heute in fast alle Lebensbereiche vordringen, ist es interessant, die Rolle der Null im Computer zu betrachten. Auf der untersten logischen Ebene ist das Bit die kleinste Informationseinheit, und es kann die Werte »Wahr« oder »Falsch« (1 oder 0) annehmen. Aber den Wert 0 kann man eigentlich nicht als Zahl ansehen; es handelt sich um einen logischen Wert, auf den die Operationen »Nicht«, »Und« und »Oder« angewendet werden. Aus diesen Bits werden im Computer Informationen unterschiedlicher Art dargestellt, zum Beispiel Buchstaben, Texte, Bilder und auch Zahlen. Die einfachste Darstellung der natürlichen Zahlen kann im Binärsystem erfolgen, einem Stellenwertsystem zur Basis 2. Zum Beispiel würde die Zahl 43 dargestellt durch $2^5 + 2^3 + 2^1 + 1 = 2^5 + 0 \times 2^4 + 2^3 + 0 \times 2^2 + 2^1 + 2^0 = (101011)_2$. Hier ist die Null offensichtlich als Platzhalter im Einsatz.

Für die Berechnungen, die auf einem Computer ausgeführt werden sollen, reichen die natürlichen Zahlen nicht aus. Es werden komplexere Zahlendarstellungen benötigt. Dabei kann man Festkomma-Zahlen und Gleitkomma-Zahlen unterscheiden. Letztere sind besonders für technisch-wissenschaftliche Aufgaben erforderlich.

Selbstverständlich kommt auch die Null in diesen Darstellungen vor, häufig sogar auf derselben Maschine in unterschiedlichen Ausprägungen. Für die Rechenoperationen mit diesen Zahlen gibt es spezielle Maschinenbefehle, insbesondere auch für die Division. Hier ist die Null eine häufige Fehlerquelle. Ein Beispiel: Am 21. September 1977 fielen beim US-Kreuzer Yorktown vor der Küste von Virginia plötzlich die Maschinen aus. Das Milliarden Dollar teure Kriegsschiff musste in einen Hafen geschleppt werden und war mehrere Tage außer Betrieb. Nach längerer Suche fand man heraus, dass eine Null die für die Steuerung der Maschinen zuständige Software zum Absturz gebracht hatte. Das kann leicht wie folgt geschehen: Das Programmsystem, das für die Steuerung der Maschinen zuständig ist, besteht aus vielen Tausend Maschinenbefehlen, unter denen neben organisatorischen auch arithmetische Befehle, insbesondere auch Divisionen vorkommen. Dabei kann es vorkommen, dass während des Betriebs ein Divisor den Wert Null erhalten hat. Bei der Durchführung einer Division durch Null haben damalige Computer einfach gestoppt, und so kamen die Maschinen der Yorktown zum Stehen.

Ein anderes Problem kann entstehen, wenn es zum Beispiel zwei Nullen gibt – eine Null mit positivem Vorzeichen und eine mit negativem Vorzeichen –, die sich bei bestimmten Befehlen unterschiedlich verhalten. Ein weiterer Grund für das überraschende Auftreten einer Null kann darin liegen, dass die Computer nicht mathematisch richtig rechnen:



Es kommt vielfach zu Rundungen oder Abschneidungen, so dass eine sehr kleine Zahl plötzlich zu Null abgerundet wird.

Das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) hat in einem Normvorschlag für die Darstellung von Zahlen im Computer den Wert »Unendlich« eingeführt. Eine Division durch Null führt dann nicht mehr auf einen Fehler, sondern ergibt den Wert »Unendlich«.

Auch in der Mathematik gibt es Ansätze, den Zahlenbereich so zu erweitern, dass die Division durch Null möglich wird, beispielsweise in der sogenannten Non-Standard-Analysis. Die Null ist also auch heute noch eine Herausforderung für Mathematiker und Informatiker. ■■

Zum Weiterlesen

Amir D. Aczel, *Finding Zero*. New York 2015.

John D. Barrow, *Ein Himmel voller Zahlen – Auf den Spuren mathematischer Wahrheit*. Hamburg 1999.

Georges Ifrah, *Universalgeschichte der Zahlen*. Frankfurt, New York 1987.

Robert Kaplan, *Die Geschichte der Null*. München 2004.

Karl Menninger, *Zahlwort und Ziffer – Eine Kulturgeschichte der Zahl*.

Adam Ries, *Rechenbüchlin*. Franckf. (Unveränderter Nachdruck der Ausgabe von 1574, die bei Christian Egenolffs Erben in Frankfurt am Main erschienen).

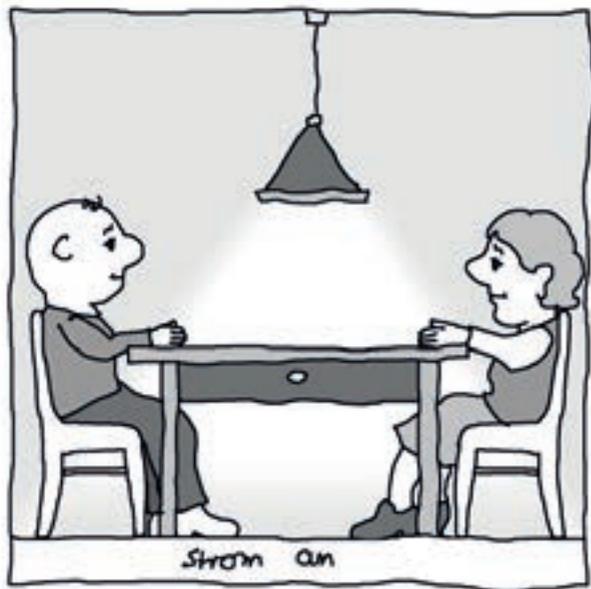
Brian Rotman, *Die Null und das Nichts*. Berlin 2000.

Charles Seife, *Zwilling der Unendlichkeit – eine Biographie der Zahl Null*. Berlin 2000.



Professor Dr. Fritz Lehmann,

bis 2003 Professor für Systemprogrammierung und Betriebsprogramme an der Universität der Bundeswehr München. Heute hält er u. a. Vorträge, führt gelegentlich durch die Informatik-Abteilung des Deutschen Museums und begeistert Grundschüler für Mathematik.



Eins



Null

An oder aus

In der Informatik spielt die Null eine wichtige Rolle. Sie kann beispielsweise einen Zustand bezeichnen oder als »Nullzeigerin« auf nichts verweisen.

Von Rudolf Seising

Die 0 und die 1 waren groß und in »Computerschrift« auf den Deckel des Buchs gedruckt. *Ausgewählte Schriften zur Kommunikations- und Nachrichtentheorie* von Claude E. Shannon erschienen im Jahr 2000 und der Untertitel des Buchs lautete: *Ein | Aus*. Schalter können auf »ein« oder »aus« stehen, so öffnen bzw. schließen sie Stromkreise. Bei »ein« fließt Strom und diesen Zustand schreiben Informatiker heute oft als »1«, bei »aus« fließt kein Strom, der Zustand heißt dann »0«.

Heutzutage werden viele Milliarden Schaltelemente auf Mikrochips integriert, während Techniker vor mehr als einem halben Jahrhundert lediglich Hunderte oder wenige Tausende Schalter miteinander verkabelt und so die ersten Computer gebaut haben. Konrad Zuses erster funktionsfähiger Digitalrechner (digital, weil er digitale, also voneinander abgegrenzte und diskrete Einheiten, Zahlen, verarbeitete), die 1941 erbaute und im Krieg zerstörte Z3, deren Nachbau im Deutschen Museum steht, hatte nur etwa 2000 elektromechanische Schalter. Drei Jahre zuvor hatte Shannon in seiner Masterarbeit am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA gezeigt, dass durch solche elektrotechnischen Schaltungen alle Aussagen der Booleschen Logik realisiert werden können.

Die Boole'sche Logik geht auf den 1847 vom englischen Mathematiker George Boole begründeten Kalkül der Aussagenlogik zurück, der von John Venn, Charles Peirce, Giuseppe Peano und anderen weiterentwickelt wurde. Boole war damit gar nicht einverstanden, doch setzten sich die anderen Mathematiker durch.

In der Aussagenlogik sind Aussagen entweder wahr oder falsch, eine dritte Möglichkeit gibt es nicht. Boole benannte diese Wahrheitswerte mit »0« für falsch und »1« für wahr. Die Negation einer Aussage ist die Differenz zur Eins. Die Konjunktion (das »UND«) von Aussagen wird in der Boole'schen Logik durch die Multiplikation der Wahrheitswerte der Aussagen berechnet und die Disjunktion (das inklusive »ODER«) entsprechend durch deren Addition.

Shannons Arbeit zeigte, wie man mit Hilfe von elektrischen Schaltungen »logische Maschinen« bauen konnte und so entstanden bald darauf auch in den USA die ersten Digitalcomputer. Interessanterweise hat Shannon, als er die Analogie zwischen offenem und geschlossenem Schalter einerseits und wahrer und falscher Aussage andererseits in seiner Masterarbeit in einer Tabelle zeigte, die falsche Aussage mit dem offenen Schalter, also kein Stromfluss, identifiziert und dies mit der »0« bezeichnet, während er die wahre Aussage mit dem

geschlossenen Schalter, also Stromfluss identifizierte und hier die »1« schrieb. Gängig ist heute die gegenteilige Zuordnung, aber da die beiden Ziffern 0 und 1 lediglich Bezeichner sind, die auch anders herum benützt oder durch ganz andere Zeichen benannt werden können, etwa L und O, ist das im Grunde egal und darum ist Null hier nur ein Name.

Als Folgen von solchen Nullen und Einsen können alle möglichen Zeichen im Digitalcomputer dargestellt und verarbeitet werden – man spricht vom Binärcode (lateinisch bini: je zwei). So lassen sich z. B. alle Zahlen kodieren, indem wir verabreden, dass jede Stelle einer Folge aus acht Nullen oder Einsen (z. B. im erweiterten ASCII-Code) für eine 2er-Potenz steht, also für $2^0 = 1$, $2^1 = 2$, $2^2 = 4$, $2^3 = 8$, $2^4 = 16$, $2^5 = 32$ usw. Die Zahl 35 beispielsweise ergibt in der Binärschreibweise 00100011, denn $35 = 0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 0 + 0 + 0 + 2 + 1$. Auch alle Buchstaben und viele weitere Zeichen haben einen Binär-Code, so dass auf diese Weise alle Daten im Computer verarbeitet werden können.

Während die Null in der Mathematik für eine Zahl steht, also einen Wert (nämlich 0) hat, haben wir sie in der Informatik bisher nur als Zustandsbezeichner kennengelernt. Die Null hat aber noch andere Rollen in der Informatik. In einem niederländischen Roman von Arnon Grünberg ist ein kleines Mädchen von der Null fasziniert: »Als sie in der Schule mit Bruchrechnung anfangen, hatte die Lehrerin gesagt: ›Wir haben eine Torte, und die wollen wir teilen.‹ Was aber war ›keine Torte?‹ Es gab eine Torte aber die war aufgegessen, das war keine Torte, das war die Null. Oder: Wir können uns vorstellen, dass hier eine Torte ist, aber sie ist nicht da, die Torte hat uns reingelegt. Auch das ist null. Oder: Wir warten auf die Torte, aber sie ist noch nicht geliefert worden – ebenfalls null.«

Die Null kann also für etwas stehen, das gar nicht existiert, oder (noch) nicht da ist. Beide Fälle sind in der Informatik, z. B. bei Datenbanken streng auseinander zu halten: Im einen Fall gibt es keinen Wert der hier zugewiesen werden kann, im anderen Fall ist der Wert (noch) unbekannt. Dieser »Nullwert«, der manchmal (z. B. in Pascal) auch »NIL« genannt wird, muss von der Zahl Null unterschieden werden. In manchen Computersprachen verweist der Nullwert NIL auf einen bestimmten Wert, der nicht 0 sein muss, sondern eine Speicheradresse bedeutet. Man spricht hier vom Nullzeiger (in C++ »nullptr«), durch den auf nichts verwiesen wird. »Keine Daten« bedeuten also nicht »null«. ■■



Dr. Rudolf Seising

ist Wissenschaftshistoriker und -philosoph. Insbesondere interessieren ihn die historischen Zusammenhänge von mathematischen Theorien und »Künstlicher Intelligenz«-Forschung. Zurzeit ist er im Forschungsinstitut des Deutschen Museums tätig.

Abbildungen: Christof Griebler



Leichte, wetterfeste Lounge-Sessel & -Sofas



DESIGN für Zuhause



NEOZ kabellose Design-Tischleuchten



Lust auf mehr? Besuchen Sie uns!

Showroom: Kramergasse 32
82054 Sauerlach bei München

Oder direkt online: www.moonich.de
und telefonisch: +49 (0)8104 647090

MOONICH®
brands for atmosphere

geschlossenen Schalter, also Stromfluss identifizierte und hier die »1« schrieb. Gängig ist heute die gegenteilige Zuordnung, aber da die beiden Ziffern 0 und 1 lediglich Bezeichner sind, die auch anders herum benützt oder durch ganz andere Zeichen benannt werden können, etwa L und O, ist das im Grunde egal und darum ist Null hier nur ein Name.

Als Folgen von solchen Nullen und Einsen können alle möglichen Zeichen im Digitalcomputer dargestellt und verarbeitet werden – man spricht vom Binärcode (lateinisch bini: je zwei). So lassen sich z. B. alle Zahlen kodieren, indem wir verabreden, dass jede Stelle einer Folge aus acht Nullen oder Einsen (z. B. im erweiterten ASCII-Code) für eine 2er-Potenz steht, also für $2^0 = 1$, $2^1 = 2$, $2^2 = 4$, $2^3 = 8$, $2^4 = 16$, $2^5 = 32$ usw. Die Zahl 35 beispielsweise ergibt in der Binärschreibweise 00100011, denn $35 = 0 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 32 + 0 + 0 + 0 + 2 + 1$. Auch alle Buchstaben und viele weitere Zeichen haben einen Binär-Code, so dass auf diese Weise alle Daten im Computer verarbeitet werden können.

Während die Null in der Mathematik für eine Zahl steht, also einen Wert (nämlich 0) hat, haben wir sie in der Informatik bisher nur als Zustandsbezeichner kennengelernt. Die Null hat aber noch andere Rollen in der Informatik. In einem niederländischen Roman von Arnon Grünberg ist ein kleines Mädchen von der Null fasziniert: »Als sie in der Schule mit Bruchrechnung anfangen, hatte die Lehrerin gesagt: ›Wir haben eine Torte, und die wollen wir teilen.‹ Was aber war ›keine Torte?‹ Es gab eine Torte aber die war aufgeessen, das war keine Torte, das war die Null. Oder: Wir können uns vorstellen, dass hier eine Torte ist, aber sie ist nicht da, die Torte hat uns reingelegt. Auch das ist null. Oder: Wir warten auf die Torte, aber sie ist noch nicht geliefert worden – ebenfalls null.«

Die Null kann also für etwas stehen, das gar nicht existiert, oder (noch) nicht da ist. Beide Fälle sind in der Informatik, z. B. bei Datenbanken streng auseinander zu halten: Im einen Fall gibt es keinen Wert der hier zugewiesen werden kann, im anderen Fall ist der Wert (noch) unbekannt. Dieser »Nullwert«, der manchmal (z. B. in Pascal) auch »NIL« genannt wird, muss von der Zahl Null unterschieden werden. In manchen Computersprachen verweist der Nullwert NIL auf einen bestimmten Wert, der nicht 0 sein muss, sondern eine Speicheradresse bedeutet. Man spricht hier vom Nullzeiger (in C++ »nullptr«), durch den auf nichts verwiesen wird. »Keine Daten« bedeuten also nicht »null«. ■■



Dr. Rudolf Seising

ist Wissenschaftshistoriker und -philosoph. Insbesondere interessieren ihn die historischen Zusammenhänge von mathematischen Theorien und »Künstlicher Intelligenz«-Forschung. Zurzeit ist er im Forschungsinstitut des Deutschen Museums tätig.

Abbildungen: Christof Griebler



Leichte, wetterfeste Lounge-Sessel & -Sofas



DESIGN für Zuhause



NEOZ kabellose Design-Tischleuchten



Lust auf mehr? Besuchen Sie uns!

Showroom: Kramergasse 32
82054 Sauerlach bei München

Oder direkt online: www.moonich.de
und telefonisch: +49 (0)8104 647090

MOONICH®
brands for atmosphere



Sind Pausen Musik?

Erst mit der Verschriftlichung von Musik konnten neben den Tönen auch die Pausen exakt definiert werden. Von Bernd Edelmann

Die Zeit vergeht. Dem Tag folgt die Nacht, die Jahreszeiten wechseln, alles Leben wird geboren, reift, altert, stirbt. Dieses Kontinuum der Zeit haben die Hochkulturen der Menschheit in Kalendern zu fassen gesucht, die den Lauf der Gestirne messen und den Zeitlauf beherrschbar machen. Das ist die Grundlage für die elementare menschliche Vorstellung von Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft – und damit von Geschichte.

Musik ist Zeitkunst. Wie die Zeit ist auch Musik ein Kontinuum und unumkehrbar. Ein Ton folgt dem anderen, ein rhythmischer Schlag auf einen neuen. Doch Musik setzt neben die durch Konvention bestimmte objektive Zeit, die mit Uhren messbar ist, eine Kunst-Zeit und macht sich die subjektive Erfahrung zunutze, dass Zeit teils als rasch dahineilend, teils als langsam und zäh, als nicht vergehenwollend, empfunden wird. Dass Musik die Zeitempfindung manipulieren kann, wussten Musiker von jeher. Die Medizin hat naturwissenschaftlich längst nachgewiesen, dass der Herzschlag

sich dem Tempo der Musik anpasst. Der Mittelwert von etwa 70 Pulsschlägen pro Minute steigt bei einem musikalischen Presto von 120 Viertelschlägen und sinkt bei einem Largo von 54 Schlägen. Andere Messgrößen wie elektrischer Hautwiderstand und Blutdruck unterstützen diese physiologische Wirkung.

Nach dem Befund von steinzeitlichen, animistischen Kulturen, die bis ins 20. Jahrhundert bestanden, vermutet man, dass der Ursprung von Musik in magischen Riten liegt. In Kulturen Zentralasiens nimmt ein Schamane Kontakt zur Geisterwelt auf, um einen Kranken zu heilen. Als Geistheiliger ist er Magier, Arzt und Musiker in einer Person. In ritueller Trance beschwört er die bösen Geister, die die Krankheit verursacht haben, mit seinem monotonen Singsang, mit Trommelrhythmen, die bis zu 240 Schlägen pro Minute erreichen können, und mit Fußschellen. Das kann Stunden dauern, bis zur Erschöpfung des Schamanen und zu ersten Anzeichen von Genesung.



Die Zeitvorstellung ist kulturell geprägt. Man höre einmal den Raga eines nordindischen Sitarspielers. Zur Einleitung improvisiert er 20 Minuten und länger, entfaltet die auf Mikrintervallen aufgebaute, ebenfalls Raga genannte Tonart, mit tonartspezifischen musikalischen Phrasen. Erst nach diesem, noch »zeitlosen« Vorspiel setzt die Tabla, bestehend aus zwei Kesseltrommeln, mit hochkomplexen Rhythmen ein. Ab diesem Punkt ist die Zeitgliederung des Raga rhythmisch-metrisch geordnet. Die musikalischen Elemente hält ein ständig präsenter Basston zusammen, ein Bordun, gespielt auf der Tanbura. Während das heimische Publikum den Musikern gebannt zuhört, wirkt das für europäische Ohren entwicklungslos, statisch. – Immerhin ist es Steve Reich gelungen, mit seiner Minimal Music die Komplexität westafrikanischer Trommel- und Xylophonrhythmen dem europäischen Konzertpublikum nahezubringen.

Diese Beispiele sind nicht so exotisch, wie sie anmuten. Auch in unserer Lebenswelt gibt es Musik als Kontinuum. Der in einem Club auflegende DJ wird danach beurteilt, wie gut er die Übergänge von einem Musikstück zum nächsten schafft, mit Überlagerung von zwei und mehr Stücken, dem Bremsen oder Antreiben des Plattentellers (Scratching), Manipulation der Tonhöhe (Pitchbending) oder wie auch immer. Ohne Pause kann eine lange Disconacht zu einem einzigen Musikstück werden. Die Tänzer erwarten einen ständigen Push. Dabei belegt Clubmusik nicht nur die physiologische

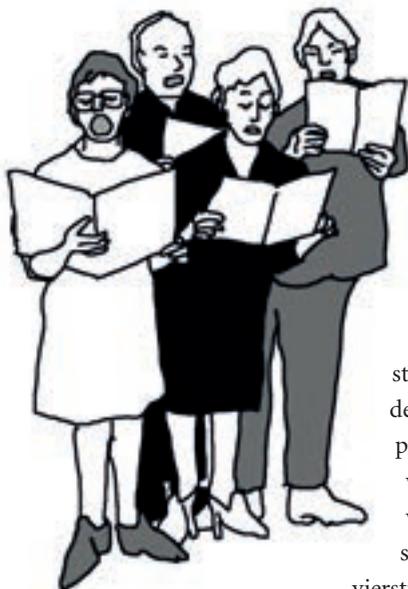
Wirkung von Rhythmen, sondern auch das Nachlassen des Reizes mit der Zeitdauer. Ein Abend beginnt üblicherweise mit 120 Beats per minute, am frühen Morgen braucht es bis zu 180 Beats per minute, um das Reizniveau zu halten.

Oder Musik in Kaufhäusern. Der Kunde soll sich wohlfühlen und sanft einlullende Stimmungsmusik ihn zum Kauf animieren. Die Vorweihnachtszeit ist nahe, und damit die industriell angebotene Mischung aus »Stille Nacht« (ausgerechnet!), »Jingle Bells« und Corellis Weihnachtskonzert. Diese Hintergrundmusik gehört derart zum Verkaufskonzept, dass der sensible Kunde sich unbehaglich fühlt, wenn sie fehlt, ohne dass er einen Grund angeben könnte.

Wenn die Musik nur untergeordneter Teil eines gesellschaftlichen Tuns ist – seien es magische Riten, Tanz oder Einkauf –, spricht man von funktionaler Musik oder Gebrauchsmusik. Demgegenüber ist die europäische Musikkultur besonders stolz darauf, dass Musik sich von außermusikalischen Zwecken befreit hat, »autonom« geworden ist und sich zu ungeahnten ästhetischen Höhen aufgeschwungen hat. Doch auch für sie gilt das Kontinuum als Grundprinzip. Ein Praeludium, eine Fuge von Bach läuft, einmal angestoßen, bis zum Ende durch. Ein Popsong dauert selten länger als fünf Minuten, die knappe Zeit und der durchlaufende Beat lassen keine Pause zu.

Die Pause als Ereignis

Wie kamen also die Pausen in die Musik, die dieses Kontinuum stören? Aussagen über die historische Entwicklung von Musik sind zuverlässig nur möglich, wenn sie schriftlich notiert sind. Es hat Jahrhunderte gedauert, bis sowohl die Tonhöhen wie die Tondauern von Musik in dem ihr fremden Medium der Schrift aufgezeichnet werden konnten. Die älteste Schicht abendländischer Musik, der gregorianische Gesang, brauchte noch keinen musikalisch regulierten Rhythmus, weil das Sprechtempo der liturgischen Texte den Vortrag vorgab. Unverzichtbar war die Festlegung rational messbarer Zeitdauern erst, als mit der Entwicklung der auf Konsonanzen basierenden Mehrstimmigkeit drei und mehr Stimmen miteinander koordiniert werden mussten. Um 1260 war die Notation so ausgereift, dass die Pausenlängen erstmals genauso eindeutig definiert waren wie die Notenzeichen.



Die Notation steckte die Grenze dessen ab, was kompositorisch möglich war, und es gab viele innermusikalische Gründe, Pausen zu setzen: das Reduzieren eines vierstimmigen Satzes auf drei Stimmen,

bei Großformen wie Sinfonien das Abgrenzen der Formteile, wie es von Haydn bis Schostakowitsch alle Sinfoniker praktizierten. Dieser Normalfall von Pausen soll uns nicht weiter beschäftigen, sondern vielmehr die Pause als musikalisches Ereignis.

Beethoven war ein Meister der überraschenden Pause. Dazu eine kleine Geschichte. Der musikalische Papst Benedikt XVI. hatte Chor und Sinfonieorchester des Bayerischen Rundfunks in den Vatikan eingeladen. Das Konzert in der großen Audienzhalle »Paolo VI.« im Oktober 2007 leitete Mariss Jansons. Hauptwerk war Beethovens 9. Sinfonie mit Schillers Ode an die Freude im Finalsatz. Mit grandioser Steigerung hat Beethoven komponiert: »und der Cherub steht vor Gott, — vor Gott, — vor Gott!« Fortissimo. Pause.

Da bricht, mitten in der Generalpause, spontan ein italienischer Beifallssturm los. Der vorne zentral thronende Papst winkt besänftigend nach hinten ab. Doch der leise Beginn des folgenden Marsches geht unter. Die frommen Pilger hatten Beethovens Absicht nicht erfasst, der dramatischen Steigerung einen größtmöglichen Kontrast entgegenzusetzen. (Für die DVD-Veröffentlichung wurde der Beifall herausgeschnitten, die musikalische Fehlstelle wohl mit einem Probenmitschnitt gefüllt.)

Eine neue Dimension erreicht die Pause in semantischer Deutung. Ein Höhepunkt fällt in die Barockzeit, die allgemein eine Vorliebe für Emblemata, Symbole, Allegorien und Analogien hatte. Da die Musik als »Klangsprache« verstanden wurde, lag es nahe, Begriffe aus der Rhetorik auf die Musik zu übertragen.

Die Pause, als Negation des klanglichen Kontinuums, galt als musikalischer Ausdruck von Stille, Abschied, Untergang, Tod. Zum 500. Jahrestag von Luthers Thesenanschlag sei es erlaubt, aus dessen Übersetzung des Römerbriefs zu zitieren:



Abb. 1 (oben) Motette *Jesu meine Freude* von Johann Sebastian Bach.

Abb. 2 (unten) : *Sieben Worte Jesu am Kreuz* von Heinrich Schütz.



»So ist nu nichts Verdammliches an denen / die in Christo Jhesu sind / die nicht nach dem Fleisch wandeln / sondern nach dem Geist.« (Römer 8,1). Es ist dies eine zentrale Stelle für Luthers Rechtfertigungslehre,

Johann Sebastian Bach hat sie in seiner Begräbnis-Motette »Jesu meine Freude« vertont (siehe Abb 1.).

Bach erweitert den Bibeltext und wiederholt zweimal das Wort »nichts«, das gar kein alleinstehendes Wort ist, sondern dem Hauptwort »Verdammliches« zugeordnet. Mit der Pausensetzung komponiert Bach also das abstrakte »Nichts«, indem – nach dem Wort – tatsächlich nichts erklingt. Das erste »Nichts« im Forte hallt in dem zweiten »Nichts«, im Piano, wie ein Echo nach. Erst beim dritten Ansatz wird der unterbrochene Satzzusammenhang, sowohl als sprachlich-grammatisches wie musikalisches Kontinuum, wiederhergestellt.

Eine kaum überblickbare Fülle von Beispielen gibt es für die Pause als musikalisches Symbol des Todes. In Anlehnung an die antike Rhetorik Quintilians nannte man diese Pause »Aposiopsis«, wörtlich: das Verstummen. Die spezifische musikalische Bedeutung ist die einer Generalpause, das heißt: das ganze Ensemble schweigt. Dieses Schweigen der Musiker lässt sich steigern, wenn zu der Pause noch eine Fermate hinzukommt. Denn die beliebig lange Dauer einer Fermate setzt auch die latent weiterlaufende Taktordnung außer Kraft. Besonders sinnfällig wird das beim Kreuzestod Jesu in Passionsvertonungen. In den *Sieben Worten Jesu am Kreuz* von Heinrich Schütz steht nach dem Kadenzschluss von »und gab seinen Geist auf« ein leerer Takt (siehe Abb. 2). Das Kontinuum der Musik steht für das Leben, der Abbruch symbolisiert den Tod.

Stille im Angesicht des Todes

Natürlich kann auch Bach in der Matthäus-Passion und der Johannes-Passion auf diesen Effekt nicht verzichten. Nach den Worten des Evangelisten »Und neigte sein Haupt und verschied« folgt stets eine Pause. Man hat sich neuerdings angewöhnt, nach diesem Rezitativ eine extra-lange Pause eintreten zu lassen, damit das gottferne Publikum durch die plötzliche Stille wenigstens eine Ahnung von Bachs theologischer Intention bekommt.

Diese Aposiopsis lebt in der Oper weiter. Es gibt zwei

Zeitmaß – zeitlos

tutto il canzone con espressione e sentimento ad libitum, sempre, sin al fine!

Start

5.9.2001 5.2.03 5.7.05 5.1.06 5.2.11 5.7.12 5.10.13

5.7.04 5.5.06 5.7.08 5.2.09 5.7.10 5.8.11

8va bassa

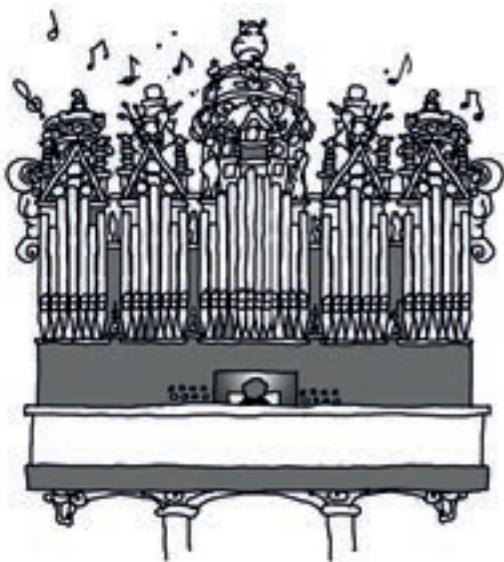


Abb. 4 (oben): *Fünf Pittoresken* op. 31 von Erwin Schulhoff

Abb. 5 (unten): *ORGAN2/ASLSP* von John Cage.

kannt geworden, die musikalischen Werke – abgesehen von Schwitter's Ursonate – kennt man kaum.

Der Deutschböhme Erwin Schulhoff hatte mit George Grosz in Dresden eine Dada-

Gruppe gegründet. Um die hehre Kunst von ihrem hohen Sockel herunterzuholen, schrieb er Klavierstücke mit Jazzrhythmik und -melodik, also Unterhaltungsmusik für den Konzertsaal. Die Sätze seiner *Fünf Pittoresken* op. 31 von 1919 sind Foxtrott, Ragtime, One-Step und Maxixe, letzterer ein heute vergessener Tanz aus Brasilien, der durch ein schlüpfriges Berliner Couplet populär war. Das dritte Stück, zwischen den modernen Tanzstücken stehend, hat den rätselhaften Titel »In Futurum« (siehe Abb.4). Es ist eine Nichtmusik, die nur aus Pausen besteht.

Schulhoff hat diese Stille sorgfältig notiert. Er verwendet alle Sorten von Pausen, ganze Pausen bis 1/32stel-Pausen, und zwar synkopisch, so dass auch diese Pausen (nicht erklingende) jazzartige Rhythmen haben. Die Tempoangabe »Zeitmaß-zeitlos« ist der denkbar größte Kontrast zu den umgebenden Tanzrhythmen. Jeder Takt »stimmt« in sich, denn die Pausen summieren sich zu 4/4-Takten. Ins Absurde kippt das Ganze um, weil Schulhoff in der rechten Hand einen 3/5-Takt, in der linken einen 7/10-Takt vorschreibt. Unser Notensystem basiert auf der Zweerteilung der Notenwerte und nicht auf dem Dezimalsystem. Auch die Vortragsanweisung ist vollkommen sinnlos: »Den ganzen Gesang ausdrucksvoll und mit Gefühl nach Belieben, immer, bis zum Schluss!« In den exakt ausnotierten 29 Takten verlangt Schulhoff auch eine »Marschall Pause«. Niemand denkt bei einer »Generalpause« ans Militär. Mit dem absurden Neuwort macht er die alte Aposiopesis als musikalisches Todessymbol dadawürdig. Dies Alles ist nicht nur ein grotesker Witz für Musi-

ker, denn der Titel »In Futurum« eröffnet eine unauslotbare Bedeutungstiefe: die Vision einer Musik, die ohne Töne auskommt und als Negation, allein durch Stille, gegen den Lärm der Geschütze be-

stehen will – ein Optimismus aus Verzweiflung.

Wie soll man dieses Klavierstück aufführen? Auf Youtube »dauert« das Stück zwischen 1:28 und 1:40 Minuten. Der Pianist sitzt also am Flügel und berührt die Tasten, ohne sie niederzudrücken. Dabei hilft ihm die Notation: Den Bassschlüssel im oberen, den Sopranschlüssel im unteren System kann er mit überkreuzten Händen »spielen«.

Musiker, die nichts spielen

Bekannter als Schulhoffs Klavierstück ist das ominöse 4' 33" von John Cage. Es ist dreisätzig und soll 4 Minuten 33 Sekunden dauern. Diese Zeitangabe hat Cage dem chinesischen Orakelbuch *I Ging* entnommen. Auf dem Notenblatt steht nur: »I TACET – II TACET – III TACET«. Ein »Tacet« steht normal in den Noten, wenn ein einzelnes Instrument in einem Stück, z. B. einem Menuett-Trio, nicht mitspielen braucht. Cage aber stellt alles frei: in beliebiger Besetzung spielt ein Musiker – oder mehrere – nichts. Die Idee kam Cage in einem schalltoten Raum. Statt der erwarteten absoluten Stille hörte er tiefe und hohe Geräusche, die sein Blutkreislauf, der Herzschlag und sein Gehirn erzeugten, das eine absolute Stille nicht zulassen wollte. So kehrte er mit 4' 33" die Konzertsituation um. Die Musiker sind so still, wie man das im Konzert vom Publikum erwartet. Das Publikum wird unruhig und »aktiv«, weil nichts passiert. Seine von indischer Philosophie und japanischem Zen-Buddhismus geprägte Geisteshaltung hat Cage in dem Satz zusammengefasst: »Was mich viel stärker interessiert – weit mehr als alles, was passiert – ist, wie es wäre, wenn nichts geschähe.«

Mit dieser Nichtmusik tun sich Urheberrechtler schwer. Originalität als Hauptkriterium für urheberrechtlichen Schutz kann man Cage schwerlich absprechen. Doch für den begriffshörigen Juristen gehören zumindest irgendwie geordnete akustische Ereignisse zum »Wesenskern« der Musik. Urheberrechtlich ist 4' 33" folglich nur als Pantomime geschützt.

Auch die längste Pause der Musikgeschichte gibt es bei Cage, seinem Orgelstück *ORGAN2/ASLSP*. Die Abkürzung

Zeitmaß – zeitlos

tutto il canzone con espressione e sentimento ad libitum, sempre, sin al fine!

Start

8va bassa

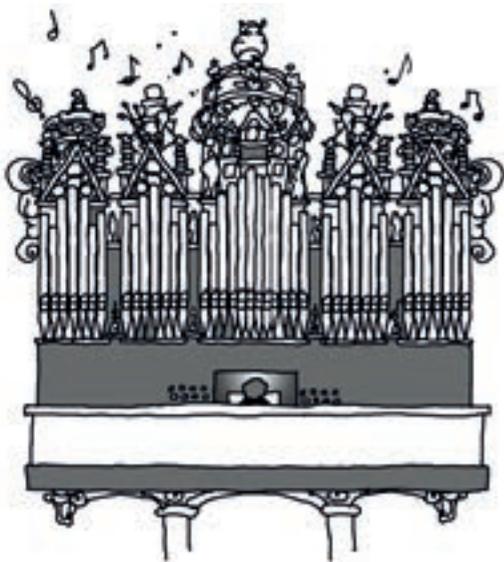


Abb. 4 (oben): *Fünf Pittoresken* op. 31 von Erwin Schulhoff

Abb. 5 (unten): *ORGAN2/ASLSP* von John Cage.

kannt geworden, die musikalischen Werke – besehen von Schwitters' Ursonate – kennt man kaum.

Der Deutschböhme Erwin Schulhoff hatte mit George Grosz in Dresden eine Dada-

Gruppe gegründet. Um die hehre Kunst von ihrem hohen Sockel herunterzuholen, schrieb er Klavierstücke mit Jazzrhythmik und -melodik, also Unterhaltungsmusik für den Konzertsaal. Die Sätze seiner *Fünf Pittoresken* op. 31 von 1919 sind Foxtrott, Ragtime, One-Step und Maxixe, letzterer ein heute vergessener Tanz aus Brasilien, der durch ein schlüpfriges Berliner Couplet populär war. Das dritte Stück, zwischen den modernen Tanzstücken stehend, hat den rätselhaften Titel »In Futurum« (siehe Abb.4). Es ist eine Nichtmusik, die nur aus Pausen besteht.

Schulhoff hat diese Stille sorgfältig notiert. Er verwendet alle Sorten von Pausen, ganze Pausen bis 1/32stel-Pausen, und zwar synkopisch, so dass auch diese Pausen (nicht erklingende) jazzartige Rhythmen haben. Die Tempoangabe »Zeitmaß-zeitlos« ist der denkbar größte Kontrast zu den umgebenden Tanzrhythmen. Jeder Takt »stimmt« in sich, denn die Pausen summieren sich zu 4/4-Takten. Ins Absurde kippt das Ganze um, weil Schulhoff in der rechten Hand einen 3/5-Takt, in der linken einen 7/10-Takt vorschreibt. Unser Notensystem basiert auf der Zweierteilung der Notenwerte und nicht auf dem Dezimalsystem. Auch die Vortragsanweisung ist vollkommen sinnlos: »Den ganzen Gesang ausdrucksvoll und mit Gefühl nach Belieben, immer, bis zum Schluss!« In den exakt ausnotierten 29 Takten verlangt Schulhoff auch eine »Marschall Pause«. Niemand denkt bei einer »Generalpause« ans Militär. Mit dem absurden Neuwort macht er die alte Aposiopesis als musikalisches Todessymbol dadawürdig. Dies Alles ist nicht nur ein grotesker Witz für Musi-

ker, denn der Titel »In Futurum« eröffnet eine unauslotbare Bedeutungstiefe: die Vision einer Musik, die ohne Töne auskommt und als Negation, allein durch Stille, gegen den Lärm der Geschütze be-

stehen will – ein Optimismus aus Verzweiflung.

Wie soll man dieses Klavierstück aufführen? Auf Youtube »dauert« das Stück zwischen 1:28 und 1:40 Minuten. Der Pianist sitzt also am Flügel und berührt die Tasten, ohne sie niederzudrücken. Dabei hilft ihm die Notation: Den Bassschlüssel im oberen, den Sopranschlüssel im unteren System kann er mit überkreuzten Händen »spielen«.

Musiker, die nichts spielen

Bekannter als Schulhoffs Klavierstück ist das ominöse 4' 33" von John Cage. Es ist dreisätzig und soll 4 Minuten 33 Sekunden dauern. Diese Zeitangabe hat Cage dem chinesischen Orakelbuch *I Ging* entnommen. Auf dem Notenblatt steht nur: »I TACET – II TACET – III TACET«. Ein »Tacet« steht normal in den Noten, wenn ein einzelnes Instrument in einem Stück, z. B. einem Menuett-Trio, nicht mitspielen braucht. Cage aber stellt alles frei: in beliebiger Besetzung spielt ein Musiker – oder mehrere – nichts. Die Idee kam Cage in einem schalltoten Raum. Statt der erwarteten absoluten Stille hörte er tiefe und hohe Geräusche, die sein Blutkreislauf, der Herzschlag und sein Gehirn erzeugten, das eine absolute Stille nicht zulassen wollte. So kehrte er mit 4' 33" die Konzertsituation um. Die Musiker sind so still, wie man das im Konzert vom Publikum erwartet. Das Publikum wird unruhig und »aktiv«, weil nichts passiert. Seine von indischer Philosophie und japanischem Zen-Buddhismus geprägte Geisteshaltung hat Cage in dem Satz zusammengefasst: »Was mich viel stärker interessiert – weit mehr als alles, was passiert – ist, wie es wäre, wenn nichts geschähe.«

Mit dieser Nichtmusik tun sich Urheberrechtler schwer. Originalität als Hauptkriterium für urheberrechtlichen Schutz kann man Cage schwerlich absprechen. Doch für den begriffshörigen Juristen gehören zumindest irgendwie geordnete akustische Ereignisse zum »Wesenskern« der Musik. Urheberrechtlich ist 4' 33" folglich nur als Pantomime geschützt.

Auch die längste Pause der Musikgeschichte gibt es bei Cage, seinem Orgelstück *ORGAN2/ASLSP*. Die Abkürzung

steht für »As SLOW as Possible«. Ursprünglich ein Klavierstück, hat Cage es für den Organisten und Komponisten Gerd Zacher 1987 neu bearbeitet. Bei einer Orgeltagung in Trossingen 1997 diskutierte man darüber, wie dieses »so langsam wie möglich« aufzuführen sei. Die äußerste Grenze des Möglichen ist die Lebensdauer einer Orgel. So entwickelte sich die Idee, in Halberstadt eine Orgel nur für dieses Stück zu bauen. Der Halberstädter Dom hatte 1361 eine erste Großorgel erhalten. Fasziniert von der bevorstehenden Jahrtausendwende, nahm man die 639 Jahre von 1361 bis 2000 als Zeitdauer für das Cage-Stück. Weil die dafür vorgesehene Burchardi-Kirche erst instanzzusetzen war und der Bau der Orgel sich verzögerte, startete das Projekt nicht schon zur Jahrtausendwende, sondern erst am 5. September 2001 (siehe Abb. 5).

Cages Notation gibt keinerlei rationale Zeitverhältnisse vor. Die Klänge gehen fließend ineinander über. Pausen gibt es keine. Als man die grafischen Abstände der Klangereignisse in der Partitur auf 639 Jahre hochrechnete, interpretierte man den freien Raum zwischen dem Violinschlüssel und dem ersten Klang $gis_1/h_1/gis_2$ als Pause. Diese Pause dauerte vom 5. September 2001 bis 5. Februar 2003, das sind 17 Monate. In der Notengrafik sind die Tondauern entweder durch Haltebögen oder durch das Ende des dicken Balkens angezeigt, der am Notenkopf ansetzt. Die Grafik enthält alle Daten der bisherigen Klangwechsel bzw. Pausen. Der nächste Klangwechsel ist für den 5. September 2020 projektiert.

Das Stück hat acht Teile. Die Pause dazwischen, durchschnittlich alle 91 Jahre, will man für die Wartung der Orgel nutzen. Aber wer weiß, was bis 2640 alles passiert! John Cage, der Philosoph des Nicht-Geschehenden, hat zu diesem Projekt nichts gesagt. Er ist 1992 gestorben. ■■



Dr. Bernd Edelmann,
von 1982 bis zur Pensionierung 2012 Dozent für Musikgeschichte und Musiktheorie am Musikwissenschaftlichen Institut der Universität München. Gastdozent an den Universitäten Augsburg, Innsbruck und Venedig. Veröffentlichungen über Händel, Mozart, Wagner, Strauss und Orff sowie über die Musikgeschichte Münchens. Ferner Gutachter bei Musikplagiaten.

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*

Ein Abenteuer des Denkens

*Warum ist überhaupt etwas
und nicht einfach nichts?
Die Frage nach dem Nichts führt
an die Ränder und Abgründe
des Wissens.*

Von Karin Hutflötz

Die Frage »Warum?« gilt als Leitfrage der Philosophie. Vor allem im Hinblick auf das Ganze von Welt und Wirklichkeit gestellt, ist es eine Frage, die vorgibt, radikal grundlegend und einfach zu sein, aber genauer betrachtet schon vieles voraussetzt. Denn die Warum-Frage verlangt nicht nur die Annahme eines Grundes für das Sein, hat also die Negation des Nichts zur Prämisse, sondern setzt auch eine Gleichsetzung von Denken und Sein voraus: Selbst wenn wir nicht anders können, als diese Warum-Frage zu stellen und damit alles, was ist, infrage zu stellen, heißt das noch lange nicht, dass es eine Antwort und ein solches Warum in Wahrheit gibt. Denn aus der schlichten Notwendigkeit des menschlichen Verstandes, kausal zu denken, das heißt, Begründungen und Zusammenhänge von Ursache und Wirkung überall zu suchen und zu finden und damit immer einen Grund zumindest anzunehmen, folgt nicht, dass die Dinge und Geschehnisse diesen Grund oder überhaupt eine (letzte) Ursache haben müssen. Und aus der bloßen Denkbarekeit des Nichts und der Existenz dieses Begriffs kann auch nicht geschlossen werden, dass es das Nichts wirklich gibt.

Die Frage nach dem Sein und seinem Gegenteil, dem Nichtsein als Nichts, durchzieht die abendländische Philosophie und Ideengeschichte von Anfang an. Bereits in der Vorsokratik (ca. 600 v. Chr.) stellte man erste philosophische Überlegungen an über die Natur der Dinge, bis hin zum leeren Raum. Während die einen, wie Parmenides von Elea (ca. 520–460 v. Chr.), davon überzeugt waren, dass es weder den

*„Dreißig Speichen treffen die Nabe;
Die Leere dazwischen macht das Rad.*

*Lehm formt der Töpfer zu Gefäßen;
Die Leere darin macht das Gefäß.*

*Fenster und Türen bricht man in Mauern;
Die Leere inmitten macht die Behausung.*

*Das Sichtbare bildet die Form eines Werks.
Das Nicht-Sichtbare macht seinen Wert.“*

Tao-de-king, ca. 4. Jh. v. Chr.
(Übersetzung Walter Jerven)

leeren Raum noch das Nichts geben könne, denn das Leere sei nichts und das Nichts könne nicht existieren – denn sobald es existierte, wäre es ja nicht mehr nichts –, postulierten und begründeten frühe Denker, wie Demokrit von Abdera (ca. 460–370 v. Chr.), das Gegenteil. Das Nichts, verstanden als Leere oder Nicht-Seiendes, sei Voraussetzung dafür, dass es überhaupt etwas gäbe. Denn er verstand das Seiende zusammengesetzt aus Leere und Atomen, unteilbare Grundbausteine, aus denen alles durch verschiedene Anordnung und Bewegung entstehe. Damit das in der gegebenen Vielfalt und Wandelbarkeit möglich ist, muss es leeren Raum dazwischen geben, so Demokrit, muss das Nichts konstitutiv sein für alles.

Beide Denker kommen also auf der Suche nach letzten Prinzipien und der Frage nach dem, was sich im Sein und Werden durchhält und insofern wahrhaft und wirklich ist, zu einer gegensätzlichen Auffassung und Deutung des Nichts, etablieren aber damit den binären Code als Leitidee der westlichen Metaphysik: Sein oder Nichtsein – als sei das die Frage!

Es war die Frage nach dem Wesen oder Was-Sein der Dinge, nach dem Bleibenden im Wandel, nach dem ersten und letzten Prinzip von dem, was ist, nach dem Ursprung der Dinge und der Natur im Ganzen, die der griechischen Philosophie und der aus ihr hervorgehenden Idee von Wissenschaft die Blickbahn bereitete. Von der Antike bis heute, immerhin gut 2500 Jahre Kulturgeschichte, suchen wir unter der Prämisse, dass der Mensch – und zwar prinzipiell jeder Einzelne – kraft seiner rationalen Vernunft die Prinzipien des Alls und der Natur in Wahrheit erfassen könne, nach abstrakten Gesetzmäßigkeiten und zeitlosen Gewissheiten, an die wir auch heute noch (unabhängig davon, ob wir diese verstehen und nachvollziehen können) tendenziell mehr glauben als an alles andere, was sonst Glaubwürdigkeit und den Status von Wissen beanspruchen könnte: zum Beispiel Erfahrungswissen und tradiertes Wissen, Offenbarungswissen oder Intuition.

Nun wissen wir aus Erfahrung, dass wir die großen Warum-Fragen des Lebens oder die Grundfragen der Physik nicht beantworten können im Letzten, dass wir die Begriffe von Raum und Zeit, von Materie, Kraft und Energie, weder hinreichend definieren können noch eine hinreichende Bestimmung von Sein und Nichts (falls existent) möglich ist. Aber mit großer Selbstverständlichkeit gehen wir davon aus, dass alles, was ist, endlich ist (wenn es sich auch vielleicht unendlich ausdehnt?) im leeren Raum. Wir bezweifeln nicht ernsthaft das durch die Wissenschaft vermittelte Bild vom Kosmos als ein sich ausdehnendes Etwas im leeren Raum und seinem zugrunde liegenden Narrativ von der binären Einteilung des Alls in Sein und Nichts. Diese eindeutig vorgestellte Unterscheidung ist physikalisch inzwischen mehr als fragwürdig. Sei es, weil der leere Raum sich keineswegs als totales Nichts erweist, wie erwartet, da selbst das Vakuum nicht Nichts ist, sondern der Ursprung von neu entstehenden Teilchen sein kann; oder sei es, weil wir inzwischen vielfältiger differenzieren müssen hinsichtlich sichtbarer Materie und »dunkler«

*Wenn dies ist, ist jenes;
wenn dies entsteht, entsteht jenes.
Wenn dies nicht ist, ist jenes nicht;
wenn dies aufhört, hört jenes auf.*

Buddha (Siddhartha Gautama),
563–483 v. Chr., aus dem Pali-Kanon

*Und hättest du den Ozean durchschwommen,
das Grenzenlose dort geschaut,
so sähst du dort doch Well auf Welle kommen,
selbst wenn es dir vorm Untergange graut;
du sähst doch etwas. Sähest wohl in der Grüne
gestillter Meere streichende Delphine;
sähest Wolken ziehen, Sonne, Mond und Sterne.
Nichts wirst du sehn in ewig leerer Ferne,
den Schritt nicht hören, den du tust,
nichts Festes finden, wo du ruhst.*

Johann Wolfgang von Goethe, 1749–1832,
Faust II, Kapitel 15

Angst davor verbunden wird – wie in der Vorstellung vom schwarzen Abgrund innerer Verlorenheit bis zum physikalischen Phänomen des Schwarzen Lochs, wo alles, was ist, selbst das Licht, genichtet wird –, bezeugt die Assoziation von Nichts mit reinem Weiß eher die Vorstellung von reiner Potenzialität und Neuanfang, religiös gewendet: von Erlösung und Auferstehung.

Weiß zeigt nichts und lässt alles sein, ist die ideale Projektionsfläche und Sinnbild positiver Leere: der freie Raum, der alles aufnehmen kann und nichts nimmt und hinzufügt. Deshalb wurde die Nichtfarbe Weiß mit dem Konzept des »white cube« zum Ausstellungsraum par excellence für zeitgenössische Kunst, da es deren Anspruch radikaler Originalität und künstlerischer Schöpferkraft aus dem Nichts offenbart. Mit ganz ähnlicher Absicht schuf der Künstler Kasimir Malewitsch bereits 1913 das *Schwarze Quadrat* auf weißem Grund, eine Ikone der Moderne bis heute und ihrem Schritt zur Abstraktion: der Versuch, die Kunst vom Gewicht der Dinge zu befreien, die Gegenstandslosigkeit zum Programm zu machen, dem semantischen Nichts als Beginn und Ursprung von Kunst Form und Farbe zu geben: Er nannte sie »Nullform« und »Nullfarbe«. Es verstand sich als Ausdruck eines aus sich selbst schöpfenden Geistes und seiner Abstraktionskraft – dieselbe Kraft, die uns das Nichts und das Sein im Ganzen als die beiden Pole der Wahrnehmung und des Wissens von Wirklichkeit sehen und denken lässt.

Die radikale Idee einer »creatio ex nihilo« findet sich bereits im christlich tradierten Schöpfungsgedanken und ist eng verknüpft mit der Vorstellung von der Allmacht Gottes, dessen Schöpferkraft Alles aus dem Nichts zu schaffen vermag. Welt- und zeitlos ist Gott somit Anfang und alleinige Ursache allen Seins, und diese Form überträgt sich dank der Gottebenbildlichkeit auf den Menschen und sein Selbstverständnis als radikaler Anfang und schöpferisches Wesen. Der Genie-Gedanke erwuchs daraus, ebenso die Geburt der Neuzeit aus dem Geist der Mathematik.

Die Mathematik als Hort der Abstraktion erlaubt dem menschlichen Geist den sicheren Umgang mit dem Nichts: Nur hier kann er damit wie mit dem All-Quantor rechnen und sich seines absoluten Seins im Umkehrschluss versichern. Als der Glaube an den allmächtigen Schöpfergott in weiten Teilen Europas verloren ging und der menschliche Geist dank technischer Errungenschaften und wissenschaftlicher Begründung zunehmend an Selbstbewusstsein gewann, begab man sich deduktiv auf die Suche nach dem letzten Grund.

Dass nichts geschehe, ohne dass es eine Ursache oder wenigstens einen bestimmenden Grund dafür gibt, formuliert der Philosoph G. W. Leibniz im 17. Jahrhundert als Grundsatz des Denkens und versucht damit zu begründen, warum es etwas gibt und nicht vielmehr nichts.

Die Frage so gestellt, setzt die Idee vom hinreichenden Grund als Postulat bereits voraus. Das bedeutet, zu denken, es gäbe notwendig eine wie auch immer geartete Ursache oder letzte Bedingung des Seins, einen vorhandenen, wenn

*Und hättest du den Ozean durchschwommen,
das Grenzenlose dort geschaut,
so sähst du dort doch Well auf Welle kommen,

selbst wenn es dir vorm Untergange graut.
Du sähst doch etwas. Sähest wohl in der Grüne
gestillter Meere streichende Delphine;

sähest Wolken ziehen, Sonne, Mond und Sterne;
Nichts wirst du sehn in ewig leerer Ferne,
den Schritt nicht hören, den du tust,
nichts Festes finden, wo du ruhst.*

Johann Wolfgang von Goethe, 1749–1832

Angst davor verbunden wird – wie in der Vorstellung vom schwarzen Abgrund innerer Verlorenheit bis zum physikalischen Phänomen des Schwarzen Lochs, wo alles, was ist, selbst das Licht, genichtet wird –, bezeugt die Assoziation von Nichts mit reinem Weiß eher die Vorstellung von reiner Potenzialität und Neuanfang, religiös gewendet: von Erlösung und Auferstehung.

Weiß zeigt nichts und lässt alles sein, ist die ideale Projektionsfläche und Sinnbild positiver Leere: der freie Raum, der alles aufnehmen kann und nichts nimmt und hinzufügt. Deshalb wurde die Nichtfarbe Weiß mit dem Konzept des »white cube« zum Ausstellungsraum par excellence für zeitgenössische Kunst, da es deren Anspruch radikaler Originalität und künstlerischer Schöpferkraft aus dem Nichts offenbart. Mit ganz ähnlicher Absicht schuf der Künstler Kasimir Malewitsch bereits 1913 das *Schwarze Quadrat* auf weißem Grund, eine Ikone der Moderne bis heute und ihrem Schritt zur Abstraktion: der Versuch, die Kunst vom Gewicht der Dinge zu befreien, die Gegenstandslosigkeit zum Programm zu machen, dem semantischen Nichts als Beginn und Ursprung von Kunst Form und Farbe zu geben: Er nannte sie »Nullform« und »Nullfarbe«. Es verstand sich als Ausdruck eines aus sich selbst schöpfenden Geistes und seiner Abstraktionskraft – dieselbe Kraft, die uns das Nichts und das Sein im Ganzen als die beiden Pole der Wahrnehmung und des Wissens von Wirklichkeit sehen und denken lässt.

Die radikale Idee einer »creatio ex nihilo« findet sich bereits im christlich tradierten Schöpfungsgedanken und ist eng verknüpft mit der Vorstellung von der Allmacht Gottes, dessen Schöpferkraft Alles aus dem Nichts zu schaffen vermag. Welt- und zeitlos ist Gott somit Anfang und alleinige Ursache allen Seins, und diese Form überträgt sich dank der Gottebenbildlichkeit auf den Menschen und sein Selbstverständnis als radikaler Anfang und schöpferisches Wesen. Der Genie-Gedanke erwuchs daraus, ebenso die Geburt der Neuzeit aus dem Geist der Mathematik.

Die Mathematik als Hort der Abstraktion erlaubt dem menschlichen Geist den sicheren Umgang mit dem Nichts: Nur hier kann er damit wie mit dem All-Quantor rechnen und sich seines absoluten Seins im Umkehrschluss versichern. Als der Glaube an den allmächtigen Schöpfergott in weiten Teilen Europas verloren ging und der menschliche Geist dank technischer Errungenschaften und wissenschaftlicher Begründung zunehmend an Selbstbewusstsein gewann, begab man sich deduktiv auf die Suche nach dem letzten Grund.

Dass nichts geschehe, ohne dass es eine Ursache oder wenigstens einen bestimmenden Grund dafür gibt, formuliert der Philosoph G. W. Leibniz im 17. Jahrhundert als Grundsatz des Denkens und versucht damit zu begründen, warum es etwas gibt und nicht vielmehr nichts.

Die Frage so gestellt, setzt die Idee vom hinreichenden Grund als Postulat bereits voraus. Das bedeutet, zu denken, es gäbe notwendig eine wie auch immer geartete Ursache oder letzte Bedingung des Seins, einen vorhandenen, wenn

auch nur »hinter« den Dingen zu findenden Grund. Etwas, das wiederum keiner weiteren Bedingung und Begründung bedarf, insofern ein Letztes und Erstes, auf das sich alles, was ist, zurückführen lasse. Für Leibniz und seinen Satz vom zureichenden Grund galt: »Ohne Gott ist nichts.« Deshalb setzte er für Gott die Eins und für das Nichts die Null. Dieser monistische Einheitsgedanke ist ebenso wie die Verleugnung des Grundlosen, oder positiv gewendet: der Glaube an Letzt-Begründung wider besseren Wissens, ein Signum des westlichen Denkens, nicht nur in Wissenschaft und Philosophie.

Auch im Selbstverhältnis und sozialen Miteinander ist der Anspruch da: Alles und jeden und vor allem sich selbst bis ins Letzte begrifflich verstehen und letztlich begründen zu können, warum etwas geschieht – nur das verspricht in der Moderne Heil und Erlösung. Dem widerspricht zwar die Erfahrung, dass es nicht immer hilft, die Gründe einzusehen, weshalb etwas geschehen ist und nicht vielmehr nichts. Aber die Diagnostik in der Medizin und in anderer Weise das Krimigenre leben davon, diese Aufgaben ständig zu lösen. Wobei weder eine Diagnose noch Ursachenforschung das Geschehen notwendig leichter tragbar macht. Eine Antwort auf die Frage: »Warum hast du mich verlassen?« ändert auch nichts am Tatbestand. Dennoch ist Begründung ein bleibendes Versprechen für uns – trostreich wie vielleicht nur der Glaube, dass es mit Gott als Ursache einen Grund für das einzelne Dasein gibt und dass man im Leben und Tod nie im Grundlosen ist, sondern gehalten und getragen von einer allmächtigen Hand.

Die letzte Warum-Frage, als radikale Grundfrage des Seins gestellt, bezeugt aber die Hybris des metaphysischen Denkens von den Vorsokratikern bis heute. Denn sinnvoll gestellt, beinhaltet die These, der Mensch könne den Grund des Seins, damit seines eigenen Seins, ernsthaft einsehen und begreifen – im Vollsinn des Wortes verstanden als »fassen«, begrifflich fassen und dann im Wissen verfügbar haben. Das aber widerspricht aller Erfahrung und intuitivem Wissen, das wir von uns selbst und dem Leben, erst recht von der Natur – vor allem unserer eigenen – haben. Jeder Mensch und sogar jedes Kind weiß von früh an, dass die letzten Fragen nach Grund und Sinn des Seins notwendig offen bleiben und letztlich nicht zu beantworten sind, obwohl gerade Kinder die Frage »Warum?« mit großer Hingabe, freudvoll und exzessiv stellen können, als ginge es gar nicht um die Antwort, sondern um das Fragen selbst.

Das Fragen stellt den Menschen ins Offene, spannt den Bogen zwischen Wissen und Nichtwissen, zwischen dem, was ist und dem, was sich dem Begriff und Bild entzieht. Das macht uns frei für die Einsicht in das jeweilige Nichtwissen, nährt den Forschergeist und fördert das Verstehen. Sein oder Nichtsein ist nicht die Frage, sondern Sehen oder Nichtsehen von Zusammenhängen ist das Problem. Sobald wir einen Zusammenhang erkannt haben und sagen können, was und wie es ist (unabhängig davon, ob es so ist), hört das Fragen auf, lässt die Spannung nach, beruhigt sich das Denken und

*Ein Wort, ein Satz –: aus Chiffren steigen
erkanntes Leben, jäher Sinn,
die Sonne steht, die Sphären schweigen
und alles ballt sich zu ihm hin.*

*Ein Wort – ein Glanz, ein Flug, ein Feuer,
ein Flammenwurf, ein Sternenstrich –
und wieder Dunkel, ungeheuer,
im leeren Raum um Welt und Ich.*

Gottfried Benn, 1886–1956

subsumiert das vermeintliche Sein und selbst das ungreifbare Nichts unter den Begriff. »Der Name des Bogens ist Leben, sein Werk aber Tod« – so der frühe Philosoph Heraklit (ca. 550 v. Chr.), der dies ins Bild fasst.

Der lebendige Geist wirkt aber jenseits der Frage nach dem Sein und dem Nichts, braucht die Begegnung mit dem Andern und der Welt als das, was es ist und zugleich nicht ist. Denn am Widerspruch entzündet sich das Denken, sagt die Philosophin Simone Weil. Und so erweist sich die Frage nach dem Nichts als großes Abenteuer des Denkens. Es führt an die Ränder und Abgründe des Wissens, da wo sich das, was vorhanden und vorstellbar ist, dauerhaft entzieht, verbirgt oder verstellt. Da ist aber nicht nichts! Wir fallen nicht in ein Off, geschweige denn aus dem vorgestellten Sein ins völlige Nichts. Sondern von dort her katapultiert es das Denken erst in den weiteren Raum des ungeahnt Möglichen und erweitert so das Gesichtsfeld zum Ungreifbaren und Grundlosen. Die Begegnung mit dem Nichts »nichtet«, so der Philosoph Martin Heidegger (1929). Denn im Entzug von Welt und Wissen zieht es uns in die Erfahrung des wirklichen Seins, öffnet es die Augen für den wesentlichen Unterschied zwischen dem Seienden – dem, was gegenständlich oder begrifflich gegeben ist – und dem, wie es das Nichts »gibt«, wie das Geben geschieht und was das Geschehen des Seins, inmitten dessen wir sind, wesentlich ausmacht.

Für Heidegger ist das Nichts daher nichts Abstraktes und nicht nur eine Denkkategorie, sondern eine konkrete Erfahrung und existenzielle Begegnung mit dem Grundlosen und dem Geschehen des Daseins: In diesem Sinn ist der Mensch nach Heidegger »in das Nichts hineingehalten«. Was nicht bedrohlich sein muss, nur eine Grundform des Daseins beschreibt und der Offenheit des Menschen im Denken und seinem dem Nichts verbundenen Sein Ausdruck verleiht. Wären wir nicht »ins Nichts hineingehalten«, wäre uns keine Unbestimmtheit und Ungreifbarkeit eigen, gäbe es positiv gesagt kein Werden und keine Einmaligkeit der Person, hätten wir keinen Zugang zu Rätsel und Geheimnis. Erst recht könnten wir nicht umgehen mit einer stets offenen, unbestimmten Zukunft, einem Sein ins Nichts. Welch starken Sinn wir aber gerade dafür haben, davon zeugen der unstillbare Forscherdrang und alle philosophischen Fragen.

»Oh! Ich habe sehr gut verstanden«, sagte der kleine Prinz, »aber warum sprichst du immer in Rätseln?« – »Ich löse sie alle«, sagte die Schlange. Und sie schwiegen.« (Antoine de Saint-Exupéry, *Der kleine Prinz*). ■■



Dr. Karin Hutflötz

lehrt an der Hochschule für Philosophie in München und forscht am »Zentrum für Globale Fragen« zur interkulturellen Philosophie und zu Grundfragen der Bildung wie Menschenbild und Wertebildung im interkulturellen Kontext.

*In der Stratosphäre,
links vom Eingang führt ein Gang
(wenn er nicht verschüttet wäre)
sieben Kilometer lang
bis ins Ungefähre.*

*Dort erkennt man weit und breit
nichts. Denn dort herrscht Dunkelheit.*

*Wenn man da die Augen schließt
und sich langsam selbst erschießt,
dann erinnert man sich gern
an den deutschen Abendstern.*

Joachim Ringelnatz, 1883–1934

Nichts drin?

Hast du schon einmal über das »Nichts« nachgedacht?

Mit der Frage, ob es »das Nichts« überhaupt gibt, was das »Nichts« ist und wie wir es uns vorstellen könnten, beschäftigen sich Wissenschaftler und Philosophen seit Jahrhunderten.

Von Ivo Zedlitz



Geheimnis des Vakuums

Die Magdeburger Halbkugeln

Horror vacui« – das ist lateinisch und bezeichnet das »Grauen vor dem Nichts«. Lange Zeit konnten die Menschen nicht glauben, dass es so etwas die das Nichts geben kann. Auch der griechische Gelehrte Aristoteles vertrat die Ansicht, dass die Natur immer versucht, leeren Raum aufzufüllen. Dass das so nicht ganz stimmen könnte, haben immer wieder Menschen vermutet. So haben sich viele Forscher darangemacht, dem Nichts auf den Grund zu gehen. Einer, der eine besonders gute Idee hatte, war Otto von Guericke.

Als der italienische Physiker Evangelista Torricelli vor etwa 350 Jahren, im Jahr 1644, den Luftdruck nachgewiesen hatte, geriet das alte Weltbild ins Wanken. Das wohl bekannteste Experiment, durch welches die Tatsache bekannt wurde, dass es doch so etwas Ähnliches wie ein Nichts geben kann, war folgendes: Otto von Guericke ließ 1656 zwei Halbkugeln aus Kupfer anfertigen, die er zusammenbrachte und zwischen ihnen die Luft abpumpte. Diese zwei Halbkugeln hielten nun so fest zusammengepresst, dass sie nicht zu trennen waren. Um das zu verdeutlichen, spannte er an jede Hälfte 15 Pferde an und ließ sie ziehen. Das erstaunliche: Die Kugeln hielten so fest zusammen, dass die Pferde sie nicht auseinanderbringen konnten.

Die Erklärung hingegen ist gar nicht so erstaunlich. Der Luftdruck außerhalb der Kugel ist viel höher als der Druck in der Kugel, so dass die beiden Halbkugeln so fest zusammenhalten.



Otto von Guericke wollte aber nicht nur einfach zeigen, dass es so etwas wie das Nichts geben kann, er hatte andere Vorstellungen. Er vermutete, dass es zwischen den Himmelskörpern eine Art »leeren Raum« geben muss, in dem die Planeten und Sterne »eingebettet« sind. Sein Experiment machte klar, dass zumindest die Idee eines solchen leeren Raumes nicht ganz abwegig war.

Übrigens: Im Deutschen Museum in München befinden sich die beiden originalen Halbkugeln von Otto von Guericke, die du dir dort in der Ausstellung zur Museumsgeschichte ansehen kannst!

Nur durch Luftdruck halten die Magdeburger Halbkugeln zusammen. Der Trick: Im Inneren herrscht ein Vakuum. Die Luft von außen drückt so stark gegen die Oberfläche, dass nicht einmal Pferde die Hälften trennen können.



Als schwarzen Schatten stellt sich der Künstler Christian Rohlf's (1849–1938) den Tod vor.

le Menschen. Das Christentum beantwortet die Frage so: Auf den Tod folgt das ewige Leben, das bedeutet, dass der Tote als Ganzer »einst« aufersteht und bei Gott »lebt«. Im Islam wird die Frage so ähnlich beantwortet. Doch hier spielen die Taten auf der Erde eine größere

Was kommt nach dem Tod?

Wenn das Leben eines Menschen auf der Erde zu Ende geht und er stirbt, dann bleibt auf der Erde ein lebloser Körper zurück. Was dabei mit dem Menschen passiert, ist eine sehr schwierige Frage. Dass nach dem Tod nicht einfach nichts kommt, glauben sehr viele

Rolle, die guten und schlechten werden gegeneinander aufgewogen. Im Judentum stellte man sich bildhaft vor, dass der Tote in einen Zwischenzustand fern von Gott eingeht und in den Nachkommen weiterlebt. In der jüdischen Tradition gibt es die Vorstellung einer »Wiederbelebung der Toten« in dieser Welt, aber auch die einer »kommenden Welt«. Die eher im asiatischen Raum verbreiteten Religionen Buddhismus und Hinduismus betrachten Leben und Tod in ähnlich Weise: Ein Mensch wird so oft wiedergeboren, bis er sich von allen Übeln befreit hat. Danach tritt er in einen Zustand ein, der mit Moksha (Hinduismus) oder Nirwana (Buddhismus) bezeichnet wird. Hier lebt die Seele nicht ewig weiter, sondern »erlischt«. Die Religionen beantworten die Frage, ob nach dem Tod »Nichts« kommt, also auf sehr unterschiedliche Weise.

Geheimnis des Vakuums

Die Magdeburger Halbkugeln

Horror vacui« – das ist lateinisch und bezeichnet das »Grauen vor dem Nichts«. Lange Zeit konnten die Menschen nicht glauben, dass es so etwas die das Nichts geben kann. Auch der griechische Gelehrte Aristoteles vertrat die Ansicht, dass die Natur immer versucht, leeren Raum aufzufüllen. Dass das so nicht ganz stimmen könnte, haben immer wieder Menschen vermutet. So haben sich viele Forscher darangemacht, dem Nichts auf den Grund zu gehen. Einer, der eine besonders gute Idee hatte, war Otto von Guericke.

Als der italienische Physiker Evangelista Torricelli vor etwa 350 Jahren, im Jahr 1644, den Luftdruck nachgewiesen hatte, geriet das alte Weltbild ins Wanken. Das wohl bekannteste Experiment, durch welches die Tatsache bekannt wurde, dass es doch so etwas Ähnliches wie ein Nichts geben kann, war folgendes: Otto von Guericke ließ 1656 zwei Halbkugeln aus Kupfer anfertigen, die er zusammenbrachte und zwischen ihnen die Luft abpumpte. Diese zwei Halbkugeln hielten nun so fest zusammengepresst, dass sie nicht zu trennen waren. Um das zu verdeutlichen, spannte er an jede Hälfte 15 Pferde an und ließ sie ziehen. Das erstaunliche: Die Kugeln hielten so fest zusammen, dass die Pferde sie nicht auseinanderbringen konnten.

Die Erklärung hingegen ist gar nicht so erstaunlich. Der Luftdruck außerhalb der Kugel ist viel höher als der Druck in der Kugel, so dass die beiden Halbkugeln so fest zusammenhalten.



Otto von Guericke wollte aber nicht nur einfach zeigen, dass es so etwas wie das Nichts geben kann, er hatte andere Vorstellungen. Er vermutete, dass es zwischen den Himmelskörpern eine Art »leeren Raum« geben muss, in dem die Planeten und Sterne »eingebettet« sind. Sein Experiment machte klar, dass zumindest die Idee eines solchen leeren Raumes nicht ganz abwegig war.

Übrigens: Im Deutschen Museum in München befinden sich die beiden originalen Halbkugeln von Otto von Guericke, die du dir dort in der Ausstellung zur Museumsgeschichte ansehen kannst!

Nur durch Luftdruck halten die Magdeburger Halbkugeln zusammen. Der Trick: Im Inneren herrscht ein Vakuum. Die Luft von außen drückt so stark gegen die Oberfläche, dass nicht einmal Pferde die Hälften trennen können.



Als schwarzen Schatten stellt sich der Künstler Christian Rohlf's (1849–1938) den Tod vor.

le Menschen. Leider kann man niemanden »einfach mal gucken« schicken. Das Christentum beantwortet die Frage so: Nach dem Tod folgt das ewige Leben, das heißt, dass die Seele nach dem Tod wiederaufersteht und bei Gott weiterlebt. Im Islam wird die Frage so ähnlich beantwor-

Was kommt nach dem Tod?

Wenn das Leben eines Menschen auf der Erde zu Ende geht und er stirbt, dann bleibt auf der Erde nur ein lebloser Körper zurück. Was danach aber mit dem Geist passiert ist eine sehr schwierige Frage. Dass nach dem Tod nicht einfach nichts kommt, glauben sehr vie-

tet. Doch hier spielen die Taten auf der Erde eine größere Rolle, die guten und schlechten werden gegeneinander aufgewogen. Im frühen Judentum stellte man sich vor, dass der Tote in eine Schattenwelt, fern von Gott, eingeht und es daher wichtig sei, in den Nachkommen weiterzuleben. Heute glauben auch viele Juden an eine Auferstehung und ein Leben nach dem Tod. Die eher im asiatischen Raum verbreiteten Religionen Buddhismus und Hinduismus sind sich sehr ähnlich, wie sie Leben und Tod betrachten. Ein Mensch wird so oft wiedergeboren, bis er sich von allen Übeln befreit hat. Danach tritt er in einen Zustand ein, der mit Moksha (Hinduismus) oder Nirwana (Buddhismus) bezeichnet wird. Hier lebt die Seele nicht ewig weiter, sondern »erlischt«. Es gibt also viele Arten, sich der Frage, ob nach dem Tod »Nichts« kommt, zu stellen. Eine eindeutige Antwort darauf wird wohl nie möglich sein.



Die Kunst der Pause

Bedeutungsvolles Nichts



Wer singt oder ein Instrument spielt, hat sie sicher schon bemerkt: die Pause. In fast jedem Lied oder Stück gibt es Pausen. Sie strukturieren Musik auf eine besondere Art und Weise. Diese »Lücken« in der Musik, diese Stellen der Nicht-Musik, sind ganz besonders wichtig für die Musik. Pausen stehen häufig nach einem Abschluss, also wenn ein Abschnitt in einem Stück zu Ende ist oder in einem Lied ein Vers aufhört. Pausen werden aber nicht nur an Stellen gemacht, an denen ein Ende markiert werden soll. Pausen können Musik auch spannend oder witzig machen. Bestimmt kennst du das Lied »Jetzt fahr'n wir über'n See«. In diesem Lied gibt es Pausen an Stellen, wo wir sie nicht erwarten, und so passiert es, dass immer mal wieder jemand da weitersingt, wo eine Pause ist. Auf diese Weise von der klingenden Musik ins »Nichts« zu fallen, ist ein Trick, den viele Komponisten immer wieder anwenden.

Aber nicht nur in der Musik spielt die Pause eine wichtige Rolle. Auch beim Sprechen sind Pausen von großer Bedeutung. So zum Beispiel, wenn jemand etwas erklärt. Hier helfen die Pausen dem Gegenüber zu verstehen, was gemeint ist. Manchmal machen Menschen auch Pausen beim Sprechen, um die Aufmerksamkeit der Zuhörer besonders auf eine Aussage zu lenken, die meist nach der Pause folgt. So betonen sie etwas ohne Ton mit einer Pause. Diese Pausen nennt man auch »Kunstpausen«.

www.obermenzinger.de

INFOABEND
30. JANUAR 2018
19:00 Uhr
Freseniusstr. 47

**IN EINER GUTEN
ATMOSPHÄRE LERNT
ES SICH LEICHTER!**

Staatlich anerkanntes Ganztagsgymnasium

- Unterricht auf Deutsch oder bilingual
- Zwei-Pädagogen-Prinzip
- Wirtschaftswissenschaftlicher Zweig ab 8. Klasse
- AB!plus® – Berufsausbildung parallel zum Abitur



OBERMENZINGER
GYMNASIUM

www.ueberreiter.de

INFOABENDE
27. FEBRUAR 2018
3. MAI 2018
19:00 Uhr
Pariser Str. 30

**WIR KÜMMERN UNS
UM DICH BIS ZU
DEINEM ABITUR.**

Staatlich genehmigtes Ganztagsgymnasium

- Aufnahmegespräch statt Notenschnitt
- Intensive Hausaufgabenbetreuung
- Allgemeine Hochschulreife (Abitur)
- Aufnahme während des Schuljahres möglich – auch für Realschüler



DR. FLORIAN ÜBERREITER
PRIVATGYMNASIUM

ZWEI EINRICHTUNGEN DER MÜNCHNER SCHULSTIFTUNG ERNST v. BORRIES



Gestatten: Genossin Laika

Vor 60 Jahren am 4. Oktober 1957 schießen die Sowjets mit Sputnik 1 den ersten Satelliten ins All. Bereits vier Wochen später folgt mit Sputnik 2 der nächste Coup, nun sogar mit einem Lebewesen Bord: der Hündin Laika. Von Robert Kluge

Am 4. Oktober 1957 schießen sowjetische Ingenieure und Militärs mit Sputnik 1 den ersten künstlichen Satelliten der Geschichte in seine Umlaufbahn. Die Öffentlichkeit der westlichen Welt reagiert traumatisiert auf die Nachricht, denn gleichzeitig belegt sie die Funktionsfähigkeit sowjetischer Interkontinentalraketen. Vier Wochen später folgt bereits der nächste Coup: Am 3. November, einem Sonntag, hebt mit infernalischem Getöse erneut eine Rakete ab. Ihre zweite Stufe beherbergt die 508,3 Kilogramm schwere Nutzlast PS-2, zu der auch eine speziell konstruierte Druckkabine gehört. Darin befindet sich, mit Gurten fest verzurrt zu nahezu vollständiger Unbeweglichkeit verurteilt, eine sechs Kilogramm schwere, drei Jahre alte Mischlingshündin – Laika.

»Aus einer Ecke des Raumes kam ein leises, hasserfülltes Winseln; ich schaute hin und sah einen Hund, der vor einem dunkelblauen Napf mit aufgemalter Rakete auf den Hinterpfoten hockte. Es war ein uralter Hund mit tiefroten Augen, doch nicht die waren es, die mich verblüfften, sondern die kleine, hellgrüne Uniform, in der sein Körper steckte – mit den Schulterstücken eines Generalmajors und zwei Leninorden an der Brust, ›Mach dich bekannt, sagte der Flugleiter, der meinem Blick gefolgt war. ›Genossin Laika. Der erste sowjetische Kosmonaut.«

Dieses grotesk-utopische Bild zeichnete 1993, kurz nach dem Zerfall der Sowjetunion, der russische Autor Wiktor Pelewin. In seinem Roman *Omon hinterm Mond* wirft er einen sarkastischen Blick auf den vermeintlich identitäts-

Letzte Vorbereitungen vor dem Start von Sputnik 2: Mit einem speziell angepassten Geschirr wird Laika später in der Kapsel fixiert werden.



stiftenden Heldenkult der sowjetischen Gesellschaft, der heute in Zeiten des aktivierten russischen Nationalpatriotismus neu belebt wird. Dabei nutzt Pelewin das Setting des US-Science-Fiction-Thrillers *Unternehmen Capricorn* von 1978, in dem eine fingierte US-Marsmission thematisiert wird und damit selbst auf die Verschwörungstheorien um angeblich in irdischen Studios gefälschte Apollo-Mondmissionen rekurriert. Sowjetische Heldenmythen waren von der Propaganda kanonisiert, kehrten in der Literatur, speziell der Kinderliteratur, im Schulbuch, im Film und in Museen immer wieder und nahmen regelmäßig bestimmte Themenschwerpunkte auf, die im einen oder anderen Sinn eng mit »Kampf« verknüpft waren:

- ▶ Die Oktoberrevolution 1917
- ▶ der darauffolgende Bürgerkrieg und der blutige Sieg über die Konterrevolution
- ▶ der Stolz auf die technischen Errungenschaften der ersten Fünfjahrpläne und die Erfolge von Polar-expeditionen
- ▶ der Große Vaterländische Krieg und der Sieg über den Faschismus
- ▶ die Erfolge der sowjetischen Luft- und Raumfahrt technik seit dem Sputnikstart 1957 und vor allem Jurij Gagarin als erster Mensch im All an Bord von Wostok 1

Dabei ist eine Steigerung der Ebene vom Kampf innerhalb des Landes, über den Kampf gegen die Bedrohung von außen bis hin zum Kampf gegen feindliche Lebensbedingungen in unwirtlichen Regionen und außerhalb unseres Planeten offensichtlich. Weiterhin fällt auf, dass beim soziologischen Phänomen der Helden-genese Kultur und Technik stets auf innigste verwoben sind, denn auch die Urheber der erfolgreichen Technik sind Helden (der sozialistischen Arbeit).

Doch gehen wir einen Schritt zurück, ehe wir uns eingehender der bedauernswerten vierbeinigen Genossin Laika widmen, und werfen einen Blick auf die Ursachen für die sowjetische Poleposition im »Space Race« der Supermächte.

Raketen als Bombenträger

Es gab bei der Entwicklung neuer Technologien in der Sowjetunion während des Zweiten Weltkriegs zunächst kaum Spielraum für ausgefallene Forschungsprogramme. Der militärische Überlebenskampf stand zu sehr im Vordergrund, für die Entwicklung etwa von Strahltriebwerken oder Fernbomben gab es keine freien Kapazitäten. Gerade diese Technologien jedoch sollten neben Atomwaffen in den späten 1940er Jahren Schlüsselstellungen im Wett-rüsten des Kalten Krieges einnehmen. So begann in der Sowjetunion nach Kriegsende eine einzigartige Aufhol-jagd. Vor allem bedurfte es ingenieurtechnischer Anstren-gungen, um der potenziellen Gefahr durch amerikanische Atombomber zu begegnen. Als Interimslösung kopierte das Konstruktionsbüro Tupolew eine im fernen Osten der Sowjetunion notgelandete amerikanische Boeing B-29 »Superfortress«, die nach Bewältigung zahlreicher Pro-bleme und bereits veraltet ab Ende der 1940er Jahre als Tu-4 in größeren Stückzahlen in Dienst gestellt wurde. Die erstmalige Zündung einer Atombombe, der potenziellen »Nutzlast«, erfolgte 1949. Doch die Suche nach einem al-ternativen Trägersystem hatte längst begonnen.

Sowjetischen Spezialisten waren 1945 in Deutschland auch Fertigungsanlagen und komplette Exemplare der berühmten »Wunderwaffe« V2 (oder A4) in die Hände gefallen. Leiter der Expertengruppe, die sich mit der ein-gehenden Analyse der ersten Großrakete der Welt beschäf-

Bild links: Ein Monat vor dem Start von Sputnik 2 hatte die Welt bereits den Atem angehalten: Sowjeti-sche Ingenieure hatten mit Sputnik 1 den weltweit ersten Satelliten ins All geschossen. In der Zeit des Kalten Krieges regierte die westliche Öffent-lichkeit schockiert auf diesen strategischen und wissen-schaftlichen Vorsprung des politischen Gegners.



Auf der Weltausstellung in Brüssel 1958 präsentierte die UdSSR ein Modell der Sputnik 2-Rakete.

tigte, wurde bald Sergei Koroljow, der spätere Chefkonstrukteur der sowjetischen Raumfahrt. Primäres Ziel der Raketenentwicklungen unter Stalin und ab 1953 nach dessen Tod unter Chruschtschow waren militärische Anwendungen vor dem Hintergrund einer geplanten Interkontinentalrakete. Die Raketentechnik sollte bald zum Kern des berüchtigten militärisch-industriellen Komplexes innerhalb der sowjetischen Industrie avancieren, aber Koroljow machte die zivile Raumfahrt ab 1957 auch als potenzielles Propaganda-Instrument populär.

Der »Sputnik-Schock«

Der Atommacht USA war bereits seit einiger Zeit bekannt, dass die Sowjetunion über funktionstüchtige Interkontinentalraketen verfügte, die eine ernste militärische Bedrohung darstellten. Der eigentliche »Sputnik-Schock«

jedoch bestand für die Öffentlichkeit in der ebenso unerwarteten wie nun offensichtlichen technologischen und damit scheinbar auch wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit der Sowjetunion. Übrigens gab es aus gegebenem Anlass 1969 auf sowjetischer Seite auch einen veritablen »Mondlandungsschock« – aber dies ist ein anderes Thema.

Die Überraschung über den propagandistischen Erfolg des ersten Sputnik PS-1 (Prostejschij Sputnik, einfacher Satellit), dessen piepende Funksignale auch von Amateuren empfangen werden konnten, machte auf sowjetischer Seite schnell dem Wunsch nach Fortsetzung Platz. Chruschtschow beauftragte kurzfristig bei Koroljow und seinen Spezialisten einen weiteren Paukenschlag mit möglichst hoher Symbolkraft. Eigentlich sollte bereits der erste Satellit ein vergleichsweise komplexes Gerät mit zahlreichen Messeinrichtungen und einer Gesamtmasse von über einer Tonne sein. Seine Entwicklung hatte sich jedoch verzögert und er wurde erst Anfang 1958 als Sputnik 3 gestartet. So war Sputnik 1 lediglich eine Notlösung gewesen, um den Amerikanern zuvorzukommen. Die Idee war, bis zum 40. Jahrestag der Oktoberrevolution am 7. November 1957 einen zweiten Satelliten zu starten und mit ihm das erste Lebewesen in eine Erdumlaufbahn zu schicken.

Die Entscheidung fiel am 12. Oktober 1957. Alle bisherigen Vorgehensweisen bei der Konstruktion von Weltraumtechnik mussten aufgrund des drängenden Zeitplans über Bord geworfen werden. Als Grundlage diente lediglich ein skizzenhaftes Projekt, das direkt vor Ort an die technischen Gegebenheiten der Rakete angepasst wurde. Das Ergebnis war dennoch ein qualitativer Sprung: PS-2 war mit 508,3 Kilogramm bereits rund sechsmal schwerer als sein piepender Vorgänger. Die Konstrukteure hatten dabei aus der Not eine Tugend gemacht: Zur besseren telemetrischen Verfolgung des Flugkörpers war möglichst viel Masse und Größe erforderlich. Zentraler Kunstgriff war die dauerhafte Verbindung der Nutzlast mit der zentralen Raketenstufe (auch als zweite Stufe bezeichnet): Dies führte zu ersten Gerüchten über einen misslungenen Start, da westliche Beobachter zunächst angenommen hatten, dass eine geplante Stufentrennung versagt hatte.

Sputnik 2 sollte beweisen, dass höhere Organismen den Zustand der Schwerelosigkeit ohne Gesundheitsstö-

Gewöhnungstraining: Laika in der Kabine, die später im Inneren der Rakete platziert wird.

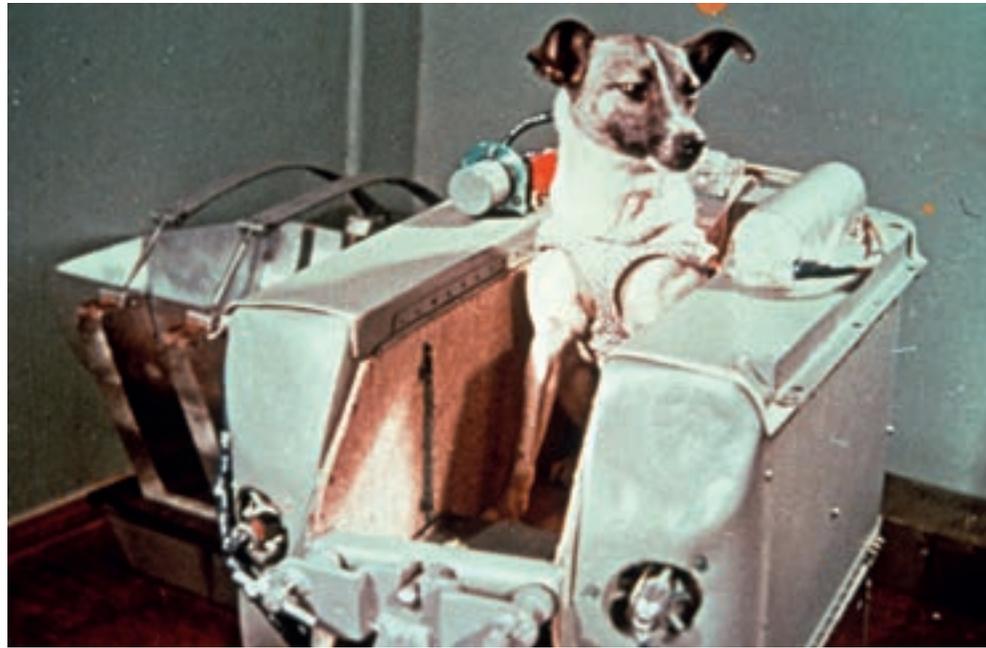
Bild unten: Die sowjetische Physiologin Ada Kotowskaja testet Laika auf ihre Eignung für die geplante Mission.

runger ertragen können. In der Kürze der Zeit war es jedoch unmöglich, ein komplexes Lebenserhaltungssystem und vor allem Einrichtungen zur Temperaturregulierung zu erschaffen, und so gingen die Mediziner bereits vor dem Start davon aus, dass die Kapsel bald überhitzen musste. Offiziell waren die Überlebenseinrichtungen für einen einwöchigen Flug mit Laika konzipiert. Von einem Kohlendioxidabscheider, einem Sauerstoffgenerator und einer primitiven Klimaanlage war ebenso die Rede wie von automatischer Lebensmittelversorgung und Entsorgung der Exkremate. Die Vitalfunktionen sollten über das Sendesystem »Tral« zur Bodenstation gefunkt werden, das auch für die Übermittlung verschiedener Strahlungsdaten und der Temperatur außerhalb der Kabine zuständig war. Eine Rückkehr der Kapsel war zum damaligen Zeitpunkt technisch unmöglich und nicht vorgesehen, den dafür erforderlichen Hitzeschild gab es nicht. Um dem Tier unnötige Qualen zu ersparen war geplant, Laika gegen Ende der Mission durch vergiftetes Futter einzuschläfern.

Laika

Die Hündin (»Laika« hat die vom russischen Verb für »bellen« abgeleitete, wenig schmeichelhafte Bedeutung »Kläffer«) war für die Raumfahrtforschung zusammen mit anderen streunenden Hunden bereits ein Jahr zuvor auf den Straßen der sowjetischen Hauptstadt Moskau eingefangen worden. Seit der Erforschung konditionierter Reflexe durch Iwan Pawlow gab es in Russland reichhaltige Erfahrung mit Hunden als Versuchstiere. In die Vorbereitungen auf den Start von Sputnik 2 waren insgesamt mindestens drei Hunde eingebunden: neben Laika noch die Hündinnen Albina und Muschka. Albina war als Double vorgesehen, falls Laika unvorhergesehen nicht hätte starten können. Wie Laika war sie bereits bei sogenannten ballistischen, suborbitalen Raketenstarts bis zu 110 Kilometern Höhe an die Flugbedingungen gewöhnt worden.

Die Auswahl des Hundes erfolgte durch den Chefkonstrukteur Koroljow persönlich. Das Versuchstier wurde bereits etwa vier Tage vor dem geplanten Start in der engen Kabine festgeschnallt und damit an Umgebung und





Das Titelblatt der italienischen Wochenzeitung *La Domenica del Corriere* vom 17. November 1957 mit einer Illustration von Walter Molino.

Lebensumstände gewöhnt. Dass man sich in Moskau der propagandistischen Bedeutung der Aktion sehr wohl bewusst war, belegt die Tatsache, dass alle Phasen der Vorbereitung fast minutiös auch fotografisch festgehalten wurden. Der Start der Rakete vom Typ R-7 in den frühen Morgenstunden des 3. November selbst verlief erfolgreich. »Der Triumph war komplett« heißt es in den 1996 erschienenen Memoiren des Co-Konstrukteurs Boris Tschertok ebenso unbescheiden wie berechtigt.

Nach verschiedenen offiziellen Verlautbarungen überlebte die Hündin mal vier, mal acht Tage. Erst 2002 wurde bekannt, dass Laika bereits etwa fünf bis sieben Stunden nach dem Start an den Folgen der Beschleunigung und Vibrationen, an Überhitzung und Stress verendet war. Vorher hätten die Messgeräte noch einen bis zu vierfach erhöhten Puls des Tieres sowie einen starken Anstieg von Temperatur und Luftfeuchtigkeit innerhalb der Kapsel gemeldet. Wohl erstmals war damit im Zusammenhang

Nach ihrem Tod wurde Laika zur Heldin und Werbeikone. Sogar eine Zigarettenmarke wurde nach ihr benannt.



mit einer Weltraumfahrt bewusst gelogen worden: Während der Kadaver des Tieres an Bord des Satelliten seine Bahnen zog, verkündeten amtliche Verlautbarungen, dass Laika noch lebe. Der nunmehr funktionslose Satellit Sputnik 2 umkreiste als Sarg der Hündin die Erde mehr als 2000 Mal und verglühte planmäßig im April 1958.

Mediale Reaktionen

Die ersten Rundfunkreportagen waren teilweise emotionsgeladen. Sie versuchten zu vermitteln »was es bedeutet, dass ein Herz von dieser Erde jetzt in einer Druckkammer im Weltraum schwebt«. Der Spiegel bezeichnete Sputnik 2 am 13. November 1957 abgeklärt als »Kosmische Hundehütte«, deren Hauptaufgabe die Erforschung der Auswirkungen von Schwerelosigkeit auf höhere Organismen gewesen sei. Betrachtet man das von der sowjetischen Nachrichtenagentur TASS veröffentlichte Bild, trifft es diese Charakterisierung recht genau. Es zeigt die Hündin festgeschnallt

auf ihrem gepolsterten Lager, das die hohen Beschleunigungskräfte erträglich machen sollte. In ihrem Fall wirkten sie jedoch auf die empfindliche Körperunterseite, während bei Menschen später der Rücken die Hauptlast aufnahm. Gut zu erkennen sind Teile der Druckkapsel, die tonnenförmig um die Apparatur angeordnet sind. Die Hündin macht einen ausgeglichenen, unaufgeregten Eindruck. Auf verschiedenen anderen Aufnahmen aus derselben Reihe blickt sie sogar in die Kamera.

In zahllosen Leserbriefen wurde im Westen auf den Tierschutzaspekt verwiesen. Auf entsprechende Vorwürfe der Tierquälerei wurde geantwortet, dass man angesichts der vielen Freiwilligen, die nach Sputnik 1 als Erste ins All geschickt werden wollten, die Liebe zum Menschen über die Liebe zum Tier stellen müssen. In der Tat hatte es in der Zeit nach dem ersten erfolgreichen Start in der Sowjetunion zahlreiche Meldungen über junge Menschen gegeben, die sich für Versuche jeder Art zur Verfügung stellen wollten. Dies wird noch heute in Russland als ein Grund dafür genannt, Laika so schnell wie möglich ins All zu schicken und dadurch Erfahrungen für die absehbar bevorstehende bemannte Raumfahrt zu sammeln.

Vor allem in den ersten Jahren stand Laika neben Sputnik und den ersten Kosmonauten durchaus selbstbewusst für die Eroberung des Weltraums im Allgemeinen und die kommunistische Fortschrittsgläubigkeit im Besonderen. Ihr Name entwickelte sich Ende der 1950er Jahre zum Synonym für die nachfolgenden »Hunde-Kosmonauten«. Ihr Bild wurde als Konsumgut in den Alltag der realsozialistischen Gesellschaften integriert, ob in die Episoden des DDR-Sandmännchens oder als Bild auf Briefmarken wie in Rumänien, Polen oder Albanien, und sogar als Zigarettenmarke machte »Laika« Karriere.

Noch in den November 1957 fiel die auf einer Umfrage beruhende Namensgebung des heute legendären DDR-PKW's »Trabant« als Synonym für »Sputnik«. Ein 1964 gegründeter italienischer Hersteller von Wohnmobilen nennt sich unter expliziter Bezugnahme auf die Weltraumhündin »Laika«. Ein geflügelter Windhund in Rot bildet das Logo.

Wäre es gelungen, Sputnik 2 mitsamt Laika auf die Erde zurückzuholen, wäre dies für den Westen einem Albtraum

gleichgekommen – hätte es doch bewiesen, dass auch eine Bombe unbeschadet die Erdatmosphäre hätte passieren können.

Spätestens mit dem ersten bemannten Weltraumflug am 12. April 1961 wurde dann das Bild der Hündin Laika von dem Bild Juri Gagarins, des ersten Menschen im All, überlagert. Sein sympathisches Lächeln ging mit ihm um die Welt. Der Bauernsohn und Vorzeigekommunist war ideal geeignet, die vermeintliche Überlegenheit der Sowjetunion, die Überlegenheit des Sowjetmenschen unaufdringlich in Erinnerung zu bringen.

Doch seine Vorgängerin bleibt das erste Lebewesen, das die Erde umkreiste und dafür sein Leben geben musste. Der Schriftsteller Günter Kunert hat 1963 in der DDR der Hündin nachfolgende Verse gewidmet, deren mahrender Charakter wohl zeitlos genannt werden muss:

LAIKA

In einer Kugel aus Metall,
Dem besten, das wir besitzen,
Fliegt Tag für Tag ein toter Hund
Um unsre Erde
Als Warnung,
Dass so einmal kreisen könnte
Jahr für Jahr um die Sonne,
Beladen mit einer toten Menschheit,
Der Planet Erde,
Der beste, den wir besitzen.



Dr. Robert Kluge,
langjähriger Luftfahrt-Fachjournalist und als Slawist Osteuropa-Experte, leitet derzeit das Projekt der neuen Dauerausstellung »Moderne Luftfahrt« am Deutschen Museum.





Urlaub vom Auto

Die kleine österreichische Gemeinde Werfenweng ist Vorreiter in der Elektromobilität. Elektrische Ortsbusse, E-Auto-Verleih und elektrische Spaßfahrzeuge motivieren Touristen zum Verzicht auf das eigene Auto. Von Christian Rauch

Der kleine Dorfplatz von Werfenweng im Salzburger Land, überragt von den Gipfeln des Tennengebirges. Viel Verkehr herrscht hier: Am langsam und leise dahinrollenden Segway einer Touristin gleitet ein knallroter Bigá, ein ebenfalls elektrisch betriebener »römischer Streitwagen« vorbei. Eine vierköpfige Familie steuert ein offenes »Evolution Car«, das einem Golfwägelchen gleicht. Und ein Vater mit Tochter öffnet gerade die Flügeltüren des »Twizzy«, einem minikleinen Elektroflitzer, der außerhalb des Orts dennoch 80 Sachen packt.

Diese strombetriebenen Spaßfahrzeuge sind die Attraktion der Gemeinde – und doch verbirgt sich dahinter ein ganzes Mobilitätskonzept. Es heißt SaMo (Sanfte Mobilität) und wurde vor über 20 Jahren ins Leben gerufen. »Damals gingen unsere Gästezahlen zurück«, erinnert sich Peter Brandauer, der seit 1989 Bürgermeister in Werfenweng ist. »Wir haben nach einem neuen Profil und Alleinstellungsmerkmal gesucht und dachten schließlich darüber nach, eine autofreie Gemeinde wie Zermatt zu werden.«

Doch bald merkte man: So einfach ist das nicht. Während das Schweizer Vorbild schon 1931 auf die Autofreiheit umgestiegen war, als es noch gar keine Straße in den Ort gab, gewöhnte man sich in fast allen Orten der Alpen daran, dass nur der eigene Pkw die Freiheit und Mobilität im Urlaub sichert. So auch in Werfenweng. »Ein solches Verhalten kann man nicht mal eben ändern«, so Brandauer. »Wir beschlossen daher einen Weg der tausend kleinen Schritte zu gehen.«

Im Jahr 2000 konnte – auch dank Förderung aus der EU – die SaMo-Card eingeführt werden. Touristen, die in bestimmten Übernachtungsbetrieben diese Urlaubskarte für einen kleinen Mehrpreis akzeptierten, erhielten eine Reihe von umweltfreundlichen Angeboten: gratis Abholung vom Bahnhof, Nutzung des Ortstaxis, kostenlose Ausleihe eines Elektroautos. Und das neue Konzept lockte die Besucher an. Binnen der ersten drei SaMo-Jahre konnten die Übernachtungszahlen wieder deutlich gesteigert werden. Heute bieten 75 Prozent aller Betriebe im Ort die Card an. Etwa

Vom Elektroroller über den Bigá bis zum Segway, strombetriebene Spaßfahrzeuge laden Touristen in Werfenweng zu kleinen Spritztouren ein, um die Welt der Elektromobilität kennenzulernen.



12 000 Gäste pro Jahr nehmen sie an, das ist rund ein Fünftel aller Übernachtungsgäste. Und die Leistungen, die die Karte ermöglicht, wurden ausgeweitet: Shuttle und Ortsbus sind mittlerweile elektrisch betrieben und verkehren häufiger – am Wochenende zum Teil bis tief in die Nacht. Die Flotte der ausleihbaren Elektroautos wurde auf elf vergrößert, neun davon sind seit letztem Sommer brandneue BMW i3. Unter den Spaßfahrzeugen stehen mittlerweile rund zehn verschiedene Typen mit über hundert Gefährten zur Verfügung, dazu etliche E-Bikes und E-Mountain-Bikes. All das kann der SaMo-Card-Besitzer kostenlos nutzen. Auch den Strom tankt er in Werfenweng, das ein eigenes Fotovoltaikkraftwerk besitzt, gratis. Nur wer längere Ausflugsfahrten unternehmen will, etwa nach Salzburg, kommt eventuell nicht umhin, dort gegen Geld aufzuladen.

Bei der Frage, wie viele von den 12 000 Werfenwenger SaMo-Card-Touristen im Jahr die sanfte Mobilität wirklich voll nutzen oder doch zwischendurch ins eigene Auto steigen, schmunzelt Peter Brandauer. »Wer die Karte haben will, muss mit der Bahn anreisen oder vor Ort nach der Anreise seinen Autoschlüssel abgeben, sonst bekommt er sie nicht.« Diese Form der Bevormundung, die manchen deutschen Autobesitzer vielleicht schaudern ließe, stört die Besucher nicht. »Sie wissen, dass sie vor Ort eine umweltfreundliche Mobilitätsgarantie von uns erhalten und das eigene Auto auch Urlaub machen soll.«

Wer nun in der Hochsaison die Gemeinde im Salzburger Land besucht und ein Paradies ohne Verbrennungsmo-

toren erwartet, sieht sich jedoch noch enttäuscht. Bei der gemütlichen Fahrt mit dem Elektroauto drängelt außerhalb des Orts nicht selten ein SUV und im Ort fallen viele konventionelle Pkw auf den Parkplätzen auf, die Flotte der Elektrofahrzeuge und Elektro-Spaßfahrzeuge erscheint demgegenüber sehr klein. Peter Brandauer ist sich dieser Situation voll bewusst. »Das Problem beginnt mit dem optischen Eindruck. Etliche Pkws, die im Ort vor Hotels und Pensionen parken, stehen dort tage- oder gar wochenlang und fahren nicht, weil ihre Besitzer die SaMo-Card nutzen. Man sieht aber die Autos und sie fallen unweigerlich störend auf.« Werfenweng fördert daher seit einiger Zeit auch den Bau von Tiefgaragen. Allerdings gibt es nach wie vor viele Gäste, die auf den eigenen Wagen während des Urlaubs nicht verzichten wollen. Ihr Anteil wird zwar jedes Jahr ein klein wenig geringer, doch auch nach 17 Jahren ist es noch die Mehrheit. Und schließlich leben in Werfenweng selbst 1000 Einwohner in rund 300 Haushalten, die nicht selten zwei konventionelle Pkws besitzen. Auch dieses Thema ging Brandauer an: »Für unsere Bürger bieten wir seit fünf Jahren die ›Wir-SaMo-Card‹ an. Man kann damit ganz auf das Auto verzichten oder nur auf den Zweitwagen und stattdessen wie unsere Gäste die SaMo-Angebote nutzen.«

Das größte Problem für die sanfte Mobilität aber sind die Tagesgäste, die man in Werfenweng natürlich dennoch herzlich willkommen heißt. »Wir versuchen, Tagesgäste für die öffentliche Anreise oder zum Umstieg innerhalb des Ortes zu motivieren, zum Beispiel durch das Anbie-

Bürgermeister Peter Brandauer treibt die Elektromobilität in Werfenweng seit über 20 Jahren voran (links).

Die Elektroautos und Spaßfahrzeuge wie das Elektro-Leichtfahrzeug Renault Twizy (rechts) stehen am Dorfplatz zur Ausleihe bereit.



ten von Vorteilen, wie den Entfall der Loipengebühr im Winter oder Ermäßigungen bei den Bergbahnen.« Gerade die Tagesgäste aber sind ein heißes Eisen, denn sie bilden besonders im Winter einen wichtigen Teil des Gästeaufkommens. Zu diesem Thema entsteht daher manch hitzige Diskussion im Ort, doch Peter Brandauer gibt sich gelassen: »Wir haben schon viele Meilensteine auf unserem Weg bewältigt.« Dazu gehört auch eine funktionierende Finanzierung von SaMo. So fließt zwar noch Förderung aus österreichischen Töpfen, die vor allem für die Anschaffung der Fahrzeuge benötigt wird. Doch abgesehen davon decken die zehn Euro einmalige Gebühr für die SaMo-Card und die 1,40 Euro, die jeder Vermieter pro Übernachtung abführt, bereits die gesamten Betriebskosten.

Peter Brandauer selbst hat sein Auto längst abgeschafft. Der 56-Jährige fährt einen dreirädrigen elektrischen Twike, für längere Fahrten greift er auf die Flotte der Elektroautos oder den öffentlichen Nahverkehr zurück. Über den spätestens seit dem Dieselskandal steigenden Druck auf die Autoindustrie freut er sich. »In den 17 Jahren SaMo-Geschichte hatten wir einmal sieben Jahre lang gar kein Elektroauto, weil sich kein Serienmodell liefern ließ, so dass wir vorübergehend auf Biogasfahrzeuge zurückgreifen mussten.« Zukünftig hofft er auf noch bessere E-Autos mit größerer Reichweite. Peter Brandauer ist überzeugt, dass in Zukunft auch mehr zwischen Verkehrsmitteln gewechselt wird. »Viele junge Leute in Städten haben kein eigenes Auto mehr. Sie sind gewohnt, Mobilität einzukaufen und nicht einen eigenen Wagen.«

Um von den in Werfenweng gemachten Erfahrungen zu lernen, kommen jährlich rund dreißig internationale Exkursionsgruppen in den Ort, aus vielen europäischen Nachbarländern, aber auch aus Japan. Und Peter Brandauer freut sich, wenn Werfenweng Nachahmer findet. Etwa in der Gruppe der »Alpine Pearls«, in der sich 25 Alpenorte mit umweltfreundlichen Mobilitätslösungen zusammengeschlossen haben – Mitglied Werfenweng wird bei der Elektromobilität relativ zur Ortsgröße allerdings so schnell nicht zu toppen sein. ■■

Für Kinder ist die Welt der Mobilität in Werfenweng faszinierend. Sie können vieles selber ausprobieren: Vom Golfwägelchen bis zum Tret-Gokart, mit dem Papa auf dem elektrischen Segway gejagt wird.



Dipl.-Ing. Christian Rauch ist freier Journalist für Zeitungen und Zeitschriften. Seine Schwerpunkte: Wissenschaft/Technik sowie Reise und Kulturwandern (dazu mehrere Buchveröffentlichungen).

»Es sind bloß 2 Räder...«

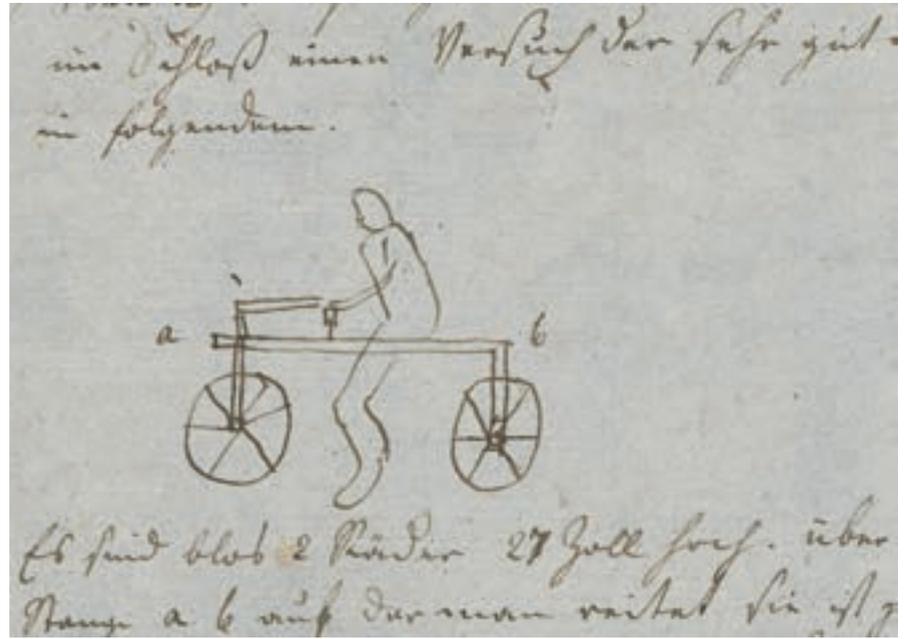
Von Science-Fiction zur
200-jährigen Basisinnovation.

Von Hans-Erhard Lessing

Der heute kaum mehr gelesene Autor Julius von Voss brachte im Jahre 1810 zu Berlin seinen Zukunftsroman *Ini – ein Roman aus dem einundzwanzigsten Jahrhundert* heraus. Im 21. Jahrhundert lebend ist es uns ein Leichtes, seine Voraussagen zu überprüfen. Zum Landverkehr brachte er nichts Neues, wohl aber zum Luft- und Schiffsverkehr. Aber wie so oft bei alten Zukunftsversprechen wurden sie nicht Realität, weder der von Vögeln gezogene Heißluftballon noch die von einem Wal gezogene schwimmende Insel – über tierische Kraft ging Voss nicht hinaus. Dieser Idee abzuschwören und stattdessen zur Fortbewegung auf die menschliche Kraft zu setzen, war zu jenen Zeiten revolutionär.

Zu Voss' Lesern zählte auch der damals 25-jährige Forstlehrer Karl Drais. Da hatte er bereits Kenntnis vom Lakai-betriebenen Gartenphaeton des Kurfürsten Carl Theodor, mit dem dieser durch den Schwetzingen Schlossgarten kutscherte und so Pferdemit auf den Gartenwegen vermied (heute im Deutschen Museum). Als dann 1812 eine erste Missernte von fünf in Folge den Haferpreis in die Höhe trieb, ließ Drais seine radikal vereinfachte, vierrädrige Fahrmaschine mit Tretmühle zwischen den Hinterrädern bauen. »In Kriegszeiten, wenn Pferde und ihr Futter selten werden, könnte ein solcher Wagen wichtig seyn«, verkündete sein gedrucktes Faltblatt. Noch auf eine Kurbelwelle zwischen den Hinterrädern umgebaut, reiste er damit nach Wien, um die Fürsten beim Wiener Kongress auf das Gegenmittel gegen hohe Haferkosten aufmerksam zu machen – ein Misserfolg, auch finanziell. Der frustrierte Erfinder machte andere Erfindungen und kam erst 1816 wieder zu seinem Projekt zurück, als die katastrophale Missernte infolge der Tambora-Kälte zu Hungersnot und Pferdesterben führte.

Der erste Augenzeugenbericht über Drais' Zweirad, von ihm später Laufmaschine genannt, wurde kürzlich im Generallandesarchiv Karlsruhe gefunden. Der undatierte Brief von Heinrich Hoffmeister, seinem früheren Assistenten an der Mannheimer Sternwarte, an den Staatsrechtler Johann Ludwig Klüber zeigt vor allem eines: keine Spur von der Schmähkritik, die später die politischen Widersacher des Demokraten Drais in die Welt setzten. »Neulich machte Herr von Drais mit einem neuen Fuhrwerk im



Schloß einen Versuch, der sehr gut ausfiel. Er besteht in folgendem: [folgt die Handskizze] Es sind bloß 2 Räder, 27 Zoll hoch. Über denselben liegt die Stange a-b, auf der man reitet. Die ist jedoch nicht so hoch, daß die Füße nicht auf demselben aufstehen sollten. Mit diesen tritt man also wie beim Schlittschuhlaufen und ziehet sie dann in die Höhe, wo das Fuhrwerk 10 bis 12 Schritte fortrollt. Nur muß man wegen der schmalen Grundfläche wie beim Schlittschuhlaufen einige Übung haben. Herr von Drais fährt schon so geschwind auf den Platten in den Gängen des Schlosses, daß ich es kaum aushalten konnte, nur solange ein Gang ist, nebenher zu laufen.«

Drais bevorzugte also die plattenbelegten Arkaden des Mannheimer Schlosses, das in der Nähe des Familienhauses lag. »Da gerade im Schlosshof exerziert wurde, so war der Herr General Vincente, der russische Etappenkommandant, und ein Dutzend Offiziere dabei, die größtenteils auch den Versuch mitmachten.« Damit endet dieser kurze Bericht, demzufolge die Erfindung den Briefschreiber beeindruckte und offenbar die Zuschauer zum Ausprobieren reizte. Diese ersten Versuche des vom Wagner gelieferten Zweirads lagen vermutlich noch vor der dokumentierten Erstfahrt am 12. Juni 1817 aus Mannheim hinaus.

Voss schrieb im Folgejahr die launige Erzählung *Eine Reise auf der Draisine* und übertrieb natürlich die Vorteile: »Eine Draisine kostet wenige Dukaten. Ein Regenmantel von Wachstaffent, ein leichtes Felleisen mit etlichen katonenen Hemden, ein Korbfläschchen mit Rum, etwas Zwieback und kalter Braten, und man ist reisefertig. Zwölf, sechzehn, zwanzig Meilen geht es den Tag.« [preussische: 90, 120, 150 km). Bekannt wurde die Distanzfahrt eines ungenannten Briten von London ins schottische Falkirk – 802 Kilometer in unbekannter Zahl von Reisetagen. Ein Dresdener Drasinereiter schaffte in sieben Stunden immerhin 88 Kilometer - mit Schnitt 12,5 km/h. ■■

Ein Augenzeugenbericht: In einem Brief schildert Heinrich Hoffmeister seine Erlebnisse mit dem von Karl Drais erfundenen Laufrad. Der Bericht zeigt, wie sehr das neue Gefährt die Zeitgenossen Drais' faszinierte.



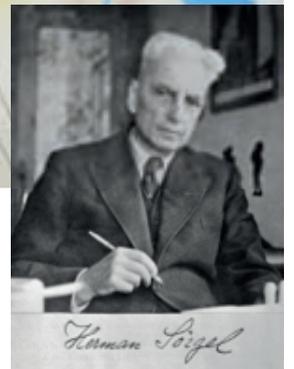
Noch bis 22. Juli 2018 findet im Verkehrszentrum des Deutschen Museums die Ausstellung »Balanceakte – 200 Jahre Radfahren« statt. Gezeigt werden die Auf- und Abschwünge des Radelns von seinen Anfängen bis in unsere Tage.



»Atlantropa erzeugt Werte«, Ausstellungsplakat von 1932

Die Vision von »Atlantropa«

Vor 90 Jahren präsentierte Herman Sörgel erstmals seine Ideen zu Atlantropa. Das Projekt wollte Europa und Afrika verbinden, den konfliktreichen europäischen Kontinent friedlich einigen und alle Energieprobleme lösen. Am 3. März 2018 zeigt das Archiv des Deutschen Museums Originaldokumente zu Atlantropa. Anlass ist der bundesweite Tag der Archive. Von Matthias Röschner



Porträtfotografie von Herman Sörgel, um 1950

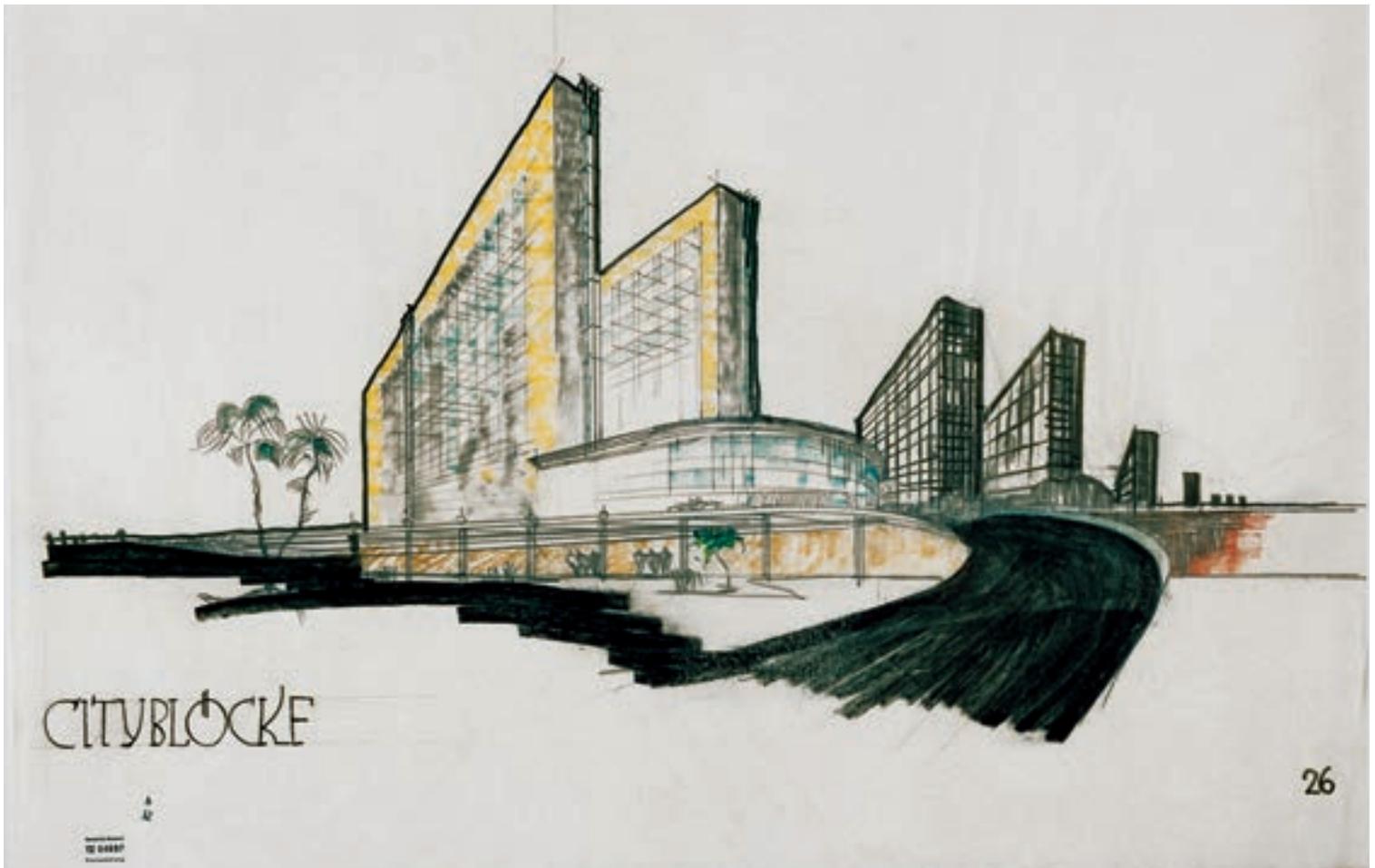
Das Kunstwort »Atlantropa« geisterte jahrzehntelang durch die europäische Presse. Dahinter verbarg sich ein gigantischer Plan, der technische Utopie mit politischer Vision vereinte. Der Münchner Architekt Herman Sörgel (1885–1952) wollte mit einem Bauprojekt von gewaltigen Ausmaßen den Mittelmeerraum und Teile Afrikas komplett umbauen. Kernstück war ein riesiger Staudamm an der Meerenge von Gibraltar, der das Mittelmeer vom Atlantik abtrennen sollte. Sörgel hatte errechnet, dass innerhalb von 60 Jahren der Wasserspiegel um rund 100 Meter absinken würde. Aus Europa und Afrika wäre ein Kontinent geworden, verbunden durch eine Landbrücke zwischen Italien und Nordafrika.

Sörgels Plan: In den neu gewonnenen Flächen an den Küstenlinien siedeln sich Menschen aus ganz Europa an, monströse Wasserkraftwerke am Staudamm bei Gibraltar und an den Dardanellen hin zum Schwarzen Meer sowie Sonnenenergie aus der Sahara speisen Strom in ein neuartiges elektrisches Großkraftnetz Europas. Ein künstlich geschaffener zweiter »Nil« in Westafrika bewässert die Wüste

Sahara und macht sie fruchtbar, während der Kongo und der Tschad zu riesigen Binnenmeeren von fast einer Million Quadratkilometern angestaut werden. Ein geopolitisches Projekt der Superlative!

Das Atlantropa-Projekt reiht sich ein in andere geopolitische Großprojekte der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, wie das Zuidersee-Projekt in den Niederlanden oder das Tennessee-Valley-Projekt in den USA, die allerdings – anders als Atlantropa – tatsächlich umgesetzt wurden.

Herman Sörgel stellte Ende der 1920er Jahre seine kühne Idee der Öffentlichkeit vor. In prominenten zeitgenössischen Ingenieuren, Architekten und Künstlern fand er begeisterte Unterstützer von »Atlantropa«, darunter Peter Behrens, Hans Döllgast und Botho und Hans von Römer. Auch in der NS-Zeit und im bundesrepublikanischen Deutschland verfolgte der selbst ernannte »Weltbaumeister« sein Projekt kontinuierlich weiter. Im Nachlass Sörgels, den das Archiv des Deutschen Museums verwahrt, sind umfangreiche Zeichnungen, Pläne, Manuskripte und Fotografien überliefert. Das Thema hat zahlreiche wis-



Neue City von Tanger.
Kolorierte Kohlezeichnung
von Peter Behrens und
Alexander Bopp, ca. 1932



Dr. Matthias Röschner

ist Historiker und wissenschaftlicher Archivar. Als stellvertretender Leiter des Archivs des Deutschen Museums ist er u.a. für die Benutzerbetreuung, für Maßnahmen der Bestandserhaltung und Digitalisierungsprojekte zuständig. Er betreut verschiedene Bestände, so die technischen Zeichnungen und die papierhistorischen Sammlungen. Zudem organisiert er alle zwei Jahre den »Tag der Archive« im Deutschen Museum.

senschaftliche Studien, Presseartikel, Filme und sogar ein Theaterstück angeregt und fasziniert trotz seiner Monstrosität noch immer.

Anlässlich des Tags der Archive 2018 zeigt das Archiv des Deutschen Museums erstmals herausragende Originale aus dem Nachlass Sörgels. Ergänzt werden diese durch anschauliche Filmsequenzen. Regelmäßige Magazinführungen mit einem Blick hinter die Kulissen vertiefen das Thema.

Im Deutschen Museum steht der neunte Tag der Archive, an dem sich bundesweit mehrere Hundert Archive beteiligen, dieses Mal unter dem Motto »Europa – Wissen ohne Grenzen«. Passend zum Europäischen Kulturerbejahr, das die EU-Kommission für 2018 ausgerufen hat, präsentieren drei weitere Archiveinrichtungen im Deutschen Museum Originale aus ihren Magazinen, die den verbindenden Charakter Europas in vielfältiger Weise zum Ausdruck bringen. Das Archiv der Akademie der Bildenden Künste München geht anhand von Gobelins, die nach Raffaels Fresken im Vatikan gefertigt wurden, auf Spurensuche nach einem »verschundenen Museum« für die Vermittlung europäischer Kunst(-geschichte). Das Historische Archiv des Max-Planck-Instituts für Psychiatrie beleuchtet die im Institut schon seit seiner Gründung 1917 gepflegte internationale Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und die daraus erwachsenen Einflüsse der

»Münchner Schule«. Mit Briefen, Fotografien und Zeichnungen aus dem Nachlass des Zoologen Anton Dohrn (1840–1909) zeichnet die Bayerische Staatsbibliothek die Geschichte der Zoologischen Station Neapel nach. Charles Darwin persönlich bescheinigte seinem Kollegen Dohrn zum 25-jährigen Bestehen der Station: »You have done a great service to science«. ■■

Samstag, 3. März 2018, 10 bis 17 Uhr
Bibliotheksgebäude, Sonderausstellungsraum
Eintritt frei

TAG DER ARCHIVE IM DEUTSCHEN MUSEUM

Europa – Wissen ohne Grenzen.

Dokumente, Fotografien und Filme aus Münchner Wissenschaftsarchiven

Ausstellung, Präsentationen, Filmvorführung zum Großprojekt »Atlantropa« von Herman Sörgel

Magazinführungen:

10 Uhr | 12 Uhr | 14 Uhr | 16 Uhr

Zu Gast:

Archiv der Akademie der Bildenden Künste München
Bayerische Staatsbibliothek
Max-Planck-Institut für Psychiatrie, Historisches Archiv

Mitglieder sehen mehr

Exklusive Führungen – kostenlos für Sie

Als Mitglied des Deutschen Museums haben Sie viele Vorteile:

So können Sie zum Bsp. im Rahmen unserer Führungsreihe einmal im Monat mit Experten einen kleinen, nicht-alltäglichen Blick auf unsere Ausstellungen werfen.

Auch im neuen Jahr geht die Führungsreihe in Bonn weiter!

München

16. Januar 2018:



200 Jahre Fahrrad – Von der Drais'schen Laufmaschine bis zum High-Tech-Bike
Treffpunkt für die Führung in der Eingangshalle des Verkehrszentrums

20. Februar 2018: Mit bloßem Auge nicht erkennbar – die versteckte Welt der Nanopartikel
Treffpunkt für die Führung in der Eingangshalle des Deutschen Museums (Museumsinsel)

20. März 2018: Meisterwerke der Steinzeit – Die Malereien in der Altamira-Höhle
Treffpunkt für die Führung in der Eingangshalle des Deutschen Museums (Museumsinsel)

Bonn

16. Januar 2018: Forscherleben im Zenith – Nobelpreisträger nach 1945
Treffpunkt für die Führung an der Kasse im Eingangsbereich Deutsches Museum Bonn

20. Februar 2018: Von der Wiege bis zur Bahre – Technik in der Medizin
Treffpunkt für die Führung an der Kasse im Eingangsbereich Deutsches Museum Bonn

20. März 2018: Was die Welt im Innersten zusammenhält – Physik der kleinsten Teilchen
Treffpunkt für die Führung an der Kasse im Eingangsbereich Deutsches Museum Bonn

Anmeldung bitte spätestens 14 Tage im Voraus unter Angabe der Mitgliedsnummer an besucherservice@deutsches-museum.de für die Führungen auf der Münchner Museumsinsel und im Verkehrszentrum (Sie können den Besucherservice auch anrufen Tel. 089/2179-333 von Mo-Fr von 9-15 Uhr) und für die Führungen im DM Bonn bitte an info@deutsches-museum-bonn.de (Sie können dort auch anrufen Tel. 0228/302-256 von Di-Fr von 14-17 Uhr).

Unsere Führungen sind sehr beliebt. Wir empfehlen Ihnen, sich möglichst frühzeitig anzumelden. **Bitte den Mitgliedsausweis mitbringen. Start der Führung ist jeweils um 11 Uhr.**



Liebe Mitglieder,

wie immer versenden wir im Dezember die Rechnungen für das kommende Jahr. Sollten Sie Ihren Beitrag danach manuell überweisen, beachten Sie bitte ein paar „Spielregeln“ für den Überweisungsträger oder die Online Banking – Maske.

Die Daten werden bei uns automatisch verbucht. Wenn das System die Angaben nicht richtig zuordnen kann, also denken oder raten müsste – Sie ahnen es schon – erhalten wir eine Fehlermeldung. Das ist im Einzelfall nicht weiter tragisch. Aber bei tausenden von Buchungen, müssen wir hunderten von Einzelfällen mitunter „detektivisch“ nachgehen. Das ist aufwendig und kann Fehlbuchungen zur Folge haben; das wollen wir vermeiden.



Die heilsame Wirkung der Musik

Der Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum hilft mit verschiedenen Angeboten, die »Barrierefreiheit« des Museums zu erhöhen.

Bild oben: In der Abteilung Musik werden Erinnerungen an alte Melodien und Instrumente wach. Auch Menschen, die an Demenz erkrankt sind, profitieren durch speziell auf sie zugeschnittene Angebote von einem Besuch im Deutschen Museum.

Ein alter Schlager aus den 1950er Jahren erklingt und schon geht ein Lächeln über so manches Besucher- gesicht. Augen leuchten, als stellten sich Erinnerungen an die ferne Zeit glücklicher Jugendtage ein. Einige Besucher beginnen sogar, im Takt mitzuwippen. Einmal im Monat findet eine Sonderführung für Demenzkranke und ihre Betreuer durch speziell geschulte Mitarbeiter des Deutschen Museums statt. Und zwar durch die Abteilung für Musikinstrumente. Kaum etwas hat einen so unmittelbar heilsamen Effekt auf Demenzkranke als das Hören von Musik. Es ist sogar wissenschaftlich erwiesen, dass Musik zu einer Verringerung von Depressionen, dem Gefühl von Isolation und dem Mangel an Lebensperspektiven führt. Musik erhöht die Fähigkeit, Entscheidungen zu treffen, und sie fördert das Prinzip Hoffnung.

»Es ist immer ein großes Erlebnis«, erzählt Sandra Kittmann, die im Deutschen Museum den Themenbereich

Barrierefreiheit und Inklusion für die neuen Projekte der Zukunftsinitiative leitet. »Wenn man sieht, wie reduziert die Demenzkranke am Anfang der Führung sind und wie sie am Ende an Lebendigkeit und Freude gewonnen haben, ist es auch für die Museumsmitarbeiter eine große persönliche Bereicherung, den Besuchern solche kleinen Momente des Glücks zu schenken.«

Sandra Kittmann und Silke Berdux – die Kuratorin der Abteilung Musik im Museum – sind froh, dass der Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum für diesen wichtigen Aspekt der Museumsarbeit 2017 zwei Veeh-Harfen finanziert hat. Dieses eher einer Zither gleichende Saiteninstrument kann man ohne Vorkenntnisse, ganz einfach intuitiv spielen. Und zwar geht das so: Unter die Saiten des Instruments wird ein Blatt geschoben, auf dem mit Hilfe von Punkten markiert ist, in welcher Reihenfolge und Geschwindigkeit welche Saite gezupft werden soll. Auch bei

den monatlich stattfindenden Führungen für Demenzkranke soll es seine heilpädagogische Wirkung entfalten.

Mit den Augen hören

Auch die Führungen für Gehörgeschädigte – sie finden abwechselnd mit den Sonderführungen für sehbehinderte Menschen einmal im Monat statt – profitieren von der Unterstützung des Freundes- und Förderkreises, der die Honorare für Gebärdendolmetscher mitfinanziert. Als weiterer Kooperationspartner engagiert sich der Landkreis München für die inklusiven Angebote des Museums und ermöglicht somit gemeinsam mit dem Freundeskreis die Teilhabe von Menschen mit verschiedenen Einschränkungen an kultureller Bildung.

Während es bei Demenzkranken vor allem darauf ankommt, die Gefühle der Menschen anzusprechen, ist es bei der Führung für Gehörlose wichtig, zuerst zu reden und zu erklären, und dann erst auf die jeweiligen Objekte zu verweisen. Denn wenn der Führer, wie bei normalen Führungen üblich, während des Vortrags die Ausstellungsgegenstände demonstriert, müssen die Gehörlosen gleichzeitig die Zeichen des Gebärdendolmetschers und die Exponate ansehen, was nicht funktioniert, schließlich müssen ihre »Augen hören«.

Da die Museumsmitarbeiter wie sonst auch durch die Ausstellungen führen, können auch Besucher ohne dieses Handicap teilnehmen. Für diese ist es immer wieder ein Erlebnis, wie gut die anderen Sinne übernehmen, wenn ein Sinnesorgan seinen Dienst verweigert. »Wir haben im Jahr 2017 wichtige Erfahrungen gesammelt und Menschen ins Museum gebracht, die mangels Angeboten sonst nicht gekommen wären«, sagt Sandra Kittmann.

Museum ohne Hindernisse

Im Rahmen der Zukunftsinitiative werden alle möglichen Aspekte der Barrierefreiheit verbessert. Bauliche Maßnahmen oder inhaltliche Optimierungsmaßnahmen, wie beispielsweise Mehr-Sinne-Angebote in den Ausstellungen, oder inhaltliche Vermittlungskonzepte werden derzeit geplant. Denn die Devise des Museums lautet: »Das Deutsche Museum steht mit seinen Ausstellungen und deren Inhalten allen Menschen offen und trägt Sorge dafür, dass



Gebärdendolmetscherin bei der Führung durch die Sonderausstellung »energie.wenden«.

der Besuch ein bereicherndes Erlebnis für alle wird. Im Hinblick auf die steigende Bedeutung des Themas Inklusion im öffentlichen, kulturellen und bildungsorientierten Bereich strebt das Deutsche Museum an, das naturwissenschaftlich-technische Wissen allen Menschen mit oder ohne motorischen und sensorischen Einschränkungen zugänglich machen.« Für den Freundes- und Förderkreis wird es viele Möglichkeiten des Engagements geben.

Monika Czernin

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:

Claudine Koschmieder · Tel. 089/2179-314 · Fax 089/2179-425

koschmieder@ffk-deutsches-museum.de

Herausragende Publikationen des Deutschen Museums

Im November 2017 wurden im Rahmen eines Festakts im Bibliotheksbau des Deutschen Museums die Publikationspreise für das Jahr 2016 vergeben.

Der Preis wird herausragenden Publikationen zuerkannt, die – jeweils im Vorjahr – am Deutschen Museum oder den kooperierenden Universitätsinstituten entstanden sind. Dabei werden zum einen fachwissenschaftliche Veröffentlichungen (Forschungspreis), zum anderen populärwissenschaftliche Arbeiten (Bildungspreis), normalerweise in Buch- oder Aufsatzform, ausgezeichnet, die von hoher Qualität und in ihrer Art vorbildlich sind.

Die diesjährige Jury, Prof. Dr. Helmuth Trischler, Prof. Dr. Heckl, Ulrike Leutheusser und Prof. Dr. Nickelsen vergaben den **Bildungspreis** für das Jahr 2016 an Professor Dr. Jürgen Teichmann für das Buch *Der Geheimcode der Sterne. Eine neue Landschaft des Himmels und die Geburt der Astrophysik* (Wissenschaft für jedermann, München, Deutsches Museum 2016, 372 S.).

Dies ist ein populärwissenschaftliches Buch im besten Sinne. Jürgen Teichmann erzählt die Entwicklung der Astrophysik im langen 19. Jahrhundert und des durch sie ausgelösten »Wandels des Weltbildes« auf hohem wissenschaftlichem Niveau, anschaulich illustriert und verständlich geschrieben. Ausgangspunkt ist die epochale Entdeckung der dunklen Linien des Lichts im Sonnenspektrum durch Joseph von Fraunhofer im Jahr 1817, in deren Gefolge es im weiteren Verlauf des Jahrhunderts gelang, den »Geheimcode der Sterne« zu entschlüsseln. Als »Spin-off« des Buchs ist zudem eine kleine Ausstellung zum 200-jährigen Jubiläum der Entdeckung der Fraunhofer-Spektrallinien entstanden.

Der **Forschungspreis** wurde Dr. Frank Dittmann verliehen, für die Artikel *Mensch und Roboter – ein ungleiches Paar* (in: Manzeschke, A.; Karsch, F.: *Roboter, Computer und Hybride. Was ereignet sich zwischen Menschen und Maschinen?* Baden-Baden, 2016, S. 15–46) und *Golem, Homunculus und Robot – Zum Diskurs um künstliche Wesen vor 100 Jahren* (in: Fuchs-Kittowski, F.; Kriesel, W.: *Informatik und Gesellschaft. Festschrift zum 80. Geburtstag von Klaus Fuchs-Kittowski*. Frankfurt/M., 2016, S. 123–136).

Ausstellungen basieren im Deutschen Museum meist auf ebenso intensiver wie langjähriger Vorlaufforschung, die zu einem wissenschaftlichen Konzept führt, das schließlich in ein räumliches Arrangement »übersetzt« wird. Diese für ein Forschungsmuseum charakteristi-

sche Verknüpfung von Forschung und Ausstellung macht Frank Dittmann in seinen Arbeiten immer wieder eindrucksvoll deutlich. Er zeigt auf, dass die aktuellen Debatten um die Robotik auf einem langen gesellschaftlichen Diskurs um das Wesen des Menschen fußen, der bis weit in die Aufklärung zurückreicht. Es gehört nicht viel Fantasie dazu, vorherzusagen, dass die Debatten um den Menschen und den Roboter als »ungleiches Paar« durch die rasant voranschreitende Digitalisierung nicht etwa verstummen, sondern weiter an Bedeutung gewinnen werden. Frank Dittmann bringt die Stimme des Deutschen Museums in dieser Debatte zu Gehör, in seinen Publikationen und in Bälde auch in »seiner« Robotik-Ausstellung.

Digitalisiert: Die Objekte der Akademiesammlung

Ein **Sonderpreis** erging an Julia Bloemer und Dr. Benjamin Mirwald für ihren Online-Katalog *Gründungssammlung des Deutschen Museums* (<https://digital.deutschesmuseum.de/projekte/gruendungssammlung>).

Die Gründungssammlung des Deutschen Museums, die sogenannte »Akademiesammlung«, umfasst mehr als 2000 Objekte vom 16. bis zum späten 19. Jahrhundert. Sie beinhaltet nicht nur die ersten Papierfotografien von Carl August Steinheil, sondern auch Meisterwerke der Optik und Feinmechanik von Georg Friedrich Brandt, Georg von Reichenbach und Joseph von Fraunhofer. Diesen herausragenden Bestand haben die beiden Preisträger unter der Leitung des Kurators für Physik, Dr. Johannes-Geert Hagmann, im Rahmen eines DFG-geförderten Projekts wissenschaftlich erschlossen und in vorbildlicher Weise dokumentiert. Sie haben mit diesem Leitprojekt der Digitalisierung des Deutschen Museums den Weg gewiesen, wie sich die umfangreichen Sammlungen im Internet anschaulich präsentieren lassen. Integriert in das Deutsche Museum Digital ist diese Sammlung nun im Open Access für breite Nutzergruppen zugänglich. Und darüber hinaus werden im Blog des Deutschen Museums so einzigartige Objekte wie Anamorphosen – mit Hilfe der Perspektive bewusst verzerrte Darstellungen – spannend vermittelt.

Dorothee Messerschmid

Bestnoten für Qualität

Wir schaffen wertvolles Wissen!

Erfolgreiche Evaluierung: Leibniz-Gemeinschaft bescheinigt dem Deutschen Museum »exzellente Forschungsleistungen« – Grundlage für die weitere Finanzierung in Millionenhöhe.

Das Deutsche Museum umfasst weit mehr als seine Ausstellungen: Zum Haus gehören neben der einzigartigen Sammlung von Meilensteinen aus Naturwissenschaft und Technik auch eigene Werkstätten, ein Archiv, Deutschlands größte Museumsbibliothek und ein international renommiertes und bestens vernetztes Forschungsinstitut. Die Arbeit wird zu gut einem Drittel durch die gemeinsame Forschungsförderung von Bund und Ländern finanziert.

Die Leibniz-Gemeinschaft prüft regelmäßig, ob Konzepte, Qualität und Ergebnisse den Ansprüchen an ein Integriertes Forschungsmuseum genügen. Diese sogenannte Evaluierung fand Anfang des Jahres 2017 statt. Jetzt wurden die Ergebnisse veröffentlicht: Dem Deutschen Museum wird darin »sehr gute« bis »exzellente« Forschungsarbeit bescheinigt. Das ist die Voraussetzung dafür, dass das Museum in den kommenden sieben Jahren bis zur nächsten Evaluierung rund 100 Millionen Euro an forschungsbezogenen Mitteln bekommt.

Hervorragende Wissensvermittlung

Sie tüfteln in Laboren, digitalisieren Exponate, entwerfen Ausstellungskonzepte, entwickeln innovative Bildungsprogramme, verfassen hochwertige Publikationen, kooperieren international, bilden wissenschaftlichen Nachwuchs aus oder veranstalten Workshops und Konferenzen: Hinter den Kulissen des Deutschen Museums arbeitet eine Vielzahl von Menschen daran, neues Wissen zu erschaffen, zu veröffentlichen und zu vermitteln. Seit dem Jahr 2000 ist das Haus als Integriertes Forschungsmuseum Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft.

Diese wiederum überprüft regelmäßig, ob die gewährten Haushaltsmittel zweckgemäß eingesetzt werden. Anfang des Jahres nahm deshalb eine Bewertungsgruppe die Arbeit des Museums genau unter die Lupe.

Die unabhängigen Sachverständigen aus dem In- und Ausland kamen zum Ergebnis, dass »die nach Maßgabe der Förderung für Leibniz-Einrichtungen finanzierten Arbeiten des Deutschen Museums, die sich in fünf Teilbereiche gliedern, in drei Fällen als sehr gut und in zwei Fällen als exzellent bewertet werden«. »Sehr gut« schnitten dabei die Teilbereiche »Forschungsinfrastruktur« (Archiv,



Bibliothek, Objektsammlungen, Deutsches Museum Digital), »sammlungsbezogene Forschung« (Objektforschung und Restaurierungsforschung) und »Vermittlung« (Ausstellungen, Besucherlabore, Bildungsprogramme) ab.

Als »exzellente« wurden die Teilbereiche »Wissenschafts-, Technik- und Umweltgeschichte« sowie die »vermittlungsbegleitende Forschung« (Überführung von Forschungsergebnissen in die Ausstellungen, Wissenschaftskommunikation) bewertet.

»Wir freuen uns natürlich sehr, dass durch diese Bewertung unsere wissenschaftliche Arbeit so deutliche Anerkennung findet«, sagt Helmuth Trischler, Leiter des Bereichs Forschung im Deutschen Museum. »Das gibt uns viel Rückenwind für die Zukunft und bestätigt auch, dass wir konzeptionell gerade mit unseren neuen Dauerausstellungen ab 2020 und langfristig mit der Gesamtplanung für die Museumsinsel auf dem richtigen Weg sind.« ■■

Die Sonderausstellung *Willkommen im Anthropozän* war ein Paradebeispiel für abteilungsübergreifende Arbeit mit zahlreichen Folgeprojekten und begleitet von vielen Vermittlungsprogrammen.

Reif für die Museumsinsel

Das Deutsche Museum bekommt einen der ersten PCs der Welt – und er funktioniert tatsächlich noch.

Achim Baqué ist Software-Entwickler und sammelt historische Computer. Jetzt stellt er dem Deutschen Museum seinen Apple 1 als Dauerleihgabe zur Verfügung. Hier ist er zu sehen bei der Übergabe mit Informatik-Kuratorin Anja Teuner.

TECHNISCHE DATEN

APPLE 1

Entwickler:

Steve Wozniak

Start Verkauf:

11. April 1976

Produziert bis:

30. September 1977

Einführungspreis:

666,66 US-Dollar

Prozessor:

MOS 6502 @ 1 MHz

Arbeitsspeicher:

4 KB; erweiterbar auf 8 KB

oder sogar 48 KB

Datenträger:

Kassetten



Er sieht bei weitem nicht so schick aus wie ein neues iPhone, aber 1976 war er eine Revolution: der Apple 1, entwickelt von Steve Wozniak. Wenn man den Bausatz – ohne Gehäuse – im Laden kaufen wollte, bezahlte man damals 666,66 US-Dollar. Heute legen Sammler oder Museen für einen Apple 1 schon mal bis zu 900.000 US-Dollar auf den Tisch. Jetzt hat das Deutsche Museum den seltenen Computer als Dauerleihgabe bekommen – er ist ab Dezember in der Ausstellung Mikroelektronik zu sehen. Der Apple gehört Achim Baqué, einem Software-Ent-

wickler aus Euskirchen, der historische Computer sammelt. Den Apple 1 hat er 2015 von dem Amerikaner Bob Luther gekauft, der über »seinen« Apple sogar ein Buch geschrieben hat. Luther bekam den Computer wiederum von Joey Copson, der den Rechner im Jahr 1976 erhalten hatte – er war ein Apple-Mitarbeiter der ersten Stunde. Baqué freut sich, dass sein Computer jetzt im Deutschen Museum zu sehen ist: »Bisher lag der Rechner in einem Banksafe in Köln – jetzt können ihn Technikbegeisterte in Augenschein nehmen. Ich wollte, dass er für die Öff-

Außen Schreibmaschine, innen Computer: Der Apple-1-Rechner mit Tastatur, dem Zertifikat und einer Bedienungsanleitung.



fentlichkeit sichtbar ist.« Und warum hat er den Computer dem Deutschen Museum angeboten? Baqué: »Meine Großmutter hat in München gelebt, ich bin als Bub häufig im Deutschen Museum gewesen – und ich war von der Sammlung immer sehr beeindruckt. Ich hatte diverse Angebote, aber das Deutsche Museum war meine erste Wahl.«

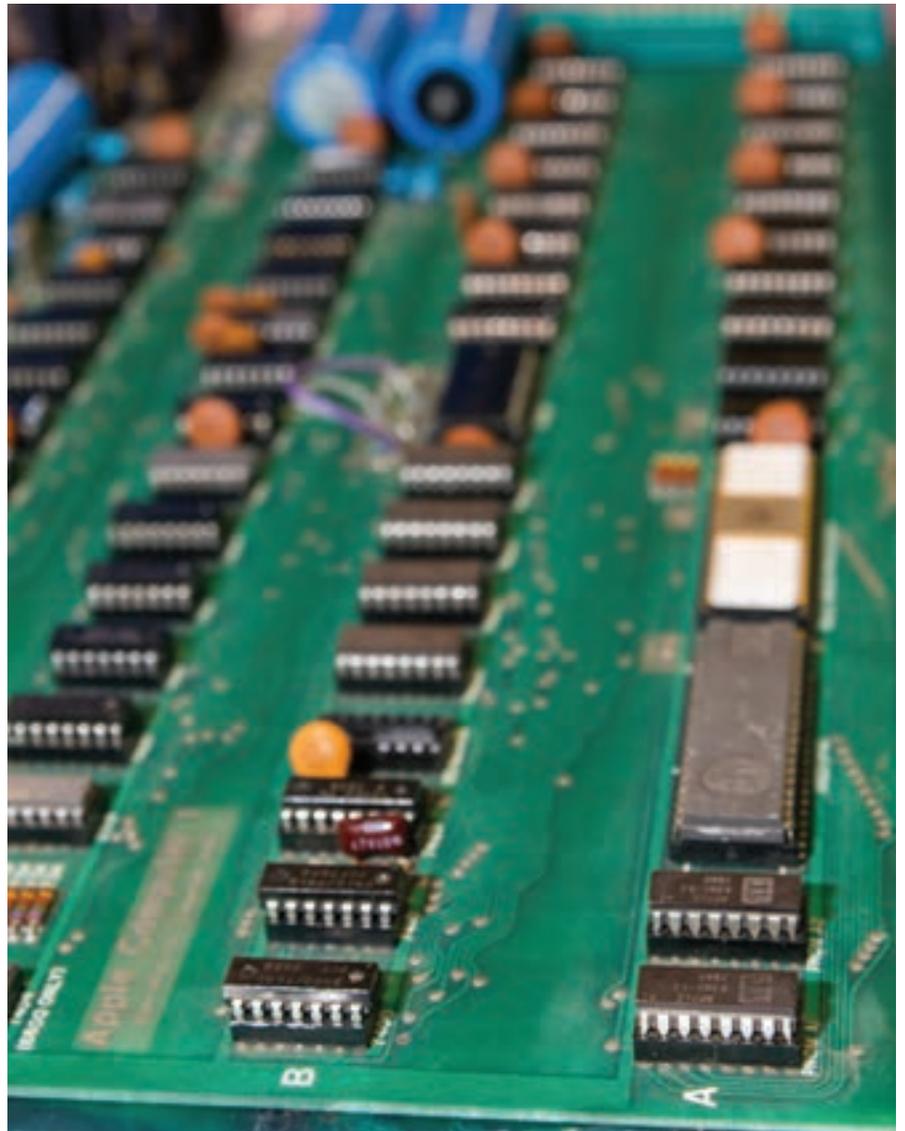
Bausatz aus der Garage

200 Exemplare des Rechners wurden zwischen 1976 und 1977 produziert. Bei den ersten Exemplaren hat noch Steve Wozniak, Steve Jobs Partner, selbst in der Garage von Jobs Eltern Hand angelegt. Das Modell, das das Museum jetzt ausstellt, gehört wohl zu den allerersten 50 Exemplaren – es hat die Seriennummer 22. Weltweit haben knapp 70 Rechner überlebt, aber nur eine Handvoll ist noch funktionsfähig. Wie das Gerät, das jetzt ins Deutsche Museum kommt.

Anja Teuner, Informatik-Kuratorin im Deutschen Museum: »Das Gerät vervollständigt unsere Sammlung von frühen PCs. Wir haben zwar schon einen Apple 2 hier in der Ausstellung, aber das allererste Gerät von Apple hat natürlich einen ganz besonderen Reiz. Es ist zwar nicht der allererste PC, aber Steve Jobs und Steve Wozniak waren die Ersten, die erkannt haben, dass so ein Gerät auch für den Privatgebrauch überhaupt interessant ist – und das ungeheure Potenzial richtig eingeschätzt.«

Besitzer Baqué kann sich noch gut erinnern, wie aufwendig der Import nach Deutschland war – in den Papieren wird dem Computer »ein geschichtlicher und völkerkundlicher Wert« bescheinigt. »Und der Dame von der Zollkontrolle am Frankfurter Flughafen entgleiste kurz das Gesicht, als sie vom Wert des Geräts erfuhr«, erinnert sich Baqué. Er hatte den Apple 1 selbst beim Vorbesitzer in den USA abgeholt.

Der Generaldirektor des Deutschen Museums, Wolfgang M. Heckl, freut sich sehr, diesen Schatz jetzt ausstellen zu können. »Wir haben ja schon einen der ersten Macintosh-Rechner, den Steve Jobs 1985 persönlich bei uns vorbeigebracht hat. Und jetzt wird unsere großartige Computersammlung um ein weiteres wichtiges Stück ergänzt.« ■■





Der Geheimcode der Sterne

Zum 200. Jubiläum zeigt das Deutsche Museum noch bis 28. Februar 2018 zwei Originaldrucke der Fraunhofer-Linien, mit deren Hilfe erst die chemische Zusammensetzung von Atmosphäre und Himmelskörpern ermittelt werden konnte.

Da lag der große Dichter und Denker total daneben: »Abscheulich, wider die Natur des Lichts, letztlich unwichtig, ja sogar störend für jegliche Naturerkenntnis«, urteilte Johann Wolfgang von Goethe über die Fraunhofer-Linien. Als Joseph Fraunhofer vor genau 200 Jahren sein von Hunderten schwarzen Linien durchzogenes Sonnenspektrum in München veröffentlichte, erkannte er allerdings selbst noch nicht die Tragweite seiner Entdeckung. Erst raffinierte Experimente und Ideen von Kirchhoff und



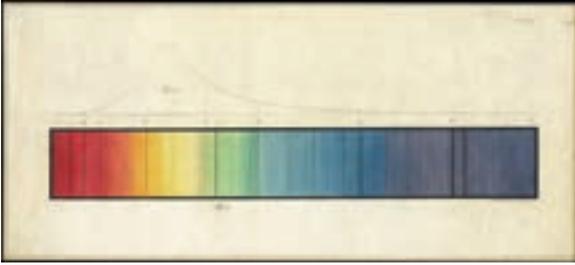
Das Ölgemälde von Rudolf Wimmer aus dem Jahr 1905 zeigt Joseph von Fraunhofer mit einem Prisma in der Hand neben seinem Spektralapparat, mit dem er die dunklen Linien im Sonnenspektrum entdeckte und ihre Lage bestimmte. Kleines Bild: Der Spektralapparat von Fraunhofer.

Bunsen zeigten gut 40 Jahre später, dass Fraunhofer den Schlüssel für den Geheimcode der Sterne geliefert hatte. Das Deutsche Museum feiert das Jubiläum der Fraunhofer-Linien zusammen mit der Bayerischen Akademie der Wissenschaften mit einer Vortragsreihe und einer kleinen Sonderausstellung, bei der bis zum 28. Februar 2018 zwei farbige Originaldrucke des Spektrums aus dem Bestand des Archivs in der Akademiesammlung gezeigt werden.

»Wir sind heute dank der allgegenwärtigen Barcodes an verschlüsselte Informationen mit Strichen gewöhnt«, sagt Jürgen Teichmann, der die Sonderausstellung kuratiert hat, »aber als Fraunhofer vor über 200 Jahren diese schwarzen Linien im Farbenspektrum der Sonne entdeckte, war das noch völlig mysteriös.« Fraunhofer verstand und nutzte sie als Messmarken, innerhalb der sonst ineinander verschwimmenden Farben von Rot bis Violett. Er wollte sie möglichst präzise und dabei ästhetisch eindrucksvoll darstellen. Wegen Fraunhofers Perfektionismus verzögerte sich die Veröffentlichung in den Denkschriften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften erheblich, bis die Schwarz-Weiß-Abdrucke des Spektrums seinen Ansprüchen genügten. »Fraunhofer hätte das Sonnenspektrum natürlich gerne so farbensprühend dargestellt, wie es in seinen Experimenten mit Glasprisma und Fernrohr zu sehen war«, erzählt Teichmann, »aber das gab die Drucktechnik damals nicht her.«

Einige Jahre später versuchte der junge Wissenschaftler es schließlich doch in Farbe. Drei handkolorierte Einzel Exemplare aus dieser Zeit sind erhalten. »Zwei davon befinden sich im Besitz des Deutschen Museums und werden jetzt zum ersten Mal der Öffentlichkeit präsentiert«, sagt Kurator Teichmann. Dazu werden einige Originalinstrumente und verschiedene Veröffentlichungen ausgestellt, die die Bedeutung der Fraunhofer-Linien für die moderne Astrophysik erläutern. Denn Gustav Robert Kirchhoff und Robert Bunsen fanden etwa 1860 heraus, dass jedes chemische Element mit einer spezifischen Anzahl und Anordnung von Spektrallinien assoziiert war. »Das heißt, dass man mit den Linien bestimmen konnte, aus welchen chemischen Elementen ein Himmelskörper besteht, indem man seine Strahlung untersuchte«, erklärt Jürgen Teichmann.

Mit der Identifikation der Fraunhofer-Linien als »Bar-



Schwarze Striche durchziehen das Sonnenspektrum. Eines der beiden farbigen Originalblätter mit den Fraunhofer-Linien aus dem Archiv, die jetzt zum ersten Mal der Öffentlichkeit präsentiert werden. Bild rechts: Der Fraunhofer-Refraktor.

code der chemischen Elemente in der Sonnenatmosphäre« begann der Siegeszug der optischen Spektroskopie. Im Laufe der Zeit wurden die Messmethoden erweitert und verfeinert, was viele herausragende Forschungsergebnisse brachte. Von Hubble und der Kosmologie um 1926 über die Entdeckung der Quasare 1964 bis zur Entdeckung des riesigen Magnetfelds eines Röntgenpulsars 1978 wird die Bedeutung der feinen schwarzen Striche in der kleinen Sonderausstellung rund um die farbenfrohen Originalblätter verdeutlicht.

Wie bahnbrechend Fraunhofers Linien für die Entwicklung unserer modernen Gesellschaft waren und sind, das belegen auch die Vorträge im Rahmen der Jubiläumsausstellung: »Die Geburt der Astrophysik«, »Die Jagd nach dem Schwarzen Loch« oder die Optische Erkennung von Materialien bis hin zum ersten Schritt zu Bio-Solarzellen.

»Abscheulich durchstricheltes Spektrum«

Das dritte erhaltene farbige Originalblatt des Spektrums befindet sich übrigens im Goethe-Nationalmuseum in Weimar. Samuel Thomas Sömmering, ein Freund Fraunhofers und Goethes, hatte es selbst an den Dichterfürsten geschickt, mit dem Hinweis, dass die dunklen Linien »das Schattige« der Farben nach Goethes Theorie darstellen könnten. Doch der große Denker akzeptierte letztlich dieses abscheulich »durchstrichelte« Spektrum, wie er es nannte, nicht. In einem seiner Gedichte heißt es: »Die Sterne, die begehrt man nicht, man freut sich ihrer Pracht«. Aber dank Fraunhofer und seiner Linien wissen wir heute bis ins Kleinste, was von dort oben so prächtig auf uns scheint.

Nach Joseph Fraunhofer sind in München eine Straße und eine Schule benannt. Außerdem wird der Optiker mit einer Büste in der Ruhmeshalle und einer Bronzestatue an der Maximilianstraße geehrt. Ein großes Porträt Fraunhofers hängt auch im Ehrensaal des Deutschen Museums. Außerdem befindet sich neben einigen Instrumenten in der Sammlung auch der Nachlass Fraunhofers im Archiv des Deutschen Museums. Die Fraunhofer-Gesellschaft verfolgt nach dem Vorbild des Physikers die Verbindung von exakter wissenschaftlicher Arbeit und deren praktische Anwendung für innovative Produkte. ■■



Joseph Fraunhofer (ab 1824 von Fraunhofer)

- ▶ Geboren am 6. März 1787 in Straubing
- ▶ Lehre als Spiegelschleifer in München
- ▶ 1806 Eintritt in die optische Abteilung des Mathematisch-Feinmechanischen Instituts von Reichenbach, Utzschneider und Liebherr für die Herstellung von astronomischen und geodätischen Instrumenten (zunächst in München, ab 1807 in Benediktbeuern)
- ▶ 1809 in der Geschäftsleitung, ab 1811 auch Betriebsleiter der Glasschmelze; Entwicklung von neuen Schleifmaschinen und Glassorten für optische Gläser (schlieren- und blasenfreies Flintglas), die die Linsenqualität verbesserten
- ▶ 1814 Teilhaber des Optischen Instituts; Verbesserung des achromatischen Linsenpaares für astronomische Beobachtungen
- ▶ Wahrscheinlich schon 1814 Entdeckung der Linien im Sonnenspektrum
- ▶ 1817 Veröffentlichung seiner Entdeckung in den Denkschriften der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
- ▶ 1824 Vollendung des Baus seines größten Fernrohres für die russische Sternwarte Dorpat – heute Tartu, Estland (Öffnung 24,4 cm, Brennweite 4,33 m); ein zweites, sehr ähnliches Exemplar erhielt 1829 die Berliner Sternwarte; mit ihm wurde 1846 von Johann Gottfried Galle der Neptun entdeckt (dieser Fraunhofer-Refraktor ist heute im Deutschen Museum zu sehen)
- ▶ 1817 Aufnahme in die Bayerische Akademie der Wissenschaften als korrespondierendes Mitglied, 1821 als außerordentliches Mitglied
- ▶ 1823 besoldeter Professor und Konservator des Physikalischen Kabinetts
- ▶ 1824 Ritterkreuz des Verdienstordens der Bayerischen Krone, Erhebung in den persönlichen Adelsstand
- ▶ Gestorben am 7. Juni 1826 in München (Todesursache Lungentuberkulose)

Silentium

Text: Daniel Schnorbusch

Illustration: Michael Wirth



Ich sage jetzt nichts mehr. Ich höre einfach damit auf. Alle reden. Ich rede nicht. Ich verstumme. Schluss mit dem ewigen Gequatsche, dem ganzen Gerede, dem endlosen Argumentieren! Eisernes Schweigen sollte meine schärfste Waffe sein. Das wurde mir in demjenigen Bruchteil derjenigen Sekunde klar, als ich die Faust aufblitzen sah und den Schlag in meinem Gesicht spürte und dann nichts mehr. Fräulein Schröder sagte später: »Das hättest du nicht sagen dürfen.« Erst wollte ich einwenden, dass ich ja schließlich nicht angefangen hatte, dass es unter zivilisierten Menschen doch möglich sein müsste u.s.w. Aber ich ließ es.

Ich nahm die Teekanne und goss mir eine Tasse Tee ein. Ich trank einen Schluck Tee. Ich setzte die Tasse ab. Ich nahm das Messer und die Butter und den Toast. Ich schmierte Butter auf den Toast und fasste den Löffel. Mit dem Löffel nahm ich etwas Orangenmarmelade aus dem Glas und verteilte die Orangenmarmelade auf der Toastscheibe. Ich biss in die Toastscheibe und aß. Ich sah zu Fräulein Schröder hinüber. Fräulein Schröder bereitete sich ihr Müsli zu und schnitt eine halbe Banane in Scheiben. Sie schob die Bananenscheiben mit dem Messer vom Brett in die Müsli-Schale. Sie fragte mich: »Wie geht es dir, wie geht es deinem Auge, hast du einigermaßen geschlafen?« Ich nickte und nahm den nächsten Bissen Toast und den nächsten Schluck Tee. Sekunden vergingen, Minuten. »Ist alles in Ordnung mit dir?«, wollte Fräulein Schröder wissen, »du sagst ja gar nichts.« Ich nickte ihr zu und lächelte dabei. Auf das zweite Toast kam Johannisbeergelee. Die Johannisbeeren stammten aus unserem Garten. »Hab ich dir was getan?« Ich schüttelte den Kopf, lächelte Fräulein Schröder erneut sanft an und biss in mein Johannisbeergeleetoast. »Also das geht doch so nicht! Du musst etwas sagen!« Fräulein Schröders Stimme klang hörbar gereizt. Und auch ein wenig enttäuscht, ein wenig in Sorge. Konnte ich ihr eine Antwort verweigern? Nichts sagen? Nur nicken? Nur lächeln? Sollte ich mein Schweigegelübde bereits acht Stunden, nachdem ich es vor mir und allen Heiligen des Himmels abgelegt hatte, schon wieder brechen? Nachdem ich einen langen Moment ernsthaft erwogen hatte, in ein Kartäuserkloster zu gehen und den Rest meines Lebens in der totalen Stille zu verbringen. Ich sagte: »Ich werde nie wieder sprechen.« Sie sagte: »Wie bitte? Du willst mit mir nie wieder sprechen, nur weil ich gesagt habe, dass du diesem Typen nicht hättest sagen sollen, dass er ein minderbemittelter Ignorant sei, ein kleines, machtgeiles Arschloch, ein Nazi?« Ich zögerte. »Das habe ich erst gesagt, als er zu mir gesagt hatte, ich solle meine Tusse nehmen und Leine ziehen, sonst gäbe es was aufs Maul. Und mit ‚Tusse‘ damit warst du gemeint.« »Ja, aber davor hast du zu ihm gesagt, dass er dir leid täte, weil solche Würstchen wie er immer nur Türsteher sein würden, aber offenbar ja sogar damit überfordert seien.« »Das habe ich aber erst gesagt, nachdem er mir gesagt hatte, dass wir uns unsere Tickets sonst wohin schieben könnten.« »Stimmt, aber davor hattest du ihn gefragt, ob er überhaupt lesen und schreiben könne.« »Das war ja auch eine völlig berechtigte Frage, so lange, wie

der da auf die Tickets gestarrt hat, um dann zu behaupten, dass die ungültig seien.« »Naja, damit hatte er dann ja auch am Ende recht.« »Nein hatte er nicht. Die Tickets waren gültig. – Nur der Tag war leider falsch.« »Eben!« – »Kann ja sein. Das ist aber noch lange kein Grund, einem die Tickets zu zerreißen, einen zur Seite zu schubsen und zu höhnen ›Netter Versuch. Aber so blöd bin ich nicht‹, so, als ob wir es nötig hätten, uns mit gefälschten Karten in ein Konzert hineinzumogeln. Ich bin nicht mehr 17! Das musste der doch sehen!« »Nun gib doch mal zu, dass das unser Fehler war, dass du dich um eine Woche vertan hast und wir uns ja schon in der Schlange gewundert hatten, was für Leute neuerdings Jazz hören wollen. Wir hätten es merken müssen!« Es hatte keinen Sinn mit Fräulein Schröder zu diskutieren. Ich dachte an die schweigenden Mönche in ihrer Kartause und war mir sicher, dass diese niemals ein blaues Auge haben würden, außer sie knallten im Gebetstrance mit dem Kopf auf die Kirchenbank.

Die kommenden Wochen waren jedenfalls äußerst harmonisch. Ich sprach nur noch das Nötigste, während meine Sinne umso genauer wahrnahmen, was sich um mich herum ereignete. Ich sah, ich hörte, ich tastete. Beim Bäcker, am Kiosk, an der Wursttheke, ich zeigte nur noch auf die Dinge und nickte oder schüttelte den Kopf. »Presssack?«. Kopfschütteln. »Sülze?« Kopfschütteln. »Die italienische Salami hier im Angebot?«. Nicken. »100 Gramm?« Kopfschütteln. »200 Gramm?« Nicken. Auseinandersetzungen gab es auch nicht mehr, denn Fräulein Schröder war notgedrungen ebenfalls verstummt. Wir verstanden uns wortlos und lächelten viel. Sie zeigte auf die Teekanne und ich schenkte ihr ein, ich blickte starr auf die Semmeln und sie gab mir eine.

Kompliziert wurde es allerdings etwas, als ich die Anfrage zu einem Vortrag erhielt. Wie sollte ich 45 Minuten über das Thema »Aggression und Reaktion« sprechen und anschließend darüber diskutieren, ohne ein einziges Wort zu sagen? Aber genau so machte ich es dann. Ich zeigte eine Folie, auf der nichts zu sehen war und ich schwieg. 45 Minuten herrschte Stille im Saal. Nur hie und da hustete jemand. Einige lachten. Andere verließen den Raum und knallten die Tür. »Unverschämtheit!«, rief jemand. Einige schliefen. Ich nickte. Ich zeigte in den Raum. Ich lächelte. Und auch die Diskussion war äußerst fruchtbar. Ich hielt mich völlig raus. Am Ende schaltete ich den Beamer aus und verbeugte mich. Niemand rührte sich. Applaus gab es auch keinen. Als der Veranstalter mir eröffnete, dass er mir leider kein Honorar zahlen könne, da ich ja nichts gesagt habe, sagte ich nichts. ■■



Dr. Daniel Schnorbusch

geboren 1961 in Bremen, aufgewachsen in Hamburg, Studium der Germanistischen und Theoretischen Linguistik, Literaturwissenschaft und Philosophie in München, ebendort aus familiären Gründen und nicht mal ungern hängengeblieben, arbeitet als Lehrer, Dozent und freier Autor.



»Smart City« lautet das Schlagwort der digitalen Industrie. Intelligente Systeme sollen Städte besser organisieren.

Städte in Bewegung

Weltweit zieht es Menschen in die Metropolen, und alle Anzeichen deuten darauf hin, dass dieser Trend auch in den kommenden Jahren anhalten wird. Die Stadt bietet allein aufgrund ihrer verdichteten Raumstruktur zahlreiche Vorteile für die Organisation des individuellen wie des gemeinschaftlichen Lebens. Der Münchner Soziologe Armin Nassehi bringt es auf den Punkt: »In Städten [kommt] zusammen, was nicht zusammengehört.« Das ist einer der Gründe für die global ungebrochene Faszination und Anziehungskraft der Städte, aber auch Ursache für die vielfältigen Probleme und Konflikte, mit denen sie sich auseinandersetzen müssen. Bei aller Unterschiedlichkeit der Konzepte für eine sozial und ökologisch verträgliche Entwicklung von Städten, eines gilt für alle: Die Digitalisierung wird gerade im städtischen Raum als große Chance gesehen, um wachsende Menschenmassen intelligent von A nach B zu befördern, die Ver- und Entsorgung zu koordinieren oder Arbeit neu zu organisieren. In unserer nächsten Ausgabe fragen wir unter anderem nach innovativen Modellen der Stadtentwicklung und stellen Ihnen unterschiedliche Strategien zur Gestaltung der Stadt von morgen vor.



An den Rändern chaotisch wachsender Städte bilden sich oft riesige Slums (im Bild: Favela in Rio de Janeiro). Der Umgang mit den sozialen Verwerfungen aufgrund unkontrollierten Wachstums ist eine gewaltige Herausforderung für Politik und Planung.

Sabrina Landes

Impressum

Das Magazin
aus dem Deutschen Museum

42. Jahrgang

Herausgeber: Deutsches Museum München
Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl
Museumsinsel 1, 80538 München
Postfach 80306 München
Telefon (089) 21 79-1
www.deutsches-museum.de

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

Beratung: Dr. Christian Sicka

Redaktionsleitung: Sabrina Landes, Agentur publishNET,
Hofer Straße 1, 81737 München, landes@publishnet.org;
Redaktion: Rosa Stüß (Redaktion), Birgit Schwintek (Grafik), Inge Kraus (Bild), Andrea Bistrich, Manfred Grögler (Korrektorat)

Verlag: Verlag C.H.Beck oHG, Wilhelmstraße 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München, Telefon (089) 3 81 89-0, Telefax (089) 3 81 89-398, www.chbeck.de

Redaktioneller Beirat: Dr. Jörn Bohlmann (Kurator Schifffahrt), Dr. Frank Dittmann (Kurator Energietechnik, Starkstromtechnik, Automation), Gerrit Faust (Leiter Presse- und Öffentlichkeitsarbeit), Dr. Nina Möllers, Prof. Dr. Elisabeth Vaupel (Forschungsinstitut)

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

Anzeigen: Bertram Götz (verantwortlich), Verlag C.H.Beck oHG, Anzeigenabteilung, Wilhelmstr. 9, 80801 München; Postfach 400340, 80703 München; Diana Wendler, Telefon (089) 3 81 89-598, Telefax (089) 3 81 89-599. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 34, Anzeigenschluss: sechs Wochen vor Erscheinen.

Repro: Rehbrand Medienservice GmbH, Hauptstraße 1, 82008 Unterhaching

Druck, Bindung und Versand: Kessler Druck+Medien GmbH & Co. KG, Michael-Schäffer-Straße 1, 86399 Bobingen

Bezugspreis 2018: Jährlich 26,- Euro Einzelheft 7,80 Euro, jeweils zuzüglich Versandkosten

Für Mitglieder des Deutschen Museums ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten (Erwachsene 52,- Euro, Schüler und Studenten 32,- Euro). Erwerb der Mitgliedschaft: schriftlich beim Deutschen Museum, Postfach 80306 München.

Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. ist der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag enthalten. Weitere Informationen: Georg-Agricola-Gesellschaft, Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte, TU Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg, Telefon (03731) 393406

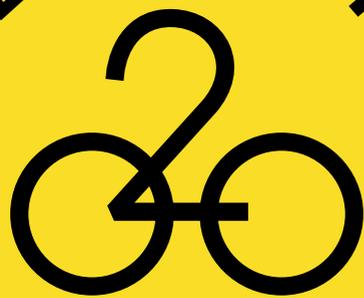
Bestellungen von Kultur & Technik über jede Buchhandlung und beim Verlag. Abbestellungen mindestens sechs Wochen vor Jahresende beim Verlag.

Abo-Service: Telefon (089) 3 81 89-679

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

BALANCEAKTE



JAHRE
RADFAHREN



SONDERAUSSTELLUNG
28.7.2017 - 22.7.2018

Deutsches Museum
VERKEHRSZENTRUM

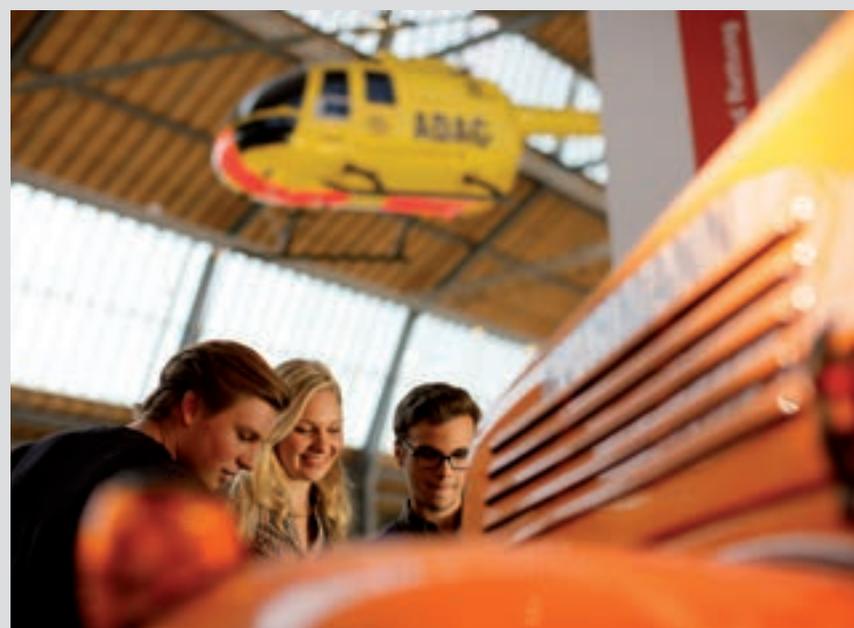




Verschenken Sie ein Museum!

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/unterstuetzung/mitglied-werden/
oder bei Ihrer Mitgliederbetreuung: Tel. 089/ 2179-310, Fax 089/ 2179-438



Deutsches Museum

