

Algorithmen, maschinelle Intelligenz, BIG DATA:
Einige Grundsatzüberlegungen
(Langvariante)¹

F. J. Radermacher²

¹ Eine gekürzte Variante des Textes erscheint im Schwerpunktheft „Big Data contra große Datensammlungen. Chancen und Risiken für die Gesundheitsforschung“ des Bundesgesundheitsblattes, Mitte 2015

² Prof. Dr. Dr. F. J. Radermacher, Director of the Research Institute for Applied Knowledge Processing (FAW/n) and Professor of Informatics, Ulm University, President of Senat der Wirtschaft e.V., Bonn, Vice President of the Ecosocial Forum Europe, Vienna, and Member of the Club of Rome

Mailing address: FAW/n, Lise-Meitner-Str. 9, D-89081 Ulm, Germany, tel. +49 (0)731-50 39 100, fax +49 (0)731-50 39 111, e-mail: radermacher@faw-neu-ulm.de, <http://www.faw-neu-ulm.de>

Gliederung

Einleitung.....	3
1. Die Welt der Algorithmen.....	3
2. Das Thema der Intelligenz von Mensch und Maschinen	5
3. Entscheidungsfindung	8
4. Unterschiede zwischen Mensch und Maschine.....	10
5. Die IT-Revolution.....	11
6. Die aktuellen Debatten im Bereich Big Data.....	12
7. Die Fragen bezüglich der Zukunft	15
8. Was heißt das alles für die Zukunft?	18
Zusammenfassung	19
Literatur	21

Einleitung

Wir erleben in den letzten Jahren wieder verstärkt eine Diskussion um die Möglichkeit der Künstlichen Intelligenz, die Macht der Algorithmen, die Frage nach der Zukunft dieser Technologie. Der vor kurzem verstorbene frühere Chefredakteur der Frankfurter Allgemeine Zeitung, Frank Schirrmacher, hat in seinem Buch „EGO – Das Spiel des Lebens“ die Macht der Algorithmen beklagt [13]. Er sieht eine große Gefahr für die Zivilisation, wie wir sie kennen. Der vorliegende Text adressiert eine Reihe dieser Fragen vor dem Hintergrund mehrerer Jahrzehnte Arbeit in diesen Themenfeldern. Er beginnt mit einigen Hinweisen zu Algorithmen und zum Thema der Intelligenz von Mensch und Maschine, geht auf die IT-Revolution ein, behandelt dann die aktuelle Debatte um Big Data und gibt einige Hinweise bezüglich möglicher Zukünfte aus Sicht des Autors.

1. Die Welt der Algorithmen

Wir erleben heute, dass die algorithmische Verarbeitung von Information immer mehr an Bedeutung gewinnt. Dabei wird das Thema als solches immer mehr Menschen bekannt. Satellitenkommunikation, Navigationssysteme im Automobil, Micro-Trading an Börsen, dies alles sind Themen der Algorithmik. Algorithmik spielt auch eine Rolle, wenn wir technische Bauteile oder Häuser mit CAD-Modellen beschreiben, aus diesen Beschreibungen Bearbeitungsmodelle algorithmisch ableiten, die wir dann an Fräsmaschinen oder „Printer“ schicken, die dort Teile herstellen oder heute teilweise auch schon „ausdrucken“.

Algorithmus bedeutet dabei im Wesentlichen eine Abfolge von Operationen, die von einem Ausgangszustand zu anderen Zuständen führen, und zwar in einer Sequenz von Bearbeitungsschritten, bis (hoffentlich) ein angestrebter Endzustand erreicht wird. Abhängig von Zwischenzuständen oder anderen Parametern erfolgt auf dem Wege der Abarbeitung der Schritte der Übergang zu weiteren Zuständen. Wir haben es also auch mit einem Algorithmus zu tun, wenn ein Steinzeitmensch aus einem Feuerstein eine Klinge schlägt oder aus dem Stoßzahn eines Mammuts ein so beeindruckendes frühzeitliches Kunstwerk wie den Löwenmenschen herstellt, den man zurzeit im **Ulmer Museum** bewundern kann.

Den meisten Menschen in unserer Zivilisation ist zumindest der **Algorithmus der Addition** von Zahlen bekannt, wobei Zahlen dazu additiv als Vielfache von Exponenten der Zahl 10 dargestellt werden. Dies ist eine sehr geschickte Kodierung, ein zivilisatorischer Durchbruch, den wir in Europa dem arabisch-indischen Kulturraum zu verdanken haben. Ohne diese me-

thodisch-algorithmische Innovation, die Europa um das Jahr 1000 erreichte und sich dort dann im 12. Jahrhundert allgemein durchsetzte, gäbe es unsere Zivilisation in der heutigen Form nicht.

Der Additionsoperator ist so etwas wie ein kulturelles Gemeingut der modernen Welt, was nicht ausschließt, dass viele Menschen Probleme haben, zwei größere Zahlen zu addieren. Algorithmen eignen sich dafür, von Maschinen abgearbeitet zu werden. Die modernste Form von Abarbeitungsmaschine ist der **Computer**, aber man kann auch an numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen denken. Und es gibt auch Programme, die Musikinstrumente bespielen. Bauanleitungen für „Do it yourself“ ebenso wie Bastelbücher haben in der Regel algorithmischen Charakter.

Man kann sagen, dass das technische Potential einer Zivilisation insbesondere durch die Leistungsfähigkeit der ihr verfügbaren Algorithmen festgelegt ist. Vielfältige (mathematische) Algorithmen stecken in praktisch allen Maschinen. Die Mathematiker sprechen deshalb gerne von „**Mathematics Inside**“, so wie Intel seinerzeit mit Bezug auf PCs der Firma IBM Werbung machte mit dem Slogan „Intel Inside“.

In der Mathematik und theoretischen Informatik gibt es ein gutes Verständnis für die Menge dessen, was man algorithmisch behandeln kann. Im weitesten Sinne ist das die **Welt des Berechenbaren** [4]. Die Inkarnation der Berechnungsmaschine ist ein Computer, versehen mit entsprechenden peripheren Systemteilen (z. B. Eingabetastatur, Scanner, Drucker etc.). Das den Computer abstrahierende mathematische Konstrukt ist die sogenannte **Turingmaschine** [4]. Dies ist eine abstrakte, konzeptionell sehr einfache, vom Leistungsspektrum her aber schon **maximal mächtige Maschine**, die auf einem endlosen Schreib- und Leseband operiert.

Abhängig von dem Zustand, in dem sie sich befindet und abhängig von einem Zeichen auf dem Band, das sie gerade liest, kann die Maschine (nur) wenige elementare Operationen (wie das Drucken eines Zeichens auf dem Band und einen Schritt nach links oder rechts) vornehmen. Sie begibt sich dann gleichzeitig in einen neuen Zustand. Dieser Prozess wird so lange fortgesetzt, bis sie stehen bleibt. Wobei eine interessante Frage, die nicht generell vorab beantwortbar ist, diejenige ist, ob die Maschine mit Sicherheit irgendwann stehen bleiben wird oder nicht (sogenanntes HALTEPROBLEM [4]).

Insofern als das, was wir üblicherweise als **Intelligenz** wahrnehmen, viel damit zu tun hat, dass man über entsprechende Algorithmen verfügt und diese ausführen kann, ist die zu-

nehmende Durchdringung der Welt mit abstrakt kodierten Algorithmen einerseits und mit Maschinen, die Algorithmen abarbeiten können, andererseits ein dominanter zivilisatorischer Prozess. Dieser hat mittlerweile zu einer Welt von 7 Mrd. und bald 10 Mrd. Menschen geführt. Das wäre ohne eine entsprechende Technikentwicklung und ohne entsprechende Algorithmen nicht möglich gewesen.

Wir stehen nun heute vor der Frage, wie wir diese Entwicklung und ihre absehbaren Fortsetzungen beurteilen sollen. Insbesondere, wenn Algorithmen auf unglaublichen Datenmengen operieren (BIG DATA) und dabei in der Lage sind, erstaunliche Ergebnisse (mittels **Analyse-Algorithmen**) hervorzubringen, z. B. Ergebnisse, die wir so nicht erwartet haben, kann das das Funktionieren unserer Gesellschaft massiv verändern. Dies gilt immer auch dann, wenn technische Systeme Ergebnisse hervorbringen, von denen wir als Menschen vorab meinten, es sei dazu (menschliche) Intelligenz erforderlich. Und natürlich sind wir dann auch mit der Kehrseite dieser Prozesse konfrontiert. Wenn Intelligenz billig wird, können Systeme sehr viel tun, was früher nicht passierte, weil es nicht bezahlbar war. Und wenn Dinge immer schneller gehen, wobei das eine mit dem anderen zusammenhängt, gilt das gleiche.

2. Das Thema der Intelligenz von Mensch und Maschinen

In Verbindung mit Fragen nach **Intelligenz, Kreativität, Kognition, Wissen** untersucht man heute in den verschiedenen Wissenschaften das Verhalten ganz unterschiedlicher Systeme. Steht hier zunächst auch der **Mensch** als Träger von Intelligenz im Vordergrund, so betrachtet man ebenso **höhere Primaten, Insektenstaaten, Roboter**, aber auch **Mensch-Machinesysteme, intelligente Informationssysteme, Unternehmen und Organisationen** und manchmal auch **Gaia**, d. h. das gesamte „lebende System“ der Biomasse auf dieser Erde. Eine Frage ist, unter welchem konzeptionellen Rahmen man derart unterschiedliche Systeme simultan analysieren kann. Ein solches Konzept sind **Superorganismen**. Dies sind „lebende“ Strukturen, deren Überlebensfähigkeit von einer geeigneten Koordinierung des Miteinanders von Einzelsystemen abhängt, die ihrerseits lebensfähig sind, so wie ein Mensch aus Milliarden lebender Zellen besteht.

Im Evolutionsprozess ist der Übergang von einzelnen lebensfähigen Formen zu einem Superorganismus besonders spannend. Die Selbstorganisation durchläuft in der Regel einen (Evolutions-) Prozess und muss dabei für die beteiligten Einzelelemente „attraktiv“ genug sein, um sich zu einem Ganzen zusammenzuschließen. In der Regel geht es darum, dass das Ganze über **Arbeitsteilungseffekte** in der Lage ist, den einzelnen beteiligten Kompo-

nenen Biotopbedingungen zu bieten, die tendenziell vorteilhaft sind, so dass es sich unter den Aspekt des langfristigen Überlebens für das Ganze wie für die Teile als günstige Lösung erweist, in dieser Form zu kooperieren. Als Folge werden die einzelnen Teile in einem gewissen Umfang durch das Ganze koordiniert und verlieren Teile ihrer „Freiheit“ (**Versklavungsprinzip**). Im Gegenzug gewinnen die Teile durch stabile Biotopbedingungen Sicherheiten und „Freiheiten“ hinzu.

Praktische Fragen betreffen dann Punkte folgender Art, die allesamt Bezüge zur Überlebensfähigkeit und Performance derartiger Systeme besitzen: Kann ein Superorganismus **Informationen speichern und verarbeiten**? Verfügt ein Superorganismus über **Intelligenz**? Ist er **kreativ**? Kann er **kommunizieren**? Besitzt er **Bewusstsein**? Wie ist die Frage der **internen Hierarchie** von konkurrierenden Ansprüchen und des **Umgangs mit knappen Ressourcen** gelöst? Im Folgenden werden eine Reihe dieser Punkte angesprochen.

Konkret unterscheiden wir dazu zunächst mit Bezug auf [1, 8, 9] vier Repräsentationsformen von Wissen. Wissen wird dabei in unterschiedlichen Formen der **Musterbildung und –transformation** abgelegt und umgesetzt. In einer mehr klassischen Begriffswelt geht es dabei um folgende Mechanismen und Ebenen:

- (1) Wissen in Form **dreidimensionaler Passung**,
- (2) **sensomotorisches Wissen** bzw. Wissen in Form von Können, repräsentiert in dynamischen Gleichgewichten, z. B. in **neuronalen Netzen**.
- (3) Wissen auf der Ebene von **Sprache, Logik, symbolischen Kalkülen**, z. B. das klassische Wissen in der Philosophie.
- (4) Wissen in Form **mathematischer oder anderer komplexer Modelle der Realität**.

Die verschiedenen Ebenen des Wissens, wie sie hier betrachtet werden, sind in der Evolution eine nach der anderen aufgetreten und bauen konkret materiell aufeinander auf, d.h. die jeweils abstraktere, höhere Ebene ist materiell als spezielle Ausprägung der darunter liegenden Ebene realisiert. D.h. letztlich auch, dass alles Wissen auf dieser Welt auf Mechanismen der Passung zurückgeführt werden kann.

Als Beispiele für Wissen auf der Ebene (1) sei die Anpassung zwischen **Körper und Biotop** genannt, aber z. B. auch die „**Spiegelbildlichkeit**“ zwischen Virus und Antikörper. Hierzu gehört auch das Wirken der Antikörper-Identifikation im **Immunsystem** und ganz allgemein das „**Schlüssel-Schloss-Prinzip**“ als eine spezielle Form der Passung.

Auf der Ebene (2) der sensormotorischen Funktionen sind alle Fähigkeiten etwa von Menschen oder höheren Säugern platziert, die zur ganzheitlich-holistischen Bewertung und Einschätzung von Situationen (**Intuition**) oder zur Ausführung von komplexen Körperbewegungen aller Art befähigen. Aufgrund mathematischer Ergebnisse der letzten 20 Jahre wissen wir heute, dass die hier wirksamen Mechanismen im Prinzip die Mächtigkeit haben, alle **stetigen Funktionen** (darüber hinaus sogar alle stetigen Funktionen mit einer begrenzten Zahl von Sprungstellen) zu erlernen. Ferner sind sie insbesondere dazu in der Lage, im Prinzip alle Informationsverarbeitungsprozesse auszuführen, die ein Rechner bzw. eine Turingmaschine prinzipiell verarbeiten kann („**Berechenbarkeitsvollständigkeit**“).

Die Ebene (3), die Ebene der sprachlichen, symbolischen Kalküle ist die Ebene, die besonders charakteristisch für den Menschen ist.

Hier werden Einschätzungen der Realwelt nach **vorheriger Klassifikation von Situationen** und der Anwendung von **logischen Kalkülen** auf diese Situationen beurteilt. In diesen Rahmen der Informationsverarbeitung fallen alle sprachlichen bzw. logisch-abstrakten Prozesse. Aus der Evolution heraus geht es hierbei insbesondere auch um die Klassifikation von Zuständen (**Basis jeder Begriffsbildung**), um auf diese Weise die **Beschreibungskomplexität** von Situationen zu reduzieren und dadurch besser kommunizieren und gezielter lernen zu können.

Die Ebene (4) ist schließlich die Ebene der **abstrakten-mathematischen** bzw. **naturwissenschaftlichen Modelle**. Hier geht es um Modelle der Welt und damit um ein Wissen, das eigentlich zu komplex ist, um von einem Gehirn noch direkt auf einer biologischen Ebene beherrscht zu werden.

Entsprechende Wissensformen, vor allem **wissenschaftliche Theorien**, sind relativ jungen Datums und in Breite erst nutzbar, seit entsprechende Rechnersysteme die Umsetzung erlauben. Sie sind damit ein „Schatz der Menschheit“ als Superorganismus und weit jenseits des natürlichen Verarbeitungspotentials des Menschen und erst recht anderer „höherer“ Tierarten angesiedelt.

An dieser Stelle ist zu beachten, dass die beschriebene Hierarchie nicht bedeutet, dass höhere Ebenen der Wissenscodierung eine höhere Qualität des Wissens darstellen. Vielmehr sind viele Superorganismen, insbesondere auch Menschen und Firmen, häufig deshalb erfolgreich und überleben, weil sie Wissen auf den genannten, nicht-begrifflichen Ebenen besitzen, von dem sie in der Regel nicht einmal wissen, dass es vorhanden ist. Dabei ist es in

unserer Gesellschaft allerdings oft so, dass der gesellschaftliche Kontext erzwingt, den Erfolg irgendwelchen Hierarchien bzw. Regelebenen zuzuweisen, auch wenn tatsächlich ganz andere Ebenen den Ausschlag gegeben haben.

Bewusstsein, Lernen, Kreativität, Freiheit, Kommunikation sind weitere interessante Themen, die in den oben genannten Referenztexten [8, 9] diskutiert werden und die teils auch einer technischen Analyse zugänglich sind, aber hier aus Platzgründen nicht weiter behandelt werden können.

Für Superorganismen spielen in diesem Kontext auch die **Kommunikationsprozesse** untereinander eine zentrale Rolle. Kommunikation ist etwas, was nur zwischen Superorganismen stattfinden kann. Ganz allgemein geht es bei Kommunikation biologischer Systeme um die **strukturelle Koppelung von Nervennetzen** in einer Weise, dass letztlich ein intendierter Zweck erreicht wird. Kommunikation ist schwierig. In der Regel werden wechselseitige Mitteilungen von internen Zuständen der jeweils eigenen Informationsverarbeitungsprozesse unternommen. Hier ist den Beteiligten oft der eigene interne Zustand, z. B. auf einer neuronal-holistischen Ebene, selber nur partiell verfügbar. Das Problem ist dann die Übersetzung dieser nur partiell wahrgenommenen internen Konstellation in eine Form, die sich für die Kommunikation zwischen Partnern eignet. Diese Form ist bei Menschen, insbesondere dann, wenn Distanz zwischen den Personen besteht, meistens eine **sprachliche oder textliche Äußerung**. Schon bei unseren eigenen sprachlichen oder textlichen Aussagen haben wir selber oft den Eindruck, dass der Satz nicht das sagt, was wir eigentlich sagen wollen. Auf der Seite des Partners ist dann der von uns geäußerte Satz wiederum zurückzuübersetzen in ein mentales Bild.

Es wundert in dieser Konstellation nicht, dass Kommunikation (insbesondere zwischen Fremden) oft, wenn nicht meistens, durch **Missverständnisse** gekennzeichnet ist. Die Dinge werden oft einfacher, wenn die Kommunikation auf der Ebene von Körpersprache angereichert wird, vor allem bei praktischen Fragen, Alltagsfragen, Überlebensfragen. Hier ist Kommunikation unter Einschluss von Körpersprache wirkungsvoller.

3. Entscheidungsfindung

Entscheidungsfindung ist eine Kernfähigkeit des Menschen. Im Wesentlichen ist unser Leben und das, was wir daraus machen, die Folge einer nicht endenden Reihe von Ent-

scheidungen, die wir treffen. Aus wissenschaftlichen Analysen wissen wir, dass die Entscheidungsfindung des Menschen oft fehlerhaft ist [5]. Die Qualität ist häufig nicht besonders gut, was übrigens oft auch das Urteil des Entscheiders selber.

Der wissenschaftliche Einblick in die Natur von Entscheidungsfindungen im Rahmen der sogenannten **Entscheidungstheorie**, die Menschen mit der Qualität ihrer Entscheidungen konfrontiert, hat oft zu dem Ergebnis geführt, dass die Menschen nicht mit dem zufrieden sind, wie sie entschieden haben. Menschen wollen dann oft ihre Entscheidungsabläufe verbessern und wollen näher an der systematischen Routine der wissenschaftlichen Erkenntnisse über diese Frage sein. D.h. Menschen wollen, sofern sie informiert sind, genauso systematisch entscheiden, wie es Maschinen tun - in dem Umfang, dass Maschinen im Umgang mit Kompromissen der gleichen „Abwägungslogik“ bezüglich Trade-offs wie die Menschen folgen. Dabei ist zu beachten, dass **Trade-offs und Kompromisse** den Kern der Entscheidungsfindung bilden.

Eine gute Methodologie steht für den Fall von **multi-attributiver Entscheidungsfindung** unter Unsicherheit mit bekannten Wahrscheinlichkeiten zur Verfügung [6]. Das Hauptergebnis ist der Satz von **von Neumann-Morgenstern**. Er liefert eine vollständige Charakterisierung und Operationalisierung der besten Entscheidungen unter sinnvollen **Axiomen der Rationalität**, die von vielen Menschen für ihre persönlichen Entscheidungsfragen akzeptiert werden. Die besten Entscheidungen maximieren den zu erwarteten Nutzen für die angenommene Wahrscheinlichkeits-Konstellation und einem multi-attributiven subjektivem Nutzen. Bezüglich der verschiedenen, zur Bewertung von Alternativen herangezogenen Attribute, spielen dabei die Auswahl der Bewertungskriterien und die dazugehörigen Skalen eine zentrale Rolle. Das von Neumann-Morgenstern-Theorem ermöglicht eine gute algorithmische Operationalisierung der menschlichen Entscheidungsfindung, die einschließlich Lernen und Anpassung widerspruchsfrei ist, auch wenn der Weg, um zu der Entscheidung zu gelangen, in der Regel völlig anders ist als die Art und Weise, wie Menschen diese Aufgabe erledigen.

In gewisser Weise können wir in vielen Situationen ein intelligentes System bauen, das systematisch das täte, was ein „Eigentümer wollen“ würde, wenn er die Daten und die systematischen Fähigkeiten in seinem Gehirn in einer bestimmten Situation verfügbar hätte, wie sie die Entscheidungstheorie und leistungsfähige Computersysteme bieten.

4. Unterschiede zwischen Mensch und Maschine

Wenn Mensch und Maschine ähnliche Leistungen erbringen, bedeutet dies nicht, dass sie dabei ähnlich vorgehen. Dies wurde gerade für das Thema „Entscheiden“ beschrieben. **Fliegen** ist ein weiteres gutes Beispiel. Adler sind ein natürlicher Referenzpunkt für großartiges Fliegen. Die Vielfalt ihres Könnens ist beeindruckend. Und natürlich fliegen sie ganz anders, und in manchem viel besser, als ein modernes Flugzeug. Nichtsdestotrotz ist ein modernes Flugzeug in vielem einem Adler überlegen.

Wenn Menschen **Schach spielen**, spielen sie ganz anders Schach als Maschinen. Maschinen können mehr Situationen analysieren. Der Mensch hat eine spezifischere Mustererkennung und Intuition. Für die hohe Leistungsfähigkeit von Maschinen im Schachspiel reicht es aber nicht aus, dass sie viele Stellungen betrachten, denn es gibt einfach zu viele Stellungen, um sie alle betrachten zu können, nämlich mehr als die Anzahl aller Atome im Universum. Ein Ansatz, der nur auf die Zahl der analysierten Stellungen abzielt, würde also nie funktionieren, um den Menschen zu besiegen, auch nicht in der Zukunft (ein Thema der **Komplexitätstheorie**). Die Maschine braucht zusätzlich eine sehr gute **Bewertungsfunktion** für Stellungen und ist darin in der Regel dem Menschen überlegen. In der Kombination der Betrachtung vieler Stellungen und einer guten Stellenbewertungsfunktion gewinnt heute die Maschine in der Regel gegen den Menschen. Es sind verschiedene Inkarnationen von Intelligenz, die hier gegeneinander spielen, und es wird deutlich, dass der Mensch häufig nicht der Sieger ist.

Und falls er noch der Sieger ist, sieht es in 20 Jahren vielleicht doch ganz anders aus, wenn nämlich, wie das in der Vergangenheit, z. B. im Fall Schach geschehen ist, die Bewertungsfunktion weiter verbessert wird und zusätzlich zu einem späteren Zeitpunkt zu etwa gleichen Kosten ein Faktor 1.000 mehr an Stellungen untersucht werden kann als vorher.

In der **Konkurrenz zu der Maschine** ist die Situation für den Menschen deshalb nicht einfach. Auf der Seite der Nutzung ist es natürlich so, dass der Mensch die Maschine auf dem jeweiligen höchsten neuen Niveau für sich nutzen kann und dabei „besser“ wird. Die Frage ist dann, wie gut die Mensch-Technik Kombination im Verhältnis zu der Maschine alleine ist. Das hier stattfindende „Rennen“ um einen Platz für den Menschen nennt man im angelsächsischen Raum auch „**The race between education and technology**“ [3].

Denkt man hier an das Auto der Zukunft, dann stellt sich natürlich irgendwann die Frage, ob der Mehrwert, den der Mensch als Fahrer bzw. als „Überwacher“ des selbst-fahrenden Au-

tomobils noch bringen wird, den Aufwand noch wert ist, den es kostet, ihn einzubinden, wobei insbesondere dann, wenn die Fehlerquote sehr klein wird, man rein lebenspraktisch die Einbindung des Menschen als Fahrer nicht mehr fordern wird. Das wird beim selbstfahrenden Auto der Zukunft wohl schon in etwa 20 Jahren der Fall sein.

5. Die IT-Revolution

Woher kommen die großen Veränderungen, deren Zeugen wir sind? Sie sind im Wesentlichen eine Folge der Tatsache, dass wir im Bereich IT die höchste Innovationsgeschwindigkeit erleben, die es je gegeben hat. Im Kern steckt dahinter das s. g. **Moore'sche Gesetz**, das uns jetzt seit Jahrzehnten alle 20 Jahre etwa einen Faktor 1000 an Effizienzsteigerung bei elementaren Rechenoperationen bringt (d. h. mindestens eine Verdoppelung alle 2 Jahre). Dahinter wiederum steht, dass wir Informationseinheiten (Bit's) auf immer kleinerem physikalischem Raum kodieren können, was die **unglaubliche Miniaturisierung**, und damit auch Beschleunigungen und Kostensenkung bei diesen Prozessen, deren Zeuge wir sind, nach sich zieht. Dabei wird deutlich, dass Information nur sehr schwach mit einer konkreten physikalischen Repräsentation gekoppelt ist. Das ist der tiefere Grund dafür, warum Moore's Law möglich ist. Anders ausgedrückt: für eine Addition ist es egal, wie groß man die Nullen und die Einsen hinschreibt. Das Additionsergebnis ist davon unabhängig. Die Situation ist an dieser Stelle ganz anders als bei einem Auto, das immer mindestens so groß sein muss, dass ein Mensch hineinpasst.

Die Folge sind heute Systeme, etwa im Bereich Micro-Trading von Finanztiteln, die im Millisekunden-Bereich Verträge über Millionen Euro abschließen. Wesentliches passiert dabei, ehe ein Mensch überhaupt merkt, dass etwas im Gang ist. In Zukunft wird sich das alles weiter Potenzieren und zwar durch das **Internet der Dinge**, das wiederum eine Folge davon sein wird, dass sehr preiswerte, leistungsfähige Chips verfügbar sein werden. Chips der heutigen Leistungsfähigkeit in Mobiltelefonen oder PCs werden in 20 Jahren für Cent Beträge zur Verfügung stehen. Dies wird zur Folge haben, dass wir in Milliarden technischen Geräten intelligente Komponenten verfügbar haben werden, die ihrerseits kommunizieren.

So etwas wie das Auto der Zukunft ist überhaupt nur denkbar, weil zahlreiche Installationen am Wegesrand genauso wie alle anderen Verkehrsteilnehmer ständig allen Verkehrsteilnehmern **wertvolle Ströme von Information** zur Verfügung stellen werden, die die viel schlechteren technischen optischen Möglichkeiten des Autos der Zukunft im Verhältnis zum Menschen kompensieren und sogar überkompensieren werden. Zusätzlich werden sie auch

Informationen verfügbar machen, die Menschen heute prinzipiell verschlossen sind. Etwa das Herannahen von Fahrzeugen, die abgeschirmt sind durch Gebäude, hinter denen sie fahren.

Über das Internet der Dinge werden technische Systeme Dinge tun können, die wir als Menschen heute nicht tun können. Die über das Internet der Dinge verfügbar werdende Information ist dabei immer öfter von einem Charakter, dass sie für Maschinen angemessen ist, für Menschen nicht. Unsere relative Konkurrenzlage gegenüber Maschinen verschlechtert sich also auch an dieser Stelle und zwar aufgrund der von uns selber betriebenen technischen Innovationen und deren Umsetzung über Marktprozesse.

In diesem Prozess transformiert sich die Menschheit in einen **hybriden Mensch-Technik-Superorganismus**, der in 20 Jahren wahrscheinlich schon 30 Milliarden „intelligente“ Komponenten umfassen wird. Davon wird der weitaus größte Teil kommunikationsfähigen Maschinen mit „Intelligenzpotentialen“ bestehen. Wobei Maschinen auch schon heute den größten Teil der Kommunikation im Internet untereinander ausführen. Die Frage ist, was das für die Menschheit heißt, wenn sie Teil eines derartigen Informationsnetzwerks sein wird.

6. Die aktuellen Debatten im Bereich Big Data

Als Ergebnis der beschriebenen Prozesse im IT Bereich liegen heute unglaublich große Datenmengen zu ganz verschiedenen Themenbereichen vor (**BIG DATA**). Zum Beispiel produziert die Europäische Union einen nie endenden Datensatz von Übersetzungen von einer europäischen Sprache in eine andere. Das Verhalten von Menschen wird in sozialen Netzwerken wie Facebook dokumentiert. Die Menschen stellen die entsprechenden Informationen selber zur Verfügung. In Supermärkten kann man heute Enormes über das Kaufverhalten und damit auch den Lebensstil von Menschen eruieren, weil eben die entsprechenden Daten anfallen und festgehalten werden.

Daraus entstehen immer neue Anwendungen. Potenziell besteht auch die Perspektive, viele Aufgaben von Maschinen übernehmen zu lassen, die heute noch Menschen ein gutes Einkommen bescheren. Das ist im Prinzip nichts Neues. Es ist ein Prozess, den wir seit hundert Jahren beobachten. Beginnend mit der Ersetzung von Menschen in der Landwirtschaft beim Übergang in die Industriegesellschaft, später dann bei der Ersetzung von Arbeitern in Fabriken durch „**Wissensarbeiter**“ beim Übergang in die Wissensgesellschaft. Es ist das das oben schon erwähnte „**race between education and technology**“.

In diesem Rennen fanden die Menschen bisher auf einem höheren Ausbildungsniveau immer wieder nicht nur ein Auskommen, sondern konnten durch entlohnte Arbeit sehr weitgehend auch ihren Lebensstandard verbessern. Dies war deshalb möglich, weil sie immer mächtigere Maschinen einsetzen konnten, um ihre **Produktivität zu steigern**. Und sie waren an dieser Stelle **unverzichtbar**, im Besonderen auch für die Eigentümer der entsprechenden technischen Systeme, weil der Mensch bis heute der einzige leistungsfähige Integrator ist, der alle diese immer leistungsfähigeren Maschinen Kontext-abhängig vernünftig zum Einsatz bringen kann.

Wenn sich nun etwas ändert, dann ist es die zunehmende Eigenschaft intelligenter technischer Systeme, selber als **Integrator** zu wirken und unterschiedlichste technische Komponenten zum Einsatz zu bringen. Etwa, wenn führerlose Transportvehikel Schiffe entladen oder wenn beispielsweise Schwebbahnen ohne Fahrer Menschen zwischen Flughafenterminals hin und her transportieren.

Das alles kann und wird sich weiter entwickeln und das geschieht heute schon in Richtung **analytischer Berufe**. Also in Richtung von Berufen, die substantiellen **intellektuellen Input** brauchen. Beispiele sind die Analyse von Gerichtsurteilen, die Analyse von Patientenbildern und Patientendaten in der Medizin (insbesondere auch bei bildgebenden Verfahren), die Vorbereitung von Entscheidungen über Versicherungsverträge, die Übersetzung von Dokumenten, die statistische Analyse von Datensätzen. Alle diese anspruchsvollen intellektuellen Aufgaben kommen zunehmend in den Blickwinkel einer teilweisen Substitution durch Maschinen. Das kann hochwertige Arbeitsplätze, die teilweise erst in den letzten Jahren entstanden sind, kosten, wobei wir nicht wissen, ob es für diese Menschen dann noch irgendeine attraktive Alternative auf dem Arbeitsmarkt geben wird.

All das, was hier beschrieben wird, heißt nun nicht, dass wir uns schon der s. g. **Singularität** nähern, also dem Punkt, an dem die Intelligenz von technischen Systemen explosionsartig anwächst und diese möglicherweise dem Menschen ähnlich werden oder diesen intellektuell sogar überflügeln werden. Davon sind wir noch weit entfernt, wenn es denn je dazu kommen sollte. Aber immerhin sind wir so weit, dass uns Maschinen in Sachfragen immer öfter überlegen werden, weil sie bspw. alle wissenschaftlichen Veröffentlichungen eines Gebietes „lesen“ und analysieren und auswerten, während wir das als Mensch schon vom Volumen und der benötigten Zeit her nicht können.

Es werden natürlich absehbar viele andere Arbeitsplätze von den jetzt anstehenden Veränderungen nicht tangiert werden. Alles, was zusammenhängt mit der **rechtlichen Rolle** eines

Eigentümers, alles was zusammenhängt mit der **Wahrnehmung staatlicher Autorität** oder der **Rechtssprechung** ist im Moment dem Menschen immer noch alleine gegeben. Das gilt z. B. auch für **komplizierte handwerkliche Tätigkeiten oder Servicetätigkeiten** in schwierigen dreidimensionalen Umgebungen.

Aber das betrifft eben nur einen Teil der heutigen Arbeitsbereiche. Bei anderen Teilen, insbesondere auch bei analytischen Teilen, sieht es anders aus. Das schafft ein Unbehagen über die Zukunft. Die zunehmende Ausspähbarkeit des Menschen kommt hinzu. Das bedeutet, dass der Mensch zunehmend **gläsern** wird. Der auf Sekundenebene durch Informationssysteme „verfolgte“ und „getaktete“ Mensch kann sich dabei in seinem Tun selber in Richtung Maschine entwickeln.

Natürlich gilt es auch, die möglichen positiven Effekte von BIG DATA zu würdigen. BIG DATA und „Analytics“ eröffnen viele attraktive Möglichkeiten, dass wir die **grüne Seite** des Wirtschaftens vernünftiger als bisher ausgestalten können. Im Prinzip können wir viel Wertschöpfung auf Maschinen verlagern und dort mit viel weniger Ressourcenverschwendung als bisher umsetzen, z. B. weil wir immer besser wissen, was Konsumenten wirklich wollen. Wenn wir ein **neues Energiesystem** finden, das preiswert, überall verfügbar und umwelt- und klimafreundlich ist, hätten wir wohl die Chance, die Voraussetzungen für eine Menschheit mit 10 Milliarden Menschen in Wohlstand zu schaffen.

In diesem Kontext stellen sich allerdings entscheidend bestimmte **Macht- und Verteilungsfragen**, etwa auch im Sinne der neueren Arbeiten von Piketty [7]. Wenige Prozent der Bevölkerung halten ja die gesamten Assets und sind damit auch Eigentümer fast aller leistungsfähigen maschinellen Systeme in der Wirtschaft. Sie teilen heute mit den Arbeitnehmern das Ergebnis der Nutzung dieser Systeme, und das Ganze funktioniert, weil ohne Arbeitnehmer die technischen Systeme nicht zum Einsatz gebracht werden können. Sollte das zukünftig anders aussehen, könnte sich die Situation der Zusammenballung von Geld und Macht mit starkem Zugriff an der Spitze weiter verstärken. Es könnte sich so etwas wie eine **Welt-Zweiklassengesellschaft** herausbilden, in der ein Großteil der Menschen, auch in OECD Staaten, sich eher in Richtung „Proletariat“ entwickelt. Möglicherweise könnte diese Situation mit technischen Kontrollmitteln des IT Sektors stabil gehalten werden. Da gehören natürlich insbesondere auch die Möglichkeiten der totalen Informationskontrolle dazu, die uns zunehmend Kopfzerbrechen bereitet.

Das ist natürlich überhaupt keine wünschenswerte Perspektive. Wenn die Politik funktioniert, wenn die **Demokratie** weltweit im Interesse der großen Mehrheit der dann 10 Milliarden

Menschen wirksam wird, könnte sich die Besteuerung auf die maschinellen Wertschöpfungsprozesse verlagern. Menschen müssten, um ihren Lebensunterhalt zu verdienen, sehr viel weniger von dem tun, was sie heute als Arbeit tun müssen. Sie würden dann Raum bekommen, andere Dinge zu tun, von denen unsere Gesellschaft schon immer wünscht, dass wir sie in größerem Maße tun können. Das heißt, dass es interessante Potentiale gibt, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die richtige Regulierung, die richtige **Global Governance** gelingt. Da sind aber viele Fragezeichen im Raum. Der Weg in die Zukunft ist alles andere als klar. Und es spricht mindestens so viel dafür, dass er nicht komfortabel sein wird, wie die Möglichkeit, dass wir uns in Richtung einer lebenswerten, mit Nachhaltigkeit kompatiblen Zukunft bewegen.

7. Die Fragen bezüglich der Zukunft³

Aufgrund des Gesagten wirkt die schnelle Innovation im Bereich IT und Robotik massiv auf unser Leben zurück. „Immer intelligentere Maschinen, und zukünftig immer „menschlichere“ Roboter, können zwar immer nützlichere Dienstleistungen ermöglichen, zu Ende gedacht können sie aber auch unsere Arbeitsplätze gefährden, unser Privatleben ausspionieren, uns mit zugeschnittenen Konsumangeboten verfolgen und in der Wechselwirkung mit sozialen Netzen die Kapazität unseres Bewusstseins fast vollständig okkupieren.“

Wir Menschen werden immer **transparenter**, weil es der Arbeitgeber will, weil unsere Lieferanten und Kunden es wollen, weil der Staat es will und die Technik es liefern kann. Mittlerweile sind wir zudem mit den vielfältigen Präsenz-Anforderungen in software-gestützten sozialen Netzwerken konfrontiert. Darüber entsteht großer sozialer Druck, in den Netzen präsent zu sein. Unsere vielen Netzpräsenzen hinterlassen Spuren. Informationen, insbesondere sogenannte **Metadaten** über Verbindungen, werden systematisch gespeichert. Mittlerweile kann unser Leben in Teilen rekonstruiert werden, und das zu extrem geringen Kosten. Mit Big Data und immer leistungsfähigeren Algorithmen wird dies jetzt ein gesellschaftliches Thema. Mit der Zeit können Systeme heute ein viel besseres Beschreibungsmodell von uns aufbauen als unser menschliches Gegenüber. Denn das System bekommt ja von uns viel mehr Informationen, als wir einem Gegenüber freiwillig jemals geben würden.

Heute schon gibt es ein riesiges Interesse daran, die Menschen immer transparenter werden zu lassen. In dem Roman „*The Circle*“ [2] ist zum Schluss die **ultimate Transparenz** das

³ Dieser Abschnitt ist teilweise eine Überarbeitung von Teilen eines Interviews „Chancen und Risiken durch Robotik“ in der Computerwoche [12]

Thema. Diese Transparenz, letztlich auch über den Zugriff auf **biologische Parameter**, wird dann aber irgendwann zu unakzeptablen und völlig asymmetrischen Konstellationen zwischen Mensch und Maschine führen, die für das betroffene Individuum letztlich „Gewaltcharakter“ haben.

Es gibt viele Gründe, warum es nicht gleichgültig ist, ob alles über uns bekannt ist oder nicht. Das Leben ist viel angenehmer, wenn man sich über sich selbst und über den anderen noch Illusionen machen kann. Wissen wir zuviel, werden wir alle vielleicht zum Schluss erkennen (müssen), dass jeder von uns ein (wenn auch höchst komplexer, hochgradig individueller und in seinem Verhalten nicht-prognostizierbarer) „Algorithmus“ ist. Diesen „Algorithmus“ werden wir in seinen Stärken, aber oft auch in seiner ganzen „Armseligkeit“ vor uns sehen. Und natürlich auch in seinem Wandlungs- und Lernvermögen, das natürlich in je individueller Weise vorhanden ist aber ebenfalls je spezifische Grenzen besitzt. Wir werden natürlich lernen, damit zu leben, auch mit der Dürftigkeit vieler Überlegungen, Prioritätensetzungen und Reaktionen, die wir nicht mehr durch „Tarnung“ werden abschirmen können. Das betrifft Charakterzüge mancher „Zeitgenossen“ wie z.B. Geiz (eine Krankheit), Neid, Aggressivität oder mangelnde Empathie für die Not anderer. Der Mensch wird dabei immer mehr wie eine **Maschine getaktet**, während diese sich zunehmend in Richtung eines menschlichen Wesens bewegt, wie z. B. in dem sehenswerten (älteren) Film „Blade Runner“? Solche Entwicklungen sind möglich, beinhalten aber die große Gefahr, den sozialen Zusammenhang zwischen den Menschen weitgehend aufzulösen.

Noch ist das alles Zukunftsmusik. Soweit ist es noch nicht. Wenn wir heute an solchen Systemen arbeiten und dies technisch intelligent tun, gibt es den **Abstellknopf** noch. Dafür sollten wir Sorge tragen und verhindern, dass z. B. Machtinteressen von Einzelnen Entwicklungen hervorbringen, die uns zum Schluss alle prinzipiell treffen werden. Dabei sollte man sich vor Illusionen hüten.

Woher rühren die Träume und Illusionen? Manche Menschen verzweifeln schon lange an unserer Politikunfähigkeit und hoffen auf die „gütige“ kluge Maschine. In diesem Bereich ist vieles denkbar. Interessant sind in diesem Kontext das IBM System **WATSON** und seine enormen Leistungen im Bereich „**Cognitive Computing**“. Dies ist ein System, das die Generierung von Hypothesen oder Vermutungen, die beim Menschen die Basis sind für alle höheren kognitiven Prozesse, wie das Interpretieren von Bildern oder das Verstehen von Sprache, bereits in manchen Themenbereichen besser hervorbringt als wir. Vielleicht wollen die Menschen, dass irgendwann derartige Systeme Führungsaufgaben übernehmen, weil sie uns so

vielfach überlegen sind in ihren Möglichkeiten, z.B. im Onlinezugriff auf hunderttausende wissenschaftliche Artikel zu einzelnen Themenfeldern.

Eine solche Perspektive ist allerdings problematisch. Wir würden dann als Menschen nicht mehr das Geschehen bestimmen, sondern andere. Etwas anderes kommt hinzu. Wir Menschen haben ein **emotional-hormongetriebenes Bewertungssystem**. Dieses beinhaltet, was manche Philosophen als **Qualia** bezeichnen. Damit verbunden sind Vorstellungen von einer gerechten, gelingenden Welt, emotionale Reaktionen in Bezug auf die Frage, was richtig oder falsch ist und die Intentionalität, sich für eine „gute“ Welt einzusetzen. Die Maschinen, von denen wir hier reden, haben das alles nicht, sie leben nur in einer Welt der Worte, Bilder und Modelle. Die wesentliche Rückbindung der Worte sind wiederum Worte. Das ist bei uns anders. Bei uns ist die **Symbolverankerung** (symbol grounding) über den Körper (inklusive Qualia) die entscheidende zusätzliche Größe.

Wo liegen heute Grenzen für selbstlernende KI-Systeme, wo bestehen prinzipielle Unterschiede zu uns? Wir tragen als Menschen in der Folge der biologischen Evolution einen mächtigen, neuronal und hormonell basierten Mechanismus in uns, der uns antreibt und den wir bisher nicht voll verstehen. Wir verstehen diesen nur in Teilen. Schon deshalb können wir auch keine Maschinen bauen, die so „fühlen“ wie wir. Kein Mensch versteht etwa, woher das Gefühl Schmerz kommt. Der Computer empfindet ja den Schmerz nicht in unserem Sinn, wenn ihm softwaregetrieben das Phänomen Schmerz eingegeben wird. Genau hierin, also in der Qualiafrage, besteht bis heute der prinzipielle Unterschied zwischen Mensch und Maschine. Für die Wechselwirkung mit der Maschine kommt es darauf an, was der Mensch dem Humanoiden einbaut, wozu er ihn befähigt. Wenn wir ihn mit Intentionen schaffen, wenn wir ihm immer mehr Fähigkeiten via Software (inklusive Lernmöglichkeiten) einbauen, dann wird es potentiell gefährlich – mit und ohne Qualia. Da sollten wir uns klug zurückhalten und allenfalls in kleinen Schritten experimentieren – und immer mit Ausschaltknopf.

Mit Blick auf die Zukunft sollte die Politik, wenn Vernunft der Maßstab ist, sehr enge Grenzen für solche Systeme und ihre Weiterentwicklung setzen. Irgendwann werden wir vielleicht einmal ein **weltweites Moratorium** brauchen. Aber wird das so kommen? Die Machtinteressen von Menschen und Eliten, z.B. im militärischen Bereich, ökonomische Interessen und Sicherheitsinteressen können letztlich zur Folge haben, dass wir die Möglichkeiten solcher neuen Maschinen immer weiter treiben – über alle Vorsichtsgrenzen hinaus - um sie für spezielle Interessen nutzbar zu machen. Genau das müsste eine kluge Politik verhindern.

8. Was heißt das alles für die Zukunft?

Versucht man die weltweiten Herausforderungen in den Bereichen Globalisierung, Nachhaltigkeit, Zukunft mit Blick auf das Jahr 2050 einzuordnen, geht es insbesondere um die internationale Entwicklung in Bezug auf zwei große Problembereiche: (1) die **rasch wachsende Weltbevölkerung**, den zunehmenden Konflikt um Ressourcen und die Problematik immer größerer Umweltbelastungen, z. B. im Klimabereich, (2) die aktuelle weltweite kritische Situation, die u. a. aus einer **Weltfinanzkrise** resultiert, die wiederum eine Folge der Architektur des globalen ökonomischen Systems und vor allem des Weltfinanzsektors bildet [7, 10, 11, 14, 15]. Hier treffen sehr spezifische Interessen der verschiedenen Staaten sowie starke wirtschaftliche Kräfte und andere politische und gesellschaftliche Interessen hart aufeinander.

Die Frage einer **nachhaltigen Entwicklung** wird durch die beschriebene Konfliktlage massiv erschwert. Das betrifft sowohl die ökologische Problematik als auch Fragen des sozialen Ausgleichs und der Gerechtigkeit und damit der weltethischen Orientierung, und zwar in einer intragenerationellen wie einer intergenerationellen Betrachtung. Als wesentlicher, zusätzlicher Faktor ist dabei die **weltkulturelle Thematik** mit zu berücksichtigen, dies wird in der aktuellen Auseinandersetzung der heutigen Status Quo Kräfte mit radikalen Teilen der **islamisch geprägten Welt** besonders deutlich.

Aus einer bestimmten systemtheoretischen Perspektive resultieren aus den aktuellen Trends für die Zukunft drei Attraktoren zukünftiger Entwicklung, nämlich **Kollaps**, Welt-Zweiklassengesellschaft und **Balance**, letzteres in Verbindung mit der Durchsetzung einer weltweiten **Ökosozialen Marktwirtschaft** (bzw. in angelsächsischer Terminologie eines „Green and Inclusive Capitalism“) als einem mit Nachhaltigkeit kompatiblen Ordnungsrahmen. Nur der letztgenannte Weg geht mit Nachhaltigkeit einher. Die aktuellen Entwicklungen auf G-20-Ebene, z. B. in Bezug auf eine sachgerechte **Besteuerung grenzüberschreitender Wertschöpfungsprozesse**, sind in diesem Kontext wichtig, ein **Global Marshall Plan** wäre ein möglicher weiterer Schritt in die erforderliche Richtung.

Die enormen Fortschritte im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik sowie auch der Aufbau entsprechender digitaler Wissensbestände mit uniformen Zugriffsstrukturen, sind wesentliche Antriebskräfte im Umfeld der beschriebenen Entwicklungen. Sie verändern, wie oben dargestellt, heute schon den Charakter der Arbeit, z. B. über zunehmende Digitalisierung und die Nutzung von Big Data. Die zunehmende Rolle technischer Intelligenz, die Rolle von Algorithmen und der Siegeszug der digitalen Maschine, insbesondere das **Internet**

der Dinge, sind hier, wie dargestellt, prägend. Es ist abzusehen, dass sich diese Entwicklung in der Zukunft noch verstärken wird.

All das eröffnet neue Chancen für eine nachhaltige Entwicklung, bedroht aber zugleich nicht nur attraktive Arbeitsplätze, sondern auch die Sozialsysteme in den OECD-Staaten und die Möglichkeit einer aufgehenden Industrialisierung und eines „**Leap-frogging**“ sich entwickelnder Länder. Die Frage, wie man international mit all diesen Herausforderungen umgehen soll, besitzt eine Schlüsselstellung für die Gestaltung der Zukunft. Gefordert ist insbesondere eine bessere **Global Governance** in Form einer weltweiten Ökosozialen Marktwirtschaft. Gelingt dies nicht, drohen eine Welt-Zweiklassengesellschaft oder ein ökologischer Kollaps.

Natürlich muss es so nicht kommen, auch wenn die Chancen für einen guten Ausgang eher begrenzt sind. Eine weltweite Zweiklassengesellschaft oder ein ökologischer Kollaps sind sehr realistische Alternativen. Die Entwicklungen im Bereich IT, im Bereich Künstlicher Intelligenz und BIG DATA haben in diesem Ringen große Bedeutung. Es gilt klug zu operieren, wenn eine balancierte Welt und eine nachhaltige Entwicklung das Ziel sind. BIG DATA und die Möglichkeiten der Analytik sind dabei klug zu nutzen. Das Ergebnis könnte viel weniger Verschwendung, eine viel passgenauere Produktion, im weitesten Sinne eine Annäherung an Nachhaltigkeit sein. Natürlich können wir potentiell ein auskömmliches Leben für immer mehr Menschen in weltweiter Perspektive mit deutlich weniger Arbeitszeit ermöglichen, wenn Maschinen immer mehr Arbeiten erledigen. Wir können dann sogar mehr Menschen als heute in die Arbeitswelt integrieren (mit stark verkürzter Arbeitszeit), trotz immer intelligenterer Maschinen, d. h. immer mehr Menschen könnten immer stärker vom technischen Fortschritt profitieren.. Diese technischen Entwicklungen könnten also, wenn sie richtig genutzt und von Missbrauch geschützt werden, ein wesentlicher Schlüssel zu einer besseren Welt sein. Zu einer Welt in der wir die **Langsamkeit wieder entdecken**. Die Frage ist nur, ist das die Richtung, die wir einschlagen werden?

Zusammenfassung

Wir erleben unglaubliche Dinge im Bereich Big Data und Künstliche Intelligenz. Sie folgen einem Schema, das wir jetzt seit Jahrzehnten beobachten: **Moore's Law**, also die Vertausendfachung der Leistungsfähigkeit und Effizienz im Bereich elementarer Rechenoperationen alle 20 Jahre. Wenn wir auch noch nicht da sind, wo im Sinne einer **Singularität** die Maschinen so „intelligent“ werden wie die Menschen, werden die Maschinen doch zunehmend unglaublich gut. Wobei sie das zum Teil auf einem ganz anderen Wege tun, als wir

das tun. Das Internet der Dinge hilft, die Leistungsfähigkeit der Maschinen massiv zu steigern. BIG DATA und eine entsprechende Analytik tun dasselbe. Lassen wir diese Prozesse einfach weiterlaufen, können diese unsere Zivilisation an ganz vielen Stellen gefährden. Gelingt die „**Einhegung**“ **dieser Prozesse** im Sinne einer vernünftigen politischen Global Governance, im Sinne einer weltweiten ökologisch-sozial vernünftig regulierten Marktwirtschaft, im Sinne einer green and inclusive market economy, dann könnte daraus viel Vernünftiges und für die Zukunft Gutes resultieren. Irgendwann könnte dann auch der dauernde Zwang zu Innovation aufhören. Aber das ist alles andere als sicher, das ist weit weg. Wir stehen vor großen Herausforderungen.

Literatur

1. Braitenberg V (1986) Künstliche Wesen – Verhalten Kybernetischer Vehikel, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden
2. Eggers D (2013) The Circle, Hamish Hamilton. Imprint of Penguin Books
3. Goldin C, Katz LF (2010) The Race between Education and Technology. Belknap Press
4. Hermes H (1961) Aufzählbarkeit, Entscheidbarkeit, Berechenbarkeit, Springer Verlag
5. Kahneman D, Tversky A. (Hrsg.) (2000) Choices, Values, and Frames. Cambridge University Press
6. Keeney RL, Raiffa H (1976) Decisions with Multiple Objectives. John Wiley, New York
7. Piketty Th (2014) Das Kapital im 21. Jahrhundert. C. H. Beck Verlag
8. Radermacher FJ (1996) Cognition in Systems. Cybernetics and Systems 27. No. 1, 1-41
9. Radermacher FJ (2000) Wissensmanagement in Superorganismen. In: Unterwegs zur Wissensgesellschaft (Christoph Hubig, ed.), S. 63-81, Edition Sigma, Berlin
10. Radermacher FJ, Beyers B (2011) Welt mit Zukunft – Die Ökosoziale Perspektive. Murmann Verlag
11. Radermacher FJ, Riegler J, Weiger H (2011) Ökosoziale Marktwirtschaft – Historie, Programm und Perspektive eines zukunftsfähigen globalen Wirtschaftssystems. oekom Verlag
12. Radermacher FJ (2014) Chancen und Risiken durch Robotik. Erschienen in: Computerwoche, Ausgabe 38-29
13. Schirrmacher F (2013) EGO - Das Spiel des Lebens. Karl Blessing Verlag München, 3. Auflage
14. Solte D (2015) Wann haben wir genug? Europas Ideale im Fadenkreuz elitärer Macht, Goldegg Verlag
15. Zucman G (2014) Steueroasen – Wo der Wohlstand der Nationen versteckt wird. Suhrkamp Verlag