

Science Tunnel Neueröffnung im Heinz Nixdorf Museum
Vortrag „Wissenschaft öffnet die Augen“
Paderborn, 17. Oktober 2012

Lieber Herr Nixdorf,
Herr Risch,
Herr Häusler,
meine Damen und Herren

auch von meiner Seite: ganz herzlich Willkommen zum Science Tunnel der Max-Planck-Gesellschaft! Ich freue mich sehr, dass wir unsere bewährte Ausstellung in einer aktualisierten und modernisierten Version hier im Heinz Nixdorf Museum präsentieren können.

Was mich besonders freut, Herr Nixdorf:

Wir führen auf diese Weise die fruchtbare Verbindung zwischen der Max-Planck-Gesellschaft und Ihnen weiter. Dank Ihrer Stiftung konnte die Max-Planck-Gesellschaft vor inzwischen mehr als 10 Jahren das Heinz Nixdorf Zentrum für Informationsmanagement, kurz: ZIM, gründen. Damit haben wir gemeinsam einen Meilenstein in der digitalen Archivierung der Max-Planck-Gesellschaft gesetzt. Inzwischen ist das ZIM Teil der Max Planck Digital Library. Ganz herzlichen Dank für Ihre Unterstützung damals wie heute, Herr Nixdorf!

Den Science Tunnel in seinen vorhergehenden Fassungen haben weltweit 9 Millionen Menschen besucht. Ich bin sicher, wir werden hier und an den folgenden Ausstellungsorten an diese Erfolge anknüpfen. Ein großer Dank geht an unsere Sponsoren, die den Science Tunnel 3.0 erst möglich gemacht haben. Unsere Wirtschaftspartner sind Siemens und VW, die wichtige finanzielle Beiträge zur Neuauflage der Ausstellung geleistet haben. Auch der Stifterverband für die deutsche Wissenschaft und das Auswärtige Amt unterstützen uns großzügig!

Ganz herzlich möchte ich mich auch bei Ihnen, liebe Frau Neuhaus, und der Hermann-Neuhaus-Stiftung bedanken! Sie fördern seit geraumer Zeit großzügig die Aktivitäten der Max-Planck-Gesellschaft und nun auch unsere Öffentlichkeitsarbeit im Science Tunnel.

Meine Damen und Herren, den Begriff „Tunnel“ darf man nicht zu eng sehen! Einen Tunnelblick erwarten wir von unseren Besuchern allenfalls im dem Sinne, dass sie sich ganz auf die wissenschaftlichen Inhalte fokussieren sollten. Ansonsten bewirkt die Ausstellung genau das Gegenteil: Sie weitet den Horizont für eine Vielzahl an Themen, mit denen sich Wissenschaftler in unseren Max-Planck-Instituten und weltweit befassen. Ihre Ergebnisse werden den Alltag von uns allen in der Zukunft beeinflussen.

Über eine Vielzahl an Exponaten, Bildern, Videos und 3D-Animationen vermittelt der Science Tunnel acht zentrale Forschungsbereiche. Multimedial und interaktiv, also mit modernsten Mitteln, spricht die Ausstellung die Besucher an. Auf diese Weise wollen wir besonders der jungen Generation wissenschaftliche Inhalte näher bringen. Oder um mit Dieter Hildebrandt zu sprechen: „Bildung kommt von Bildschirm. Wenn es von Buch käme, hieße es ja Buchung“.

Das ist natürlich die überspitzte Darstellung des Kabarettisten. Unbestreitbar aber ist: Die Bedeutung von Bildern in Kultur und Gesellschaft wächst seit etwa 100 bis 150 Jahren kontinuierlich. Angeschoben wurde dieser Prozess vom technische Fortschritt: Angefangen bei der Erfindung der Fotografie, über Druckverfahren, die eine Vervielfältigung von Fotos in der Presse ermöglichten, die Entwicklung von „bewegten Bildern“ – sprich: Film – bis zur Digitalisierung der Fotografie und der massenhaften Verbreitung

digitaler Bilder via Internet. Diese Techniken haben nach und nach das Medium „Bild“ für die breite Masse jederzeit herstellbar und verfügbar gemacht. Parallel dazu hat sich – zumindest in der westlichen Kultur – auch das Verhältnis zum Bild gewandelt. Kulturwissenschaftler sprechen von einem „Iconic Turn“.

Intuitiv ist schon lange klar, was Bilder vermögen. Das Sprichwort vom Bild, das mehr sagt als 1000 Worte, ist schon fast zu banal, um es zu zitieren. Bilder kennen wir aus allen Kulturen rund um den Globus und aus allen Epochen der Menschheitsgeschichte: von prähistorischen Höhlenmalereien bis zur Videokunst. Bereits in der Antike entdeckten Redner die Vorzüge von Bildern als Gedächtnisstütze: „Wer die Fähigkeit des Gedächtnisses trainieren will“, vermerkte der römische Politiker, Redner und Philosoph Cicero, „muss (...) bestimmte Orte auswählen und von den Dingen, die er im Gedächtnis behalten will, geistige Bilder herstellen und sie an die bewussten Orte heften.“ Auch die „Superhirne“ des 21. Jahrhunderts, Menschen mit überragendem Gedächtnis, nutzen derartige Mnemotechniken.

Andererseits wird das Bild in der europäischen Weltanschauung seit dem Altertum eher geringgeschätzt. Das Alte Testament verbietet bereits im ersten der zehn Gebote, sich ein Bildnis zu machen – wörtlich: „keine Darstellung von irgendetwas am Himmel droben, auf der Erde unten oder im Wasser unter der Erde“. Priorität genießt in der antiken Denkweise die Sprache, die im griechischen Begriff „logos“ mit der Vernunft und dem menschlichen Denkvermögen gleichgesetzt werden. Platon diskreditiert in seiner Philosophie alles, was wir sehen, als Trugbilder. Nach seiner Lehre ist das wahre Wesen der Dinge, ihre Idee, nur geistig erfassbar, und damit Sache der Sprache. Die Vorrangstellung von Sprache und Vernunft zieht sich weiter bis ins 20.

Jahrhundert hinein. 1967 verkündet der US-amerikanische Philosoph Richard Rorty mit dem „linguistic turn“ noch einmal eine verstärkte Hinwendung zur Sprache. Ihm zufolge bildet Sprachanalyse die Grundlage aller Philosophie, denn Erfahrung, so Rorty, ist zunächst immer sprachlich fundiert.

Dagegen setzen Kunsthistoriker ab Anfang der 1990er Jahre den „iconic turn“, die Wende zum Bild. Sie reagieren damit auf die Flut der Bilder, die über Zeitungen, Hochglanzmagazine, über das Fernsehen und seit kurzem auch via Internet auf die Menschen einströmt und deren Weltbild beeinflusst. Sie betonen aber auch, dass Bilder unabhängig von der Sprache eine eigene Logik, einen sinnlich erfassbaren Gehalt besitzen. Bilder sind mehr als Illustration, sie sprechen für sich.

Ich möchte hier nicht tiefer in die philosophisch-kunsthistorische Debatte einsteigen. Bemerkenswert ist für uns, dass Bilder auch im Bereich der Naturwissenschaften ab etwa Mitte des 19. Jahrhunderts an Bedeutung gewinnen. Dafür ist nicht allein die Fotografie verantwortlich. Als Meilenstein für die Veranschaulichung wissenschaftlicher Erkenntnis gilt Darwins „Tree of Life“ von 1859, mit dem er seine Evolutionstheorie grafisch erläuterte. Allgemein wird im 19. Jahrhundert die Darstellung von Daten in Diagrammen üblich – wie ich finde eine der effektivsten Anwendungen von „Bildsprache“. Denn ein Diagramm zeigt unmittelbar Fakten, die man ansonsten umständlich erläutern müsste.

Interessant ist auch, dass im selben Zeitraum die Objektivität zum zentralen Leitbild in der Wissenschaft wird. Die

Wissenschaftshistorikerin Lorraine Daston, Direktorin am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte, hat diese Entwicklung gemeinsam mit ihrem Harvard-Kollegen Peter Galison ausführlich analysiert. In ihrem Buch mit dem Titel „Objektivität“ stellen die beiden dar, wie sich die Nutzung von Bildern und der Umgang mit den Untersuchungsobjekten über die Zeit verändern.

Ausgangspunkt bildet das Ideal der Naturwahrheit. Wissenschaftliche Darstellungen des 18. und frühen 19. Jahrhunderts bevorzugten Abbildungen, die nicht das individuelle Exemplar, etwa einer Pflanze zeigen, sondern ein „idealisiertes, perfektioniertes oder wenigstens charakteristisches Musterbeispiel“. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts ist ein deutlicher Wandel zu beobachten: Neue, bewusst „objektive“ Methoden der Bildgebung treten in den Vordergrund. Daston und Galison bezeichnen das neue Leitbild als „mechanische Objektivität“: Bilder sollen idealerweise „ohne Berührung“ durch die Hand des Illustrators oder des Wissenschaftlers hergestellt werden.“ Die Möglichkeiten der Fotografie eröffneten der Wissenschaft hier in jeder Hinsicht neue Perspektiven. Wesentlich für das neue Ziel der Objektivität ist, dass sich subjektive Eingriffe im Abbildungsprozess auf ein Minimum reduzieren lassen.

Einer der Pioniere der wissenschaftlichen Fotografie ist Robert Koch, der Begründer der Bakteriologie. Gemeinsam mit einer Firma entwickelt er sogar eine Kamera für Mikrofotografie. Damit gehört er zu den ersten Forschern, die Fotografien zentral in seinen Publikationen einsetzt.

Die Euphorie über die neue Technik verfliegt jedoch mit der Zeit. Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts erkennen die Forscher, dass sogar die Objektivität der Kameras nicht absolut ist. Dazu kommt die Einsicht, dass sich Subjektivität auch auf der Seite der Forscher nicht völlig unterdrücken lässt. Und schließlich sehen sich die Wissenschaftler von der schier unermesslichen Masse der Bilder und den mannigfaltigen Varianten der abgebildeten Forschungsgegenstände überrollt. Mehr und mehr setzt sich die Einsicht durch, dass für den Umgang mit Bildern ein geschultes Urteil nötig ist.

Damit wandelten sich auch die Anforderungen an den Wissenschaftler. Gefragt sind nun Persönlichkeiten, die nicht nur fundiertes Wissen in ihrem Bereich besitzen. Sie müssen auch das kreative Vermögen haben, aus der Vielzahl der Bilder, die dank der modernen Forschungsmöglichkeiten generiert werden, neue Erkenntnisse zu ziehen. Der Medizin-Nobelpreisträger von 1937, Albert Szent-Györgyi [Szent-Djördji], hat das einmal treffend so beschrieben:

„Entdecken heißt: Sehen, was jeder sieht, und denken, was noch niemand gedacht hat.“

Diese Sicht des Experten ist wesentlich, um neue wissenschaftliche Ergebnisse zu generieren. Sie wird zugleich immer wichtiger, um der Öffentlichkeit eine dem Stand des Wissens entsprechende Interpretation der Bilder zu vermitteln. Denn Bilder aus der Forschung werden seit der Wende zum 21. Jahrhundert auch außerhalb des wissenschaftlichen Bereichs rezipiert, wie die Wissenschaftshistoriker Daston und Galison darlegen. Dieses Phänomen hat mit der ansprechenden Ästhetik vieler Wissenschaftsbilder zu tun. Mikro- und Nanostrukturen, Turbulenzdarstellungen, Simulationen von allen möglichen Phänomenen vom Elektronenfluss bis zur Verschmelzung

von Galaxien – sie alle sind faszinierend anzusehen, auch ohne die genaueren Hintergründe zu kennen. Darüber hinaus bemüht sich die Wissenschaft aktiv, ihre Ergebnisse der Öffentlichkeit zu vermitteln. Nach allem, was ich Ihnen dargelegt habe, wird es Sie nicht wundern, dass Bilder dafür ein hervorragendes Medium sind. Allerdings nur gemeinsam mit der zugehörigen Erläuterung.

Wie wichtig das ist, lässt sich etwa an neurobiologischen Bildgebungsverfahren darlegen: Die moderne Hirnforschung beeindruckt uns heute mit Bildern, die wie Landkarten des Geistes erscheinen. Neuroimaging Methoden lassen bestimmte Hirnareale aufleuchten, wenn Probanden Bilder betrachten, ihre Faust zusammenballen oder wenn Gefühle ausgelöst werden. Solche Bilder faszinieren, glaubt man doch, dem Geist bei der Arbeit zuzusehen. Davon sind wir aber in Wirklichkeit weit entfernt. Es gilt nach wie vor, was Emerson Pugh Ende des 20. Jahrhunderts formulierte:

„Wenn das menschliche Gehirn so einfach wäre, dass wir es verstehen könnten, wären wir so einfach, dass wir es nicht könnten.“

Mit etwa 100 Milliarden Nervenzellen und vielleicht 100 Billionen Verbindungen ist das menschliche Denkkorgan eine der kompliziertesten Strukturen in der belebten Welt. Wie immens diese Zahlen sind, wird deutlich bei einem Blick ins Weltall. Unsere ganze Galaxis beherbergt „nur“ 500 Milliarden Sonnen. Mit bloßem Auge sehen wir am nächtlichen Himmel sogar nur 3000 Sterne.

Das Gehirn birgt in sich nichts weniger als die Basis für unser Denken, Handeln, Erinnern, Fühlen, Vergessen, Sehnen. Seine hochkomplexe Funktion und die Dynamik der Prozesse, die sich ein Leben lang im

Umbau befinden, offenbaren sich nicht auf rein anatomischer Basis. Die Erkenntnisse der modernen Neurowissenschaften, die unsere heutige Vorstellung vom komplexen Organ Gehirn prägen, gingen Hand in Hand mit einer ständigen Fortentwicklung mikroskopischer und bildgebender Methoden, sozusagen einer Evolution der Bilderzeugung. Die moderne Neurobiologie nahm ihre Anfänge im späten 19. Jahrhundert, als der Italiener Camillo Golgi die sogenannte *reazione nera* – die schwarze Reaktion – erfand. Mithilfe von Silbernitrat konnte er einzelne Nervenzellen unter dem Mikroskop sichtbar machen. Wohl bemerkt war das noch totes Gewebe, das für die Färbung und Betrachtung konserviert und in dünne Schichten geschnitten wurde.

Hundert Jahre Hirnforschung nach Golgi haben neue Welten in der Datentiefe und -breite erobert. Sie ermöglichen vor allem eine zunehmend dynamische Betrachtung von Gehirnprozessen in lebenden Organismen, etwa während der Entwicklung oder im Verlaufe des Lernens. Die Bilderzeugung in der Hirnforschung des 21. Jahrhunderts nutzt dabei eine Kombination aus Genetik, Physiologie und Anatomie: Strukturen des Gehirns können auf vielen Auflösungsebenen mikroskopisch sichtbar gemacht werden. Die wohl größte Revolution der jüngeren Neurobiologie geht zurück auf die Forschung an einem völlig anderen Studienobjekt – der Qualle *Aequoria victoria*, einer nahezu durchsichtigen Medusenart, die im Pazifik vor den Stränden von Washington State vorkommt. Diese Quallen produzieren fluoreszierende Eiweiße, unter anderem das sogenannte „Green Fluorescent Protein“, kurz: GFP. Durch genetische Manipulation kann GFP in Eiweiße von Neuronen eingebaut werden. Wenn Licht einer bestimmten Wellenlänge darauf gelenkt wird lässt das GFP Neuronen unter dem Mikroskop grün aufleuchten. Mit dieser Methode können nun gezielt bestimmte Zellgruppen von Neuronen sichtbar gemacht werden. Man kann ihre Entwicklung verfolgen, ihre Synapsen – die

Kontaktstellen zu anderen Nervenzellen – finden oder nachvollziehen, was mit ihnen in Tiermodellen von Krankheiten passiert. Für diese revolutionäre Technologie erhielten Osamu Shimomura, Martin Chalfie und Roger Y. Tsien 2008 den Nobelpreis für Chemie.

Die Hirnforschung kann heute mit ihrem Spektrum an Methoden mehrere Dimensionen durchschreiten: von der elektronenmikroskopischen Darstellung der Innenwelt einzelner Nervenendigungen über Nanoskopie für Strukturen unterhalb der Auflösungsgrenze des Lichts bis hin zu zeitlich und räumlich hochauflösender Fluoreszenzmikroskopie. Tricks der Natur – wie etwa die hochspezifische Bindung von Molekülen an zelluläre Strukturen – werden genutzt, um Kataloge der Aktivität aller Gene des Gehirns zu erstellen. Mit dem Prinzip „Form follows function“ – können aus Strukturen und deren Verteilung Schlüsse auf ihre Funktionsweise gezogen werden.

Nervenzellen können sogar mit Hilfe lichtgesteuerter Ionenkanäle durch optische Signale an- und ausgeschaltet werden. Diese unter dem Begriff „Optogenetik“ bekannte innovative Technologie ermöglicht es, in Echtzeit und im lebenden Hirn die Aktivitäten einzelner Neurone in ihrem lokalen Netzwerk zu untersuchen – und das mit bisher ungekannter zeitlicher und räumlicher Präzision.

Die Herausforderungen liegen heute mehr denn je im Verständnis und der Interpretation der Daten und Bilder. Das Methodenspektrum des modernen Neuroimaging könnte es etwa eines Tages ermöglichen, ein komplettes Schaltdiagramm aller Verbindungen im Gehirn zu erstellen, das sogenannte „Connectom“. In Zukunft würden solche Karten helfen, Störungen in Nerven Verschaltungen wie bei der Schizophrenie besser

zu verstehen. Die Grenzen liegen heute in der Verarbeitung der enormen Datenmengen, die durch bildgebende Methoden erzeugt werden können. Neurobiologen müssen mit Physikern, Computerwissenschaftlern und Mathematikern zusammenarbeiten, um die Interpretation riesiger, nicht mehr intuitiv erfassbarer Datensätze zu bewältigen.

Der Aufwand ist immens: Die Entschlüsselung des Connectoms vom Fadenwurm *Caenorhabditis elegans* mit seinen 302 Nervenzellen und 7000 Nervenverbindungen erforderte zum Beispiel eine mehr als zehn Jahre andauernde akribische elektronenmikroskopische Studie. Ein solches Projekt für 100 Billionen Verbindungen beim Menschen ist heute noch Zukunftsmusik. Hierzu stellte der Neurowissenschaftler Bartlett Mel fest: „In the brain, the model is the goal“. Computermodelle werden – so die Vision - in Zukunft mathematische Eigenschaften von neuronalen Netzwerken im normalen oder im kranken Gehirn erklären, etwa bei epileptischen Anfällen.

Die besondere Faszination der Hirnforschung geht für die Öffentlichkeit von dem Verhältnis zwischen dem Gehirn und dem Geist aus. Unser Verhalten, ja sogar unser freie Wille ist betroffen. So horchen wir auf, wenn Begriffe wie „Gedankenlesen“ oder „Lügendetektion“ in Verbindung mit Neuroimaging-Methoden fallen.

Bei der funktionellen Kernspintomografie (fMRT) wird dem Gehirn praktisch bei der Arbeit zugeschaut: Während ein Proband geistige Arbeit leistet, werden in Echtzeit Daten aufgezeichnet. Mittels komplizierter Berechnungen werden dann - mit einer gewissen Unschärfe – mentale Leistungen mit der Aktivität umschriebener

Hirnareale in Verbindung gebracht. Mithilfe dieser Art von Untersuchungen werden also Fragen zu den biologischen Wurzeln und strukturellen Korrelaten von komplexen Gedanken, Gefühlen und Verhaltensweisen adressiert. Die fMRT hat in den vergangenen 20 Jahren zu einer Flut wissenschaftlicher Studien und Veröffentlichungen geführt und bereits bedeutende Erkenntnisse gebracht, etwa zu den Hirnarealen, mit denen wir Gesichter erkennen können oder moralische Abwägungen anstellen. Es konnte gezeigt werden, dass auch das ruhende Gehirn neuronal hochaktiv ist und dass es möglich ist, mit Patienten im Wachkoma zu kommunizieren. Die Methode wirft aber gleichzeitig viele neue Fragen auf: Was bedeutet es, wenn bei einer bestimmten Gefühlsregung ein umschriebenes Hirnareal „aufleuchtet“? Werden komplexe Gedanken, Gefühle und Verhaltensweisen durch einzelne, umschriebene Hirnareale erzeugt?

Trotz der breiten Anwendung der fMRT in nahezu allen Aspekten der Neurowissenschaften ist die Methode noch in der Entwicklung. Es bedarf also weiterer Forschung zur Verfeinerung der Technologie und vor allem zur verlässlichen Interpretation der entstehenden Bilder. Auch hier ist eine Zusammenarbeit der Neurobiologen mit anderen Disziplinen, etwa der Medizin, aber auch der Philosophie, Ethik und Rechtswissenschaften notwendig.

Das wird besonders deutlich bei Anwendungen der Kernspintomografie für juristische Fragen. Es hat bereits Untersuchungen gegeben, bei denen über einen Hirnscan festgestellt werden sollte, ob ein Tatverdächtiger den Ort der Tat wiedererkennt. Würde man ihn dazu befragen, wäre seine Antwort sicher negativ. Doch im fMRT wird möglicherweise beim Anblick von Bildern dieses Ortes die Aktivität eines Hirnareals sichtbar, das mit dem Wiedererkennen von Umgebungen zu tun hat. Was bedeutet so eine – zugegebenermaßen

indirekte – neurobiologische Beweisführung? Und darf man sie in einem Gerichtsprozess gegen den Angeklagten verwenden? Es tut sich eine Vielzahl neuer Fragen auf, die weit über die Hirnforschung hinausgehen.

Das Verstehen von Bildern ist entscheidend für die Wissenschaft. Es ist aber ebenso bedeutend für die Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse an die Öffentlichkeit. Gerade das Beispiel der funktionellen Kernspintomografie zeigt, wie wichtig es ist, die Möglichkeiten und auch die Grenzen dieser Technologie zu vermitteln.

Genau das ist eines der zentralen Anliegen unseres Science Tunnels. Wir wollen damit nicht nur faszinieren und Wissen vermitteln. Wir wollen auch mit Ihnen, liebe Besucherinnen und Besucher ins Gespräch kommen. Denn wie die Gesellschaft mit den Erkenntnissen der Wissenschaft und den daraus resultierenden Möglichkeiten umgeht, entscheiden letztlich Öffentlichkeit und Politik. Unsere Ausstellung bietet Ihnen die Möglichkeit, das eigene Wissen zu erweitern und auf dieser Basis informiert mitzudiskutieren. Ich würde mich freuen, wenn möglichst viele Bürgerinnen und Bürger hier in Paderborn und in allen künftigen Ausstellungsorten diese Möglichkeit nutzen.

Dem Nixdorf-Museum und dem Team des Science Tunnel alles Gute und viel Erfolg!