

Die digitale **Zeitenwende**

Die enormen Entwicklungen im Bereich von Speicherung, Übertragung und Auswertung gewaltiger Datenmengen, der sogenannten Big Data, führen nicht nur zu einer rasanten Veränderung unseres Alltags, es entsteht auch eine neue Dynamik in der Wissenschaft: Forschungsfelder werden neu definiert, traditionelle Abgrenzungen etablierter Fachbereiche verlieren ihre Bedeutung.

TEXT **MARTIN STRATMANN**

Wer bei Google „Chancen und Risiken der Digitalisierung“ eingibt in Verbund mit dem Stichwort „Rede“, der erhält fast 3000 Treffer – wer das Ganze auf Englisch eintippt, der erhält bescheidene sieben Suchergebnisse. Offenbar herrscht in Deutschland mehr Diskussionsbedarf beim Thema Digitale Gesellschaft, als dies anderswo der Fall zu sein scheint. Die Frage ist: Reden wir mehr, als wir tun? Nicht nur in der Forschung, nicht nur bei

.....

Rechner werden bereits
in zehn Jahren 60-mal schneller
sein als heute

uns, auch gesamtgesellschaftlich muss Deutschland die Zeichen der Zeit erkennen und handeln. Deswegen: Ja, wir müssen reden! Nicht nur über Digitalisierung, sondern auch über die damit verbundene Transformation, die alle gesellschaftlichen Bereiche erfasst hat.

Wir stehen am Beginn einer Zeitenwende. Nun hat die Welt immer wieder Zeitenwenden erlebt, die durch technische Innovationen und – damit einher-

gehend – durch drastische Preisverfälle eingeleitet wurden. Der Buchdruck im 15. und die industrielle Revolution im 19. Jahrhundert sind zwei Beispiele dafür. Was kostete es zu Beginn des 15. Jahrhunderts, ein Buch in einem Kloster von Hand abzuschreiben? Und was kostete es, wenige Jahrzehnte später, die Lutherbibel zu verbreiten?

Wie dramatisch war der Preisverfall hochwertiger Werkstoffe im 19. Jahrhundert, die sich, befördert durch den Einsatz von Maschinen, schneller und einfacher herstellen ließen? Und was löste dieser Preisverfall für eine technische Revolution aus! Und heute? Wir beobachten fast wöchentlich einen dramatischen Preisverfall bei Rechenleistung, Datenspeicherung, Datenübertragung.

Das ist verbunden mit einer dramatischen Leistungssteigerung: Experten erwarten, dass Computer bereits in zehn Jahren 60-mal schneller sein werden als heute. Derzeit verdoppelt sich die Geschwindigkeit von Prozessorchips alle 18 Monate, die Übertragungsgeschwindigkeit optischer Glasfaserkabel dank der Entwicklungen in der Photonik sogar alle neun Monate. Das Resultat: Speicherung, Übertragung

Im Herz der virtuellen Welt: Schon heute existieren leistungsfähige Computernetzwerke von bis vor Kurzem ungeahnter Größe. Im Jahr 2025 wird die Mehrheit der Weltbevölkerung Zugang zum Internet haben.



und Auswertung gewaltiger Datenmengen sind mittlerweile möglich, leistungsfähige Computernetzwerke von bis vor Kurzem ungeahnter Größe entstehen.

In der Folge verändert sich unser Alltag in faszinierender Geschwindigkeit: So ist etwa die Zahl der Menschen, die mit dem Internet verbunden sind, im ersten Jahrzehnt des neuen Jahrtausends von 350 Millionen auf inzwischen mehr als zwei Milliarden gestiegen. Die Zahl der Mobiltelefone hat sich von 750 Millionen auf jetzt mehr als sechs Milliarden erhöht. Schon im Jahr 2025 wird die Mehrheit der Weltbevölkerung über Mobile Devices Zugang zum Internet haben. Und in einem Jahr haben sich mehr Menschen für einen Massive Open Online Course

versucht – alles auf der Basis veröffentlichter Fachliteratur. Die Wissenschaftlerin und den Wissenschaftler wird dies nicht ersetzen können, seien die Zukunftsversprechen noch so spektakulär. Aber durch datengetriebene Hypothesengenerierung kann der Computer im Erkenntnisprozess künftig vielleicht viel schneller die richtigen Fragen stellen.

Das sind bahnbrechende, ja revolutionäre Prozesse. Ich glaube, eine ähnlich gravierende Veränderung in so kurzer Zeit hat es in der Geschichte der Menschheit noch nicht gegeben. Wie jede Zeitenwende hat auch diese einen technischen Ursprung, aber gesellschaftliche Konsequenzen, die weit darüber hinausgehen. Der Austausch von Information, die Interaktion von Menschen waren nie so leicht und preiswert wie heute. Dies führt wiederum zu einer ganz neuen Qualität dessen, was diese Interaktionen auszulösen vermögen.

Der Einzelne ist nicht länger nur Konsument, er wird Akteur – und das mit teilweise unvorhersehbaren Folgen. Beispiele? Wir kennen sie alle: Revolutionen werden von Facebook und Twitter getragen, Meinungen nicht länger von Redakteuren und Journalisten gemacht, sondern in geschlossenen und von außen kaum zu durchdringenden Meinungsblasen erzeugt. Und natürlich macht auch die Kriminalität nicht halt vor dem Internet. So werden etwa private Rechner über Botnetze gekapert und für kriminelle Zwecke manipuliert.

Viele – auch elementare – Lebenserfahrungen sind heute von unserem digitalen Umfeld geprägt. Und es liegt auf der Hand: Wo so viel Neues in kurzer Zeit entsteht, da blüht auch die damit verbundene Wirtschaft auf. Wie steht Deutschland nun in dieser Zeitenwende da? Nach dem Platzen der Spekulationsblase der New Economy hat uns in Deutschland offenbar der „Gründermut“ verlassen. Vielleicht haben wir zu wenig verstanden, dass eine Zeitenwende immer mit Übertreibungen verbunden ist, Rückschläge also in Kauf genommen werden müssen, der darunterliegende Trend aber ungebrochen ist.

Hinter dem Aufstieg von Google und Facebook, von Amazon und Apple steckt mehr als der übliche Strukturwandel. Der Aufstieg der Softwareindustrie ist keine Blase, sondern ein fundamentaler ökonomischer Paradigmenwechsel. Diese Erkenntnis setzt sich in

Wissen und Erkenntnisse werden so leicht und umfänglich wie nie zu haben sein

(MOOC) bei Harvard angemeldet, als Studenten in den ganzen 380 Jahren seit der Gründung dieser Universität eingeschrieben waren.

Die Bereitstellung von Informationen in der Wissenschaft hat sich rasant gewandelt: Die Bibliotheken, Kathedralen des Wissens, sind mittlerweile in den Cyberspace abgewandert – und somit für fast jeden zugänglich. Das heißt, Informationsbeschaffung erfolgt heute in Chile oder Indien mit nahezu der gleichen Leichtigkeit wie in München oder Boston. Wenn Open Access als Goldstandard künftiger Publikationen Realität wird, dann entsteht das, was ich das „Google der Wissenschaft“ nennen möchte. Wissen und Erkenntnisse werden so leicht und umfänglich wie nie zu haben sein. Und es ist offensichtlich: Nicht das Speichern von Wissen, sondern die Analyse davon wird zum limitierenden Faktor.

Ein Wissenschaftler liest im Schnitt um die 250 Artikel im Jahr – ein winziger Ausschnitt des verfügbaren Wissens. Spektakulär muten vor diesem Hintergrund Pilotstudien an, bei denen sich IBMs Computersystem Watson an automatisierter Auslese, an Faktenextraktion und gar Hypothesengenerierung



Deutschland noch zu langsam durch. Vielleicht sind wir auch ein wenig zu selbstsicher geworden durch den bisherigen großen ökonomischen Erfolg unserer Wirtschaft. Dabei wissen wir aus unserer eigenen Nachkriegsgeschichte: Große Branchen können in kurzer Zeit verschwinden und Branchen hinterlassen, die nicht so schnell neu aufblühen.

Die für uns entscheidenden Fragen lauten: Welche Bedeutung hat die digitale Zeitenwende für die Wissenschaft? Wie geht die Max-Planck-Gesellschaft damit um? Und was muss geschehen, damit Deutschland seine industrielle Spitzenposition halten kann?

Die Frage nach der Bedeutung der Digitalisierung für die Wissenschaft kann ich kurz und knapp beantworten: Sie ist allumfassend. Sei es in der Physik, der Astrophysik, der Materialforschung, der Bioinformatik, den Digital Humanities – immer mehr spielen das Sammeln, Speichern und Auswerten gewaltiger Datenmengen eine ausschlaggebende Rolle. Und damit wird eine Frage zunehmend wichtiger: Wie können wir die unglaublich vielseitigen Informationen durchdringen, zusammenfassen und eingängig darstellen?

Das Aufspüren von Regelmäßigkeiten und Zusammenhängen, das Aufblitzen von Textur im Datenknäuel – das ist ein Kernelement der künstlichen Intelligenz, der in den vergangenen Jahren entscheidend zum Durchbruch verholfen wurde. Nicht etwa, weil wir eine Art Superalgorithmus entwickelt hätten – die Konzepte des sogenannten maschinellen Lernens sind tatsächlich einige Jahrzehnte alt. Aber was auf dem Papier schon lange existierte, die Funktionslogik mehrschichtiger neuronaler Netzwerke, das kann eben erst jetzt zur Entfaltung gebracht werden, und zwar einerseits durch enorm gesteigerte Rechenleistungen und andererseits durch die vernetzungsbedingt zunehmende Verfügbarkeit von Daten. Ohne Big Data kein maschinelles Lernen.

Wenn ich mir einen Vergleich erlauben darf: Die künstliche Intelligenz ist unsere neue Nachtsichtbrille. Sie gestattet durch die intelligente, automatisierte Analyse von Big Data einen Blick auf die Welt, wie wir ihn uns mittels unserer herkömmlichen, traditionellen Methoden nie würden erschließen können. Maschinelles Lernen entwickelt sich als Basis und Querschnittstechnologie für den Umgang mit großen Datenmengen – in der Wissenschaft und anderswo.

Wie stellt sich die Max-Planck-Gesellschaft auf diese digitale Zeitenwende ein? Ich kann sagen, wir investieren kräftig in das Gebiet Computer Science als die neue Basiswissenschaft. Jetzt und in Zukunft und über alle Sektionen hinweg. Da das nicht immer durch Wachstum geht, geben wir auch etablierte Wissenschaft auf – nicht gern, wenn ich ehrlich bin. Aber wir

Gute Wissenschaft ist dort zu Hause, wo sie die steilsten Erkenntnisgradienten identifiziert

sollten uns vergegenwärtigen, dass Wissenschaft darauf abzielt, das vorhandene Wissen zu erweitern. Gute Wissenschaft ist somit dort zu Hause, wo sie die steilsten Erkenntnisgradienten identifiziert. Für uns heißt das: Forschungsfelder nicht nur neu aufzugreifen, sondern ganz neu zu definieren – unabhängig von Disziplinen und Fachbereichen.

Grundlagen und Anwendungen gehen dabei ineinander über, sie werden ununterscheidbar, traditionelle Abgrenzungen verlieren ihre Bedeutung. Lassen sich die Digital Humanities wirklich von der Informatik, vom maschinellen Lernen abgrenzen? Und wie ist das mit Social Computing: eine Domäne der Informatik ohne Kenntnis der Sozialwissenschaften? Die Wissenschaft verändert sich und damit auch die inneren Strukturen der Max-Planck-Gesellschaft – Institute entstehen sektionsübergreifend, Arbeitsgebiete wachsen zusammen.

Hierzu ein Beispiel: In unserem neuen Institut für Intelligente Systeme an den zwei Standorten Tübingen und Stuttgart überwinden wir die Grenzen zwischen Ingenieurwissenschaften, Computer Science und Neurowissenschaft. Wir verbinden hier zwei Elemente mit besonders steilem Erkenntnisgradienten – kognitive Robotik und maschinelles Lernen.

Denn die bisherigen Pionierleistungen der künstlichen Intelligenz sind für Systeme mit wenigen Freiheitsgraden entwickelt worden und reichen noch nicht aus, um etwa bei Manipulationsrobotern mit ihrer hohen Zahl an Freiheitsgraden wirklich kompe-



tentes Verhalten zu ermöglichen. Wirklich autonomes Verhalten ist dort weit von der Realisierung entfernt. In Zukunft wird die Hardware – also die intelligente Robotik – ein elementarer Bestandteil der Rückkopplungsschleife aus Wahrnehmen, Handeln und Lernen sein. In unserem Institut wollen wir Hard- und Software daher unter einem Dach entwickeln und kombinieren.

Das ist übrigens ein Ansatz, der hierzulande besonders vielversprechend ist. Wir haben zwar in Deutschland keine globalen Internetplattformen geschaffen, aber bei der Verbindung lernender Computersysteme mit Hardware, die bauartbedingt physische Intelligenz besitzt, da haben wir etwas zu bieten.

Wo sich die Max-Planck-Gesellschaft strukturell neu aufstellt, sieht sie sich auch als Motor für eine überregionale Entwicklung. In der digitalen Zeitenwende sind wir uns dieser Verantwortung besonders bewusst. Um unser Institut für Intelligente Systeme in Stuttgart/Tübingen entwickelt sich ein spannendes Umfeld. Wir haben es Cyber Valley genannt. Es soll einmal das Max-Planck-Institut mit den Nachbaruniversitäten, führenden Unternehmen, einer hohen Dichte von Nachwuchsgruppen und einer starken Ausgründerszene verbinden. Eben ein Cluster von internationaler Sichtbarkeit und hoher Attraktivität – ein Zuhause für Wissenschaftler und Nerds.

Viele weitere Projekte werden derzeit in unseren Sektionen diskutiert. Von kleinen Aktivitäten bis hin zur möglichen Institutsneugründung. So interessieren wir uns intensiv für das Gebiet der Kryptografie: Wie kann man Kommunikation heute sicher gestalten? Die Antwort auf diese Frage könnte in einer Zusammenführung von Mathematik, Quantenphysik, Optik und Informatik liegen.

Die Neuroprothetik ist ganz offensichtlich ein weiteres potenziell extrem ergiebiges Forschungsfeld. Ziel ist es, mit kleinsten technischen Systemen dazu beizutragen, verloren gegangene Funktionen im menschlichen Nervensystem zumindest teilweise zu ersetzen. Kann man dieses Ziel erfolgreich ansteuern ohne maschinelles Lernen und intelligente Robotik?

Aber auch Themenfelder wie Bildung und Erziehung, das Recht auf Vergessen im Zeitalter des Internets oder Privatheit als öffentliches Gut: All das sind Fragen, die beispielsweise unsere Geistes-, Sozial-

und Humanwissenschaftliche Sektion bewegen. Und schließlich Digital Humanities: Was verbirgt sich dahinter, wie setzen wir das um?

Eine Aufgabe bleibt dabei unverändert: Die Max-Planck-Gesellschaft wird auch künftig ihre Institute um herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bauen. Wir wollen auf allen uns interessierenden Gebieten Anziehungspunkt für Forscher aus aller Welt sein. Dabei dürfen wir uns aber nicht nur auf

Wir brauchen herausragende Berufungen auf Gebieten wie der Computer Science

etablierte Felder konzentrieren, wo uns das leicht gelingt. Wir müssen es gerade auch dort wagen, wo Deutschland und Europa noch nicht über eine prägnante Sichtbarkeit verfügen. Von den bisher 64 Preisträgern des Turing Awards etwa – das ist der Nobelpreis der Informatik – kamen 47 aus den USA, sechs aus England und elf aus sechs weiteren Ländern. Und – kein einziger aus Deutschland!

Das darf die kommenden 20 Jahre nicht so bleiben. Was muss Deutschland tun? Wir müssen zunächst einmal aufpassen: Wer in Deutschland als Informatiker Herausragendes leistet, der wird leicht abgeworben – nicht nur von Google, Apple und Facebook, sondern auch von den kleinen Start-ups im Silicon Valley, die mit kreativer Entfaltung und flachen Hierarchien locken. Dabei klappt in Deutschland ohnehin schon eine viel zu große MINT-Lücke.

Wir müssen unsere Ausbildungskapazitäten steigern, attraktive Wissenschaftsstandorte schaffen und schließlich mehr denn je herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nach Deutschland holen – und gleichzeitig Abwanderung verhindern. Das heißt: Wir müssen wesentlich mehr investieren, und das sehr schnell!

Ein Blick in unsere Geschichte zeigt: Die industrielle Revolution wurde nicht nur von Kohle und Erz befeuert, sondern auch durch hochqualifizierte Arbeitskräfte. Justus von Liebig veränderte in der

zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts das Studium der Chemie maßgeblich. Es entstand eine ganze Generation junger Chemiker, die in den aufstrebenden Farbenfabriken forschten, unter anderem bei der heutigen BASF, nach wie vor ein Schwergewicht der chemischen Industrie.

Damals hat man kräftig investiert. Die Universitäten wurden zu internationalen Leistungszentren ausgebaut, mit den technischen Hochschulen wurde ein neuer Universitätstypus geschaffen. Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft wurde Hort der wissenschaftlichen Leistungselite. Vom Tatendrang der damaligen Zeit profitiert Deutschland immer noch: Es ist die starke Wirtschaft, die selbst katastrophale Kriege überlebt hat und uns bis heute Wohlstand sichert.

Derzeit werden die Karten neu gemischt, das ist das Kennzeichen einer Zeitenwende. Bildung und Forschung werden wichtiger denn je. Wir müssen heute die gleichen Kraftanstrengungen unternehmen wie vor mehr als 100 Jahren und die Bildungs- und Forschungseinrichtungen schaffen, die uns für die kommenden Jahrzehnte Wohlstand beschern. Wir müssen den gleichen Mut haben.

Die Max-Planck-Gesellschaft kann hier aufgrund ihrer Reputation und ihrer extrem flexiblen Struktur viel leisten. Aber eines ist auch klar: Der Umstrukturierung von Instituten sind Grenzen gesetzt. So schnell, wie sich das Gebiet der Computer Science entwickelt, wollen und können wir etablierte Gebiete nicht aufgeben, zumal auch diese sehr erfolgreich an der Front des Erkenntnisfortschrittes arbeiten. Wir müssen daher bereit sein, auch in Zukunft weiter steigend in Wissenschaft zu investieren.

Vielleicht ist dazu aber auch eine Initiative leistungsstarker europäischer Länder notwendig. EMBL, das European Molecular Biology Laboratory, hat es gezeigt: Auf dem Gebiet der Biomedizin wurde durch eine gemeinsame Kraftanstrengung Beachtliches in und für Europa erreicht. Das EMBL spielt in derselben Liga wie Cold Spring Harbour, das MIT oder das Salk Institute in den USA. Ein solches Engagement brauchen wir auch in den Computerwissenschaften! ◀

Der Beitrag war Grundlage für die Rede, die Martin Stratmann im Juni 2016 auf der Hauptversammlung der Max-Planck-Gesellschaft in Saarbrücken gehalten hat.



DER AUTOR

Martin Stratmann, Jahrgang 1954, studierte Chemie an der Ruhr-Universität Bochum. Seine Promotion schloss er 1982 am Max-Planck-Institut für Eisenforschung ab. Nach einer Postdoc-Station in den USA wurde er Gruppenleiter am Max-Planck-Institut für Eisenforschung. Er habilitierte sich an der Universität Düsseldorf und lehrte anschließend von 1994 bis 1999 an der Universität Erlangen-Nürnberg. Im Jahr 2000 nahm er den Ruf zum Wissenschaftlichen Mitglied und Direktor am Max-Planck-Institut für Eisenforschung an. Er erhielt zahlreiche Preise, darunter 2005 den U. R. Evans Award des britischen Institute of Corrosion. Seit Juni 2014 ist Martin Stratmann Präsident der Max-Planck-Gesellschaft.