

Das Magazin des Deutschen Museums

02/2023 B 9797 10 Euro

KULTUR & TECHNIK

Von der Kunst, verlorene Gliedmaßen zu ersetzen



Deutsches Museum



4750202302

Vorwort

Jedes Jahr verlieren in Deutschland fast 100.000 Menschen einzelne oder sogar mehrere Gliedmaßen durch Unfall oder Krankheit. Hinzu kommen all jene, denen einzelne Gliedmaßen von Geburt an fehlen. Es ist also eine ziemlich große Gruppe an Menschen, die hier auf Hilfsmittel angewiesen sind. Unsere Autorinnen und Autoren erzählen von der Kunst, die fehlenden Gliedmaßen zu ersetzen. Den Anfang macht Florian Breitsameter, Kurator unserer Ausstellung Gesundheit, mit einem historischen Überblick, der zeigt, dass in nicht einmal 100 Jahren Großartiges im Bereich der Prothetik geleistet wurde. Mithilfe geeigneter Beinprothesen können AthletInnen heute Spitzenergebnisse erzielen. Und auch auf dem weit komplexeren Gebiet der Handprothetik gibt es äußerst vielversprechende Ansätze. Neue Materialien in Kombination mit intelligenten Systemen und innovativen Fertigungs-techniken haben diese Entwicklung beschleunigt.

In Deutschland und Europa gibt es für die Betroffenen heute tatsächlich viele Möglichkeiten, ganz selbstverständlich am Leben teilzunehmen. Anders sieht das in Entwicklungs- und Schwellenländern oder gar in Kriegsgebieten aus. Von unseren Hightech-Prothesen können die Menschen dort nur träumen. Sie sind nach einer Amputation oft zu einem Leben in Armut und Elend verdammt. Seit Jahrzehnten bemüht sich das Internationale Rote Kreuz, diesen Menschen zu helfen. Das IRK hat 1993 sogar ein eigenes Zentrum in Genf gebaut, wo preisgünstige aber rundum funktionale Prothesen hergestellt werden.

In der Ausstellung Gesundheit können Sie die Entwicklung von Ersatzteilen an Originalobjekten studieren und Einiges auch selber ausprobieren. Die Ausstellung eignet sich für die ganze Familie, es gibt auch eine eigene Kinder-spur mit tollen Erklärungen und zahlreichen „funny facts“ für den Nachwuchs.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen beim Lesen
und freue mich auf Ihren Besuch im Deutschen Museum

Ihr Prof. Dr. Wolfgang M. Heckl



INHALT

Über die Kunst, verlorene Gliedmaßen zu ersetzen

04 — 12 **Alltagshelfer**
Die Geschichte der Prothesentechnik

14 — 15 **Die Hand des Mechanikers Will**
Die Prothese aus den Museums-Werkstätten

16 — 20 **Der Blade-Jumper**
Interview mit Spitzensportler Markus Rehm

22 — 23 **Maßarbeit**
Über die Anfertigung von Prothesen

24 — 28 **(R)evolution bis in die Fingerspitzen**
Ersatz für fehlende Hände

30 — 32 **Die Faszination von Spinnenbeinen**
Interview mit Stefan Schulz

Magazin

34 — 37 **MikroMakro**

38 — 43 **Neues aus dem Deutschen Museum**

44 — 45 **Mitgliederservice**

46 — 47 **Freundes- und Förderkreis**

48 — 49 **Schlusspunkt**



ALLTAGS- HELFER

Nach dem ersten Weltkrieg gab es so viele Kriegsversehrte wie nie zuvor. Verbesserte Prothesen sollten den Invaliden helfen, wieder zu arbeiten und am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen.

Von Florian Breitsameter

Am 1. August 1914 erklärte das Deutsche Reich dem russischen Zarenreich den Krieg. Mit dem Einmarsch deutscher Truppen am 2. August in Luxemburg und am 3. August in Belgien begann für die Deutschen der Erste Weltkrieg. Im Glauben an einen raschen Sieg meldeten sich Hundertausende junge Männer als Freiwillige an die Front.

Auf die in manchen Kreisen vorhandene Begeisterung folgte schnell die Ernüchterung – aus der propagierten „Freien Fahrt über Lüttich nach Paris“, die jubelnde Soldaten auf den Truppentransport, der sie an die Front brachte, geschrieben hatten, wurde ein Weltkrieg, der schnell alles in den Schatten stellte, was man bis dahin kannte.

Die Folgen eines Krieges dieser Dimension waren völlig unterschätzt worden. Waren früher Kriege noch hauptsächlich auf dem Pferd und zu Fuß geführt worden, so kamen nun Panzer, Flugzeuge und Artillerie zum Einsatz. Die vor dem Krieg geäußerte Hoffnung, dass moderne und stärkere Waffen und der Einsatz von Waffen mit größerer Reichweite zu weniger Opfern führen würde, erwies sich als fatale Fehleinschätzung. Der Stellungskrieg und die Erfindung des Maschinengewehrs führten dazu, dass an manchen Kriegstagen so

viel Munition verschossen wurde, wie im kompletten Deutsch-Französischen Krieg 1870/71 zusammen! Mitte Januar 1915, also nicht mal ein halbes Jahr nach Kriegsbeginn, ging man bereits von etwa 30.000 Kriegsversehrten aus – meist junge Männer, die als Soldaten in den Krieg gezogen waren, und nun als sogenannte Krüppel wieder nach Hause zurückkehrten. In einer Rede vor dem Reichstag fasste der Orthopäde Professor Dr. Konrad Biesalski (1868–1930) die Situation damals so zusammen: „Wir stehen also vor einem Problem von denkbar grösster ethischer und wirtschaftlicher Bedeutung, das alle Deutschen gleichmäßig angeht; denn es ist selbstverständlich, daß wir nicht, wie in früheren Jahren, es zulassen können, daß diese Verwundeten und Krüppel nun als Leierkastenmänner oder als Hauiserer durch die Straßen ziehen. Und doch ist diese Gefahr groß: Eine Fabrik baut schon Tausende von Leierkästen, und eine andere ist daran, kitschige patriotische Bilderbogen fertigzustellen, die sie durch solche Krüppel vertreiben lassen will. Wir können einfach den Gedanken nicht ertragen, daß diese Leute als Bettler herumlaufen; wir müssen dafür sorgen, daß sie wieder aufrechte und selbstständige Männer werden wie vor dem Kriege, das heißt, wir müssen ihnen Arbeit schaffen und eine freie, selbstständige Existenz, damit sie vor sich selber Hochachtung haben, und ihre Nachkommenschaft vor ihnen, und damit sie bis auf den ‚kleinen Schaden‘, den sie nun einmal erlitten haben,

„Denkmal der unbekannten Prothesen“ nannte der Künstler Heinrich Hoerle (1895–1936) seine Karikatur von 1930. (Öl auf Pappe. Von der Heydt-Museum, Wuppertal)

in der Masse des Volkes untergetaucht, wieder dieselben sind, wie vorher.“

Durch die neue Art der Kriegsführung hatte sich die Art der Verletzungen verändert und die Wehrmedizin musste neue Therapieformen entwickeln. Bei einem Großteil der verwundeten Soldaten wurden bei Verletzungen die Gliedmaßen amputiert, weil weder genügend Material noch Zeit für aufwendigere Versorgungen zur Verfügung standen. Die besonderen Anforderungen, die der Krieg an die Medizin stellte, führten aber auch zur Weiterentwicklung verschiedenster medizinischer Verfahren und Forschungen, beispielsweise der Bluttransfusion, der Prothetik und der plastischen Chirurgie.

Waren im Deutsch-Französischen Krieg 1870/71 noch 80 bis 90 Prozent aller »Schussbrüche« (wenn eine Kugel auf einen Knochen trifft und ihn zersplittert) verstorben, überlebten nun viele der so verletzten Soldaten und wurden zu Kriegsinvaliden (seit Mai 1915 in Preußen der offizielle Begriff).

Fortschritte bei der Behandlung von Wunden

Denn durch die Anwendung antiseptischer Maßnahmen, die Impfungen gegen Wundstarrkrampf und andere Infektionskrankheiten erhöhten sich die Überlebenschancen von Verwundeten enorm. Soldaten, die früher ihren Verletzungen erlegen wären, überlebten nun das Grauen des Krieges. Zurück blieben jedoch oftmals vom Krieg entstellte Menschen, deren schwere Verletzungen zur Herausforderung für die plastische Chirurgie und vor allem für die Prothetik wurden.

Schon kurz nach Beginn des Krieges, im Winter 1914/15, wurde vielen klar, dass mit der reinen Wundbehandlung die Arbeit der Medizin nicht erledigt war. Waren bis dahin Prothesen und hier vor allem Armprothesen – entweder funktionslos oder Einzelstücke gewesen, begann man sich nun genauer mit dem Problem auseinanderzusetzen, wie man den oftmals jungen Männern, die als Soldaten im Krieg zu Invaliden geworden waren, wieder eine Lebensperspektive eröffnen könnte. Am Ende des Ersten Weltkriegs stand eine Bilanz von mehr als zwei Millionen dauerhaft versehrten Soldaten!

Mobil mit dem Stelzbein aus Holz

In einem historischen Grab in Italien wurde bereits Ende des 19. Jhd. neben einem Skelett, dem ein Teil des rechten Unterschenkels fehlte, eine einfache Bein-

prothese gefunden. Dieser später als „Stelzfuß von Capua“ bekannt gewordene Fund, datiert in die Zeit um 300 v. Chr. und war aus Bronze gefertigt. Stelzbeine, bzw. Holzbeine, sind uns heute nur noch aus Piratenfilmen bekannt, sie waren aber tatsächlich lange Zeit die beste Versorgung für Menschen, die unterhalb des Knies amputiert worden waren. Ein Stelzbein ist sehr einfach aufgebaut – auf einem Stock (einer Stelze), der die Länge des Unterschenkels hat, ist ein Plateau mit einem Kissen montiert. Der Patient kniet nun mit dem noch vorhandenen Knie auf dem Kissen. Der Rest des Unterschenkels zeigt dabei nach hinten und wird so fast unsichtbar für den Blick von vorne. Schienenartige Fortsätze links und rechts führen nach oben und ermöglichen es, die Stelze mit Ledergurten am Oberschenkel zu befestigen. Obwohl es eine sehr einfache Konstruktion ist, ermöglicht das Stelzbein ein relativ sicheres Gehen und machte die betroffene Person vor allem auch sehr wendig. Durch das „Knieen“ und die damit nicht vorhandene Belastung des Stumpfes war auch ein längeres Tragen – allerdings kein normales Sitzen – möglich.

Problematischer war die Anpassung bei einer Oberschenkelamputation, da die Person hier aufgrund des Verlustes des Knies sozusagen auf dem Stumpf gehen musste, der in einem Köcher gefasst war, der wiederum mit einem Becken- oder Schultergurt gesichert werden musste. Dies führte am empfindlichen Stumpf oft zum Wundreiben und zu Entzündungen. Selbst im Ersten Weltkrieg wurden viele Betroffene noch mit einer solchen Konstruktion versorgt!

Verbesserte Konstruktionen und neue Materialien

Bereits im späten 18. und vor allem im 19. Jhd. wurden aber auch schon erste bewegliche Knie- und Fußgelenke entwickelt, die das Gehen weniger mühsam machen sollten. Basierend auf den wachsenden anatomischen Kenntnissen wurden die Beinprothesen so verbessert, dass eine bessere Standsicherheit erreicht und gleichzeitig auch ein Gehen und Sitzen mit den Prothesen möglich wurde. Auch die eingesetzten Materialien veränderten sich – Leder und Stahlschienen sorgten für einen besseren Tragekomfort. Bei diesen Prothesen wurde der Amputationsstumpf in einen Lederköcher gebettet und die Prothese durch eine Oberschenkelmanschette am Bein gehalten oder bei Oberschenkelamputation mit Gurten am Körper befestigt.

Ausgelöst durch den Ersten Weltkrieg wurde auch wieder vermehrt Holz beim Bau von Beinprothesen ein-

gesetzt. Der Werkstoff Holz hat vor allem den Vorteil, dass man die Stellung von Stumpfbett und Gelenkachsen während der Prothesenherstellung verändern und anpassen kann. Außerdem ist Holz leichter als Stahl und Leder, behält seine Form und ist besser zu reinigen. Gleichzeitig erlaubte es die industrielle Vorfertigung von sogenannten Passteilen: Aus dem Knie-Waden- und dem Fuß-Passteil wurde die Prothese durch den Orthopädiertechniker für den Patienten zusammengestellt – die Stumpfbettung wurde individuell angefertigt. Heute haben Kunststoffe Holz und Leder verdrängt.

Wieder zugreifen können

Der Ersatz von Hand und Arm ist weitaus schwieriger als der eines Beines, denn mit den Händen nehmen wir Kontakt zu unserer Umwelt auf – wir „begreifen“ wortwörtlich unsere Umgebung. Beim Greifen und Festhalten von Gegenständen arbeiten Auge und Hand im Allgemeinen zusammen – das Auge erblickt das Objekt, die Hand greift danach, die Finger legen sich um den jeweiligen Gegenstand. Dabei erfährt die Hand das, was sie anfasst und kann den Griff, wenn nötig, enger schließen und den Druck verstärken. Die Sensorik der Haut ermöglicht es uns aber nicht nur, etwas festzuhalten oder an einen anderen Ort zu bewegen, sondern liefert uns darüber hinaus auch Informationen über seine Beschaffenheit, Oberflächenstruktur, Elastizität, Form oder Temperatur. Auch „blind“ greifend können wir erkennen, ob wir ein Buch, ein Glas oder ein Tuch in der Hand haben. Diese Informationen fehlen dem Amputierten. Die Amputation der Hände ist deshalb vielleicht auch der schmerzlichste Verlust von allen Gliedmaßen.

Die Eiserne Hand des Götz von Berlichingen (1480–1562) ist bei weitem nicht das einzige und älteste, aber doch das bekannteste Beispiel für eine sogenannte Eiserne Hand, also einen frühen Versuch, eine Hand durch eine Prothese funktionell zu ersetzen (siehe auch Beitrag Merl, S. 29) Mit der gesunden Hand konnten die geöffneten Finger zur Handinnenfläche hingedrückt und arretiert werden. Zum Öffnen musste die Arretierung wieder gelöst werden. Solche Kunsthände werden passive Prothesen genannt, da zur Bedienung immer eine zweite Hand nötig ist.

Um aber wirklich wieder aktiv zugreifen zu können und eine künstliche Hand »willkürlich«, also willentlich, öffnen und schließen zu können, muss der Prothesenträger irgendwie die Kraft oder zumindest die Signale seines eigenen Körpers zur Steuerung und Bewegung der Hand nutzen können. Die erste funktionierende



Oberarmprothese von 1922. Für das Zugreifen der Finger wird die Kraft von der Schulterbandage über einen Lederriemen und eine Kette, die über zwei Rollen geführt ist, geleitet. Der Arretierungshebel für die Greifbewegung befindet sich an der Hand.

Lösung für dieses Problem entwickelte der Zahnarzt und Chirugietechniker Peter Ballif (1775–1831) zu Beginn des 19. Jhds. Er konstruierte eine Armprothese mit einer Hand aus Messingblech, bei der im Ruhezustand mit angewinkeltem Arm Federn die beweglichen Finger zu einer Faust zusammendrückten. Um die Hand zu öffnen, musste nur der Arm am Ellenbogen durchgestreckt werden, und über ein System von Zugschnüren aus Darmsaiten wurde so die Kraft aufgebracht, um die Finger zu bewegen.

Damit dies funktionierte, musste die Armprothese mit einem Schultergurt gehalten werden. So konnte die Hand selbstständig geöffnet oder geschlossen werden, jedoch waren für relativ kleine Bewegungen der Hand aufwendige Bewegungen von Schulter und Ellenbogen notwendig. Noch heute werden zugbetätigte Armprothesen nach diesem Prinzip gebaut, bei denen eine Bewegung des Ellbogens und der Schulter für die aktive Betätigung der künstlichen Hand genutzt wird.

Integration in das alltägliche Leben

Bereits 1915 erkannte Konrad Biesalski, dass die große Zahl an Kriegsversehrten nicht nur die Soldaten persönlich betraf, sondern auch eine wichtige wirtschaftliche Bedeutung hatte: „Wenn Hunderttausende statt Werte zu schaffen, nur Werte verzehren, so ergibt das einen Unterschied zu ungünstigen des Volksvermögens, der, vielfach multipliziert, in die Millionen geht. Also auch diese Seite kann uns durchaus nicht gleichgültig sein.“



Die kriegsversehrten Soldaten sollten also mit Hilfe von Prothesen nicht nur selbst wieder für ihren Lebensunterhalt sorgen können, sondern auch wieder möglichst ihre volle Arbeitsleistung im Dienste der Gesellschaft einbringen können. Noch drastischer ist dies in der *Fibel für Einarmige und Ohnäander* von 1946 formuliert: „Auch die einzelne Arbeitshand kann nicht entbehrt werden. Ungeheuer groß sind die Schäden des Krieges, und es ist wichtig, dass kein vorhandenes Kapital vergeudet wird. Das wertvollste Besitztum sind aber die Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten, die sich ein Handwerker, ein gelernter Arbeiter, ein praktischer Landwirt erworben hat. Bleibe daher jeder, soweit irgend möglich, bei seinem Beruf, halte tapfer und treu bei ihm aus, auch in der schwersten Zeit des Umlernens zur Einhändigkeit!“

Um diese schnelle Integration ins Alltags- und Berufsleben zu ermöglichen, wurden unterschiedlichste „Arbeitsarme“ mit auswechselbaren Ansatzstücken entwickelt. Das Werkzeug wurde dabei nicht von einer anatomisch geformten Prothesenhand getragen, sondern anstelle der Hand direkt an den Prothesenarm angesetzt. Mit diesen Arbeitsarmen konnte man deshalb nur ganz spezifische Tätigkeiten ausführen, die normalerweise an den Beruf des Versehrten angepasst waren. Die Arbeitshände erfüllten so im Arbeitsleben ihren Zweck, hatten jedoch keine Ähnlichkeit mit natürlichen Händen.

Arbeitshand und Sonntagshand

Die 1915 gegründete Prüfstelle für Ersatzglieder entwickelte auf diese Weise, in „mühevoller wissenschaftlicher Arbeit für 14 verschiedene Berufsarten die passenden Ersatzstücke“. Um ihre Funktionalität im Arbeitsvorgang zu optimieren, wurden die Prothesen und damit auch die Menschen selbst den Maschinen angepasst.

Ein Beispiel für einen serienmäßig gebauten Arbeitsarm, war der Siemens-Schuckert-Arbeitsarm. Entwickelt und gebaut bei den Siemens-Schuckertwerken in Nürnberg, war dieser Arm ein reines Arbeitsgerät, das von den Arbeitern an der Arbeitsstelle über die Arbeitskleidung angelegt, mit den erforderlichen Arbeitsansätzen versehen und nach der Arbeit infolgedessen auch abgelegt wurde. Er sollte explizit nicht als kosme-

tischer Ersatzarm benutzt werden, sondern war vor allem für schwere Arbeit ausgelegt.

Das Gegenstück zum rein funktionell gestalteten Arbeitsarm ist der sogenannte Schmuckarm. Seine Aufgabe ist es, die durch die Amputation entstandene Behinderung möglichst für Außenstehende unsichtbar zu machen. Der als passive Prothese ausgebildete Schmuckarm ist allenfalls zum einfachen Einklemmen eines Gegenstands in die Kunsthands (damals meist aus Leder gefertigt) geeignet, ist aber ansonsten anatomisch einem echten Arm mit Hand nachgebildet.

Bei manchen Arbeitsprothesen konnten für diesen Zweck die haken- oder ösenförmigen Ansatzstücke gegen sogenannte Sonntagshände ausgetauscht werden, die der natürlichen Hand nachempfunden waren und kosmetischen Ersatz boten. Was dabei offen blieb, war der Wunsch nach einer Prothese, die beides vereinigte: Funktionalität und Kosmetik.

Die willkürlich bewegbare Hand von Ferdinand Sauerbruch

Obwohl sich zahlreiche Ärzte mit den vorhandenen Arbeitsarmen für die Kriegsversehrten zufrieden zeigten, engagierte sich der bekannte Chirurg Professor Ferdinand Sauerbruch schon im April 1916 für bessere Prothesen: „Demgegenüber muß darauf hingewiesen werden, daß für viele Berufe die bisher konstruierten Behelfsglieder nicht dienlich sind. Hinzukommt, daß unsere Soldaten nicht nur ein Arbeits-, sondern auch ein Ersatzglied wünschen und dabei großen Wert auf die äußere Nachahmung der Hand legen. Die große Zahl der Kriegsinvaliden gebildeter Stände empfindet besonders den Mangel einer brauchbaren und wohlgestalteten künstlichen Hand.“

In der Zeit des Ersten Weltkriegs war Sauerbruch Professor an der Universität in Zürich, aber er arbeitete u. a. auch am Vereinslazarett Singen. Ausgehend von einer Idee des ebenfalls in Zürich lehrenden Professors für Maschinenbau, Aurel Stodola, der vorschlug, die noch vorhandenen Muskeln im Stumpf als Antrieb für eine künstliche Hand zu nutzen und einer groben Skizze für eine künstliche Hand, die sich vom Träger bewusst öffnen und schließen lassen sollte, begann Sauerbruch bereits 1915 an der Umsetzung zu arbeiten. Schnell war ihm klar, dass sich das Problem einer „willkürlich bewegbaren Hand“ aus einem chirurgischen und einem technischen Teil zusammensetzte.

Bereits im April 1916 hatte Sauerbruch, der schon damals ein bedeutender Mediziner war, eine gangbare Lösung für die Kraftübertragung gefunden. In einem Brief an Oskar von Miller, den Gründer des Deutschen

Ernst Ferdinand Sauerbruch (1875–1951)
beschäftigte sich u.a. auch mit der Entwicklung
einer künstlichen Hand. Max Liebermann
(1847–1935) schuf das eindrucksvolle Gemälde
des berühmten Chirurgen. (Kunsthalle Hamburg)



Museums, schrieb er: „Vielleicht haben Sie von unserem Verfahren gelesen, das darin besteht, die Stumpfmuskulatur wieder so arbeitsfähig zu machen, daß sie in die Lage kommt, eine künstliche Hand willkürlich zu bewegen. In der Tat sind die bisher erreichten Erfolge soweit abgeschlossen, daß man sagen kann, dass der chirurgische Teil der Aufgabe gelöst ist. Es gelingt tatsächlich, den Amputierten eine Kraftquelle zu liefern, die an sich in der Lage ist, eine schwere Arbeit zu leisten. [...] Was uns bisher aber fehlt, ist eine brauchbare Hand.“

Sauerbruch war es gelungen eine Operationsmethode zu entwickeln, um im Armstumpf seiner Patienten einen oder zwei Hautschläuche von etwa einem Zentimeter Durchmesser und fünf Zentimeter Länge auszubilden, die sich mitten durch den verbliebenen Muskel zogen. Wenn nach zwei Wochen alles ausgeheilt war, konnte in diese Hautkanäle ein Stift aus Elfenbein eingeführt werden. Spannte und entspannte der Patient nun seinen Armmuskel, so bewegten sich die Stifte und diese Kraft reichte aus, um über einen Seilzug eine einfache Kunsthand bewegen zu können. Über den Druck der Stifte auf die Haut konnte der Patient zudem fühlen, wie stark er „zugriff“.

Teetrinken und Streichhölzer anzünden

Was für eine brauchbare Armprothese im Jahr 1916 allerdings noch fehlte, war die passende künstliche Hand, die auch in der Lage war, die Möglichkeiten, die die Sauerbruch-Methode zur Kraftübertragung bot, auch optimal umzusetzen. Letztlich entschied Sauerbruch sich schließlich für die von Jacob Hüfner entwickelte Ersatzhand, da diese Zweizughand mittels zweier Seilzüge geöffnet, aber auch wieder aktiv geschlossen werden kann. Diese sogenannte Hüfnerhand besitzt außerdem einen Sperrmechanismus, wodurch sich ein Griff ohne weiteren Kraftaufwand fixieren ließ. Mit der Sauerbruch-Armprothese war tatsächlich nicht nur ein sehr feines Zugreifen möglich, beispielsweise um eine Tasse zum Mund zu bewegen, oder um ein

Abbildungen links: (1 + 2) Zugbetätigte Oberarmprothese mit Hand von 1922. Siehe auch Abb. S. 7; (3) Die Vaduzer-Hand von Edward Wilms war die erste, die mit einem Elektromotor angetrieben wurde. (4) Nachbau eines Stelzbeins nach historischen Entwürfen aus dem 16. Jhd.; (5) Ein Schmuckarm und eine Arbeitsprothese im Vergleich. Letztere erlaubt das Wechseln des Ansatzstücks.

RADSPIELER

Seit 1841

*Radspieler –
damit
Einrichten
Freude
macht!*



F. Radspieler & Comp. Nachf.
Hackenstraße 7
80331 München
Telefon 089/235098-0
Fax 089/264217
www.radspieler.com





Diese modulare Oberschenkelprothese mit einem Kniegelenk der Firma Össur zeigt den heutigen Stand der Technik.

Streichholz zu entzünden, sondern sie eignete sich auch für viele andere Arbeitsvorgänge. Gerade Patienten, die im Krieg beide Arme verloren hatten, wurden oftmals mit einer oder zwei Sauerbruch-Prothesen versorgt. „Der Gebrauch einer Prothese muß gelernt werden wie der eines Musikinstrumentes: Wird ein Armamputierter entlassen, ohne daß er seine Prothese völlig beherrscht, so ist das gerade so, als würde ich jemand ein Klavier schenken und ihm sagen: So, nun kannst du Dir dein Brot als Musiker erwerben.“ (Aus: *Der Prothesenbau*, 1919)

Eine Statistik, die nach dem Ersten Weltkrieg erschien, erbrachte allerdings ein für alle Orthopäden und Orthopädiertechniker ernüchterndes Ergebnis – über 80 Prozent der Armamputierten gab an, ihre Prothesen nie zu tragen. Eine spätere Befragung im Jahr 1946 fiel positiver aus: 56 Prozent gaben an, ihre Kunstarme bei täglichen Arbeiten und Verrichtungen zu tragen, 31 Prozent trugen ihre Prothese gelegentlich und nur 18,4 Prozent trugen sie überhaupt nicht. Obwohl also schon während des Ersten Weltkrieges und in den Jahren danach schnelle Fortschritte in der Prothesenentwick-

lung gemacht wurden, blieb der Einsatz der modernen Entwicklungen hinter den Erwartungen zurück. Ein Problem war auch, dass die Sauerbruch-Prothese relativ teuer und als Vorbereitung ein operativer Eingriff nötig war. Um die Motivation zu erhöhen, erschienen deshalb eine Reihe von Schriften mit Lebensberichten von „Einarmigen und Ohnhandern“, die Selbstvertrauen und neuen Lebensmut wecken sollten.

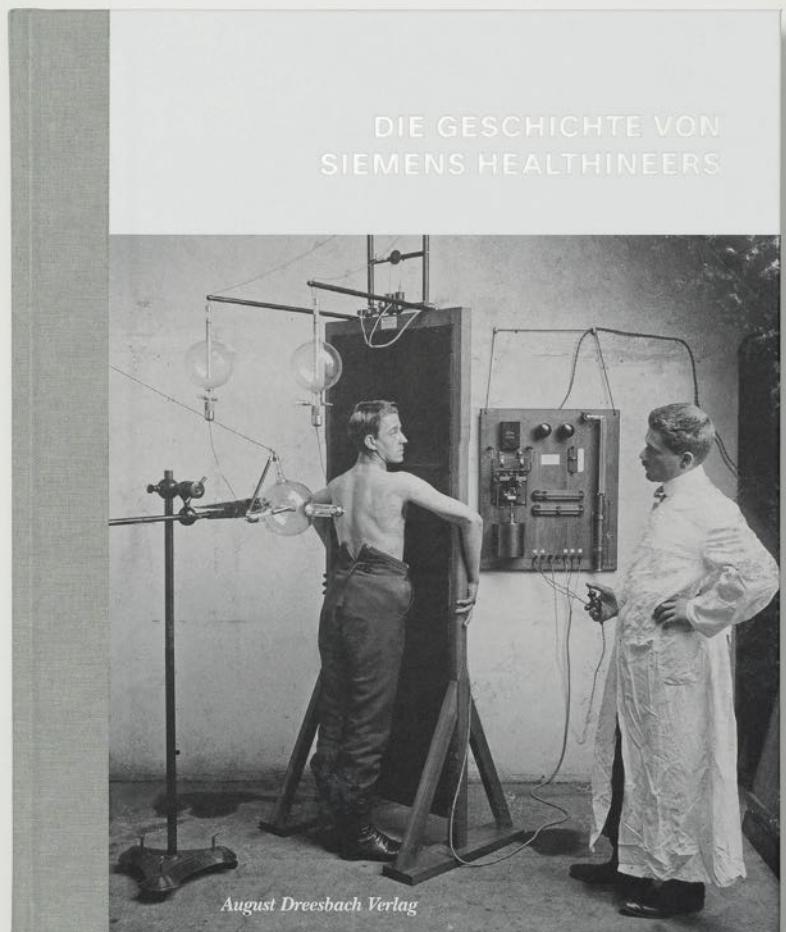
Von der Vaduzer-Hand zur myoelektrischen Steuerung

Die Vaduzer Hand wurde 1949 unter der Leitung von Dr. Edmund Wilms in Vaduz (Lichtenstein) entwickelt. Sie war die erste Armprothese, bei der die Bewegung der künstlichen Hand durch einen elektrischen Motor angetrieben wurde. Die Steuerung erfolgte über ein Anspannen der Muskeln im Armstumpf. Dadurch wurde ein Druckkontaktechalter betätigt, der den Motor aktivierte und die Hand schloss oder öffnete. Die Entwicklung war allerdings kein kommerzieller Erfolg. Den Durchbruch bei der Steuerung brachte erst die Möglichkeit, die Prothese auch elektrisch steuern zu können. Bei der sogenannten myoelektrischen Armprothese sitzen im Prothesenschaft hierfür zwei Elektroden, die die Kontraktion der im Stumpf vorhandenen Muskeln als elektrische Signale erfassen und diese an die künstliche Hand weiterleiten. Diese kann die Signale anschließend in die gewünschten Handbewegungen umsetzen.

Heutzutage werden Handprothesen allerdings nicht mehr aus Holz gefertigt, sondern sie bestehen aus Kunststoff und Metall und können wasserdicht ausgeführt werden. Jeder Finger kann einzeln bewegt und angesteuert werden, Motoren in der Handprothese ermöglichen unterschiedliche Griffarten, die idealerweise sogar direkt angesteuert werden können. Sie sind mit etwa 300 bis 480 Gramm auch nicht mehr schwerer als eine natürliche Hand. In der Ausstellung Gesundheit im Deutschen Museum können Sie bei einem Besuch sogar selbst eine moderne künstliche Hand mit ihren eigenen Armmuskeln steuern (siehe Beitrag Merl S. 25).

175 Jahre in Bildern

Ein Buch erzählt die
Geschichte von
Siemens Healthineers.



Das Unternehmen Siemens Healthineers blickt auf eine lange und erfolgreiche Geschichte zurück, deren Anfänge in der Mitte des 19. Jahrhunderts liegen. Auf knapp 230 Seiten entfaltet sich das Panorama der spannenden Historie der Siemens Medizintechnik

Das Buch ist im August Dreesbach Verlag in München erschienen und ist ab sofort auf Deutsch und Englisch in allen Buchläden und online bestellbar.

Siemens Healthineers ist Mitglied im Freundes- und Förderkreis Deutsches Museum e. V. und unterstützt die neugestaltete Dauerausstellung „Gesundheit“.



Die Geschichte von
Siemens Healthineers ISBN:
978-3-96395-029-2

The History of
Siemens Healthineers ISBN:
978-3-96395-030-8

DIE HAND DES MECHANIKERS WILL

In den Werkstätten des Deutschen Museums hatte Adolf Will um 1916 die Idee, eine künstliche Hand zu bauen. Das Museum stellte ihm für sein Vorhaben Zeit und Mittel zur Verfügung.

Von Florian Breitsameter

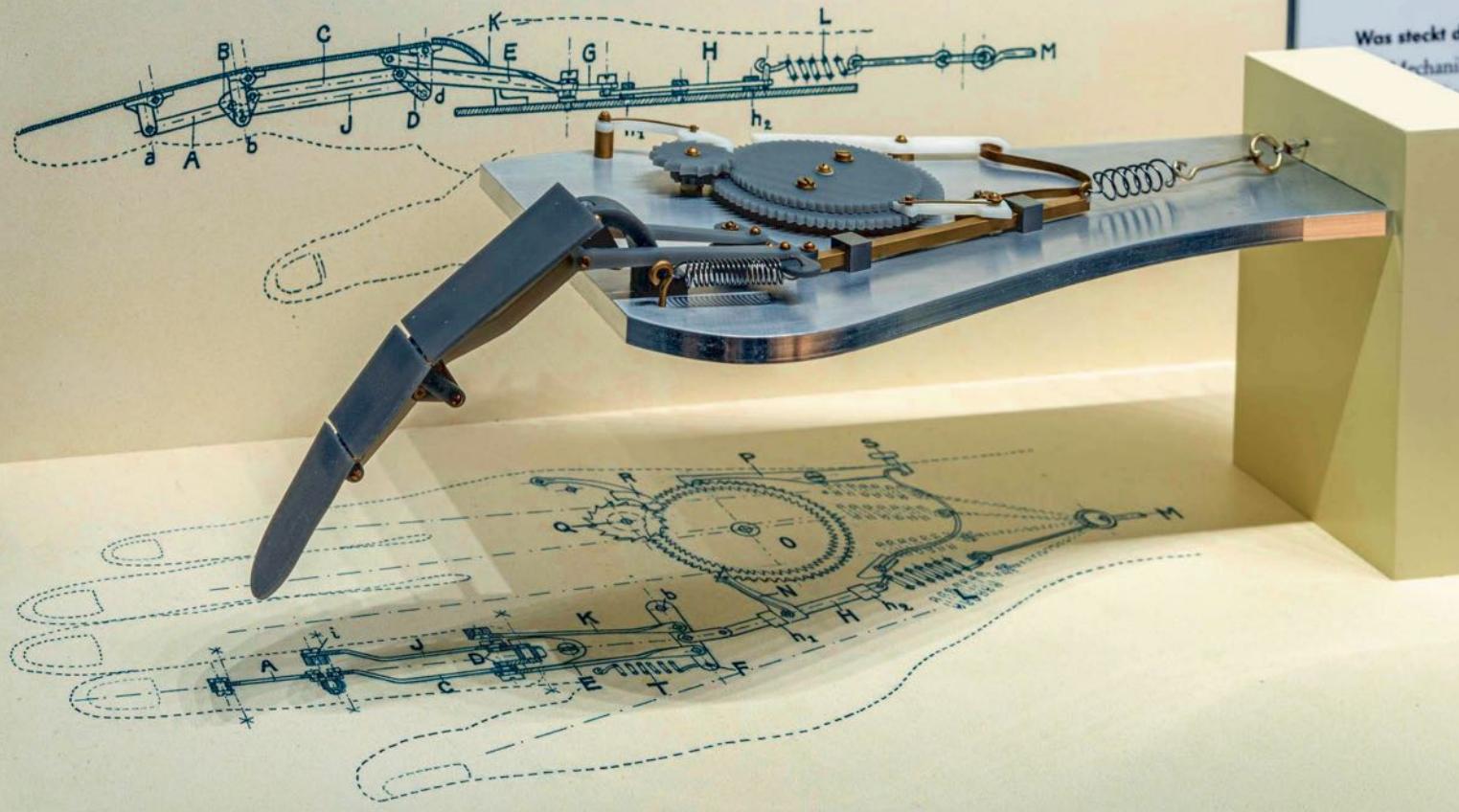
Der große Krieg wirkte sich rasch auch auf das Deutsche Museum aus. Schon früh musste das Kupfer von den Dächern des Neubaus abgenommen und abgeliefert werden, die ursprünglich für den Herbst 1916 geplante Eröffnung rückte in weite Ferne. Rund ein Drittel der Museumsmitarbeiter hatte sich freiwillig zum Kriegsdienst gemeldet oder war eingezogen worden. Röntgeneinrichtungen wurden für den vom Deutschen Museum ausgestatteten Lazarettzug abgetreten. Eine kurz nach Kriegsausbruch im Museum eingerichtete Nähstube versorgte Soldaten und Verwundete mit Wäsche und Uniformen. In Vergessenheit geraten ist jedoch im Laufe der Zeit die Tatsache, dass im Deutschen Museum auch die Idee zu einer künstlichen Hand entstand, die der immer nur als »Mechaniker Will« bezeichnete Adolf Will in den Werkstätten des Deutschen Museums entwickelte.

Oskar von Miller nutzte seine Kontakte und so erschien die Mitteilung über *Eine künstliche Hand aus dem Deutschen Museum* im Mai 1916 in vielen Fachzeitschriften – so u.a. in *Der Bandagist und Chirurgie-Mechaniker, Industrieller Anzeiger, Zentralblatt für Chirurgie und Deutsche Mechaniker-Zeitung*. Für die später eintreffenden zahlreichen Anfragen wurde sogar ein Sonderdruck des Artikels erstellt, der das Konzept dieser Hand-

prothese beschrieb: „Im allgemeinen Interesse hat das Deutsche Museum seinem Mechaniker, der eine neue Konstruktion für eine künstliche Hand erdacht hat, Zeit und Mittel zur Verfügung gestellt, um seine Idee soweit zu verwirklichen, daß sie jetzt der Oeffentlichkeit bekannt gegeben und allen Werkstätten und Fabriken ohne jede Entschädigung zur Verbesserung und zur beliebigen Herstellung zur Verfügung gestellt werden kann. Bei der Konstruktion der neuen künstlichen Hand, wurde als Haupterfordernis für einen Handersatz betrachtet, daß sich der Griff selbsttätig, wie bei der natürlichen Hand, jedem Gegenstand genau anpaßt, daß die Hand den ergriffenen Gegenstand beliebig lange festhalten kann, und daß die Griffe nicht von einer Zwangslage des Armes abhängig sind, sondern daß das Greifen und Festhalten der Gegenstände in jeder Armlage erfolgen kann.“

Oskar von Miller unterstützte die Idee, wusste aber andererseits auch, dass das Deutsche Museum nicht der richtige Ort war, um aus einer Idee ein fertiges Produkt zu entwickeln. Anfragen wurden deshalb stets gleich beantwortet: Ja, man könne die Modelle zur Will-Hand im Büro des Deutschen Museums besichtigen, und nein, man habe keine fertige Hand gebaut und stelle nur die Konstruktionsprinzipien für die Bewegung

Prothetik
Historischer Überblick



der einzelnen Finger kostenlos jedem zur Verfügung. Eine besondere Anfrage traf auch aus Zürich ein – Absender war Professor Dr. Ferdinand Sauerbruch, der gerade an seiner Armprothese arbeitete und noch nach einer passenden Hand suchte. Aber auch auf einen zweiten Brief Sauerbruchs hin blieb von Miller stur – „Wir hatten von Anfang, wie Ihnen schon mitgeteilt, lediglich die Absicht, die Konstruktionsprinzipien zu veröffentlichen, uns aber in keiner Weise mit der Ausführung zu befassen.“ antwortete er dem Chirurgen.

Ungleiche Spannung

Der Entwurf der Will-Hand sah vor, dass jeder Finger einzeln beweglich sein sollte (dies erreichen erst heute aktuelle Handprothesen). Eine Bewertung des Prinzips durch die Prüfstelle für Ersatzglieder in Berlin, fiel weitgehend negativ aus: „Daraus ergibt sich allerdings beim Greifen eine sehr ungleiche Spannung in den einzelnen Federn, die wiederum eine große Länge der einzelnen Federn bedingt. (...) Nachteilig an dieser Konstruktion ist die Kleinheit der Teile, die große Zahl der Hebelbolzen und Sperrklinken und die Tatsache, dass ein sicheres Fassen nicht möglich ist und auch der eigentlich angestrebte Faustschluss nicht erreicht wird.“

Die originalen Modelle der Will-Hand sind verloren gegangen. Die Modellbau-Werkstatt des Deutschen Museums hat daher anhand der originalen Pläne ein neues Modell erschaffen, das es erlaubt, die Bewegung eines einzelnen Fingers zu zeigen, wie sie nach den Konstruktionsentwürfen gedacht war.

Ende des Jahres 1916 willigte Oskar von Miller schließlich doch ein, den Mechaniker zu beurlauben und einer gemeinsamen Weiterarbeit am Handentwurf mit Professor Wilhelm Kotzenburg an der Universität Hamburg zuzustimmen. Nach einigen Monaten endete dieses Projekt jedoch, ohne dass dabei jemals eine fertige Handprothese entstanden ist. Für die Dauerausstellung Gesundheit wurde nach Originalentwürfen ein neues Modell der „Will-Hand“ gebaut, das zeigt, wie die Bewegung der einzelnen Finger erfolgen sollte.

Dr. Florian Breitsameter ist Chemiker und am Deutschen Museum als leitender Kurator für Pharmazie, Medizintechnik und Museumsgeschichte tätig.

DER BLADE-JUMPER

Markus Rehm war 14 Jahre alt, als er seinen rechten Unterschenkel bei einem Unfall verlor.
Heute ist er einer der erfolgreichsten Spitzensportler Deutschlands. **Christian Rauch** sprach mit Markus Rehm über Sport und Prothesen.

Es passierte beim Wakeboarden im August 2003. Der damals vierzehnjährige Markus Rehm geriet mit seinem Bein in die Schiffsschraube eines anderen Bootes. Die Verletzung war so schwerwiegend, dass der Unterschenkel amputiert werden musste. Ein Jahr dauerte es, da konnte Rehm dank einer Prothese schon wieder wake- und snowboarden. Drei Jahre später startete er seine Karriere als Leichtathlet.

2009 errang Rehm bei den IWAS World Junior Games, der größten internationalen Veranstaltung für SportlerInnen mit Handicap, seine erste Goldmedaille im Weitsprung. Zu diesem Zeitpunkt hatte er bereits seine Lehre zum Orthopädiemechaniker und Bandagist als Kammersieger abgeschlossen. 2012 erwarb er als Jahrgangsbesten den Meistertitel. Heute stellt Rehm seine Prothesen eigenhändig her.

2020 wurde Markus Rehm zu Deutschlands Para-Sportler des Jahrzehnts gewählt. Neben seiner Karriere im Spitzensport arbeitet Rehm heute als Orthopädiemechaniker im Familienbetrieb der Firma Rahm in Troisdorf in Nordrhein-Westfalen. Hier ist er einer von über 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.



Herr Rehm, vor 20 Jahren erhielten Sie Ihre erste Beinprothese. Wie lang hat es gedauert, um sich daran zu gewöhnen?

Es war am Anfang wirklich schwer. Doch ich erhielt großartige Unterstützung, vor allem von meinen Eltern. Und ich bekam einen Einblick in das Kundenportfolio eines guten Orthopädietechnikers. Der Kunde lief wie ein normaler Mensch. Das zu sehen, motivierte mich. Schließlich freute ich mich sogar auf die Prothese. Als ich sie aber das erste Mal anzog, tat es sehr weh. Ich konnte das Bein kaum belasten. Wochenlang trainierte ich, die Prothese wurde nochmal geändert. Als mich meine Eltern nach gut zwei Monaten in der Reha besuchten, lief ich ihnen dann das erste Mal ohne Krücken entgegen. Das Ganze ist ein langer, schrittweiser Prozess. Einen Zeitpunkt, an dem einen die Prothese gar nicht mehr stört, gibt es nicht. Trotzdem würde ich mir heute kein zweites gesundes Bein mehr wünschen. Mit meinen Prothesen habe ich sehr viel erreicht. Sie gehören zu mir, wie zu anderen Menschen ihre Tattoos oder ihre besondere Frisur.

Wie viele Prothesen besitzen Sie? Gibt es Unterschiede bei Ihren Prothesen für den Alltag und für den Spitzensport?

Jedem amputierten Menschen stehen rechtlich eine normale Alltagsprothese und eine wasserfeste Prothese zu. Da ich auch als Orthopädiemechaniker arbeite, im Spitzensport aktiv bin und auch immer wieder Produkte von Herstellern teste, habe ich momentan fünf Alltagsprothesen: Für den Kraftraum, für meine Hobbysportarten, vor allem Snowboarden und Wakeboarden, sowie eine „elegantere“ Prothese, die zur Anzughose passt. Auch für meine Leichtathletik-Disziplinen habe ich mehrere Prothesen. Für meine Hauptdisziplin Weitsprung sind es eine Hauptprothese und Ersatzprothesen. Im Material unterscheiden sich die Prothesen nicht, sie bestehen im Wesentlichen alle aus Carbon. In der Form allerdings gehen Alltagsprothesen eher gerade nach unten zum Schuh, während meine Weitsprungprothese gar keinen Schuh braucht. Sie ist futuristisch gekrümmmt und trägt auf ihrer Unterseite, die sich auf dem Boden abdrückt, direkt die Spikenägel. Eine Ferse gibt es da nicht mehr, für das Laufen und Springen braucht man die eigentlich auch gar nicht. Es ist sogar effizienter, wenn nur der vordere Fuß abrollt.

Die Krümmung hat Ihnen den Beinamen „Bladejumper“ eingebracht. Sie sind der, der auf einer Klinge springt.

Das stimmt. Ich finde den Begriff gut, er drückt keine Nachteile und Defizite aus, so wie es die Bezeichnungen „Sportler mit Behinderung“ oder „Para Sportler“ tun.

Mit 8,66 Metern haben Sie 2022 einen neuen Weltrekord im Para Weitsprung aufgestellt. Das sind nur 29 Zentimeter weniger als der reguläre Weitsprung-Weltrekord. Mit welcher Prothese geht das?

Beim Weitsprung muss die Prothese sehr hart sein. Bis zu 650 Kilogramm wirken beim Absprung auf sie. Generell haben Prothesen, auch für den Alltag, verschiedene Härtegrade. Je nach Körpergewicht gehen die von eins bis neun. Das kann beim Material Carbon je nach Dicke und Dichte der Kohlenstofffasern eingestellt werden. Mit meinen 75 Kilogramm trage ich normalerweise Härtegrad sechs. Meine Weitsprungprothese entspricht aber eher dem Härtegrad sieben oder acht. Sonst würde sie beim Absprung zerbrechen. Ich bin früher auch Sprint gelaufen, jetzt noch immer für die 4 x 100 Meter-Staffel. Da ist die Prothese weicher. Man läuft damit schneller. Umgekehrt heißt das: Beim Weitsprung büße ich durch die harte Prothese etwas Anlaufgeschwindigkeit ein. Das ist, als ob man barfuß auf Asphalt läuft. Ich bin im Anlauf also etwas langsamer als Spitzenspringer mit zwei gesunden Beinen. Beim Absprung nehme

ich dank der harten Prothese aber mehr von der Geschwindigkeit mit. Am Ende hält sich das etwa die Waage. Die Prothese katapultiert mich also nicht wie eine Feder nach oben, wie manche denken. Sie überträgt nur den Anlauf etwas besser auf den Absprung. Da der Anlauf aber härtebedingt etwas langsamer war, ist die Bilanz etwa gleich wie mit zwei gesunden Beinen. Das haben Messungen bestätigt.

Sie sind überzeugt, dass Ihnen Ihre Prothese keinen Vorteil verschafft und kämpfen für die Teilnahme an regulären Wettbewerben.

Ja, und ich konnte bereits bei den Deutschen Leichtathletik-Meisterschaften 2014 in Ulm teilnehmen und im Weitsprung gewinnen. Danach entwickelte sich eine hitzige Diskussion, über den „Vorteil“, den ich haben könnte. Auch wenn ich persönlich, wie gesagt, diesen Vorteil nicht eindeutig sehe. Mein Weltrekord von 8,66 Meter im Para Weitsprung ist fast ein Meter weiter als der nächstbeste Para Weitspringer. Es muss also auch an meinem Training und Einsatz liegen.

**Sie dürfen seither weiter teilnehmen, aber in getrennter Wertung.
Ärgert Sie das?**

Nein, mir geht es nicht um Medaillen oder Preisgelder. Davon habe ich bei den Para Wettbewerben sehr viele errungen. Mit geht es um gemeinsame Wettkämpfe und darum, dass Sportler und Para Sportler



ihren Sport gemeinsam zeigen und repräsentieren. Das bringt auch mehr Aufmerksamkeit. Die gesellschaftliche Wahrnehmung von Menschen mit Prothesen kann verbessert werden. Leider durfte ich bei den vorletzten und letzten Olympischen Spielen nicht teilnehmen. Ich werde mich aber weiter für eine engere Verknüpfung von Olympics und Paralympics einsetzen.

Sehen Sie in der Zukunft Prothesen im Profisport, die „besser“ sein könnten als gesunde Beine?

Möglich wäre das. Besonders wenn es darum geht, Elektronik und Künstliche Intelligenz zu integrieren. Das geht jetzt schon, zum Beispiel bei künstlichen Kniegelenken, die in ihrer Bewegung aktiv durch Elektronik und Servomotoren beeinflusst werden. Frühere Kniegelenke hatten nur eine passive, hydraulische Anpassung. Denkbar wären auch elektronisch „smarte“ Sprunggelenke in Prothesen. Vielleicht könnten die einen Weitspringer eines Tages schneller anlaufen und noch besser abspringen lassen. Das könnte auch bei normalen Alltagsprothesen sehr helfen. Noch immer kann es schwer fallen, mit Prothese eine Treppe hoch zu steigen oder über ein Kopfsteinpflaster zu laufen.

Hat sogar ein Weltrekordspringer im Alltag Probleme mit Prothesen?

Selbstverständlich. Vieles kann hier noch verbessert werden. Das beginnt schon bei dem Silikonstrumpf, der den Körper mit dem Prothesenschaft verbindet. Man schwitzt leicht darin. Das reizt die Haut und



kann Entzündungen hervorrufen. Und noch immer ist es so, dass für unterschiedliche Tätigkeiten nur bestimmte Prothesen wirklich gut sind. Es gibt zum Beispiel unterschiedliche Prothesen für das Joggen, für das Radfahren oder für die Wohnung zuhause. Manche Prothesen, wie solche für den Spitzensport, sind bereits fast so gut wie ein gesunder Unterschenkel. Aber in Summe kommen Prothesen noch längst nicht an ein gesundes Bein heran.

Sie sagten zu Beginn des Interviews, Sie würden sich kein zweites gesundes Bein mehr wünschen.

Schon deshalb nicht, weil ich auf einem beengten Flugzeugplatz einfach ein Bein durch Abnehmen der Prothese verkürzen kann. Aber Scherz beiseite: Es gab tatsächlich seit Jahren keine Sekunde mehr in meinem Leben, in der mich darüber ärgere oder in der ich die Zeit zurückdrehen möchte. Viele haben damals gesagt, mit meinem Sport, das wird nicht mehr klappen. Ich sollte mir eine Alternative überlegen. Aber ich wollte das nicht und habe dann das getan, was ich immer tun wollte. Ich habe Vieles erreicht, worauf ich heute stolz bin und was ohne den Unfall und die Prothese so wohl nicht gekommen wäre.

Herr Rehm, wie sehen Sie ihre Zukunft?

Die nächsten großen Para Sport-Wettbewerbe für mich sind die Weltmeisterschaft dieses Jahr in Paris und nächstes Jahr, 2024, die Sommer-Paralympics, ebenfalls in Paris. Ich werde wieder meine beste Leistung bringen. Danach möchte ich auf meinen Körper hören. Nach den Paralympics werde ich 36 Jahre alt sein, für einen Spitzensportler durchaus ein stolzes Alter. Aber solange ich an meine Bestleistungen herankomme – meinen aktuellen Weltrekord habe ich erst 2022 aufgestellt – werde ich weitermachen. Doch ich freue mich auch auf die Zeit danach. Es gibt so vieles zu tun, auch in meinem eigentlichen Beruf als Orthopädiemechaniker.

Markus Rehm ist als Sportler höchst erfolgreich: Er gewann unter anderem viermal Gold bei den Paralympics 2012, 2016 und 2020, davon dreimal im Weitsprung und einmal mit der 4 × 100 Meter-Staffel. Dazu siebenmal Gold bei Weltmeisterschaften und weitere erste Plätze bei Europa- und Deutschen Meisterschaften. Im Para Weitsprung stellte Markus Rehm mehrfach den Weltrekord auf: Die Weite von 7,09 Metern im Jahre 2011 verbesserte er viele Male, zuletzt 2021 auf 8,62 Meter und 2022 in Innsbruck auf 8,66 Meter.





INFO

Die Prothesensammlung „Second Hand“ in Würzburg

Die Ausstellung stellt Prothesen wörtlich als die wertvolle zweite Hand dar. Prothesen und weitere Hilfsmittel werden in Form von Ausstellungsstücken, Bildern, Fotos und Filmen gezeigt. In einem Selbsterfahrungsbereich kann man unter anderem erleben, wie es sich anfühlt, wenn man älter wird und welche Einschränkungen damit verbunden sein können. Ein Besuch im Museum ist allerdings nur nach vorheriger Anmeldung möglich. Der Eintritt ist kostenlos. Informationen und Anmeldung unter: wuerzburger-prothesensammlung.de

Der Sauerbruch-Arm im Film

1937 produzierte die Reichsanstalt für Film und Bild in Wissenschaft und Unterricht (RWU) den Film „Die willkürlich bewegbare künstliche Hand“ über den Sauerbruch-Arm. Den Film gibt es online unter: av.tib.eu/media/12260



TAGEN MIT SEEBLICK UND FARM-TO-TABLE-KULINARIK

Mitten im Grünen und doch nur eine halbe Stunde von München entfernt bietet das ganzheitlich ökologisch geführte Schlossgut Oberambach den idealen Rahmen, um sich kreativ und produktiv zu entfalten. Zu jedem der fünf Seminarräume für bis zu 99 Personen gehört ein extra Bereich in der weitläufigen Gartenanlage. So finden Meetings bei schönem Wetter auf Wunsch im Grünen statt, Blick auf den Starnberger See und die Alpen inklusive. In den Pausen genießen Businessgäste feinste Bio-Küche mit Zutaten aus der Umgebung. Salate, Kräuter und Gemüse stammen größtenteils vom eigenen Demeter-Feld. Umfangreicher Service, moderne Technik und abwechslungsreiche Outdoor-Incentives runden das Angebot ab.

RAUM FÜR NEUE IDEEN

Im Schlossgut Oberambach gleicht kein Meeting-Raum dem anderen: Der 20 Quadratmeter große „Salon“ mit seinen Ledercouchen und -sesseln sowie einem virtuellen Flipchart ist ein entspannter Ort zum Brainstormen für Gruppen von bis zu acht Personen. Die weiteren Räume hören auf Namen der Region wie „Ambach“, „Seeshaupt“, „Bernried“ im Dachgeschoss oder der 115 m² große Saal „Starnberg“ im Erdgeschoss.

**SCHLOSSGUT OBERAMBACH
OBERAMBACH 1
82541 MÜNSING
+49 8177 9323
TAGUNG@SCHLOSSGUT.DE
SCHLOSSGUT.DE**





MASSARBEIT

Prothesen müssen individuell und äußerst sorgfältig auf die Bedürfnisse des Einzelnen abgestimmt werden. Sie werden von OrthopädietechnikerInnen angefertigt und individuell angepasst. Dabei kommen heute High-techmaterialien und KI zum Einsatz.

Von Christian Rauch

40.000 bis 60.000 Menschen müssen sich in Deutschland jährlich einer Amputation unterziehen, mehrheitlich Männer. Die häufigsten Gründe sind Diabetes und Unfälle. Die unteren Extremitäten sind am häufigsten von einer Amputation betroffen. In diesem Bereich hat sich die Technik in den letzten Jahren aber auch enorm weiterentwickelt. Grund dafür ist der im Vergleich zur Hand einfache Aufbau von Bein und Fuß.

Der zentrale Bestandteil einer Unterschenkelprothese ist der Schaft. Um den zu fertigen, zieht der Orthopädiemechaniker Gipsbinden über den Stumpf und erzeugt so ein Negativ. Durch das Füllen mit Gips fertigt er dann das Positiv. Daraus entsteht zunächst ein Testschaft (Interimsprothese). Dafür wird eine durchsichtige Kunststoffplatte erhitzt und über das Gipspositiv tiefgezogen. Diesen durchsichtigen Testschaft probiert der Kunde über einen gewissen Zeitraum aus. Gleichzeitig heilt der Stumpf und verändert sich dabei noch. Entsprechend wird der Testschaft angepasst, weitere Testphasen folgen.

Ist der Stumpf abgeheilt und passt der Sitz der Interimsprothese, wird der endgültige Schaft aus dem extrem leichten und dennoch sehr stabilen Werkstoff Carbon hergestellt. Schläuche und Bänder aus Kohlenstofffasern werden dazu in Schichten über das Gipspositiv des Testschaftes gelegt und mit Epoxidharz verklebt. Am Ende wird der Gips aus dem Inneren entfernt und der Carbonschaft im Ofen erhitzt (getempert) und ausgehärtet.

Prothesen aus dem 3D-Drucker

Die Verbindung des Schaftes mit dem gesunden Unterschenkelstumpf wird heute in der Regel mittels eines Silikonstrumpfes, dem sogenannten Liner, hergestellt. Ein im Schaft eingebautes Ventil lässt beim Anziehen der Prothese Luft heraus. Durch den entstehenden Unterdruck sind Schaft, Liner und Stumpf fest verbunden. Neben diesem Vakuum-Prinzip gibt es auch andere, mechanische Möglichkeiten, Schaft und Stumpf zu verbinden, zum Beispiel über eine Schraube. Unterhalb des Schaftes wird der Prothesenfuß über mechanische Verbindungsstücke wie Eingusscheibe und Adapter verbunden. Diese stellen zugleich einen einstellbaren Abstand zwischen Fuß und Schaft her. Während der Schaft vom Orthopädiemechaniker maßgefertigt wird, werden der Fuß und die Verbindungsstücke im Allgemeinen zugekauft.

Bei einer Oberschenkelprothese ist das Kniegelenk von besonderer Bedeutung. Es verbindet den Oberschenkelschaft über Adapter mit dem Fußteil. Das Kniegelenk sichert die Standphase gegen Einknicken und steuert

die Schwungphase. Verbindungselemente, etwa der Liner zwischen Schaft und Stumpf und Rohradapter zwischen Schaft und Knie sowie unten zum Fußteil, funktionieren im Prinzip ähnlich wie bei Unterschenkelprothesen. Auch das Herstellungsverfahren mit Interimsprothesen verläuft ähnlich.

In der Zukunft könnten 3D-Scanner und 3D-Drucker die Fertigung von Prothesen revolutionieren. Statt des bisher verwendeten Gipsabdrucks könnte der Stumpf gescannt werden und Modelle der Testprothesen und finalen Prothese im Computer entstehen. Diese werden dann jeweils im 3D-Drucker gefertigt. Noch aber fehlen massentaugliche 3D-Drucker, die Carbon oder einen vergleichbar guten Werkstoff verarbeiten können. Auch Künstliche Intelligenz könnte zum Einsatz kommen, beispielsweise, um die Gangphasen des Patienten zu analysieren und die HandwerkerInnen damit bei der Maßanfertigung zu unterstützen.

Eine Alltags-Unterschenkelprothese kostet rund 10.000 Euro. Für Menschen mit Amputation bezahlt dies die Krankenkasse. Je nach Anzahl der Bauteile oder bei besonderen Funktionen, etwa zusätzlichen Gelenken oder Elektronik, können diese Kosten auf ein Mehrfaches steigen. In letzterem Fall muss gegenüber der Krankenkasse der Mehrwert nachgewiesen werden.

Was die Technik nicht ersetzen kann: Das Einfühlungsvermögen, das ein Orthopädiemechaniker dem Kunden entgegenbringen muss, sowie die Geduld und die handwerkliche Genauigkeit, die besonders auch bei den häufigen Anpassungen erforderlich ist.

Dipl.-Ing. Christian Rauch ist freier Journalist für Zeitungen und Zeitschriften. Schwerpunkte sind Wissenschaft/ Technik, Reise und Tourismus.



Mittlerweile sind Handprothesen sogar wasser-tight. Man kann damit auch Schwimmen gehen. Die Wissenschaftler aber arbeiten bereits an der nächsten Generation: Ihr Ziel ist es, auch das Tasterlebnis maßgeblich zu verbessern.

(R)EVOLUTION BIS IN DIE FINGERSPITZEN

Die Firma Vincent Systems arbeitet seit 2009 an der Entwicklung innovativer Handprothesen. In der Ausstellung Gesundheit zeigt ein Modell, wie solche künstlichen Hände funktionieren.

Von Mara Merl

Die Geschichte des Unternehmens Vincent Systems begann mit der Herstellung der sogenannten Fluidhand. Mit dieser myoelektrisch gesteuerten Handprothese (myo = Muskel) und ihrer ausgefeilten Miniatur-Hydraulik gelang Dr. Stefan Schulz und seinem Team eine erste Revolution der Prothetik.

Schon als Student der Elektrotechnik und Gerätesystemtechnik an der Universität Rostock und später dann als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) interessierte Schulz sich besonders für die Entwicklung alternativer Miniaturantriebe und für die fluidische Robotik (Softrobotik) im medizinischen Kontext (beispielsweise für Instrumente der minimalinvasiven Chirurgie und der Endoskopie). Seit dieser Zeit arbeitet der passionierte Wissenschaftler kontinuierlich an der Optimierung von Handprothesen oder genauer gesagt an deren „Evolution“: „Unsere Hände heißen ‚Evolution‘, weil sie wie in einem evolutionären Prozess ständig weiterentwickelt werden.“, erklärt er.

Die moderne Prothetik macht sich das Phänomen zunutze, dass das Gehirn beim Verlust eines Körperteils sehr plastisch auf Veränderungen reagiert. So werden noch vorhandene Muskeln dazu benutzt, die Bewegungen einer myoelektrischen Prothese zu steuern, auch

wenn es sich dabei nicht um die ursprünglich für diese Bewegung zuständigen Muskeln handelt. Das Gehirn ist in der Lage, die neue Steuerungsmöglichkeit mit der Prothesenbewegung so zu verknüpfen, dass der Anwender nach einiger Zeit die Prothese steuern kann, als wäre sie ein Teil seines Körpers.

Diese Verknüpfung zwischen der Bewegungsabsicht der Person und der Bewegung der Prothese herzustellen, ist alles andere als einfach und erfordert einen intensiven Lernprozess. In speziellen Trainingseinheiten arbeiten Prothesenträger, Orthopädietechniker und Ergotherapeuten gemeinsam daran, die Steuerung an den Anwender anzupassen und den Einsatz der neuen Hand im Alltag zu üben.

Von der passiven zur aktiven Prothese

Anfang des 19. Jahrhunderts kam es zu einem entscheidenden Wendepunkt in der Prothetik. Bis dahin konnten Prothesen stets nur passiv, also nur mit Hilfe der verbleibenden Hand bewegt werden.

1812 kam der Berliner Zahnarzt Peter Baliff auf die glänzende Idee, für die Bewegung der Prothese die Muskelkraft des noch vorhandenen Teils des Armes



Microsoftgründer Bill Gates hat im Februar 2023 das Deutsche Museum besucht. In der Ausstellung Gesundheit probierte Gates aus, wie sich die Handprothese VINCENTevolution4 allein mithilfe der Armmuskeln steuern lässt. Das Team rund um Stefan Schulz gehörte mit dieser Prothese 2017 zu den drei Nominierten für den Deutschen Zukunftspreis.

einsetzen. Durch die Befestigung von Seilzügen an Ellenbogen bzw. Schulter konnten die Finger der Prothese nun auch ohne Hilfe der anderen Hand bewegt werden.

Ausschlaggebend für den weiteren Fortschritt war dann – so zynisch das klingt – vor allem der erste Weltkrieg. Abgetrennte Arme und Beine zählten zu den häufigsten Verletzungen dieses grausamen Krieges, der rund zehn Millionen Soldaten und sieben Millionen Zivilisten das Leben kostete und über zwanzig Millionen Verletzte produzierte. Nie zuvor war man mit so vielen Kriegsversehrten konfrontiert gewesen. Neue Therapieformen waren nötig, um die Betroffenen wieder arbeitsfähig zu machen.

1917 stellte der damals an der Universität Zürich tätige Chirurg Ferdinand Sauerbruch seine zündende neue Idee vor: Der Muskel des erhaltenen Oberarms sollte nun direkt mit der Prothese verbunden werden. Allerdings war dazu eine vorbereitende Operation nötig. (Ausführlich dazu Beitrag Breitsameter, S. 9)

Bewegung mittels Elektroden und Elektromotoren

Mit der Nutzung des myoelektrischen Effektes professionalisierte man die Steuerung der Handprothesen. 1964 wurden im Zentralen Prothesenforschungsinstitut der UdSSR die ersten Fremdkraftprothesen hergestellt. Bei den myoelektrischen Prothesen wird die bei der Muskelkontraktion freigesetzte elektrische Spannung auf der Haut von Elektroden erfasst und als Steuersignal an die Prothesenelektronik weitergeleitet. Elektromotoren bewegen Hand und Finger. Ein großes Problem der Fremdkraftprothesen stellten allerdings der Platzbedarf und das Gewicht der Antriebe dar.

Wie jedoch das Gewicht der Prothese reduzieren, ohne die neu gewonnene Funktionalität einzubüßen? Bei der von Dr. Stefan Schulz und seinem Team am Forschungszentrum Karlsruhe entworfenen Fluidhand werden die Bewegungen erstmals hydraulisch angetrieben. Es wird eine Flüssigkeit in die flexiblen, faltenbalgartigen Kammern der Fingergelenke gepumpt. Eine

Anzeige



Standplätze mit Rufäulen.
Auch in Ihrer Nähe!

› taxmünchen
Die Genossenschaft. Seit 1917.

DAS BESTE KOMMT NOCH. IHR TAXI IN MÜNCHEN!

Unser Taxi-Service ist schnell, zuverlässig, bequem und sicher! www.taxi-muenchen.de

- › Einzel- und Gruppenfahrten, Kurierfahrten
- › Apothekenfahrten, Arzt- und Krankenfahrten
- › Einkaufs- und Besorgungsfahrten
- › Firmen- und Geschäftskundenberatung
- › Firmen- und Großkundenberatung

- › Auf Wunsch bieten wir Ihnen den Anschluss an unser automatisches Bestellsystem.
- › Bestellungen über die Taxi-Zentrale (089) 21 610 und (089) 19 410 oder per App.



Wir bieten auch eine Taxifahrer-Ausbildung bei der Taxi-München eG in unserer Taxischule in der Engelhardstraße an. Informationen unter: Telefon (089) 21 61 333

Miniaturl-Zahnradpumpe saugt aus einem flexiblen Flüssigkeitstank Wasser an und presst es über Ventile in die Antriebe der Fingergelenke. Die faltenbalgartigen Muskeln krümmen sich beim Befüllen mit der Flüssigkeit. Steuerung, Pumpe und Tank befinden sich in der Mittelhand.

Mit der jüngsten Handprothese, der „VINCENTevolution4“ ist dem Unternehmen erneut eine Revolution gelungen: Es handelt sich um die weltweit erste vollständig wasserdichte Handprothese, mit der erstmals auch ein Untertauchen des gesamten Arms und das Schwimmen möglich werden. Das Modell ist mit einem Skelett aus Aluminium oder wahlweise Titan extrem robust und dabei gleichzeitig besonders leicht (die leichteste Version wiegt etwa 390 g).

Große Auswahl an Farben und Größen

Außerdem lässt sie dem Kunden Spielraum für Individualisierung – die Handprothese ist in fünf Größen, 25 Farb- und vier Handgelenksoptionen erhältlich – und einfach zu bedienen. Bogenfedern verbinden jeweils die Fingergrundgelenke mit den Fingerspitzen. Diese elastische Kraftübertragung gestattet ein adaptives Greifen ähnlich der menschlichen Hand. Das Material der Oberfläche besteht aus Silikon unterschiedlicher Härte, es unterstützt das Greifen und fühlt sich zugleich angenehm an. Durch die integrierte Vierkanal-Steuerung können bis zu vier EMG-Sensoren direkt mit der Hand verbunden werden, was die Steuerung der Handprothese stark vereinfacht.

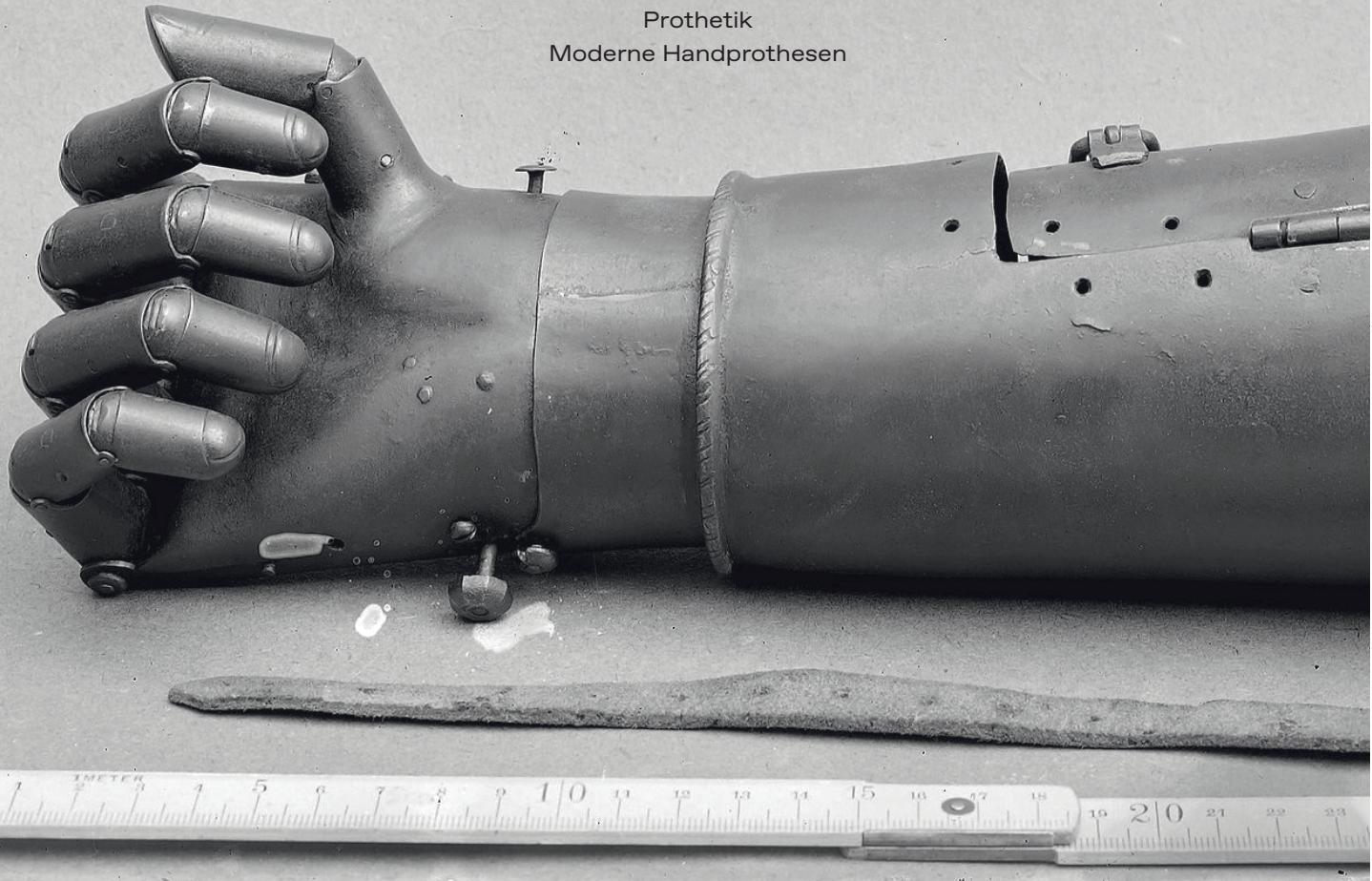
Als nächstes steht die Verbesserung des Tastsinns auf der Agenda. „Es soll möglich sein, mit der Hand noch feiner zu spüren und zu fühlen. Zudem werden die Hände belastbarer, so dass man sie auch beim Sport und bei handwerklichen Tätigkeiten einsetzen kann.“ Während heutige Handprothesen noch zu filigran seien, als dass man mit Ihnen beispielsweise einen Berg mit dem Mountainbike herunterbrettern könnte, solle das mit den künftigen Modellen möglich sein. Gleichzeitig arbeitet das Team von Vincent Systems daran, dass die Materialien, die in so einer Hand verbaut sind, komplett recyclebar sind.

Dass die Entwicklung der Handprothese „eigentlich nie aufhört“, sondern man sich stets neue Innovationen aus den verschiedensten anderen Fachbereichen zu Nutze machen kann, findet Schulz ganz besonders reizvoll. „Wir sind noch immer weit davon entfernt, eine menschliche Hand in all ihrer Perfektion nachzubauen zu können“, hält er fest.

Mara Merl hat Klassische Archäologie, Kunstgeschichte und Philosophie in München, Rom und Frankfurt a. M. studiert. Sie arbeitet als freie Wissenschaftsjournalistin.

Zum Weiterlesen:
→ vincentsystems.de

→ S. Kahlow, Prothesen im Mittelalter – ein Überblick aus archäologischer Sicht In: Cordula Nolte (Hrsg.): *Homo Debilis. Behinderte – Kranke – Versehrte in der Gesellschaft des Mittelalters. Studien und Texte zur Geistes- und Sozialgeschichte des Mittelalters 3*, 2009.



INFO

Etwa 1530 erhielt der Ritter Götz von Berlichingen (1480–1562) ein zweites, noch ausgefiltertes Modell einer künstlichen Hand aus Eisenblech.

Die eisernen Götz-Hände

Aus dem späten Mittelalter (16. Jahrhundert) stammen die zwei berühmten eisernen Handprothesen, die dem Ritter Götz von Berlichingen (1480–1562) zugeschrieben werden. Die zwei passiven – das heißt, nur mit Hilfe der anderen Hand bedienbaren – Prothesen werden heute in der Götzenburg in Jangsthausen aufbewahrt. Offenbar verlor Götz von Berlichingen seine Hand 1504 in einer Schlacht des Erbfolgekriegs, in der er infolge eines Kanonenschusses von den Splittern seines eigenen Schwertes getroffen wurde. Um einen Wundbrand zu vermeiden, trennte man ihm die Hand ab.

Götz von Berlichingen trug daraufhin zunächst eine Prothese aus Eisenblech, die in ihrem Inneren mit einem aufwendigen Mechanismus aus Blattfedern und Sperrklingen versehen war. Dieser Mechanismus machte es möglich, paarweise die Finger und sogar den Daumen gegenläufig zu Mittel- und Zeigefinger zu bewegen, was das Greifen und Halten von Gegenständen ermöglichte. An der 600 g schweren Hand haben sich Reste von hautfarbener Ölfarbe gefunden, was zeigt, dass ein möglichst natürlicher Eindruck erzeugt werden sollte.

2017 hat ein Forscherteam um Professor Andreas Otte von der Hochschule Offenburg diese erste Götz-hand mithilfe eines 3D-Druckers nachgebaut und ihre Funktionalität geprüft, mit dem Ergebnis, dass die Hand für die Bewältigung alltäglicher Aufgaben durchaus hilfreich war.

Noch deutlich komplexer in ihrem Mechanismus ist von Berlichingens zweite eiserne Hand (siehe Foto), die wohl um 1530 gefertigt wurde. Hier waren die Finger – freilich noch immer nur mit Hilfe der gesunden Hand – einzeln artikulierbar. Durch die Betätigung zweier Knöpfe sprangen sie wieder in ihre Ausgangsposition zurück. Die ganze Hand inklusive der Unterarmschiene wog stattliche 1,5 kg.

DIE FASZINATION VON SPINNEN- BEINEN

Die langen, filigranen Beine der Spinnen inspirierten Stefan Schulz, Hydraulikgelenke im Miniaturformat nachzubauen. Für die Anwendung dieser Entwicklung suchte er sich dann ein möglichst komplexes Einsatzgebiet. Das Gespräch führte **Sabrina Landes**

Wie kamen Sie auf die Idee, sich mit der Entwicklung von Handprothesen zu beschäftigen?

Ich hatte mir bei meiner Forschungstätigkeit am Forschungszentrum in Karlsruhe (heute KIT) die Aufgabe gestellt, neue Mikro-Antriebe zu entwickeln. Die Natur hat hier faszinierende Lösungen entwickelt. Spinnenbeine zum Beispiel. Die kombinieren Muskelarbeit mit Hydraulik. Über Hydraulik wird das Bein gestreckt und über die Muskeln werden die Beine zusammengekrümmt. Dadurch können Spinnenbeine so unglaublich dünn und schlank sein und gleichzeitig so viel Kraft haben. Ich habe begonnen, solche Hydraulikgelenke nachzubauen und mir mit der Hand ein sehr komplexes Einsatzgebiet für diese miniaturisierten Antriebe gesucht. Da befinden sich 22 Gelenke auf kleinstem Raum, die wollen alle kraftvoll bewegt werden. In unserer hydraulischen Handprothese haben wir daher eine Verbindung aus flexiblen, fluidischen Antrieben, einer sehr komplizierten Steuerung, einer leistungsfähigen Miniatur-Hydraulikpumpe, Ventilen und einem Flüssigkeitstank.

Die aktuellen Handprothesen arbeiten allerdings nicht mehr hydraulisch. In der VINCENTevolution4 werden die Finger und die Daumen von kleinen Elektromotoren angetrieben. Tank, Pumpe und Ventile wurden damit überflüssig. Neben den Motoren genügt eine Steuerungselektronik, was die Prothese robust und langlebig macht. Das Wirkungsprinzip des Spinnenbeins, wie es in der ersten miniaturhydraulischen Handprothese, der Fluidhand, zum Einsatz kam, war noch sehr kompliziert und störanfällig. Mit vertretbarem Aufwand war die Hand nicht in ein alltagstaugliches Produkt umzusetzen. Die Fluidhand, von der nur wenige Prototypen gebaut wurden, bleibt dennoch ein vielversprechendes Experiment, bis die Zeit reif ist zu einem neuen Anlauf für eine miniaturhydraulische Handprothese.



Spinnenbeine besitzen nur einen Beugemuskel. Die Streckung der Beine erfolgt über hydraulischen Druck.

Funktionieren die Vincent-Prothesen auch bei angeborenem Fehlen von Gliedmaßen?

Mit modernen Prothesen kann man jede Art von Fehlbildung ersetzen. Es muss vorher keine Hand vorhanden gewesen sein. Allerdings fühlt es sich ganz anders an: Jemand der ohne Hand geboren ist, vermisst die Hand gar nicht. Man empfindet sich selbst als vollständig. Die Handprothese ist für diese Menschen zunächst einmal ein Fremdkörper. Das ist der große Unterschied zu jemanden, der seine Hand verliert. Die Prothese ist dennoch nützlich im Alltag, um die andere Hand zu unterstützen und ein biomechanisches Gleichgewicht des Körpers herzustellen, das entlastet die Gelenke und schützt vor einseitiger Überlastung.

Sie arbeiten auch daran, den Tastsinn wiederzuerlangen?

Es gibt bereits seit längerem Versuche mit Elektroden, die direkt in den Muskel implantiert werden, um dort die Steuerungssignale abzugreifen. Für den Tastsinn werden Elektroden an Nerven platziert, um diese mit minimalen Strömen zu aktivieren. Dieser Ansatz ist bislang aber nicht praxistauglich. Wir gehen einen ganz anderen Weg, sowohl bei der Steuerung wie auch beim „Force-Feedback“, also dem Tastsinn, indem wir den Anwender völlig frei von Implantaten lassen. Der Grund dafür ist: Die Technik entwickelt sich rasant vorwärts, jedes Jahr kommen neue Erkenntnisse hinzu. Wenn erst etwas implantiert ist, das man wieder herausnehmen müsste, ist das mit einem sehr großen Aufwand und Risiken verbunden. Dem wollen wir die Prothesenträger nicht aussetzen. Wir glauben daran, dass wir einen natürlichen Tastsinn und eine komplexe Steuerung von außen erreichen können. Dadurch hat der Anwender auch die Möglich-

keit, immer das neueste Modell mit den modernsten Funktionen zu tragen. Derzeit geben wir den Tastsinn über eine codierte Vibration am Unterarm wieder. Wir arbeiten auch an Systemen, die Akustik und Körperschall einsetzen: Unser hochsensibles Gehör bietet eine perfekte Schnittstelle zwischen Handprothese und Gehirn.

Wo genau spüre ich das dann?

Das Vibrieren spürt der Anwender im Schaft: Wenn man einen Gegenstand berührt, dann fängt der Schaft an leicht zu schwingen. Wenn Sie eine Kraft erreicht haben, beim Drücken, dann kriegen sie einen, zwei oder drei Pulse auf den Unterarm und wissen dadurch, welche Kraftstufe Sie erreicht haben. Den Puls können Sie intuitiv mitzählen und haben dadurch eine sehr zuverlässige Kraftrückkopplung. Da machen wir uns auch die Plastizität des Gehirns zunutze. Das Schöne ist ja, dass das Gehirn relativ schnell lernt und sich anpasst: Irgendwann müssen Sie nicht mehr darüber nachdenken, wie viele Pulse kommen, sondern Sie spüren und bewerten diese Pulse als Berührung des Gegenstands.

Ab welchem Alter ist der Einsatz solcher Prothesen sinnvoll?

Wir bauen Prothesen für Kinder ab etwa acht Jahren. Mit der Steuerung haben die Kinder überhaupt kein Problem, die lernen das auch viel schneller als Erwachsene, weil sie damit spielerischer umgehen. Kinder haben außerdem viel höhere Mobilitätsgrade. Sie wollen spielen, toben, bauen – das heißt, so eine Kinderhand, die muss nicht nur leichter sein, sondern gleichzeitig auch robuster als eine Hand für Erwachsene.

Wie kam es zur Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum und zur Idee, ein Modell Ihrer Handprothese zu stiften?

Wir haben eine lange Kooperationsgemeinschaft mit dem Deutschen Museum. Schon in der Sonderausstellung „Leben mit Ersatzteilen“ hatten wir die Fluidhand als erste multiartikulierende Hand für die Ausstellung zur Verfügung gestellt. Jetzt ist mit der VINCENTevolution4 auch das Nachfolge-Modell der Fluidhand im Deutschen Museum. Die VINCENTevolution4 ist ein Flaggschiff der Prothetik. Technisch gesehen übertrifft sie alle Handprothesen, die derzeit auf dem Markt sind. Sie ist ein Entwicklungsvorreiter auf dem Gebiet der Handprothesen.

Dr. Stefan Schulz war nach dem Studium der Elektrotechnik in Rostock zunächst wissenschaftlicher Mitarbeiter dann Leiter einer interdisziplinären Forschungsgruppe am Karlsruhe Institut für Technologie (KIT). 2003 Promotion, von 2007 bis 2012 Leiter des Steinbeis-Beratungszentrums für Fluidtechnik. Seit 2009 Geschäftsführer sowie Leiter Forschung & Entwicklung der Vincent Systems GmbH. Stefan Schulz hat für seine Arbeit zahlreiche Preise und Ehrungen erhalten, unter anderem den Designpreis der Bundesrepublik Deutschland oder den Innovationspreis Baden-Württemberg.



INFO

Prothetik im Deutschen Museum

→ In der Ausstellung Gesundheit können Sie sich im Bereich „Glieder und Gelenke“ über die Entwicklung von Arm- und Beinprothesen informieren. Dabei sind hier nicht nur historische und aktuelle Prothesen zu sehen, sondern Sie können eine moderne Handprothese auch selbst mit Ihren eigenen Muskeln steuern!

→ In der Ausstellung Robotik ist ein ganzer Themenbereich dem „Laufen und Greifen“ gewidmet und auch hier finden Sie verschiedene Prothesen für Arme und Beine.

→ Und auch im Deutschen Museum Nürnberg können Sie sich über Hilfsmittel für amputierte Menschen informieren und einen Blick in die Zukunft der Prothetik wagen!

Anzeige

STUDIO43
EXKLUSIVE KÜCHEN SEIT 2017

STUDIO43 GmbH

Werner-Schlierf-Str. 23 | 81539 München
089 / 890 577 45 | info@kuechenstudio43.de

kuechenstudio43.de



M I K O R



Über Piraten mit Holzbeinen

Das Leben der Piraten war kein Zuckerschlecken. Bei stürmischem Wellengang oder sengender Hitze lagen sie ständig auf der Lauer. Hatten sie ein Opfer auf hoher See auserkoren, hieß es: „Auge um Auge, Zahn um Zahn“. Die Kämpfe der Seeräuber waren kaltblütig. Stichverletzungen, Schusswunden und Knochenbrüche standen auf der Tagesordnung. Zu all dem Übel war die medizinische Versorgung an Bord nur sehr spärlich. Denn Ärzte befanden sich so gut wie nie in greifbarer Nähe. Daher mussten sich die Kameraden gegenseitig helfen. Bei schwierigen Verletzungen und stark blutenden Wunden an Beinen und Armen nahmen sie oftmals eine Säge zur Hand. Sie entfernten das zerstörte Körperteil, um zu verhindern, dass der Verletzte verblutete oder an einer Infektion starb. Zahlreiche Piraten überlebten die Amputation allerdings wegen der starken Schmerzen nicht. Diejenigen, die die brutale Methode überstanden, bekamen anschließend ein Holzbein oder statt einer Hand einen Haken verpasst: Einfache Prothesen, die mit Riemen befestigt wurden.

François le Clerc, ein berühmter französischer Pirat, bekam sogar den Spitznamen „Holzbein“. Er versetzte Mitte des 16. Jahrhunderts die Küstenregion von Puerto Rico und Hispaniola in Angst und Schrecken. In einer Seeschlacht im Jahre 1549 verlor er tragischerweise ein Bein. Der mühsame Gang mit der sperrigen Prothese hielt ihn jedoch nicht vor weiteren Raubzügen ab. 1553 begann Le Clerc mit acht Schiffen die spanische Handelsflotte und Siedlungen anzugreifen. Wenige Monate später plünderte und zerstörte er den Hafen von Santiago de Cuba. Auch heute noch gibt es immer wieder Angriffe von Seeräubern, vornehmlich an den Küsten vor Südamerika, Afrika und Asien. Moderne Piraten agieren allerdings in organisierten Banden, fahren mit Schnellbooten und nutzen GPS zur Navigation. Sie genießen eine bessere medizinische Versorgung – spätestens dann, wenn sie wegen ihrer kriminellen Machenschaften hinter verschlossenen Gittern landen.

M R A K O

Phantomschmerzen

Menschen, die durch einen Unfall, eine Krankheit oder im Krieg eine Gliedmaße verloren haben, empfinden häufig Schmerzen in dem fehlenden Körperteil. Solche Schmerzen heißen Phantomschmerzen. Sie entstehen im Gehirn, welches die Schmerzen des amputierten Körperteils in einem „Schmerzgedächtnis“ abgespeichert hat. Um diese Schmerzen loszuwerden, muss man das Gehirn austricksen. Die Betroffenen positionieren sich dazu mittig vor einem Spiegel. Dann bewegen sie das noch vorhandene Körperteil, wie beispielsweise den rechten Arm. Diese Bewegung gaukelt dem Gehirn vor, dass der fehlende Körperteil jener im Spiegel ist. Er ist für das Gehirn also wieder da. So wird nach und nach das Schmerzgedächtnis gelöscht und die Phantomschmerzen verschwinden.



XXL-Prothesen für Vierbeiner

Ob Hund, Katze oder Maus – jedes Tier kann eine maßgeschneiderte Prothese tragen. So auch die Elefantendame Mosha: Sie verlor ihr rechtes Vorderbein und läuft seitdem mit einer Beinprothese durchs Leben.

Solange Mosha noch wächst, muss ihre Prothese immer wieder angepasst werden. Ein Bild von der tapferen Elefantendame findest du, wenn du der Kinderspur in der Ausstellung Gesundheit folgst.

Magische Superhelden

Wie wäre es, wenn du die Hand von Iron Man oder die eines Star-Wars-Kämpfers hättest? Unglaublich abgefahren, oder? Eine britische Firma lässt diesen Traum Wirklichkeit werden. Sie fertigt Prothesen aus dem 3D-Drucker an, mit denen sich Kinder, denen eine Hand fehlt, in ihre Lieblings-Superhelden verwandeln können. Komplexe Handgriffe sind damit zwar nicht möglich, aber zum Ball werfen und spielen ist die künstliche Hand bestens geeignet. In der Ausstellung Gesundheit kannst du selbst einmal eine Handprothese der Superlative ausprobieren. Du kannst sie mit deiner eigenen Muskelkraft steuern. [Probiere es aus!](#)



Jordans glitzernde Welt

Jordan aus den USA war zehn Jahre alt, als sie ihre erste eigene Handprothese entworfen hat. Bei einem Workshop durften Kinder mehrere Tage lang zusammen mit Ingenieuren Prothesen entwickeln. Rasch war klar: Eine künstliche „Hand“ muss nicht unbedingt fünf Finger haben. Sie muss eigentlich überhaupt nicht aussehen wie eine normale Hand. Jordan, die ohne ihren linken Unterarm geboren wurde, träumte davon, Glitzer aus ihrem Arm schießen zu können. Zusammen mit den Ingenieuren entwarf sie „ihre“ Glitzerkanonenhand, die anschließend im 3D-Drucker ausgedruckt wurde. Hier kannst du Jordan mit ihrer Glitzerkanone sehen: → www.globalcitizen.org/de/content/kinder-designen-eigene-prothesen



Melanie Jahreis ist die Autorin der Seiten für Kinder und Familien. Sie studierte Biologie an der Technischen Universität München. Seit 2021 beschäftigt sie sich in Museen und anderen Einrichtungen mit der Vermittlung von Wissen für alle.

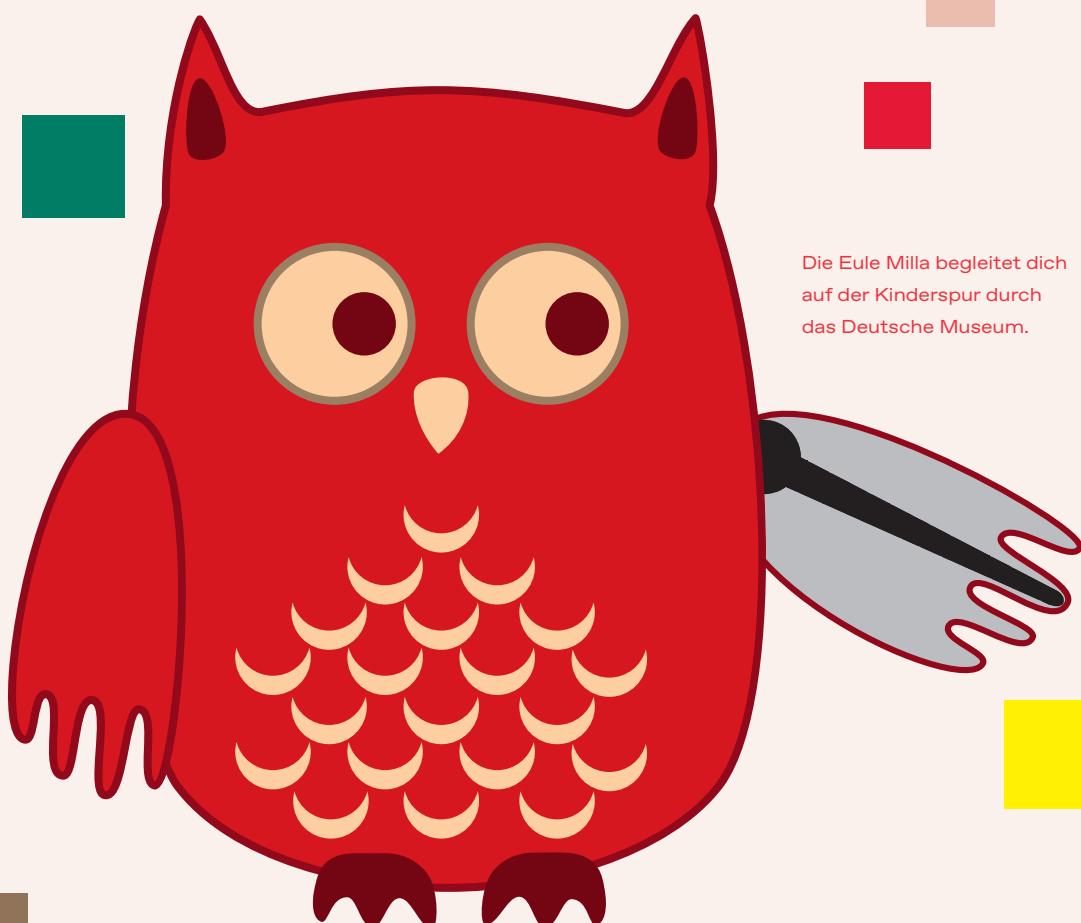


Die Mumie mit dem Ersatzzeh

Die alten Ägypter waren nicht nur begnadete Pyramidenbauer, sie verstanden es auch, maßgeschneiderte Prothesen herzustellen. Dies zeigt der Fund einer großen Zehe, die im frühen ersten Jahrtausend vor Christus angefertigt wurde. ArchäologInnen entdeckten sie bei Ausgrabungen am Fuß der Mumie einer ägyptischen Priester-tochter. Zunächst war man sich nicht einig, ob die Verstorbene die Prothese bereits zu Lebzeiten trug. Einige ForscherInnen meinten, dass es sich lediglich um eine Grabbeigabe handelte, damit die Frau unversehrt ins Jenseits gelangen konnte.

Ein Forscher nahm sich des Rätsels an und konnte das Geheimnis lüften: Zunächst studierte er den Bau der Prothese bis ins Detail.

Der Holzzeh besaß ein durch Leder gehaltenes Gelenk, mit dem der Zeh beim Gehen gebeugt werden konnte. Der robuste Zehenersatz wurde mit Leinenfäden am Fuß der Priester-tochter befestigt. Diese Konstruktion baute der Forscher kurzerhand nach und probierte sie an Menschen mit amputierten Zehen aus. Erstaunlicherweise erleichterte sie tatsächlich das Laufen auf angenehme Art und Weise. Mit moderner Mikroskopie, Computertomografie und Röntgentechnik konnte der Forscher zudem Bearbeitungsspuren an der Zehnprothese sichtbar machen. Er schloss daraus, dass die Prothese damals mit großem handwerklichen Geschick mehrfach an den Fuß der Frau angepasst wurde. Neben einem hohen Tragekomfort, legte die Priester-tochter offensichtlich auch großen Wert auf Ästhetik. Denn die Prothese war einem echten Zeh detailgetreu nachgebildet und der Zehennagel sogar bemalt. Der für die damalige Zeit weit entwickelte Ersatzzeh wird übrigens im Ägyptischen Museum in Kairo aufbewahrt.



Die Eule Milla begleitet dich
auf der Kinderspur durch
das Deutsche Museum.



Bei den Shows im Planetarium des Deutschen
Museums werden auch die Sternbilder am
Nachthimmel über München gezeigt.

Seit 100 Jahren: Der Himmel auf Erden

Bis 28. Januar 2024: Sonderausstellung zum Jubiläum des ersten Projektionsplanetariums

Am 21. Oktober 1923 gab es in München die weltweit erste öffentliche Vorführung eines Projektionsplanetariums – im Deutschen Museum. Das Jubiläum wird auf der Museumsinsel mit einer großen Sonderausstellung gefeiert. In der Eingangshalle warten einmalige Exponate, vom Astrolabium aus dem 16. Jahrhundert über Himmelsgloben bis zu Armillarsphären, auf die Besucherinnen und Besucher. Zu sehen sind auch vier große Sternenprojektoren – darunter selbstverständlich das originale Modell I von Zeiss, mit dem alles begann. Dazu gibt es unter einer Zehn-Meter-Kuppel regelmäßige Vorführungen zum Sternenhimmel über München.

„Für die Erklärung des Fixsternhimmels und des Sonnensystems wollte von Miller etwas bisher noch nie Dagewesenes schaffen“, sagt Sicka. „Und auch heutzutage gehen jedes Jahr noch immer rund 100 Millionen Menschen in ein Planetarium“, sagt der Kurator. „Trotz Internet und Virtual Reality bleibt das Erlebnis unter der Kuppel einfach etwas ganz Besonderes.“

Bis zur öffentlichen Premiere des ersten Sternenprojektors dauert es nach der Zeiss-Zusage damals zwar noch zehn Jahre – auch wegen Verzögerungen durch den

Ersten Weltkrieg. Aber die Zusammenarbeit mit der Firma Zeiss war damals der Auftakt für eine dauerhafte Partnerschaft mit dem Deutschen Museum. „Einen gesellschaftlichen Beitrag zu leisten, das war immer wichtig in der langen Geschichte unseres Unternehmens“, sagt Karl Lamprecht, Vorstandsvor sitzender der Zeiss Gruppe. Mit dem Deutschen Museum habe man einen herausragenden Partner bei der Nachwuchs-Förderung im Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik. Und diese Förderung liegt Zeiss sehr am Herzen. Lamprecht: „Das Deutsche Museum ist ein Ort des Lernens und der Inspiration. Hier wurde schon bei vielen jungen Menschen die Begeisterung für Naturwissenschaft und Technik geweckt. Diese Begeisterung brauchen wir, um unsere Zukunft lebenswert zu gestalten.“

Leihgaben wie das Rasterelektronenmikroskop für das Mikroskopische Theater oder der Refraktor in der Weststernwarte tragen viel zur Attraktivität des Hauses bei. Und als Gründerkreismitglied leistet Zeiss mit einer Großspende für die künftige Physikausstellung einen weiteren immensen Beitrag. Auch beim Aufbau der neuen Geräte haben die Experten von Zeiss tatkräftig mitgeholfen. Denn für die Installation des neuen

Asterion-Sternenprojektors und der beiden Velvet-Videoprojektoren in der mobilen Kuppel war Spezialwissen gefragt. Die regelmäßigen Vorführungen in dem Zehn-Meter-Dom gehören zu den absoluten Höhepunkten der Jubiläumsschau. „Die vielen einmaligen Exponate wie das Habermehl-Astrolabium oder die wunderschönen Himmelsgloben sollte man sich aber auch nicht entgehen lassen“, sagt Kurator Christian Sicka.

Sabine Pelgjer



Der Eintritt in die regelmäßigen Sternen-Shows kostet 5 Euro (Museumsmitglieder frei), Tickets gibt es an der Infotheke in der Eingangshalle.

Vertiefende Beiträge zum Thema „Planetarien“ lesen Sie in Kultur&Technik 3/2023.

Wie wollen wir künftig mobil sein?

Das Deutsche Museum Nürnberg hat die Ausstellung „System Stadt“ komplett überarbeitet. Präsentiert wird eine ganz neue Mobilitäts-schau, die aktuelle Debatten zum Thema aufgreift.

Im Ausstellungsbereich „System Stadt“ präsentiert das Zukunftsmuseum eine komplett neue Mobilitätsschau, die unter anderem mit einer Station zum autonomen Fahren, dem Stadtfahrzeug „CityQ“ und einer Mitmachstation zur Wasserstoff-Energiekette aufwartet.

„Die große Frage, die wir zentral diskutieren möchten, lautet, wie wir in Zukunft mobil sein wollen“, sagt Jana Grasser, die als wissenschaftliche Mitarbeiterin die Neuausrichtung konzipiert hat. „Wir haben dabei versucht, leichtere Einstiege in unsere Technik-Ethik-Diskussion zu finden, als bisher.“ Deswegen prangt im Eingangsbereich zur Mobilität ein „Parkplatz“ als große Freifläche auf dem Boden. Man wolle dafür sensibilisieren, wie viel Platz in den Innenstädten für Autos reserviert sei, die im Schnitt 23 Stunden am Tag stehen – und die Frage aufwerfen, ob diese Entwicklung noch zu rechtfertigen ist, so Grasser.

Sharing, Digitalisierung und Wasserstoff

Mit dem „CityQ“ und dem „mocci“ werden beispielsweise zwei Alternativen zum Autoverkehr gezeigt, die beide auch in Sharing-Konzepten gut funktionieren

könnten: „Nutzen statt Besitzen lautet ein weiteres Schlagwort, mit dem wir uns in diesem Zusammenhang beschäftigen“, sagt Grasser. Auch auf die Digitalisierung der Mobilität wirft das DMN einen intensiven Blick: Neben einer Infostation zu Vorteilen und Risiken des autonomen Fahrens können künftig zwei Personen gleichzeitig einen Fahrsimulator nutzen: Zunächst wird man selbst mit überraschenden Ereignissen im Straßenverkehr konfrontiert, um im Anschluss die Unterschiede zwischen einer schlecht und einer gut trainierten KI im autonomen Betrieb zu beobachten.

Ein Museum in Bewegung

Wer möchte, kann sich an einer weiteren Station mit verschiedenen Parametern als Automobilkonstrukteur versuchen und hier auch eine Entscheidung zum Treibstoff fällen. Hier kommt die neue Wasserstoff-Energiekette ins Spiel, die in einer Mitmachstation die Möglichkeiten des Wasserstoffs als Energieträger in all seinen Facetten darstellt.

Die vollständige Überarbeitung der Mobilitätsausstellung ist die erste von drei Teilüberarbeitungen, die das Deutsche Museum

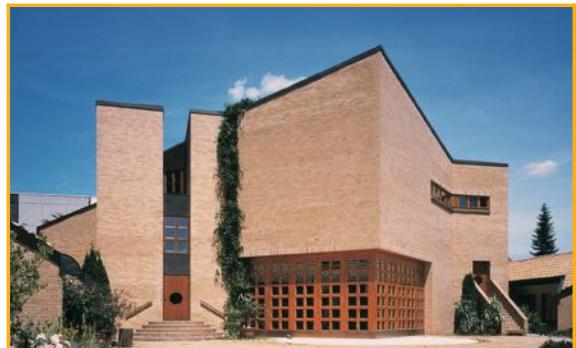
Nürnberg noch in diesem Jahr umsetzen wird. „Die Zukunft steht nicht still, deswegen werden auch wir immer wieder neue Impulse in der Dauerausstellung setzen“, sagt Marion Grether, Leiterin des DMN. „Als Zug- und Fahrradbegeisterte freue ich mich besonders über die neuen Exponate und auf die spannenden Diskussionen, die wir im und um das Museum führen werden.“ Weitere Überarbeitungen werden im Oktober in „Körper und Geist“ sowie im November in „Raum und Zeit“ zu sehen sein.



Deutsches Museum Nürnberg
Augustinerhof 4
90403 Nürnberg
geöffnet Dienstag bis Sonntag
von 10–18 Uhr
www.deutsches-museum.de/nuernberg



Auf einer neu gestalteten Ausstellungsfläche präsentiert das Deutsche Museum Nürnberg Ideen für den Stadtverkehr der Zukunft.



Unsere Schule ein unbequemer – fröhlicher Ort



- Weil wir uns verpflichten, einander zu respektieren.
- Weil gegenseitiges Vertrauen stark macht.
- Weil alle ermutigt werden, die Freiheit des Einzelnen in unserer Gemeinschaft zu schützen.
- Weil junge Menschen sich selbst entdecken, ihre Gaben und Fähigkeiten entfalten.
- Weil wir den Widerspruch erwarten.
- Weil alle ermutigt werden, Bindungen einzugehen und Verpflichtungen wahrzunehmen.
- Weil uns Fehler helfen, Stärken weiterzuentwickeln.
- Weil wir im Interesse unserer Schüler auch dem Missbrauch von Macht und Einfluss entgegentreten.
- Weil wir den Mut haben, miteinander fröhlich zu sein.



www.derkSEN-gym.de



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

60 JAHRE



SEIT 1959

KLEINES PRIVATES LEHRINSTITUT

DERKSEN

GYMNASIUM

SPRACHLICH • NATURWISS.-TECHNOLOG.
STAATL. ANERKENNT • GEMEINN. GMBH

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

Keine Angst vor KI

Im Deutschen Museum Bonn gibt es einen neuen Erlebnisraum rund um Künstliche Intelligenz.

Die rasante Entwicklung im Bereich Künstliche Intelligenz beunruhigt viele Menschen. Umso wichtiger ist es, zu verstehen wie KI funktioniert, welche Chancen und Gefahren sie birgt und wie wir sie nutzen können.

Im Deutschen Museum Bonn kann man an zahlreichen interaktiven Stationen verschiedene Einsatzgebiete von KI „erleben“ und selber ausprobieren: Von der Bilderkennung und -manipulation über den lernenden Sprachassistenten bis zu den Möglichkeiten und Grenzen autonomer Fahrsysteme reicht das Spektrum.

Extra für Kinder und Familien wurde der „KI:osk“ gestaltet: Als optisch und inhaltlich unkonventioneller Erlebnis- und Erfahrungsraum, der vor allem Kindern und Familien in verspielter Form Angebote zu Themen der Digitalisierung und der Künstlichen Intelligenz macht. Greifbare Aktivitäten wie Spiele zum maschinellen Lernen oder auch ein Puppenspiel beleuchten zielgruppengerecht der KI zugrunde liegende Ideen.

An Wochenenden und Ferientagen öffnet sich auch ein echter Kiosk mit überraschendem KI-Sortiment für große und kleine Gäste, immer anders aber immer witzig und anregend! Und wer etwas Entspannung sucht, findet auch diese in der KI-Oase...

Zunächst gilt es sich im KI-Dschungel zu orientieren. Trägt uns die Brücke über den gefährlichen Datenfluss? Wie dicht ist der Datenwald, der uns umgibt? Müssen wir uns erst sortieren, bevor wir den KI:osk finden?

Leitexponat des neuen Ausstellungsbereichs ist der Forschungsroboter RHINO der Universität Bonn, der in den 1990er Jahren als interaktiver Museums-Guide seine Runden durch das Deutsche Museum Bonn drehte. Mit dem Roboterhund GO1 und dem Laufroboter LAURON IVc halten nicht zuletzt zwei potenzielle Publikumslieblinge Einzug in die Räume des Deutschen Museums Bonn, die zeigen, wie Roboter das Laufen lernten.



Deutsches Museum Bonn
Ahrstraße 45, 53175 Bonn
geöffnet Dienstag bis Sonntag
von 10–17 Uhr
www.deutsches-museum.de/bonn

Deep Fake: An einer von zahlreichen Medienstationen können sich die BesucherInnen mit der Manipulation von Bildern auseinandersetzen.





Neu im Verlag Deutsches Museum: Raumfahrt – Für die Erde ins All

Von der Raketentechnik zur Raumfahrt war es ein langer Weg: Erst die erfolgreiche Landung von Amerikanern auf dem Mond 1969 gab den notwendigen Ruck, das neue Themengebiet in einer Dauerausstellung zu etablieren. Dazu trug erheblich das große Interesse der Öffentlichkeit an den Apollo-Missionen und der bemannten Raumfahrt bei.

Das Motto der 2022 neu eröffneten Ausstellung „Für die Erde ins All“ rückt die Erde selbst in den Mittelpunkt. Der Rundgang durch die Ausstellung Raumfahrt beginnt nach einem Überblick über unser Sonnensystem bei den Anfängen der Raketentechnik, führt über die Entwicklung von Raketentriebwerken bis zur bemannten Raumfahrt samt Weltraumlabor und weiter zu Satelliten und Sonden, bis zur Fernerkundung.

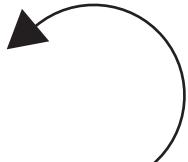
Passend zur Ausstellung ist nun ein begleitender Bildband mit zahlreichen Essays, spannenden Objektgeschichten und einem reich bebilderten Katalogteil erschienen. Neben den vielfältigen Wechselwirkungen mit anderen Disziplinen, beispielsweise der Astronomie oder der Physik, liegt ein besonderes Augenmerk auf der Entwicklung der Raketentechnik, durch die die Raumfahrt erst möglich wurde. Für alle Bereiche werden die in der Ausstellung gezeigten Exponate vorgestellt – vom Raketschlitten von Max Valier, über Raketentriebwerke wie Rocketdyne H-1 oder J-2, Satelliten und Raumsonden bis zu Original-Raumanzügen. Insgesamt bietet der Katalog eine spannende Reise durch Geschichte und Gegenwart der Raumfahrt.

Kathrin Mönch

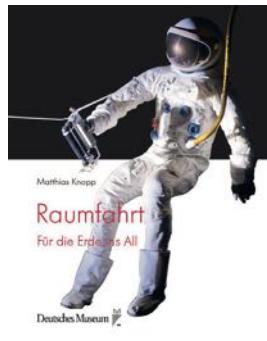
Flugwerft Schleißheim: Das Dach der neuen Ausstellungshalle wird saniert.

Bauarbeiten in der Flugwerft Schleißheim

Derzeit stehen in der Flugwerft Schleißheim umfangreiche Sanierungsarbeiten bevor. Das Dach der 30 Jahre alten Dependance des Deutschen Museums ist stellenweise undicht. Saniert wird abschnittsweise, damit ein möglichst großer Teil der Halle betretbar bleibt. Sollten wegen der Bauarbeiten einmal Teile der Ausstellungshalle nicht zugänglich sein, werden die Eintrittspreise für den jeweiligen Tag deutlich reduziert. Bis zum Jahresende soll die Sanierung abgeschlossen sein.



Deutsches Museum Flugwerft Schleißheim
Effnerstraße 18, 85764 Oberschleißheim
geöffnet täglich von 10–17 Uhr
[www.deutsches-museum.de/
flugwerft-schleissheim](http://www.deutsches-museum.de/flugwerft-schleissheim)



MITGLIEDER –



Aktuelles

Moderne Mitgliederverwaltung – Umstellung auf Lastschriftverfahren und digitale Post

Wir möchten möglichst alle Mitgliederkonten auf Lastschriftverfahren umstellen. Das erleichtert den Zahlungsverkehr für beide Seiten und reduziert den Verwaltungsaufwand für Zahlungserinnerungen erheblich. Bitte teilen Sie uns dafür Ihre Bankverbindung mit. Gerne per E-Mail, über das Onlineformular oder per Post. Sie erhalten auch bei Umstellung auf Lastschriftverfahren wie gewohnt eine Rechnung zur Beitragszahlung. Auch stellen wir die Korrespondenz weitgehend auf E-Mail um. Falls noch nicht geschehen, teilen Sie uns doch bitte Ihre aktuelle E-Mailadresse mit. **Danke!**

Mitglied werden

Die Mitgliedschaft im Deutschen Museum bietet viele Vorteile

Eine Karte. Fünf Museen. Jederzeit die Ausstellungen besuchen. Auch mit Begleitung. Kein Warten an den Kassen. An Führungen und Veranstaltungen teilnehmen. Hinter die Kulissen blicken mit Newsletter und Museumsmagazin.

Jahresbeiträge:

- Privatpersonen 102 Euro
- Firmen und Institutionen 512 Euro
- Schulen 0,60 Euro pro SchülerIn und Kalenderjahr
- jeweils auch als Geschenkmitgliedschaft möglich



Mitgliederservice

Ansprechpartnerin: Angelika Hofstetter

Museumsinsel 1, 80538 München

Tel. +49 / (0)89 / 2179-310

mitgliederinfo@deutsches-museum.de

www.deutsches-museum.de/mitgliederservice

SERVICE

Wir sagen Danke!

Die Mitgliedschaft hat eine lange Tradition im Deutschen Museum

Oskar von Miller gründete das Museum als Ort für die Vermittlung von naturwissenschaftlich-technischer Bildung und für einen konstruktiven Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. Auch die Mitgliedschaft hat er eingeführt: Seit fast 120 Jahren unterstützen die Mitglieder mit Ihren Beiträgen und zusätzlichen Spenden das Museum und seine Intentionen.

In den modernisierten Ausstellungen wird die Vermittlung der Faszination von Wissenschaft und Technik durch eine kompetente, anschauliche und ausgewogene Darstellung von deren gesellschaftlichen Implikationen begleitet. Die Ausstellungen widmen sich sowohl naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen als auch zentralen gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen für die Menschheit. Die Modernisierung geht weiter – wir haben noch viel vor.

Für Ihre Spenden im Zeitraum Januar bis März 2023 danken wir Ihnen ganz herzlich!
823 Spenden bis 200 Euro
29 Spenden bis 1.000 Euro



Unser Tipp!

Einmal im Monat Informationen zu aktuellen Ausstellungen, Veranstaltungen und Angeboten und ein Blick hinter die Kulissen. Melden Sie sich über den Mitgliedertipps zum monatlichen Newsletter an, dann bleiben Sie immer auf dem Laufenden. Anmeldung einfach via E-Mail: → mitgliederinfo@deutsches-museum.de

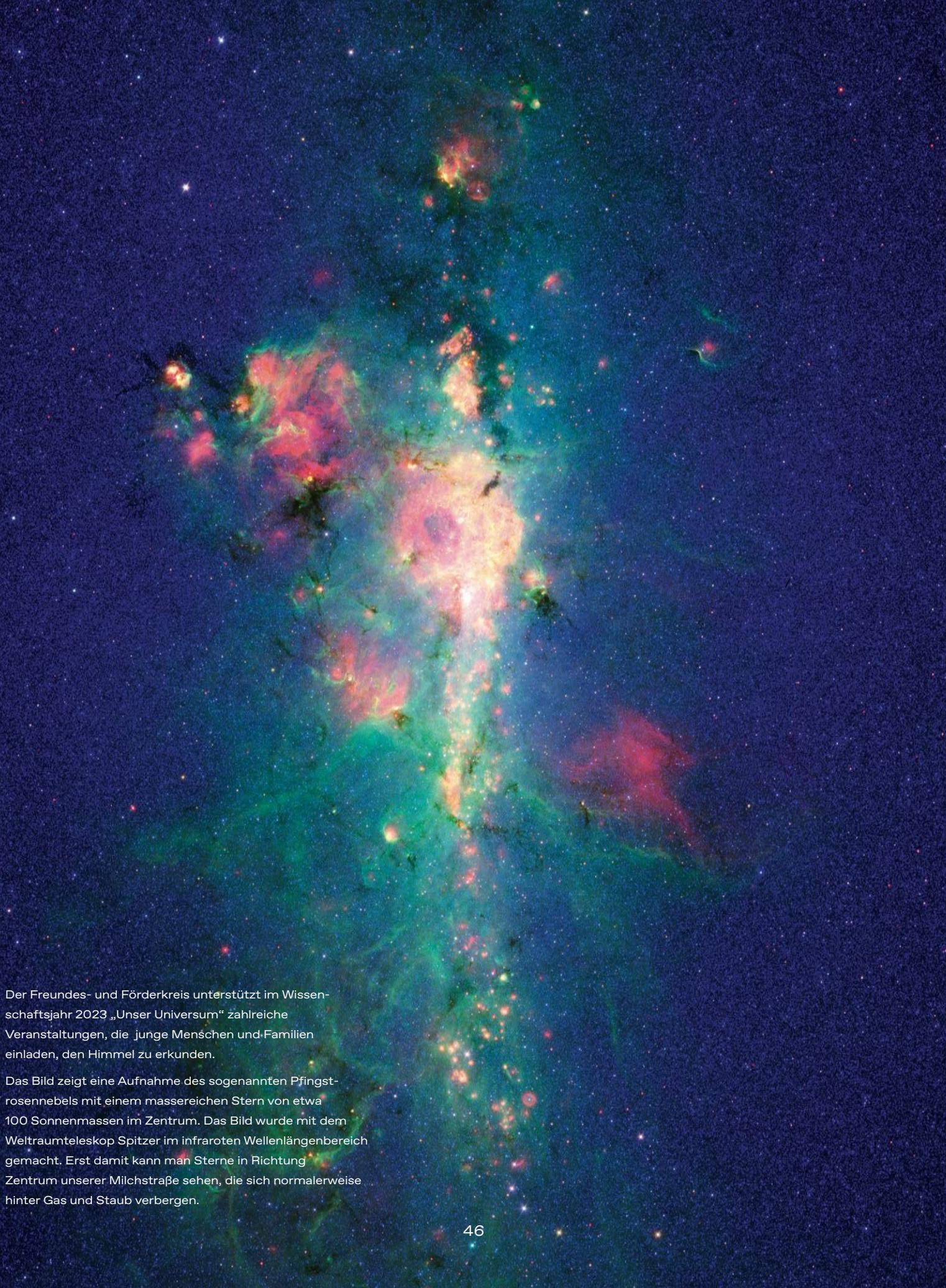
Mitglieder sehen mehr

Exklusive Mitgliederführungen

Als Mitglied können Sie einen nicht-alltäglichen Blick auf unsere Ausstellungen werfen. Nun wieder regelmäßig live vor-Ort im Museum. Jeden dritten Samstag im Monat. Zum Kennenlernen haben wir im ersten Halbjahr mehrmals Übersichtsführungen und Highlighttouren durchs neue Haus auf der Museumsinsel angeboten. In zweiten Halbjahr gehen wir wieder mehr ins Detail. Wir werden Führungen durch einzelne Abteilungen anbieten. Geplant sind Gesundheit, Foto-Film, Kryptologie, auch wieder am dritten Mittwoch Afterwork. Themen und Termindetails finden Sie immer aktuell auf der Homepage: → deutsches-museum.de/mitgliedertipps



Hier kommen Sie zum Internetauftritt des Mitgliedertipps.



Der Freundes- und Förderkreis unterstützt im Wissenschaftsjahr 2023 „Unser Universum“ zahlreiche Veranstaltungen, die junge Menschen und Familien einladen, den Himmel zu erkunden.

Das Bild zeigt eine Aufnahme des sogenannten Pfingstrosennebels mit einem massereichen Stern von etwa 100 Sonnenmassen im Zentrum. Das Bild wurde mit dem Weltraumteleskop Spitzer im infraroten Wellenlängenbereich gemacht. Erst damit kann man Sterne in Richtung Zentrum unserer Milchstraße sehen, die sich normalerweise hinter Gas und Staub verbergen.

Einblicke ins All

Für das Wissenschaftsjahr 2023 mit dem Oberthema „Unser Universum“ sind im Deutschen Museum zahlreiche Aktionen für Kinder und Jugendliche geplant.

Wie entstand das Universum? Und sind wir dort allein? Was ist ein Neutronenstern, ein Sternenhafen, was sind Galaxien? Kinder und Jugendliche sind von derlei Fragen fasziniert. Da kommt das Thema des heurigen Wissenschaftsjahres gerade recht: „Unser Universum“. In bewährter Manier haben die Mitarbeiter der Hauptabteilung Bildung im Deutschen Museum verschiedene, über das ganze Jahr verstreute Events für die jungen Museumsfans entworfen. Den Auftakt machte in den Osterferien bereits das Programm „Von Sternen, Satelliten und Raketen“. Dabei konnten die Kinder Sternbilder malen und einen Raketen-Workshop besuchen.

Musikalische Raketenstarts

Im Juni wird das Mobile Sternenlabor in der Alten Messe und im Verkehrszentrum zu Gast sein und unzählige Möglichkeiten bieten, in die Sterne zu schauen. Auch ein Mitmachkonzert für Familien ist geplant aus der bewährten Reihe „Musik zum Anfassen“. Dieses Mal natürlich mit dem Focus auf das Thema Weltraum. Mit dem Publikum zusammen (Kinder ab 7 Jahren dürfen mitmachen) wollen die Musiker eine Urknallmusik und musikalische Raketenstarts komponieren und zur Aufführung bringen. Das klingt ziemlich spektakulär und wird es bestimmt auch sein, wenn man die vielen guten Produktionen von

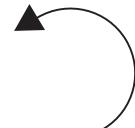
„Musik zum Anfassen“ – immer wieder vom Freundeskreis finanziert – Revue passieren lässt.

In den Sommerferien sind zwei Sternennacht-Events geplant, einmal im Schiffsgarten des Deutschen Museums, das andere Mal im Olympiapark. Von Soundcollagen begleitet sollen die Kinder und Jugendlichen samt ihren Familien auf Decken Platz nehmen und in den Sternenhimmel schauen. Lichtjahre entfernte, bisher kaum beachtete Sterne ließen sich mit etwas Glück beobachten, versichert Gabriele Kramer, Leiterin der Kinder- und Jugendprogramme im Deutschen Museum. Man darf hoffen, dass das Wetter mitspielt! Und wer dann noch immer nicht genug hat von den Sternen, der kann in der Sonderausstellung „100 Jahre Planetarium“ den Zeiss-Projektor von 1960 bewundern.

In allen Programmen geht es um die Hauptfrage: Was wissen wir über das Universum und was würden wir gerne noch wissen? Dazu werden alle Disziplinen – Weltraumforschung, Astronomie, Natur- und Geisteswissenschaften – herangezogen und befragt. Doch am Ende der Faszination für die Sterne steht immer wieder die Erde selbst. Denn der Blick aus dem Weltall macht die Verletzlichkeit des blauen Planeten besonders bewusst. Und damit wären wir dann wieder bei den drängend-

sten Problemen unserer Zeit, dem Klimawandel, dem Artensterben und den Lebensbedingungen aller Lebewesen angekommen.

Monika Czernin



Werden Sie Mitglied im Freundes- und Förderkreis des Deutschen Museum

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

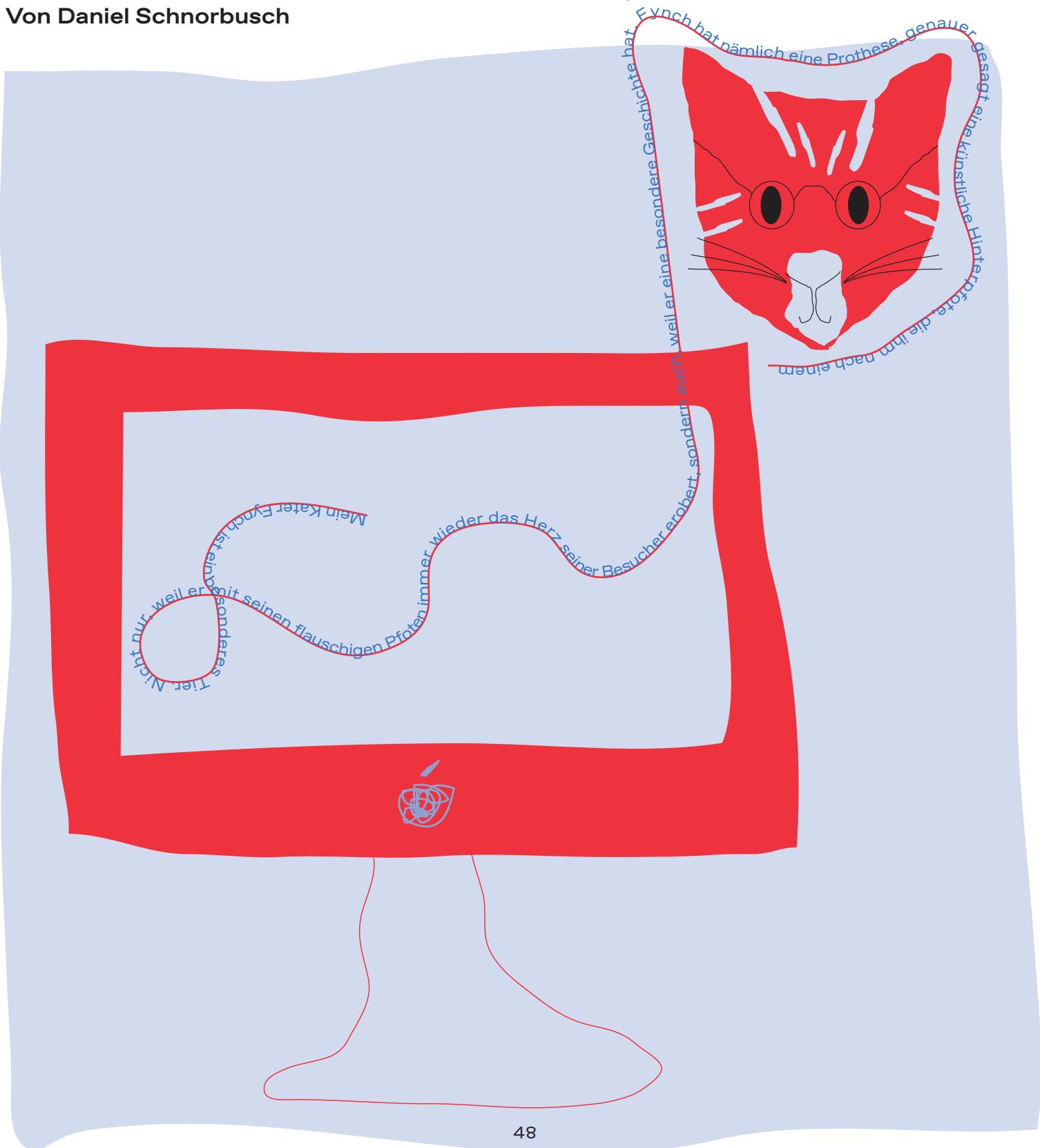
Kontakt:

**Freundes- und Förderkreis
Deutsches Museum e.V.
Museumsinsel 1 · 80538 München
www.ffk-deutsches-museum.de/de**
**Ihre Ansprechpartnerin:
Nicole Waldburger
Tel. 089 / 28 74 84 21
info@ffk-deutsches-museum.de**

Flauschige Pfoten

Hand- und Beinprothesen sind mittlerweile durchaus alltagstauglich. Aber trifft das auch auf digitale Krücken zu, die menschliche Hirnarbeit ersetzen sollen? Unser Kolumnist hat es ausprobiert.

Von Daniel Schnorbusch



Schlusspunkt

Was macht ein Kolumnist, der plötzlich erfährt, dass er in zwei Tagen eine Kolumne zum Thema „Prothesen“ mit rund 4000 Zeichen abgeben soll? Er bricht in Tränen aus? Er kauft sich eine Flasche Whiskey, weil mit Alkohol alles leichter geht? Er schließt sich in sein Arbeitszimmer ein und wartet darauf, dass die Muse ihn küsst? Weil die Muse aber nicht kommt, sondern nur der Suff, schießt er sich in selbstverständlicher Absicht in den Fuß, oder besser noch: in die Hand? Keine Sorge! Nichts dergleichen geschieht. Der Kolumnist von heute denkt: „Super, noch ganze zwei Tage. Da schreibe ich morgen erstmal einen 300seitigen Liebesroman und übermorgen gegen Mitternacht setz' ich mich dann mal an diese Kolumne. Dann loggt er sich auf der Website von Open AI ein und schmeißt die ChatGPT-Maschine an. Ich habe dieser künstlichen Intelligenz folgenden Auftrag gegeben: „Schreibe eine Kolumne, in der mein Kater Fynch vorkommt, eine Prothese, ein lateinisches Zitat und Karl Marx.“ Daraufhin spuckte die künstliche Intelligenz in Sekundenschnelle – ich schwöre – folgenden Text aus:

„Mein Kater Fynch ist ein besonderes Tier. Nicht nur, weil er mit seinen flauschigen Pfoten immer wieder das Herz seiner Besucher erobert, sondern auch, weil er eine besondere Geschichte hat. Fynch hat nämlich eine künstliche Hinterpfote, die ihm nach einem Unfall angelegt wurde. Seitdem läuft er wieder wie ein junger Gott und erklimmt mit Leichtigkeit unsere höchsten Regalbretter. Dies erinnert mich an ein lateinisches Zitat, das ich in meiner Schulzeit gelernt habe: „Mens sana in

corpo sano“ – Ein gesunder Geist in einem gesunden Körper. Fynch mag zwar nur ein Tier sein, aber er zeigt uns, dass dieses Zitat auch auf ihn zutrifft. Denn trotz seiner Prothese ist er ein agiles und verspieltes Wesen, das uns alle immer wieder zum Lachen bringt. Schon Karl Marx hat in seinen Schriften immer wieder betont, wie wichtig es ist, das Individuum und seine Bedürfnisse in den Mittelpunkt zu stellen. Fynch erinnert uns durch seine Präsenz daran, dass jedes Wesen – sei es Mensch oder Tier – ein Recht auf ein erfülltes Leben hat. Und so sitze ich hier, mit Fynch auf meinem Schoß, und denke über all das nach. Ich denke über das Leben, die Liebe und die Kunst nach. Und ich weiß, dass ich glücklich bin, weil ich einen Kater wie Fynch an meiner Seite habe.“

Sensationell, dachte ich, die Kolumnen schreiben sich fortan von selbst. Das, was alle sagen, stimmt. Wozu noch natürliche Intelligenz bemühen, wo es doch eine künstliche gibt? Ich druckte den Text aus und suchte Fynch, um ihm die neue Kolumne vorzulesen. Fynch lag im Wohnzimmer auf dem Sofa und blickte missmutig auf den ewigen Regen da draußen. „Mein Lieber“, sagte ich, „hör dir das an, das wird dich aufmuntern.“ Und er hörte sich das an und brach, kaum hatte ich begonnen, in ein gurgelndes Gelächter aus. Tränen liefen. „Flauschige Pfoten!... „Das Herz der Besucher erobern...“ Fynch rutschte vom Sofa herunter und kugelte sich auf dem Teppich. „Wie ein junger Gott! ... Ich halt's nicht aus“, prustete er und hielt sich den Bauch. „Auf welcher Datenbasis schreibt dieses Programm eigentlich? Auf dem Gesamtwerk von Rosa-

munde Pilcher? Und wen, bitte schön, bringe ich „mit meinem verspielten Wesen“ immer wieder zum Lachen? Dich etwa??“ „Naja“, sagte ich, „du bist natürlich ein besonderer Kater, scharfsinnig und gebildet. Und etwas widerspenstig.“ „Wieso widerspenstig? Ich bin doch nicht widerspenstig! Ich sage eben gerne mal unverblümmt die Wahrheit.“ „Die Wahrheit, natürlich, ich vergaß. Jedenfalls schick ich die Kolumne jetzt an die Redaktion. Die Zeit drängt. Ich nehme an, du bist einverstanden.“ „Selbstverständlich bin ich NICHT einverstanden!“ protestierte Fynch. „Du kannst doch nicht allen Ernstes diesen verlogenen Kitsch losschicken.“ „Gut“, sagte ich, „dann drücke ich hier jetzt auf den Regenerate-Button und produziere eben eine neue Version.“ Fünf Sekunden später hatten wir eine neue Version:

„Mein Kater Fynch hat vor kurzem eine Prothese bekommen. Ich weiß, es klingt seltsam, aber es stimmt. Fynch hat sich vor ein paar Wochen verletzt. Leider musste sein Bein amputiert werden, aber zum Glück gibt es heutzutage Prothesen für Tiere. Ich war anfangs skeptisch, aber nach ein paar Tagen sprang Fynch wieder wie ein junger Kätzchen herum ...“

„Vergiss es“, sagte Fynch, „ich habe noch alle Beine! Diese ChatGPT-Krücke für Kolumnisten in Zeitnot erzählt nur Märchen. Setz dich hin und schreib den Text selbst!

Dr. Daniel Schnorbusch
Der Germanist und Linguist arbeitet als Lehrer, Dozent und freier Autor.

IMPRESSUM**Kultur & Technik****Das Magazin aus dem Deutschen Museum
47. Jahrgang**

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

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

Wissenschaftliche Beratung: Dr. Florian Breitsameter

Redaktion: Sabrina Landes | publishNET (Leitung)
Grafik: Rosa Süß, Redaktion: Hannah Schnorbusch
E-Mail: redaktion@publishnet.org

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

Redaktioneller Beirat: Dr. Frank Dittmann (Kurator Energietechnik, Starkstromtechnik, Automation),
Gerrit Faust (Leiter Presse- und Öffentlichkeitsarbeit),
Dr. Kathrin Mönch (Deutsches Museum Verlagsleitung),
Dr. Rudolf Seising (Forschungsinstitut), Dr. Christian Sicka
(Kurator Astronomie, Planetarium, Atomphysik, Zeitmessung)

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

Anzeigen: Bertram Mehling (verantw.), Verlag C.H. Beck oHG,
Anzeigenabteilung, Wilhelmstr. 9, 80801 München; Postfach
400340, 80703 München; Disposition, Herstellung, Anzeigen,
technische Daten: Telefon (089) 38189-609, Telefax (089)
38189-589. Zurzeit gilt Anzeigenpreisliste Nr. 39

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

Bezugspreis 2023: Jährlich 35,- Euro, Einzelheft 10 Euro,
jeweils zuzüglich Versandkosten

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

Für Mitglieder der Georg-Agricola-Gesellschaft zur Förderung
der Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik e.V. ist
der Preis für den Bezug der Zeitschrift im Mitgliedsbeitrag
enthalten. Weitere Informationen: Georg-Agricola-Gesellschaft,
Institut für Wissenschafts- und Technikgeschichte, TU
Bergakademie Freiberg, 09596 Freiberg, Telefon (03731)
3934.06

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

Abo-Service: Telefon (089) 38189-750
Fax (089) 38189-402, E-Mail: kundenservice@beck.de

Die Zeitschrift erscheint vier Mal im Jahr. Sie und alle in ihr
enthalteten 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.

Vorschau

**Ausgabe
03/2023
erscheint
Ende September**

Magisches Sternentheater

Oskar von Miller wünschte sich zwei Planetarien: Im
Ptolemäischen (geozentrischen) Planetarium soll
das Publikum im Zeitraffer die Vorgänge am Nachthimmel
betrachten können. Im Kopernikanischen (helio-
zentrischen) Planetarium, soll es die Vorgänge aus
Sicht der bewegten Erde wiedererkennen. Zusammen
mit den Ingenieuren der Firma Zeiss wurden beide
Planetarien realisiert: das geozentrische Projektions-
planetarium und ein heliozentrisches Planetarium,
bei dem man mit einem Erdwagen um die Sonne als
Zentrum fahren kann. Anlässlich des Jubiläums und
einer Sonderausstellung widmet sich die Ausgabe
3/2023 der Geschichte und Technik der Sternentheater.

Bildnachweise Kultur & Technik 2/2023

(Titelseite) Malte Müller via Getty Images; (02) Mehran Abjar (Illustration); (04) wikimedia; (07) Deutsches Museum; (08) wikimedia; (10/5) Deutsches Museum; (12) Deutsches Museum; (15) Deutsches Museum; (16) Donald Miralle/Össur; (18-19) Donald Miralle/Össur; (20) Mehran Abjar (Illustration); (21) Staatl. Bauamt Würzburg/Thomas Gür; (22) Adobe Stock Photo; (24) Vincent Systems; (26) Gates Archiv/Robin Marchant; (29) wikimedia; (33) rawpixel.com/USGS Native Bee Inventory and Monitoring Program; (34) Mehran Abjar (Illustration); (36) Adobe Stock Photo; (37) Deutsches Museum; (38) Renee Stollenwerk; Deutsches Museum; (39) Deutsches Museum; University of Manchester; (40) Deutsches Museum/Reinhard Krause; (43/2) Deutsches Museum Nürnberg/Daniel Karmann; (44) Deutsches Museum Bonn; (43) Flugwerft Schleißheim; Deutsches Museum; (46) rawpixel.com/NASA; (48) Rosa Süß (Illustration); (50) Deutsches Museum



Verschenken Sie ein Museum!

Sie sind auf der Suche nach einem besonderen Präsent?

Mit einer Geschenkmitgliedschaft verschenken Sie ein ganzes Museum.

Mitglieder haben freien Eintritt in alle Dépendances des Deutschen Museums
in München, Schleißheim, Nürnberg und Bonn.



Das Anmeldeformular sowie weitere Informationen erhalten Sie unter
www.deutsches-museum.de/mitgliederservice
oder beim Mitgliedlerservice: 089 / 2179-310,
mitgliederservice@deutsches-museum.de

Deutsches Museum



MERKUR
PRIVATBANK



📞 089 59 99 80 🌐 www.merkur-privatbank.de