

# Wie wir eine smarte, krisenfeste, digitale Gesellschaft bauen können<sup>1</sup>

Dirk Helbing, Professor für Computational Social Science, ETH Zürich

## Einleitung

Mit der Digitalisierung unserer Welt bricht eine neue Ära an. Das stellt unsere Wirtschaft und Gesellschaft vor große Herausforderungen, aber die Chancen sind noch größer. Wir müssen allerdings im Eiltempo lernen, die Risiken zu beherrschen und die neuen Potenziale zu nutzen.

Die durch die Digitalisierung bedingte Datenflut, zum Beispiel, die meist unter dem Begriff "Big Data" diskutiert wird, ist nun in aller Munde. Die Datenbestände der Welt überschreiten heute leicht das 100-fache der größten Bibliotheken. Alle Inhalte, die bis ins Jahr 2003 gesammelt wurden, werden auf etwa fünf Milliarden Gigabyte geschätzt – eine Datenmenge, die heute etwa jeden Tag anfällt. Pro Minute werden 700.000 Google-Suchanfrage und 500.000 Facebook-Kommentare abgesetzt. Dazu kommen Daten unseres Konsum- und Bewegungsverhaltens, und digitale Spuren fast aller unserer Aktivitäten. Alleine Handys und Smartphones haben heute zusammen die 1000-fache der Rechenleistung, die 1986 weltweit verfügbar war (REICHERT 2014).

Während wir schon seit der Mitte des letzten Jahrhunderts von einem Informationszeitalter sprechen, brach das wirkliche digitale Zeitalter erst im Jahr 2002 an. Seitdem übertrifft die digitale Speicherkapazität die analoge. Heute liegen mehr als 95% aller Informationen digital vor. Dieser Entwicklung kann man sich auch durch Vermeidung von sozialen Medien und digitalen Technologien nicht mehr vollständig entziehen. Andererseits erlauben uns diese Datenmengen, neue Erkenntnisinstrumente zu bauen, quasi die Fernrohre des 21. Jahrhunderts ("Sozioskope"). Sie können Entscheidungsträgern als Kompass dienen:

- Nicht nur das Wirtschaftswachstum wird detaillierter messbar, auch
- das Humankapital (Bildung),
- die Gesundheit,
- der Zustand der Umwelt,
- Sozialkapital wie Vertrauen, Solidarität, und Zufriedenheit

sowie die jeweiligen Einflussfaktoren. Big Data verspricht die gesamte Welt im Computer abbildbar zu machen:

- Sie lässt sich zum Beispiel aus hochgeladenen Fotos 3-dimensional rekonstruieren.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Dieser Beitrag erscheint in *Nova Acta Leopoldina* und beleuchtet den Themenbereich, den ich in meinem Vortrag über "Sensornetzwerke und mehr: Von selbstregulierendem Verkehr zum Bau eines Planetaren Nervensystems" am 23. September 2014 auf einer Tagung der Deutschen Akademie der Wissenschaften "Leopoldina" gegeben habe. Die Aufzeichnung des Vortrags und der anschließenden Diskussion finden Sie hier: <https://www.youtube.com/watch?v=yAI5EiB-2ds>, <https://www.youtube.com/watch?v=PYmGh8vjE68>

- Darüber hinaus kann man gesellschaftliche Problem wie Kriminalität, Finanzkrisen und Kriege in Zukunft möglicherweise im Frühstadium erkennen und ihnen begegnen, bevor sie auftreten.
- Man kann die Ausbreitungswege von Epidemien vorhersagen, aber auch die unsichtbaren Erfolgsfaktoren der Gesellschaft visualisieren, etwa soziales Kapital (wie Vertrauen) oder die Entstehung und Verbreitung von Ideen, Innovationen und Kultur.
- Wir können globale Veränderungen abbilden, und wer sie verursacht, Ressourcen und wer sie verwendet, sowie Finanzrisiken und Krisen, um letztere wirksamer zu bekämpfen.

Was könnten wir mit Big Data noch alles machen? Eine digitale "Kristallkugel" bauen, die alles weiß, was in der Welt passiert oder vielleicht sogar die Zukunft vorhersagbar macht, wie manche glauben? Mit diesem Wissen den Lauf der Welt steuern wie mit einem digitalen "Zauberstab"? Die besten Entscheidungen für alle treffen, wie ein "weiser König", und so den Zustand der Welt in Echtzeit optimieren?

Zweifel sind angebracht. Beispielsweise hatten globale Überwachungsprogramme viele wichtige Entwicklungen nicht rechtzeitig im Blick. Während man nach dem 11. September 2001 den Terrorismus bekämpfte, wurde man von einer globalen Finanz- und Wirtschaftskrise überrascht. Während man diese einzudämmen versuchte, geschah der Arabische Frühling. Während man die Energiekonzepte in Folge des Atomunfalls in Fukushima und des Scheiterns des Desertec Solarkraftkonzepts für Europa umzustellen versuchte, schlitterte man in eine Ukraine- und potenzielle Gaskrise. Während man dieser zu begegnen versucht, breitet sich der Islamische Staat aus, und nebenbei wütet Ebola in Afrika – ein Problem, dem man ebenfalls viel zu spät begegnet ist.

Für bessere Zukunftsprognosen müsste man Daten mit wissenschaftlichen Modellen kombinieren. Aber dennoch müssen wir realisieren, dass unsere Welt auch in Zukunft voller Überraschungen sein wird, und dass diese infolge der Globalisierung schnell weltweites Ausmaß annehmen können. Damit wäre die richtige Antwort eine "krisenfeste" Gesellschaft, die sich an beliebige Sachlagen schnell und erfolgreich anpassen kann. Flexibilität und Adaptivität müssen im Zentrum stehen. Mit dem Internet der Dinge werden die Technologien für eine "smarte" Gesellschaft nun tatsächlich verfügbar. Im Folgenden werde ich versuchen aufzuzeigen, welche Potenziale und Risiken die digitalen Technologien mit sich bringen, welche wahrscheinlichen Änderungen sie verursachen werden, und welche Maßnahmen man treffen kann, um sich für die digitale Revolution zu wappnen.

Bisher hat man in Europa die digitale Revolution weitgehend verschlafen, welche in den nächsten 10-25 Jahren Algorithmen, Computer und Roboter produzieren wird, die sich in vielerlei Hinsicht mit Menschen werden messen können. Etwa die Hälfte der Arbeitsplätze im Agrar-, Industrie- und Sektors könnten in diesem Zeitraum verloren gehen. (FREY & OSBORNE 2013) Es ist zudem fraglich, ob der neu

---

<sup>2</sup> Das folgende Video illustriert das eindrucksvoll: <https://www.youtube.com/watch?v=4cEQZreQ2zQ>

entstehende Informations- und Wissenssektor die Joblücke schnell genug schließen wird.

Infolge der digitalen Revolution werden sich unsere Wirtschaft und Gesellschaft sowie viele ihrer Institutionen in den kommenden 20-30 Jahren fundamental ändern. Aber es gibt verschiedene Möglichkeiten der Ausgestaltung, und daher stehen wir unmittelbar vor grundlegenden Entscheidungen. NSA-Überwachung, BitCoin und Uber sind nur irritierende Vorboten einer neuen Zeit. Im Folgenden diskutiere ich zunächst das Themenfeld "Big Data" und wende mich dann dem "Internet der Dinge" und der "Ökonomie 4.0" zu.

### **Big Data – Ein neuer Rohstoff für das 21ste Jahrhundert<sup>3</sup>**

Die Informations- und Kommunikationsbranche ist der Wirtschaftssektor, der sich in den USA und Asien am schnellsten entwickelt und die grösste Wertschöpfung pro Mitarbeiter ermöglicht. Big Data – die maschinelle Erschliessung verborgener Schätze in großen Datensätzen – schafft neues Wirtschaftspotenzial. Die Entwicklung wird zunehmend als neue technologische Revolution verstanden. Europa könnte sich als ein Open-Data Pionier der Welt und damit als ein führender Standort im Bereich der Informations- und Kommunikations-Technologien (oft als IKT oder als IT abgekürzt) etablieren.

#### **Was ist Big Data?**

Als das Soziale Nachrichtenportal WhatsApp mit 450 Mio. Nutzern kürzlich von Facebook aufgekauft wurde, belief sich der Erlös auf 19 Mrd. Dollar – fast eine halbe Mrd. Dollar pro Mitarbeiter. "Big Data" verändern die Welt. Der Begriff, bereits vor über 15 Jahren geprägt, meint Datensätze, die so gross sind, dass sie nicht mehr mit Standardcomputerverfahren zu bewältigen sind. Immer öfter wird "Big Data" als Öl des 21sten Jahrhunderts bezeichnet. Um davon zu profitieren, müssen wir lernen, Daten zu "fördern" und zu "raffinieren", also in nützliche Informationen und in Wissen zu verwandeln. In einem Jahr fallen nun weltweit soviel Daten an, wie in der gesamten Menschheitsgeschichte zusammen, und jedes Jahr verdoppelt sie sich. Diese Datenmengen entstanden durch 4 technologische Innovationen: (1) das Internet, welches unsere globale Kommunikation ermöglicht, (2) das World Wide Web, ein Netzwerk von weltweit erreichbaren Webseiten, das dank der Erfindung des Hypertext Protokolls (http) am Genfer CERN entstand, (3) die Entstehung sozialer Medien wie Facebook, Google+, WhatsApp, oder Twitter, welche soziale Kommunikationsnetzwerke geschaffen haben, und (4) das Aufkommen des "Internets der Dinge", welches es nun auch Gegenständen und sensor-basierten Messnetzwerken erlaubt, sich ins Internet einzuklinken. Schon jetzt gibt es mehr maschinelle Nutzer des Internets als menschliche Nutzer. In 10 Jahren rechnet man mit 150 Milliarden Sensoren und anderen Dingen, die mit dem Internet vernetzt sind, also ein bis mehrere Dutzend pro Person.

---

<sup>3</sup> Die folgenden Paragraphen sind eine leicht modifizierte Version eines Textes, der zuerst erschienen ist in HELBING (2014) und in englischer Übersetzung erscheint in HELBING (2015).

Inzwischen erreichen Datensätze, wie sie bei Firmen wie ebay, Walmart oder Facebook anfallen, die Größe von Petabytes (1 Billiarde Bytes) – das Hundertfache des Informationsgehalts der größten Bibliothek der Welt: der US Library of Congress. Die Erschließung von Big Data eröffnet völlig neue Möglichkeiten der Prozessoptimierung, der Identifikation von Zusammenhängen, und der Unterstützung von Entscheidungen. Allerdings geht sie mit neuen Herausforderungen einher, die oft durch vier Begriffe charakterisiert werden: Volumen, Geschwindigkeit, Varietät, und (Un-) Zuverlässigkeit. Daher mussten völlig neue Algorithmen, also Rechenverfahren entwickelt werden. Weil es ineffizient ist, alle relevanten Daten zur Verarbeitung in einen gemeinsamen Speicher zu laden, muss die Prozessierung dezentral bei den Daten stattfinden, gegebenenfalls auf tausenden von Computern. Dies wird mit massiv parallelen Rechenverfahren wie MapReduce, Hadoop und Storm bewerkstelligt. Big Data Algorithmen spüren überdies interessante Zusammenhänge ("Korrelationen") in den Daten auf, die oft kommerziell verwertbar sind, etwa zwischen dem Wetter und dem Kaufverhalten oder zwischen den Lebensverhältnissen und den Gesundheits- oder Kreditrisiken. Auch die Verfolgung von Kriminalität und Terrorismus stützt sich heutzutage auf die Analyse großer Mengen von Verhaltensdaten.

## **Anwendungen**

Big Data Anwendungen verbreiten sich in Windeseile. Sie ermöglichen personalisierte Angebote, Services und Produkte. Einer der größten Erfolge von Big Data ist das automatische Sprachverstehen und -verarbeiten. Apple's Siri versteht unsere Worte, wenn wir nach einem Restaurant in der Nähe suchen, Google Maps wird uns hinführen. Google translate übersetzt fremdsprachige Texte in Echtzeit durch Vergleich mit einer riesigen Sammlung von übersetzten Texten. IBM's Watson Computer versteht gesprochene Sprache und schlägt nicht nur routinierte Quizshowgegner, sondern kümmert sich bereits per Telefonhotlines um Kunden und Krankheitsdiagnosen – oftmals besser als Menschen. IBM hat gerade beschlossen, 1 Milliarde Dollar in die weitere Entwicklung und Vermarktung des Systems zu investieren.

Natürlich spielen Big Data auch im Finanzsektor eine riesige Rolle. Etwa siebenzig Prozent aller Finanzmarkttransaktionen werden mittlerweile von automatisierten Handels-Algorithmen abgewickelt. Dabei wird täglich etwa das gesamte Geldvolumen umgesetzt, das in der Welt existiert. So viel Geld zieht auch immer mehr organisierte Kriminalität an. Daher werden Finanztransaktionen mit Big Data Algorithmen nach Auffälligkeiten durchforstet, um verdächtige Vorgänge aufzuspüren. Mit einer ähnlichen Software namens "Aladdin" spekuliert die Firma Blackrock erfolgreich mit Kundengeldern, deren Volumen mit dem Bruttosozialprodukt der Europäischen Union vergleichbar ist.

Um einen Überblick über die IT-Trends zu bekommen, lohnt es sich, Google mit seinen mehr als 50 Software-Plattformen zu betrachten. Das Unternehmen investiert jährlich fast 6 Milliarden Dollar in Forschung und Entwicklung. Innerhalb von nur einem Jahr hat Google selbstfahrende Autos vorgestellt, stark in Robotik investiert, und ein Google Brain Projekt gestartet, welches dem Internet Intelligenz verleihen möchte. Google hat mit dem Kauf von Nest Labs auch gerade 3,2 Milliarden Dollar in

das "Internet der Dinge" investiert. Weiterhin arbeitet google X an angeblich etwa 100 Geheimprojekten.

### **Potenziale und Risiken**

Kein Land kann es sich heute leisten, die Möglichkeiten von Big Data nicht zu nutzen. Ähnliches trifft auf die Wirtschaft zu. Alleine das zusätzliche ökonomische Potenzial von Open Data – also Datenschätzen, die für jedermann zugänglich gemacht werden – wird von McKinsey weltweit auf 3000 bis 5000 Milliarden Dollar pro Jahr veranschlagt (McKINSEY & COMPANY 2013). Boston Consulting geht davon aus, dass sich in Europa 1 Billion EUR pro Jahr mit persönlichen Daten verdienen liessen – eine große Chance für alle (BOSTON CONSULTING GROUP 2012).

Dieses Potenzial betrifft beinahe sämtliche Sektoren der Gesellschaft. Beispielsweise könnten Energieproduktion und -verbrauch mit "Smart Metering" besser aufeinander abgestimmt und Energiespitzen vermieden werden. Ressourcen könnten effizienter bewirtschaftet und die Umwelt besser geschont werden. Risiken könnten besser erkannt und vermieden, unbeabsichtigte Folgen von Entscheidungen reduziert und Gelegenheiten, die man früher verpasst hätte, genutzt werden. Die Medizin könnte auf den Patienten besser abgestimmt werden, und die Gesundheitsvorsorge könnte wichtiger werden als die Heilung von Krankheiten.

Wie alle Technologien implizieren "Big Data" aber auch mögliche Gefahren. Die Sicherheit der digitalen Kommunikation wurde unterminiert. Cyberkriminalität einschließlich Daten-, Identitäts- und finanzieller Diebstahl nehmen schnell immer größere Dimensionen an. Kritische Infrastrukturen wie Energieversorgung, Finanzsystem und Kommunikation sind durch Cyberangriffe zunehmend bedroht – wie stark ist schwer zu sagen.

Darüber hinaus decken gängige Big Data Algorithmen zwar oft Optimierungspotenziale auf, liefern aber oft nicht zuverlässige Zusammenhänge und Kausalbeziehungen. Daher kann die naive Anwendung von Big Data Algorithmen zu falschen Schlussfolgerungen führen.

Klassifikationsfehler (d.h. falsche Bewertungen und Einordnungen) sind bei einer reinen Big Data Analyse praktisch unvermeidbar. Die Gefahren von Fehlentscheiden, Diskriminierungen und Benachteiligungen sind beträchtlich. Dazu kommen mögliche Verletzungen der Privatsphäre und anderer Grundrechte, die im "Volkszählungsurteil" des Bundesverfassungsgerichts eingehend gewürdigt werden. Daher müssen wirksame Verfahren der Qualitätskontrolle aufgebaut werden, wofür eine ausreichende Transparenz und unabhängige Bewertung nötig ist. Hier können Universitäten eine wichtige Rolle spielen. Auch müssen wirksame Mechanismen zur Umsetzung des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung gefunden werden, etwa das persönliche Daten-Postfach ("personal data store", s. unten).

### **Handlungsbedarf und "New Deal on Data"**

Europa ist in großer Gefahr, den Anschluss an die äußerst vielversprechende und rasante internationale IT-Entwicklung zu verpassen. Die meiste Hardwareproduktion

findet in Asien statt, die führenden Software- und Datengiganten sind in den USA. Daher erlebt Europa derzeit einen Sputnik-Schock 2.0:<sup>4</sup> Erstens, wurde der sichere Austausch von sensiblen Informationen ernsthaft untergraben. Und zweitens stehen wir nach der Erfindung der Dampfmaschine vor einer neuen technologischen Revolution, die diesmal durch Computer, das Internet, soziale Medien und künstliche Intelligenz vorangetrieben wird. Daher müssen wir im Bereich der Informations- und Kommunikations-Technologien dringend einen Sprung nach vorne machen, sonst wird die durch leistungsfähige Computer und Roboter zu erwartende Rationalisierungswelle Massenarbeitslosigkeit verursachen. Man rechnet damit, dass allmählich 50 Prozent der Arbeitsplätze im Industrie- und Dienstleistungssektor verloren gehen werden (FREY & OSBORNE 2013). Zum Ausgleich müssen neue Arbeitsplätze im Bereich der Informations- und Wissensproduktion, der Produktion personalisierter Produkte und in kreativen Branchen entstehen.

Informations- und Kommunikationstechnologien sind dabei, die meisten unserer traditionellen Institutionen zu verändern: unser Erziehungssystem (personalisiertes Lernen), die Wissenschaft (Data Science), die Mobilität (selbstfahrende Autos), den Warentransport (Drohnen), den Konsum (siehe z.B. amazon und ebay), die Produktion (3D-Drucker), das Gesundheitssystem (personalisierte Medizin), die Politik (mehr Transparenz) und die gesamte Wirtschaft (mit ko-produzierenden Konsumenten, sogenannten "Prosumern").

Die Banken müssen immer mehr Terrain an algorithmischen Handel, Bitcoins, Paypal und Google Wallet abgeben. Darüber hinaus findet ein grosser Teil des Versicherungsgeschäfts nun in Finanzprodukten wie Credit Default Swaps statt. Für den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Transformationsprozess zur "digitalen Gesellschaft" werden wir vielleicht nur 20 Jahre oder sogar noch weniger Zeit haben. Das ist eine extrem kurze Zeitspanne, wenn man bedenkt, dass die Planung und der Bau einer Straße oft 30 Jahre oder mehr erfordern. Schon jetzt ist das hohe Niveau der Arbeitslosigkeit in Europa, insbesondere unter jungen Menschen, in den meisten europäischen Ländern kaum mehr zu bewältigen. In den EU-Ländern summiert sich die Arbeitslosigkeit auf mehr als 24 Millionen. In manchen Ländern erreicht sie 25 Prozent. Bei Jugendlichen liegt die Arbeitslosigkeit zuweilen über 50 Prozent.

Aus dem oben Gesagten ergibt sich ein dringender Handlungsbedarf auf technologischer, gesetzlicher und sozio-ökonomischer Ebene. Wie stehen Deutschland und Europa im internationalen Umfeld da? Bereits vor Jahren starteten die USA eine Big Data Forschungs-Initiative im Umfang von 200 Millionen US Dollar; daneben gibt es weitere umfangreiche Forschungsprogramme. Das FuturICT Projekt hat im Rahmen des EU-Flagship-Wettbewerbs Konzepte entwickelt, um Europa fit für die digitale Gesellschaft zu machen. In anderen Ländern wird das FuturICT-Konzept bereits umgesetzt. Beispielsweise hat Japan kürzlich am Tokyo Institute of

---

<sup>4</sup> Als Sputnik-Schock bezeichnet man die Reaktion des Westens auf den Start des ersten Erdsatellitens, Sputnik 1, durch Russland im Jahr 1957. Aus Furcht vor einer technologischen Überlegenheit Russlands wurden Apollo-Missionen zum Mond gestartet. Das Apollo-Programm kostete 25 Milliarden Dollar (was heute etwa 120 Milliarden Dollar entspricht). Heute steht Europa vor einem ähnlichen Technologie-Schock im IT-Bereich (SCHIRRMACHER 2013), insbesondere angesichts der gravierenden Cyberbedrohungen.

Technology ein 100 Millionen Dollar umfassendes 10-Jahres-Projekt gestartet. Südkorea möchte das gesamte FuturICT Programm umsetzen. Daneben finden noch zahlreiche weitere Projekte statt, insbesondere im militärischen und Sicherheitsbereich, die oft ein Vielfaches des Finanzvolumens umfassen.

Europa könnte vom digitalen Zeitalter massiv profitieren. Dafür ist es allerdings nicht ausreichend, im Silicon Valley bereits entstandene Technologien auch in Europa zu bauen, sondern es müssen neue Erfindungen entstehen, die das digitale Zeitalter prägen werden. Bisher sind die USA und asiatische Länder in der wirtschaftlichen Verwertung von Big Data führend. Mit dem NSA-Skandal und dem Aufkommen des "Internets der Dinge" werden die Karten aber neu gemischt. Nicht nur wird es nun möglich, ein "Planetares Nervensystem" aufzubauen, sondern auch adaptive, störungsresistente Systeme, die auf Echtzeitmessungen reagieren.

Durch eine gezielte Förderung der IT-Aktivitäten an den Hochschulen könnte Europa eine Führungsrolle bei der Forschung und Entwicklung in der Welt übernehmen. Allerdings sind angesichts der schnellen Entwicklung im IT-Bereich, des großen wirtschaftlichen Potenzials, und der transformativen Kraft dieser Technologien eine viel effizientere und breitere Forschung äußerst dringend und im nationalen Interesse. Wir sollten daher die vorhandenen Daten-, Soft- und Hardwarekompetenzen miteinander kombinieren, um Grundlagen zu entwickeln für einen "Innovationsbeschleuniger", Sensornetzwerke zur Echtzeitmessung und Echtzeitsteuerung ("Planetares Nervensystem"), sowie Partizipative Plattformen (s. Anhang). Das Ziel ist die Schaffung eines "Informationsökosystems", welches den Wert von (Echtzeit-) Daten für Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und den Bürger erschliesst.

Mit seinen demokratischen Werten, seiner stark entwickelten Zivilgesellschaft, seinem Rechtsrahmen und seiner starken Wirtschaft könnte Europa ein Innovationsmotor für das digitale Zeitalter werden. Europa sollte sich diesen Milliardenmarkt nicht entgehen lassen. Um die Chance bestmöglich zu nutzen, müssen aber alle Beteiligten – Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Bürger zusammenspannen. Genauso wie wir in die öffentliche Verkehrsinfrastruktur sowie in öffentliche Schulen und Universitäten investiert haben, müssen wir nun in die Infrastruktur für das digitale Zeitalter investieren. Die Investitionen werden erheblich sein, aber die Gewinne noch grösser. Im Zusammenhang mit aktuellen politischen Debatten ist außerdem interessant, dass digitales Business ein umweltfreundliches Business ist, welches auch mit Mitarbeitern aus anderen Ländern betrieben werden kann. Big Data Business benötigt wenig natürliche Ressourcen. Die wichtigsten Voraussetzungen sind eine gute Ausbildung von IT-Experten und Data Analysten sowie eine Technikbegeisterung der Gesellschaft, die am besten durch einen partizipativen Ansatz zu erreichen ist, der Vorteile für alle bringt und den Werten Europas entspricht.

### **Infrastrukturen für ein digitales Zeitalter**

Die zentralen Fragen sind: Wie wird die digitale Revolution unsere Wirtschaft und Gesellschaft verändern? Wie können wir dies als Chance für alle nutzen, wie Risiken reduzieren? Zur Veranschaulichung ist es hilfreich, sich an die vielen Faktoren zu erinnern, die zum Erfolg des automobilen Zeitalters führten: an die Erfindung des

Motors, des Autos und der Massenproduktion; den Bau von öffentlichen Straßen, Tankstellen und Parkplätze; die Schaffung von Fahrschulen und Führerscheinen; die Erfindung von Sicherheitstechnologien wie Antiblockiersystem (ABS) und Airbags; die Errichtung von Leitplanken, Verkehrsregeln, Verkehrsschildern, Geschwindigkeitskontrollen und Verkehrspolizei. Zum Erfolg des Automobilzeitalters mussten also viele Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Welche technischen Infrastrukturen sowie rechtliche, wirtschaftliche und gesellschaftliche Institutionen benötigen wir also, damit die digitale Gesellschaft ein großer Erfolg wird? Insgesamt braucht das digitale Zeitalter vertrauenswürdige, transparente, offene und partizipative IT-Systeme. Das WORLD ECONOMIC FORUM arbeitete dazu in einem Konsenspapier zwischen wirtschaftlichen, politischen und wissenschaftlichen Vertretern einen "New Deal on Data" aus. (SCHWAB ET AL. 2011) Dieses kommt zu drei Hauptergebnissen: 1. Damit Big Data Technologien Vertrauen genießen und gesellschaftlich akzeptabel sind, muss eine bessere Balance zwischen den Interessen der Wirtschaft, des Staates und des Bürgers bzw. Konsumenten gefunden werden. 2. Betroffene müssen wieder Kontrolle über ihre persönlichen Daten erhalten, wie es das Recht auf informationelle Selbstbestimmung verlangt. 3. Sie sollten an den mit persönlichen Daten erwirtschafteten Gewinnen fair beteiligt werden.

Wie könnten wir Informationstechnologien entwickeln, die mit unseren gesellschaftlichen Werten vereinbar sind? Zum Beispiel könnten wir das nun entstehende "Internet der Dinge" als Bürgernetzwerk aufbauen, das von diesen selber gemanagt wird. Es würde dann Echtzeit-Messungen des Zustands unserer Welt ermöglichen ("Planetares Nervensystem") sowie eine neuartige, europäische Suchmaschine. Zum Schutz der Privatsphäre sollten alle über eine Person gesammelten Daten in einem individuellen Daten-Postfach ("personal data store") gesammelt werden, mit dem man dann die Verwendungsmöglichkeiten der eigenen Daten festlegen kann. Ein Micro-Payment-System würde es Datenlieferanten, Rechteinhabern und Innovatoren erlauben, eine faire Entschädigung für ihre Dienstleistungen zu bekommen. Ein pluralistisches, benutzer-kontrolliertes Reputations-System würde verantwortungsvolles Verhalten in der virtuellen (und realen) Welt fördern.

Eine partizipative Plattform würde jeden in die Lage versetzen, Daten, Computer-Algorithmen und Bewertungen hochzuladen und die Beiträge der anderen (kostenlos oder gegen eine Gebühr) weiter zu verwenden. Indem diese Plattform Daten über unsere Welt für alle zugänglich macht, können auf ihr Millionen von kommerziellen Anwendungen entstehen. Insgesamt würde dies ein schnell wachsendes Informations- und Innovations-Ökosystem kreieren, welches das Potenzial von Daten für Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Bürger erschliesst ("Innovationsbeschleuniger"). Ausserdem würden individuell konfigurierbare Informationsfilter und spezielle soziale Medien kollektive Intelligenz sowie die Erzeugung von sozialem Kapital (wie Vertrauen) unterstützen. Das wäre auch für die Funktionalität der Finanzmärkte wichtig. Eine Job- und Projekt-Plattform würde schliesslich die Voraussetzungen für den flexiblen Arbeitsmarkt 2.0 schaffen.

**Zwei Arten der digitalen Gesellschaft: Top-down oder bottom-up**



Bei der Ausgestaltung der digitalen Gesellschaft gibt es zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten (und natürlich Mischvarianten). Die erste Variante, die sich mit Playern wie Google oder der NSA verbreitet, basiert auf zentralisierten Informationssystemen, die möglichst umfassende Datenmengen in der gesamten Welt erschliessen und speichern. Die zweite Variante basiert auf dezentralen Ansätzen, beispielsweise Peer-to-Peer-Systemen. Der erstere Ansatz entspricht der verbreiteten wirtschaftlichen und politischen Ideologie. Der zweite Ansatz ist umstritten, da er sich bisher weitgehend einer Kontrolle durch Rechteinhaber und staatliche Institutionen entzog. Im folgenden möchte ich beide Ansätze näher reflektieren, denn wir stehen gesellschaftlich an einem Scheideweg. Die Konsequenzen der zu treffenden Entscheidung sind, wie ich zeigen werde, gravierend. Sie sind geradezu von historischer Bedeutung. Im Anschluss werde ich eine Kombinationlösung vorschlagen, welche die Vorteile beider Systeme miteinander verbindet.

Unsere Gesellschaft sieht sich in zunehmender Frequenz mit Problemen globalen Maßstabs konfrontiert, unter ihnen Klimawandel, Terrorismus, Finanz- und Wirtschaftskrisen, soziale Instabilitäten, politische Unruhen, kriegsähnliche Auseinandersetzungen und die Gefahr von Pandemien. Keines dieser Probleme ist auch nur annähernd gelöst. Wegen der Geschwindigkeit des globalen Wandels haben Wissenschaft, Wirtschaft und Politik zunehmend Mühe, schnell genug Antworten und Lösungsansätze zu finden. Dementsprechend hat sich die Methode der Entscheidungsfindung in Richtung Big Data Analytik bewegt. Statt mühsam Literatur in der Bibliothek zu studieren und die Ergebnisse jahrelanger wissenschaftlicher Untersuchungen abzuwarten, möchten Entscheidungsträger Antworten "auf Knopfdruck" haben, wie man es von Google gewöhnt ist.

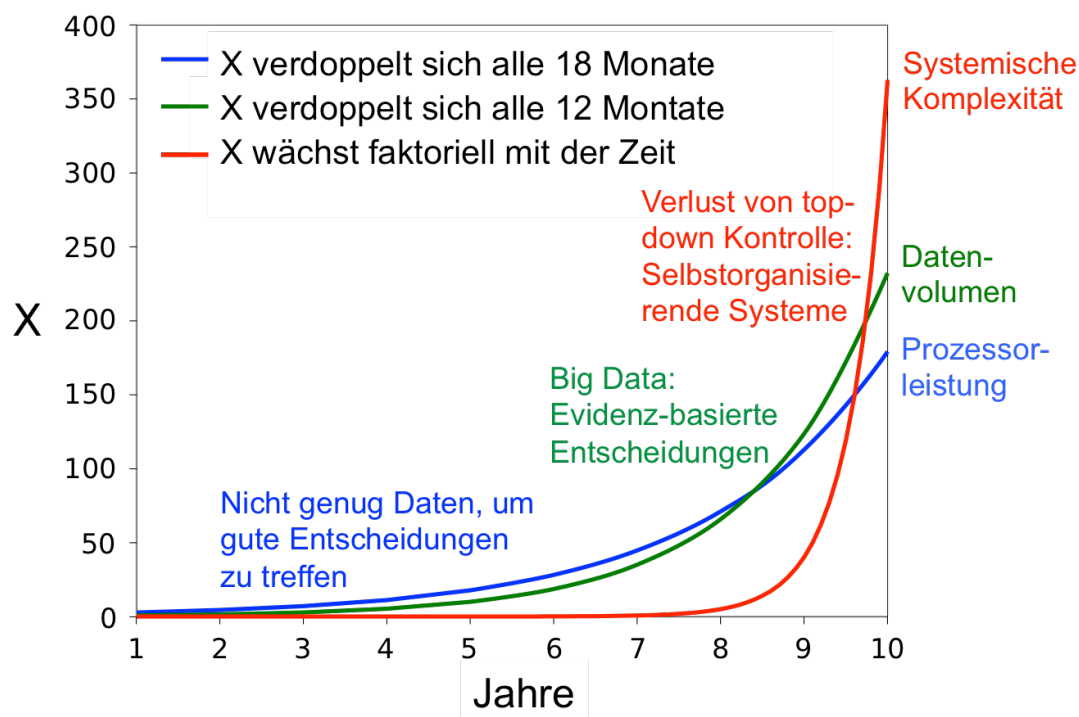
Im Jahr 2008 behauptete Chris Anderson, Chefredakteur des Wired Magazins, dass Wissenschaft dank Big Data Analytik bald nicht mehr nötig sein werde. (ANDERSON 2008) Leistungsfähige Computerprogramme für maschinelles Lernen würden von selber relevante Muster erkennen; wenn man nur eine ausreichende Quantität von Daten hätte, würde dies schließlich in Qualität umschlagen. Das "Ei des Kolumbus", eine universelle Methode der Erkenntnisgewinnung, schien gefunden. Entscheidungsträger begannen von einer digitalen Kristallkugel zu träumen, mit der man alle Geschehnisse auf der Erde sehen und vielleicht sogar die Zukunft vorhersagen könne. Wäre es mit Methoden, die im Bereich "persuasive computing" entwickelt und in der individualisierten Werbung bereits erfolgreich angewandt wurden, möglich, die Entscheidungen von Individuen mit personalisierten Informationen zu steuern und den Lauf der Welt zu kontrollieren? Würde es vielleicht sogar möglich werden, wie ein "wohlwollender Diktator" oder "weiser König" zu regieren, d.h. die Welt in Echtzeit optimal zu steuern, so dass die unerwünschten Nebenwirkungen von Partikularinteressen überwunden würden, zum Besten aller? Während solche Ideen für viele Europäer weit hergeholt erscheinen, sind sie in manchen Ländern durchaus hoffähig. Kristallkugel-Projekte werden anderswo durchaus verfolgt, und bei Geheimdiensten werden "Cybermagier" beschäftigt, um Inhalte des Internets und der sozialen Medien zu manipulieren.

Daher möchte ich die Machbarkeit hier kurz diskutieren. Die Unzuverlässigkeit von Big Data Ansätzen hatte ich bereits zuvor erwähnt. Zum Beispiel können erkannte Muster zufällig und bedeutungslos sein ("spurious correlations", "overfitting"). Eine langfristige Zukunftsvorhersage scheitert auch an der Zufallsbehaftetheit der Welt,

wie sie sich unter anderem in den Gesetzen der Quantenmechanik und in Innovationen widerspiegelt. Aber selbst wenn es keinen Zufall gäbe, könnten der Chaostheorie und Turbulenzforschung zufolge bereits unmessbar kleine Änderungen nach einiger Zeit zu dramatischen Unterschieden führen. Das Phänomen dieser unglaublichen Sensibilität wird oft als "Schmetterlingseffekt" bezeichnet. Daneben ist in komplexen Systemen wie der Wirtschaft und Gesellschaft gelegentlich mit plötzlichen Phasenübergängen, d.h. unerwarteten, grundsätzlichen Änderungen im Systemverhalten zu rechnen. Diese kündigen sich zum Teil durch sogenannte "kritische Fluktuationen" (starke Schwankungen im System) an, aber durchaus nicht immer (HELBING 2013b).

Ohne Zweifel kann Big Data Analytik große Vorteile erschließen. Zum Beispiel sind wir aus einer Zeit, in der es zu wenig Daten für gut fundierte sozio-ökonomische Entscheidungen gab, in eine Situation gelangt, in der evidenz-basierte Entscheidungen zunehmend möglich werden (s. die folgende schematische Abbildung). Dennoch werden die Möglichkeiten der Big Data Analytik gefährlich überschätzt. Um sich das bewusst zu machen, muss man zunächst die Datenmenge mit ihrer Prozessierbarkeit durch Computer vergleichen. Während sich die Datenmenge jedes Jahr verdoppelt, verdoppelt sich die Prozessorleistung "nur" alle 18 Monate. In der Folge wird ein immer kleinerer Prozentsatz der Daten überhaupt prozessierbar. Der überwiegende Anteil bleibt im Dunkeln ("dark data"). Das führt zu einem "Scheinwerfereffekt", d.h. zu einer selektiven Wahrnehmung von Fragestellungen, auf die man gerade die Aufmerksamkeit lenkt. Bestimmte Fragen werden also überbetont, während andere übersehen werden, wie ich oben bereits an verschiedenen Beispielen illustriert habe.

Figure 1: Datenmenge, Prozessierbarkeit und Komplexität im digitalen Zeitalter



### "Illusion der Kontrolle" und "Komplexitätszeitbombe"

Aber nicht nur die Datenmenge und Prozessierbarkeit wachsen dramatisch. Es wächst auch die Komplexität unserer Welt. Mit der zunehmenden Vernetzung entstehen kombinatorisch viele neue Möglichkeiten, und deren Anzahl explodiert geradezu (entsprechend einer faktoriellen Funktion). Damit können weder die Prozessierbarkeit noch die Datenmenge Schritt halten. Vielmehr nimmt die Möglichkeit der Echtzeitoptimierung globaler Systeme zunehmend ab. Damit werden Versuche der Top-Down-Kontrolle von globalen Systemen zunehmend scheitern.

Diesen Umstand kann man mit dem Begriff der "Komplexitätszeitbombe" veranschaulichen (HELBING 2013b). In komplexen techno-sozio-ökonomisch-ökologischen Systemen passen sich zahlreiche Systemkomponenten aneinander an, aber nicht immer führt dies zu einem Gleichgewichtszustand. Vielmehr kann es systemische Instabilitäten geben, so dass sich kleine Störungen aufschaukeln. Derartige Störungen können unter Umständen zur Funktionsunfähigkeit von Systemkomponenten führen und wegen systemimmanenter Abhängigkeiten wiederum zur Überlastung anderer Systemkomponenten. Kann der normale Betrieb nicht schnell genug wieder hergestellt werden, so breitet sich das Problem wie ein Domino- oder Kaskadeneffekt aus. Ein elektrischer Blackout ist ein typisches Beispiel dafür.

Im schlimmsten Fall ist ein Kaskadeneffekt wegen seiner Ausbreitungsgeschwindigkeit nicht mehr zu stoppen sein, oder es wären über die Zeit hinweg immer mehr Ressourcen notwendig. Manche Kaskadeneffekte sind daher unkontrollierbar, und sie können theoretisch eine beliebige Schadensgröße erreichen. Unter solchen Umständen ist das systemische Risiko (definiert als Wahrscheinlichkeit, multipliziert mit dem Schadensausmaß) unbeschränkt, und man spricht von "fundamentaler" oder "radikaler Unsicherheit".

Das Problem wird besonders eindrucksvoll in folgendem illustrativen Experiment deutlich:<sup>5</sup> Auf dem Boden eines Raums werden zahlreiche gespannte Mausfallen verteilt, auf die man Tischtennisbälle legt. Wird auch nur eine einzige Mausefalle lokal ausgelöst, so kann dies das gesamte System durcheinanderwirbeln, sofern die Dichte der Mausfallen ein bestimmtes, "kritisches" Maß überschreitet. Dieses Experiment veranschaulicht Kettenreaktionen, wie sie in einer Atombombe stattfinden, wenn eine "kritische Masse" von spaltbarem Material (z.B. Uran) überschritten wird. Durch den regulären Betrieb von Kernkraftwerken wissen wir, dass solche Kettenreaktionen kontrollierbar sind. Supergaus wie in Tschernobyl oder Fukushima zeigen jedoch, dass die Kontrolle auch verloren gehen kann.

Leider sind ähnliche Prozesse auch in sozio-ökonomischen Systemen möglich, auch wenn sie quasi in Zeitlupe ablaufen. Die Visualisierung der Bankenpleiten in den USA nach dem Bankrott von Lehmann Brothers sieht dem Mausefallenexperiment erschütternd ähnlich.<sup>6</sup> Auch Revolutionen haben eine ähnliche Dynamik. Der Arabische Frühling ist ein eindrucksvolles Beispiel. Generell muss man leider sagen, dass techno-sozio-ökonomische Systeme früher oder später zwangsläufig außer Kontrolle geraten, wenn sie über einen längeren Zeitraum instabil sind. Es ist dann

---

<sup>5</sup> Das Experiment wird in diesem Video veranschaulicht:

[https://www.youtube.com/watch?v=vjqIJW\\_Qr3c](https://www.youtube.com/watch?v=vjqIJW_Qr3c)

<sup>6</sup> Dieses Video illustriert das deutlich: <https://www.youtube.com/watch?v=o2Budc5N4Eo>

völlig unerheblich, wie viele Daten man hat, wie fortgeschritten die verfügbaren Technologien sind, wie gut die Absichten, und wie gross die Anstrengungen.

Lassen Sie mich einige Beispiele geben, bevor ich im Laufe dieses Beitrags dann Ansätze aufzeige, wie man komplexe dynamische Systeme so gestaltet, dass sie nicht instabil und unkontrollierbar werden. In der Folge des 11. Septembers 2001 haben verschiedene Länder mit allen Mitteln versucht, in der Welt "Law und Order" zu etablieren. Heute müssen wir erkennen, dass die Kriege in Afghanistan und Irak bei weitem nicht zur erhofften Stabilisierung der Regionen geführt haben. Auch gibt es Zweifel, ob der "Krieg gegen den Terror" gefruchtet hat, wie die Ausbreitung des Islamischen Staats und die schrecklichen Anschläge in Frankreich zeigen. Die Wirksamkeit des Einsatzes von Folter und Drohnen wird inzwischen selbst in Geheimdienstkreisen angezweifelt (SENATE SELECT COMMITTEE ON INTELLIGENCE 2014, WATKINS 2014, GORDTS 2013, CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY 2014). Es wird offen diskutiert, ob sie vielleicht sogar zu einer weiteren Radikalisierung geführt haben. Darüber wird zunehmend sichtbar, dass Gefängnisse und Gefangenencamps unbeabsichtigt zu Brutstätten von Kriminalität und Terror wurden (CHULOV 2014, JAMIESON 2015). Auch der "Krieg gegen Drogen" in den USA scheiterte, trotz 45 Millionen Verhaftungen und 10 mal mehr Gefängnisinsassen als in europäischen Ländern (HOWARD 2013). Am Ende musste Eric Holder als Generalbundesanwalt erkennen, dass viel zu viele Menschen viel zu lange und aus viel zu nichtigen Gründen im Gefängnis saßen (ROBERTS & McVEIGH 2013). Auch führte die Aufrüstung und das rücksichtslose Durchgreifen der Polizei in jüngster Zeit zu landesweiten Protesten in den USA (REUTERS 2014). Weitere Beispiele für das Scheitern von Kontrollversuchen komplexer Systeme lassen sich ohne Mühe finden, z.B. der Zerfall des Ostblocks, der Verlust des Schweizer Bankgeheimnisses sowie die Veröffentlichung sensibler Geheimnisse verschiedener Staaten. Weiterhin gewinnt man den Eindruck, dass die Unterminierung des Internets zu geheimdienstlichen Zwecken als unerwünschte Nebenwirkung hatte, das Internet für Cyberkriminalität anfällig zu machen, die heute kaum noch beherrschbar scheint. Der mögliche wirtschaftliche Schaden durch Cyberkriminalität wird auf bis zu 3000 Milliarden Dollar beziffert. (MILLER 2015)

Es ist mir bewusst, dass diese Ausführungen schwer in unser vorherrschendes Weltbild passen. Verstehen Sie mich daher bitte nicht falsch: ich sympathisiere weder mit Drogenkonsum noch mit konkurrierenden politischen Systemen noch mit Anarchie. Wenn wir jedoch schwerwiegende Fehler mit katastrophalen Folgen für die Welt vermeiden wollen, dann ist es wichtig, von einem ideologischen zu einem evidenzbasierten Ansatz überzugehen. Die Evidenz, die wir heute haben, zeigt, dass man eine "neue Weltordnung", welcher Art auch immer, nicht top-down implementieren kann. Sie kann nur auf der Basis sozialer Normen und kultureller Werte gedeihen, wie sie der sozialen Ordnung unserer Gesellschaft seit jeher zugrunde liegen. Mit anderen Worten: man muss die Bevölkerung mitnehmen.

Warum ist die Kontrolle komplexer techno-sozio-ökonomisch-ökologischer Systeme so oft eine Illusion? Warum hilft manchmal alle Macht der Welt nicht? Zunächst einmal widersetzen sich komplexe dynamische Systeme äußeren Kontrollversuchen. Dies ist in der Chemie als Prinzip von Le Chaterlier bekannt und in sozio-ökonomischen Systemen als Goodhart's Gesetz. Der Grund ist die Selbstorganisationstendenz dieser Systeme. Sie haben quasi ihre eigenen

Gesetzmässigkeiten, was mit der Selbststabilisierung ihrer Funktionalität und ihres "natürlichen Zustands" (oft eines statistischen Gleichgewichts) zusammenhängt.

Greift man in das komplexe System ein, so wird man daher zunächst kaum einen Effekt sehen. Um das zu ändern, wird man gewöhnlich die "Dosis" erhöhen, bis endlich Wirkungen sichtbar werden. Aber das ist oft erst dann der Fall, wenn die Selbstorganisationsfähigkeit des Systems zusammenbricht. Die Folge ist dann meist ein unerwarteter abrupter Übergang in einen neuen Systemzustand, der keineswegs dem gewünschten Ergebnis entsprechen muss.

Dies ist genau die Situation, die wir heute in vielen Bereichen der Welt vorfinden. Massenüberwachung, neue Waffen, und harsches Durchgreifen haben entgegen den Erwartungen nicht zu einer stabilen und sicheren Welt geführt. In komplexen dynamischen Systemen scheitern Kontrollversuche oft. Dies gilt vor allem, wenn sie nicht vorübergehend oder ausreichend feinfühlig, d.h. "minimal-invasiv" sind, denn Aktionen verursachen leicht Reaktionen, die sich gegenseitig aufschaukeln und schließlich eskalieren können. Mit anderen Worten: zu viel Macht und Kontrolle können in einer stark gekoppelten Welt kontraproduktiv sein, insbesondere weil es immer mehr verschiedene Reaktionsmöglichkeiten gibt. Es gilt wie bei der Medizin: ein wenig ist gut, aber viel hilft nicht unbedingt viel, und zu viel Medizin ist schädlich.

Zu beachten sind insbesondere die vielfältigen, oft unerwarteten Rückkopplungen und Nebenwirkungen von Eingriffen in die hoch-interdependenten Systeme unserer globalisierten Welt. Beispielsweise hat der Atomunfall in Fukushima trotz der großen Distanz nach Japan in Ländern wie Deutschland und der Schweiz zu einer drastischen Umorientierung in der Energiepolitik geführt. Die Umstellung auf Gas kommt wegen politischer Unwägbarkeiten und der Klimaerwärmung kaum in Betracht. Die Produktion von Biotreibstoffen, die man zur Verbesserung der Klimabilanz produzierte, führte zur Konkurrenz mit der Lebensmittelproduktion und zu deutlichen Preiserhöhungen für Lebensmittel, welche durch Finanzspekulationen noch weiter verstärkt wurden. Sie wurde schließlich zu einem Auslöser des Arabischen Frühlings, in dessen Folge das große DESERTEC Projekt in Afrika zur Solarenergieerzeugung für Europa scheiterte. Wir sehen also, dass technologische und Umweltfragen, politische, soziale und ökonomische Prozesse nun weltweit stark miteinander verwoben sind. Der 11. September 2001 hatte sicher noch vielfältigere Auswirkungen auf die Welt.

So wie unsere globalisierte Welt heute funktioniert, kommt fast jedes größere Problem verzögert in allen Ländern der Erde an. Wenn beispielsweise in anderen Ländern kein Frieden herrscht, dann gibt es globale Flüchtlingsströme, und so erreicht der Unfrieden allmählich auch weit entfernte Länder. Das Gleiche kann man für die Klimaänderungen sagen, für Pandemien, Finanzkrisen, Cyberkriminalität und viele andere Probleme. Die Verbreitung von Ebola in Industrieländern ließ sich am besten unterbinden, indem man den betroffenen afrikanischen Ländern half. Die Vernetzung der Welt ist heute so stark, dass es uns oft nur noch besser gehen kann, wenn es auch anderen besser geht. Umgekehrt besteht die Gefahr, dass wir uns in der Welt gegenseitig in den Abgrund reißen.

Tatsächlich wissen wir von Phänomenen wie atomaren Kettenreaktionen, aber auch von globalen Pandemien oder tödlichen Massenpaniken, dass die Interaktionsstärke

der wesentliche Parameter für die Stabilität oder Instabilität eines komplexen dynamischen Systems ist. Mit der zunehmenden Vernetzung der Welt kann also ein kritischer Schwellwert überschritten werden, jenseits dessen es zu einer systemischen Instabilität kommt. Interdependenzen zwischen Systemen, wie sie in Netzwerken von Netzwerken vorliegen, führen zu weiter erhöhten Instabilitätsrisiken und Verwundbarkeiten. Heute identifiziert das World Economic Forum hochgradige soziale Instabilität als Hauptgefahr für die Welt (WORLD ECONOMIC FORUM 2015).

Erlauben Sie mir an dieser Stelle einen kurzen Abschnitt mit persönlichen Einschätzungen zur Lage der Welt, die Sie vielleicht nicht teilen mögen, aber dennoch als Möglichkeit in Betracht ziehen sollten. Bereits seit Ende 2007 gab es ungewöhnlich starke Schwankungen in den Finanzmärkten, die man als "kritische Fluktuationen" deuten konnte. Im Frühling 2008 stellte ich mit Markus Christen und James Breiding die Frage "Ist das Finanzsystem noch robust?", noch bevor im Herbst 2008 die Subprime-Krise in den USA deutlich wurde. Man hielt das Problem zu diesem Zeitpunkt noch für gut beherrschbar, war aber nicht bereit, die damals überschaubaren Ausfälle abzufedern, etwa indem man den Hausbesitzern unter die Arme griff. Trotz aller politischen Beschwichtigungen hätte man zu diesem Zeitpunkt schon sehen können, dass die Subprimekrise in den USA infolge von Kaskadeneffekten riesige Auswirkungen auf die Welt haben würde. Mit dem Bankrott von Lehmann Brothers nahmen diese ihren Lauf. In der Folge gingen hunderte von Banken pleite, und ganze Stadtviertel verwaisten, weil die Hauseigentümer die Kredite nicht mehr zahlen konnten.

Mittlerweise beläuft sich der – anfangs noch weitgehend vermeidbare – Gesamtschaden der Weltfinanzkrise auf das etwa Hundertfache der damaligen Defizite im amerikanischen Immobilienmarkt: auf mehr als 14.000 Milliarden Dollar (GONGLOFF 2013). Mit einem Bruchteil dieses Geldes hätte man wahrscheinlich die Infrastrukturen und Institutionen der digitalen Gesellschaft aufbauen können. Schon 2008 hatte ich auf einem OECD Global Science Forum eine Art CERN oder Apolloprojekt in den Sozial- und Wirtschaftswissenschaften gefordert, weil wir unser physikalisches Universum dank diverser wissenschaftlicher Großprojekte besser verstünden als das Leben auf unserem Planeten. Keiner begreife unsere Wirtschaft und Gesellschaft gut genug, um schweren Schaden abzuwenden, und das könnten wir uns nicht länger leisten. Seit 2010 steht eine interdisziplinäre wissenschaftliche Community in Europa und sogar weltweit bereit, den Herausforderungen in einem gemeinsamen wissenschaftlichen Kraftakt gegenüber zu treten. Auf über 1000 Seiten wurden neue Konzepte und Lösungsansätze ausgearbeitet. Insbesondere machten Komplexitätsforscher verschiedene Vorschläge zur Verbesserung des Finanzsystems. Dennoch verfolgt man weiterhin "klassische Ansätze", die der Komplexität unseres sozio-ökonomischen Systems nicht gerecht werden und daher die Lage immer weiter verschärfen. Dies ist äußerst bedenklich, denn die Kaskadeneffekte können nicht nur die Wirtschaft in den Abgrund reißen, sondern auch die soziale und politische Stabilität zerrütten (HELBING 2010). Ich sehe auch den Arabischen Frühling und die Ukraine Krise in diesem Zusammenhang.

Ein Nature-Paper aus dem Jahre 2013 über global vernetzte Risiken (HELBING 2013b) erläutert, wann und warum sich die Welt – sogar unbemerkt und unabsichtlich – in eine "tickende Zeitbombe" verwandeln kann. Es gibt viele Anzeichen, dass unsere globalen Systeme falsch konstruiert und gemanaged werden. Daher ist es leider

immer noch nicht gelungen, die einst von der Immobilienkrise in den USA ausgelösten Kaskadeneffekte endgültig zu stoppen. Europa befindet sich in einer ökonomischen Dauerkrise und sieht sich mit zunehmender gesellschaftlichen Polarisierung und politischem Extremismus konfrontiert. Es geht jetzt um alles: um den gesellschaftlichen Zusammenhalt und um den Frieden, in letzter Konsequenz sogar um unsere kulturellen Werte und Errungenschaften – das Eis der Zivilisation ist dünn. Um es ganz explizit zu sagen: es gibt viele Anzeichen dafür, dass wir uns derzeit in einem Szenario befinden, welches in schwere soziale Unruhen, in einen Krieg, und in eine Fragmentierung unserer globalisierten Welt hineinlaufen kann, wenn wir die Kaskadeneffekte nicht endlich zum Stoppen bringen. Ein solches Katastrophenszenario gilt es jetzt unbedingt zu verhindern. Wenn wir weitere Fehler vermeiden wollen, ist ein neuer Ansatz unausweichlich.

Big Data Analytics hilft an dieser Stelle leider nicht viel weiter. Heute weiß man, dass diese Methode meistens dann versagt, wenn es um abrupte systemische Änderungen geht, wie sie immer wieder auftreten, unter anderem infolge von Innovationen. Es ist also gefährlich, sich auf "Big Data" zu verlassen. Überraschungen sind unvermeidlich. Stattdessen müssen wir komplexe dynamische Systeme besser verstehen und managen lernen, und wir müssen auf unerwartete Situationen besser reagieren können. Tatsächlich kann uns die Komplexitätsforschung und globale Systemwissenschaft hier weiter helfen. Mithilfe von Daten wird sie nun endlich praktisch anwendbar.

### **Die krisenfeste Gesellschaft**

Albert Einstein sagte einst: "Probleme kann man niemals mit derselben Denkweise lösen, durch die sie entstanden sind." In der Tat lassen sich komplexe dynamische Systeme nicht steuern wie ein Flugzeug oder Bus. Sie zeichnen sich durch viele miteinander interagierende Systemelemente aus, die aufeinander in oft schwer verständlicher Art und Weise reagieren. Die Eigendynamik des komplexen dynamischen Systems überwiegt häufig gegenüber äußeren Steuereingriffen. Das kann man entweder als Ärgernis empfinden oder für sich nutzen, denn die Selbstorganisation führt oft auf effiziente Weise zu komplexen Systemeigenschaften und zu robuster Funktionalität. Die resultierenden Eigenschaften und Funktionalitäten hängen dabei von den jeweiligen Interaktionen ab. Damit die Systemeigenschaften wunschgemäß ausfallen, müssen die Interaktionen ("Spielregeln") und (institutionellen) Randbedingungen stimmen.

Die Folge von Interaktionen in komplexen dynamischen Systemen sind also Phänomene wie Selbstorganisation und "emergente" Systemeigenschaften. Beispielsweise können wir aus den Eigenschaften einzelner Wassermoleküle nicht verstehen, warum Wasser sich "nass" anfühlt, Feuer löscht, oder bei 0 Grad Celsius gefriert und Eis bildet, das leichter als Wasser ist. Diese systemischen Eigenschaften resultieren aus den Interaktionen der Wasserteilchen. In der gleichen Weise dominieren in einer stark vernetzten Welt oft nicht die Eigenschaften der Systemelemente und die Intentionen einzelner Individuen, sondern die Effekte der Interaktionen zwischen ihnen. Wir brauchen daher einen "Galilei'schen Perspektivwechsel", diesmal von einer komponenten- zu einer interaktionsbasierten Sichtweise.

Was können wir tun, um besser für die Herausforderungen der Zukunft gerüstet zu sein?<sup>7</sup> (HELBING 2013b, HELBING 2014b) Es gibt tatsächlich ein ganzes Bündel von Maßnahmen, die von der Risikobewertung, Vorhersagebemühungen, Prävention, Intervention, über Versicherungen bis Hedging reichen. Allerdings müssen wir erkennen, dass in einer Welt, die nicht völlig vorhersehbar ist, Probleme immer wieder auftreten werden. Deshalb brauchen wir überlebens- und anpassungsfähige, "resiliente" Systeme.

Es ist durchaus möglich, die Widerstandsfähigkeit komplexer dynamischer Systeme zu erhöhen und eine Reihe von Problemen zu beheben oder abzumildern, unter denen unsere Welt derzeit leidet. Aber was genau meint Resilienz? Der Begriff meint die Fähigkeit eines Systems, Schocks zu absorbieren und sich von ihnen schnell und gut wieder zu erholen, also krisenfest zu sein. Unser Körper ist beispielsweise resilient gegenüber vielen Krankheiten. Und wenn wir fallen und uns verletzen, wird sich unser Körper meistens wieder erholen.

Wie kann man also die gesellschaftliche Krisenfestigkeit erhöhen? Erstens müssen wir Systeme mit Redundanzen, Reserven, Alternativen und Backup-Strategien versehen (zum Beispiel sollte es immer einen "Plan B" geben, auch für unser Finanzsystem). Zweitens müssen wir Mechanismen haben, die der Geschwindigkeit und Komplexität des Systems gewachsen sind. Drittens erhöht Diversität die Überlebensfähigkeit eines Systems und seine Anpassungsfähigkeit an neue Gegebenheiten. Viertens kann man die Systemgröße und gegenseitige Abhängigkeiten durch modulare Designs reduzieren.<sup>8</sup> Ansonsten benötigt man dynamische Entkopplungsstrategien, Sollbruchstellen oder Schockabsorber, um Kaskadeneffekte stoppen zu können. Beispiele sind elektrische Sicherungen im Haushalt oder Knautschzonen in Autos. Sie dienen dazu, die wichtigsten Teile des Systems (unsere Wohnung, unser Leben) zu schützen. Fünftens können adaptive Selbstorganisationsmechanismen die Belastbarkeit eines Systems durch stabilisierendes Echtzeit-Feedback enorm erhöhen. Schließlich sind auch Transparenz, Aufmerksamkeit und Verantwortlichkeit wichtig, um die Resilienz eines techno-sozio-ökonomischen Systems zu verbessern.

Mit anderen Worten, komplexe dynamische Systeme sollten aus diversen Systemkomponenten modular mit Redundanzen sowie Schockabsorbern aufgebaut sein und weitgehend dezentral gemanagt werden. Externe Eingriffe sollten "minimalinvasiv" sein, um die Selbstorganisationsfähigkeit im richtigen Moment gezielt zu unterstützen. Das Funktionsprinzip einer solchen "unterstützten Selbstorganisation" ("guided self-organization") kennt man beispielsweise aus dem Forschungsgebiet der "Chaoskontrolle" (SCHÖLL UND SCHUSTER, 2008).

Lokale Selbstorganisation und Partizipation sind wichtige Elemente, um eine komplexe Gesellschaft resilient zu gestalten. Eine Reduktion der Diversität ist oftmals keine passende Lösung, da sie im Laufe des kulturellen Fortschrittes und der ökonomischen Ausdifferenzierung von Märkten auf natürliche Weise zunimmt.

---

<sup>7</sup> Die folgenden Abschnitte sind zum Teil Übersetzungen von Abschnitten meines Buches über die Digitale Gesellschaft (HELBING 2014b).

<sup>8</sup> Auch wären geringere "Knotengrade" und größere "Netzwerkgraden" oft hilfreich.



Diversität ist nicht nur eine wichtige Voraussetzung für die Widerstandsfähigkeit gegen Schocks aller Art, sondern auch für die Innovationsfähigkeit, kollektive Intelligenz, und Lebenszufriedenheit.

In der Tat sieht man derzeit eine rasante Verbreitung dezentral organisierter Systeme. Beispiele sind Schwarmintelligenz und Schwarmroboter. Die Firma Uber fordert mit dezentralisierten Mitfahrerservices vielerorts zentralisierte Taxistände heraus. Couchsurfing organisiert vorübergehende Mitwohngelegenheiten in der ganzen Welt. Weitere prominente Beispiele sind Peer-to-Peer Systeme, wie sie sich beim Filesharing, bei Cryptowährungen, oder beim Geldverleihen zunehmend verbreiten. Da sie klassische Geschäftsmodelle herausfordern und teilweise auch von Kriminellen missbraucht werden, sind sie jedoch umstritten. Lösungen wie Beschwerde- und Reputationssysteme sowie die Moderation von Nutzercommunities können solchen Missbrauch jedoch stark einschränken. Solche Lösungen schaffen Feedback-Mechanismen, die gewissermassen die besten Seiten von bottom-up und top-down Lösungen miteinander vereinen. Im Folgenden beschreibe ich, wie moderne Informationssysteme eine effiziente bottom-up Selbstorganisation ermöglichen und top-down Lösungen, um die man früher oft nicht umhin kam, verbessern oder ersetzen können.

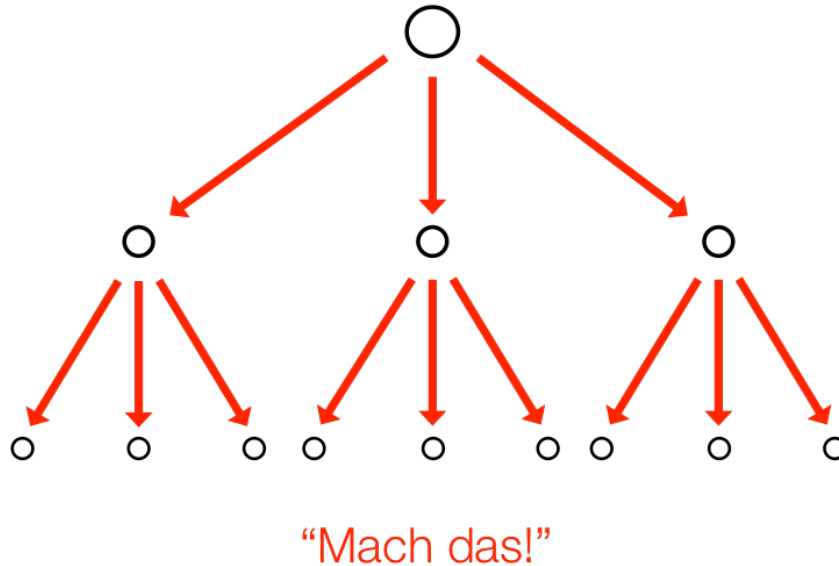
Lassen Sie uns dazu das Beispiel des Katastrophenmanagements diskutieren – einen Bereich, der traditionell top-down organisiert ist. Bei einem Hackathon zur Erdbeben-Resilienz mit Swissnex in San Francisco<sup>9</sup> musste ich jedoch feststellen, dass Informationssysteme in Zukunft zu wichtigen organisatorischen Änderungen führen werden. Bei diesem Hackathon teilten sich einige Dutzend Teilnehmer in neun Teams ein, um an einer Reihe verschiedener Projektideen zu arbeiten, und das Ergebnis war überraschenderweise ein neues Paradigma des Katastrophenmanagements.

Lassen Sie mich zunächst die klassische Organisation beschreiben. Hier befiehlt ein Kommandeur den direkt Untergebenen, was zu tun ist (s. die nächste Schemaabbildung). Diese wiederum befehligen ihre eigenen Untergebenen, die Aufträge von oben auszuführen. Doch während einer Katastrophe funktionieren die Informationsflüsse und Befehlsketten oft nicht gut, beispielsweise wegen eines Mangels an zuverlässigen Informationen, Störungen, Verspätungen oder Kapazitätsengpässen. In der Tat dauert es oft 72 Stunden bis die Katastrophenschutz-Einheiten mit voller Kapazität einsatzbereit sind. Leider ist das auch die Zeitspanne, innerhalb derer viele Menschen infolge von Verletzungen oder Wassermangels sterben.

---

<sup>9</sup> Hier finden Sie nähere Informationen zu diesem Hackathon, der am National Civic Hackday stattfand: <http://www.swissnexsanfrancisco.org/event/earthquakeresilience/> und <http://www.swissnexsanfrancisco.org/media/latest-news/earthquakehackathon/>

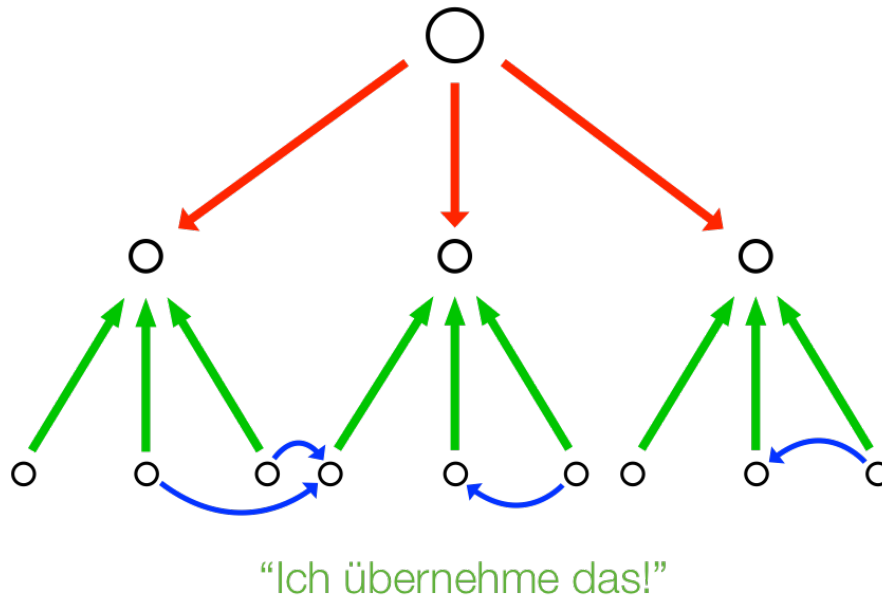
Figure 2: Klassisches Top-Down-Management



Wie sich herausstellt, könnte man mit mehr Autonomie auf den unteren Ebenen bessere Ergebnisse erzielen – geeignete Ausrüstung und ausreichende Bildung vorausgesetzt. Statt auf ein Mikro-Management zu setzen, wo jedem genau gesagt wird, was zu tun ist, arbeiteten die Hackathon-Teilnehmer einen anderen Ansatz aus. Dementsprechend wäre es besser, über eine Informationsplattform zu veröffentlichen: "Wir müssen dies, das, und jenes tun." (Beispielsweise: "Wir benötigen Benzin, Decken und Babynahrung.") Als Reaktion können dann Menschen, Unternehmen, und Nicht-Regierungsorganisationen in der Nachbarschaft antworten: "Ich kann dieses liefern oder jenes übernehmen" (z.B. "Ich kann meiner Nachbarin bei der Pflege ihres Mannes helfen") (siehe nächste Schemaabbildung).

Damit diese Vorgehensweise effizient ist, ist es wichtig, eine geeignete Informationsplattform zu haben, die Bedarf und Angebot effizient koordiniert. Eine solche Plattform war in der Vergangenheit oft nicht für jeden verfügbar. Aber jetzt sehen wir die Entstehung von Informationsplattformen und Communities wie CrisisMappers, die wertvolle Beiträge zu einer besseren Katastrophenhilfe leisten.

Figure 3: Partizipatives Management



### Auf dem Weg zu einer partizipativen Gesellschaft

Interessant ist, dass eines unserer drei Hackathon Siegerteams, "AmigoCloud"<sup>10</sup>, eine Smartphone-App entwickelte, mit der beschädigte Infrastrukturen oder andere Probleme fotografisch dokumentiert, durch weitere Informationen ergänzt und auf einer öffentlichen Webseite gemeldet werden können, sobald das Handynetzt verfügbar wird. In Zukunft könnte eine solche Verbindung sogar hergestellt werden, wenn zentrale Infrastrukturen dysfunktional sind, indem man Ad-hoc-Netze oder Smartphone-Protokolle wie Firechat ("Meshnets") benützt.

Ein weiteres Gewinner-Team, "ChargeBeacon"<sup>11</sup>, schlug vor, eine lokale und autonome Infrastruktur aufzubauen, die es mittels Sonnenkollektoren den Bürgern ermöglichen würde, ihre Smartphones bei einem Stromausfall wieder aufzuladen. Das dritte Siegerteam, "Helping Hands"<sup>12</sup>, entwickelte eine Smartphone-App, über die jeder um Hilfe bitten oder Hilfe anbieten konnte.

---

<sup>10</sup> Nähere Informationen zu AmigoCloud finden Sie hier:

<https://www.amigocloud.com/homepage/index.html>, <https://www.youtube.com/watch?v=pxQz--8DfUM>

<sup>11</sup> Nähere Informationen zu ChargeBeacon finden Sie hier:

<https://www.youtube.com/watch?v=LVGwHAtLwVQ>

<sup>12</sup> Nähere Informationen zu dem Projekt finden Sie hier: <https://www.youtube.com/watch?v=10-xifzrm6w>

Derartige Lösungen ermöglichen einer Community Hilfe zur Selbsthilfe. Dadurch werden die öffentlichen Katastrophenschutz-Teams in die Lage versetzt, sich auf Regionen zu konzentrieren, wo die Not am größten ist. So schafft der "Helping Hands"-Ansatz freie Kapazitäten bei der öffentlichen Katastrophenbekämpfung für dringendere Einsätze. Durch eine neuartige Kombination von top-down und bottom-up Ansätzen, wie sie neuartige Informationssysteme nun ermöglichen, können also alle profitieren: Bürger und Staat.

Es ist bemerkenswert, dass die oben genannten Konzepte an einem einzigen Tag zusammen kamen. Interessant ist überdies, was Yossi Sheffi in seinem Buch "The Resilient Enterprise" schreibt (SHEFFI 2007). Er schildert, was nötig ist, um ein Business am Laufen zu halten, wenn es von einer Katastrophe betroffen ist: der Chef des Unternehmens sollte die Rahmenbedingungen schaffen, das den Experten seines Unternehmens erlaubt, Lösungen zu finden. Allerdings sollte sich der Chef nicht mit Detailvorschlägen einmischen. Versuchtes Mikro-Management ist eher störend als förderlich. Stattdessen sollte der Chef die Mitarbeiter befähigen, neue Lösungen zu finden.

Wir haben dem Beispiel des Katastrophenmanagements besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da es paradigmatisch äußerst relevant ist. Viele Herausforderungen in Politik und Wirtschaft sind in ihrer Natur heute dem Katastrophenmanagement sehr ähnlich. Wenn ein Problem endlich gebannt ist, scheinen oft schon zwei neue anzustehen. In einer sich schnell verändernden und kaum vorhersehbaren Welt benötigen wir daher flexible Lösungen, die sich schnell an die lokalen Erfordernisse und Gegebenheiten anpassen können. Dies bestimmt die Überlebensfähigkeit und den Erfolg eines komplexen dynamischen Systems, sei es ein Unternehmen im internationalen Wettbewerb, eine katastrophengeplagte Stadt, oder ein Land, das die Herausforderungen der Globalisierung bewältigen muss.

Die Komplexität zukünftiger Herausforderungen wird auch mehr Intelligenz erfordern – kollektive Intelligenz. Kollektive Intelligenz erfordert einen verteilten Ansatz und eine Vielfalt von Methoden, aber auch die Integration verschiedener Perspektiven. Dafür sind partizipative Koordinationsplattformen erforderlich, die insbesondere gemeinsames Lernen, kooperative Innovation und Zusammenarbeit unterstützt. Idealerweise sollte man ein partizipatives "Informations-, Innovations- und Produktions-Ökosystem" schaffen, in dem es Nischen für vielfältige, aber wettbewerbsfähige Lösungen für ein Problem gibt. Es muss möglich sein, verschiedene Regeln und Funktionsprinzipien auszuprobieren, die an die jeweiligen Projektziele angepasst sind. Dann werden viele gute Teillösungen entstehen, die man modular zu komplexeren Lösungen aller Art zusammenfügen kann. Wichtig ist, dass durch den Aufbau eines solchen vielfältigen "Ökosystems", in dem viele verschiedene Ansätze nebeneinander existieren und vielfältige Kooperationen leicht entstehen können, unsere Gesellschaft weniger krisenanfällig wird. Denn was immer dann auch geschieht – es wird ein reichhaltiges Arsenal an Möglichkeiten geben zu reagieren.

## **Die Ökonomie 4.0 entsteht**

Warum wenden wir den oben beschriebenen Ansatz, der Top-Down- und Bottom-Up-Elemente (oder zentrale und dezentrale Elemente) bestmöglich kombiniert, nicht

immer an? In der Tat, die Erstellung von Waren, Dienstleistungen und Wissen in der gerade entstehenden Ökonomie 4.0,<sup>13</sup> der "partizipativen Marktgesellschaft" funktioniert genau so. Genauso wie das Internet der Dinge, insbesondere drahtlos kommunizierende Mess-Sensoren, die Automatisierung der Produktion vorantreiben ("Industrie 4.0"), so unterstützen neue Informations- und Kommunikationstechnologien auch die Selbstorganisation in Wirtschaft und Gesellschaft.

In der Vergangenheit konnten sich die meisten von uns nicht an der Verbesserung der um uns herum entstehenden Systeme beteiligen, da es an geeigneten Koordinierungsinstrumenten fehlte, um die Kenntnisse und Fähigkeiten vieler Menschen zusammen zu bringen. Dies ändert sich nun. Mit der Existenz von geeigneten Informationssystemen und Organisationsprinzipien werden sich Individuen als Bürger, Mitarbeiter, Verbraucher und Nutzer stärker einbringen können. Durch den Aufbau von geeigneten Koordinationsplattformen können wir mehr Möglichkeiten für alle schaffen sowie Menschen, Unternehmen und Institutionen unterstützen, bessere Entscheidungen zu treffen.

Generell stehen unsere Wirtschaft und Gesellschaft infolge der digitalen Revolution vor einer rasanten Transformation. Zuvor hatte ich bereits den grundlegenden Wandel skizziert, den die Anwendung von Big Data mit sich bringt. Eine detailliertere Diskussion finden Sie in HELBING (2014c). Insbesondere befindet sich der Arbeitsmarkt in einem dramatischen Umbruch. Die früher übliche lebenslange Beschäftigung in einem einzigen Unternehmen oder einer einzigen Behörde ist schon lange zur Ausnahme geworden. Stattdessen verbreiten sich immer kürzere Beschäftigungsverhältnisse und Leiharbeit rasant, oft bei einem Lohnniveau, das die Lebenshaltungskosten kaum mehr deckt. Durch Plattformen wie Amazon Mechanical Turk gibt es nun auch einen wachsenden Markt an Dienstleistungen, die manchmal nur Minuten dauern. Es scheint mir daher, dass unser Jobmarkt und die Sozialversicherungssysteme auf die jetzt entstehenden Verhältnisse völlig unzureichend vorbereitet sind.

An den Orten, wo die digitale Revolution am weitesten fortgeschritten ist, kann man bereits erkennen, dass sich eine neue Form der Produktion herauszubildet, die durch kurzfristige "Projekte" charakterisiert ist. Hat jemand eine Idee, sucht sie oder er sich Kooperationspartner, um die Idee für ein neues Produkt oder einen neuen Service auszuarbeiten. Mit modernen Informationssystemen und 3D-Druckern werden viele dieser Ideen leicht umsetzbar, zumal die in der Folge der Wirtschaftskrise entstehende "Sharing Economy" die Eingangsbarrieren reduziert. Ideen, Wissen, Computercodes, Prototypen, Patente, Produktionsmaschinen und Personal werden freimütiger miteinander getauscht, was zu einem effizienten Informations-, Innovation-, und "Produktionsökosystem" führt, mit weltweiten Vertriebskanälen. Dadurch entsteht insbesondere ein immer mehr ausdifferenzierterer und variantenreicherer Markt, der durch individuell zugeschnittene, personalisierte Produkte charakterisiert ist. Nischenmärkte sowie eine enge Zusammenarbeit mit Zulieferern und Konsumenten

---

<sup>13</sup> Die Ökonomie 1.0 entspricht der Agrargesellschaft, die Ökonomie 2.0 der Industriegesellschaft, die Ökonomie 3.0 der Servicegesellschaft und die Ökonomie 4.0 der digitalen Informations- und Wissensgesellschaft. Sie sind also durch den jeweils dominierenden Wirtschaftssektor geprägt.

werden folglich wichtiger. Firmen wie Porsche, zum Beispiel, sind sich sehr bewusst, dass man hochwertige Autos nur produzieren kann, wenn man sich auf eine Partnerschaft einlässt mit den Arbeitern auf der einen Seite und mit den Kunden auf der anderen Seite.

Das Silicon Valley liefert uns weitere Einblicke.<sup>14</sup> Dort gibt es einen überraschend fließenden Austausch von Arbeitskräften zwischen den Unternehmen. Wenn ein Unternehmen in Konkurs geht, was im Silicon Valley ziemlich normal und anscheinend kein Makel ist, finden die ehemaligen Mitarbeiter in der Regel schnell eine neue Stelle. In gewissem Sinne könnte man das effektiv so interpretieren wie eine langfristige Beschäftigung im Silicon Valley statt vielen kurzfristigen Beschäftigungen in zahlreichen Unternehmen. Mit anderen Worten, das Silicon Valley ist eine Art „Super-Unternehmen“, in dem es einen unsichtbaren Wissensaustausch und ein Netzwerk von Menschen gibt, die im Grunde alle Unternehmen miteinander verbinden. Aber die Unternehmen können als Nischen betrachtet werden, in denen viel experimentiert wird, so dass insgesamt eine große Vielfalt gedeiht. In anderen Worten, es ist ein wichtiges Erfolgsprinzip des Silicon Valleys, dass es implizit die gemeinsame Entwicklung von Unternehmen und Ideen unterstützt, wenngleich der Konkurrenzkampf zwischen den Unternehmen oft gnadenlos ist.

Wir können dieses Interaktionsnetzwerk von Unternehmen auch so interpretieren, dass es eine Art "wirtschaftliches Ökosystem" bildet. In der Tat sagen evolutionäre Modelle voraus, dass sogar eine egoistische individuelle Optimierung irgendwann zum vernetzten Denken führt, denn es geht allen besser, wenn jeder etwas Rücksicht auf andere nimmt (HELBING 2013a). Für Unternehmen bedeutet dies, dass sie mit ihren Lieferanten und Kunden stärker kooperieren müssen, um erfolgreich zu sein. Moderne Varianten sozialer Medien werden die geeigneten Werkzeuge dafür schaffen. Diejenigen Unternehmen, die auf maßgeschneiderte Produkte und individualisierte Dienstleistungen setzen, werden Wettbewerbsvorteile haben. Es ist klar, dass dies einen besseren Informationsaustausch sowie eine vertrauenswürdige Kommunikation in beide Richtungen erfordert. Daher muss man lernen, in Systemen zu denken, welche unterschiedliche Interessen und Sichtweisen auf faire Weise integrieren.

### **Vorbereitungen auf die Zukunft**

Was können wir tun, um uns auf diese neue Art von Wirtschaft vorzubereiten? In der Vergangenheit bauten wir öffentlichen Straßen für die Industriegesellschaft und öffentliche Schulen für die Dienstleistungsgesellschaft. Nun müssen wir öffentliche Einrichtungen bauen, die Hilfe zur Selbsthilfe ermöglichen: Informationsplattformen, die alle unterstützen, bessere Entscheidungen und effektiver Maßnahmen zu treffen; partizipativen Plattformen, um kreative Projekte und partizipative Produktion zu unterstützen. Um die vor uns liegenden Herausforderungen erfolgreich zu meistern, wird es wichtig sein, Bürger, Verbraucher und Nutzer als erstklassige Partner zu behandeln. Wenn wir einen neuen Arbeitsmarkt schaffen wollen, müssen wir die

---

<sup>14</sup> Die folgenden Abschnitte sind wieder eine leicht angepasste Übersetzung aus meinem Buch über die Digitale Gesellschaft (HELBING, 2014c).

Chancen für kleine und mittelständische Unternehmen und Selbständige verbessern, insbesondere durch eine Open Data-Strategie.

Gut gestaltete, partizipative Informationsplattformen könnten jedem helfen, geeignete Projektpartner zu identifizieren, auf einfache Weise zu kommunizieren, sich gegenseitig zu koordinieren und zusammenarbeiten, gemeinsam Finanz- und Projektplanung durchzuführen, Lieferketten und Prozesse zu planen, sowie Buchhaltung und andere Tätigkeiten zu erleichtern, die für ein Projekt oder ein Unternehmen erforderlich sind, zum Beispiel der Umgang mit Verwaltung, Krankenkassen, und Steuerämtern. Dann könnte jeder leicht eigene Projekte oder Unternehmen aufsetzen, wo es bisher an Reibungsverlusten, unzureichenden Informationsplattformen, oder Kosten scheitert. In der Tat sollte eine zukünftige Jobplattform alle diese Eigenschaften haben.

### **Auf dem Weg in die intelligente Gesellschaft ("smart society")**

Immer öfters sprechen wir von intelligenten Wohnungen ("smart homes"), intelligenten Gebäuden ("smart buildings"), intelligenten Stromnetzen ("smart grids"), intelligenten Städten ("smart cities") und intelligenter Produktion ("smart production", auch bekannt als Industrie 4.0).

Während die Wirtschaft 1.0 durch die Agrarproduktion geprägt war, waren die Wirtschaft 2.0 durch Industrieproduktion und die Wirtschaft 3.0 durch Serviceleistungen dominiert. Die nun entstehende Wirtschaft 4.0 wird durch Informations- und Wissensproduktion charakterisiert sein. Die Industrie 1.0 basierte auf der Automatisierung durch die Dampfmaschine, die Industrie 2.0 auf der Massenproduktion durch Fließbandarbeit, die Industrie 3.0 auf Rationalisierungen durch Robotik. Die Industrie 4.0 wie auch die intelligenten ("smarten") Systeme, die oben genannt wurden, machen sich das "Internet der Dinge" für die interaktive Steuerung und Selbstorganisation zunutze. Mit den nun verfügbaren Echtzeitmessungen werden nun adaptive Systeme aller Art realisierbar. Die bedingt eine Entwicklung in Richtung effizienter, autonomer, selbstorganisierender Systeme, was zur Ökonomie 4.0 und Gesellschaft 4.0 führt – der intelligenten digitalen Wirtschaft und Gesellschaft ("smart digital economy and society").

### **Selbstorganisierter Verkehr und intelligente Städte ("smart cities")**

In meiner Forschung habe ich mich selber einige Jahre mit der Nutzung von Selbstorganisationskonzepten in der Produktion befasst (SEIDEL ET AL. 2008), und wie man Sensortechnologien zur Vermeidung von Verkehrsstaus nutzen kann. Während frühere ("telematische") Konzepte zur Verkehrsoptimierung auf Verkehrszentralen beruhte, verbreiten sich nun zunehmend dezentrale Ansätze wie die die Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation oder die Nutzung von Radarsensoren zur Erfassung der Umgebung. Solche Sensoren sind heute die Grundlage selbstfahrender Fahrzeuge (wie den self-driving cars von Google und großen Automobilunternehmen), können aber auch genutzt werden, um kooperatives Fahren zu unterstützen. Sie können unter anderem den Abstand zum Vorderfahrzeug und die Relativgeschwindigkeit erfassen sowie autonome Beschleunigungs- und Bremsmanöver in einer Weise veranlassen, dass der Verkehrsfluss stabilisiert und die Strassenkapazität erhöht wird. Folglich

könnte man mit solchen Fahrer- und Verkehrsleistungs-Assistenzsystemen viele Staus auf Autobahnen vermeiden oder auflösen (KESTING ET AL. 2008).

Interessante sensorbasierte Lösungen gibt es auch für den Stadtverkehr und sind die Basis für "smart cities" (SCHAFFERS ET AL. 2011). Zusammen mit Stefan Lämmer habe ich eine Lösung patentiert, bei der die Verkehrsflüsse die Ampeln steuern (HELBING & LÄMMER 2012, LÄMMER & HELBING 2008). Konkret messen Sensoren dabei nicht nur die abfließenden Verkehrsströme an einer Kreuzung, sondern auch die Zuflüsse seitens der Nachbarkreuzungen. Dies erlaubt eine Kurzzeitprognose des Eintreffens von Fahrzeugen und Fahrzeugpuls (LÄMMER ET AL. 2008), auf welche die Ampeln adaptiv und vorausschauend reagieren können. Lassen Sie mich nun zur Veranschaulichung drei Arten der Ampelsteuerung vergleichen: die top-down Kontrolle durch eine Verkehrszentrale, die lokale bottom-up Optimierung, und eine "rücksichtsvolle" lokale Steuerung (HELBING 2013a). Welcher Ansatz funktioniert am besten?

Heutzutage haben wir Verkehrszentralen, welche Informationen aus der ganzen Stadt zusammentragen, eine optimale Verkehrssteuerung zu finden versuchen und diese dann wie ein "wohlwollender Diktator" im Stadtgebiet umsetzt. Das Problem ist nur, dass eine strikte Optimierung der Ampelsteuerungen so aufwändig ist, dass sie selbst durch Supercomputer nicht in Echtzeit bewältigt werden kann. Auf der Basis von typischen Verkehrsaufkommen (d.h. von Durchschnittsmessungen) berechnet man daher optimale Lösungen für bestimmte Tageszeiten, Wochentage und Sonderfälle (z.B. ein Fußballspiel). Diese beruhen auf der Synchronisation von periodischen Ampelschaltungen. Im besten Fall gibt es noch adaptive Verlängerungen oder Verkürzungen von Grünzeiten je nach tatsächlich gemessener Verkehrslage, aber die Zyklen selber (also welche Zufahrten in welcher Reihenfolge abgefertigt werden) werden in der Regel nicht angepasst.

Nun stellt sich allerdings heraus, dass die Variationen der Verkehrsflüsse etwa so groß wie die mittleren Verkehrsflüsse sind. Folglich tritt der zugrunde gelegte "typische" Verkehrsfluss gar nie auf, und die vermeintlich optimale Verkehrssteuerung ist für den tatsächlichen Verkehrsfluss gar nicht optimal. Daher haben wir untersucht, wie wirksam Ampelsteuerungen wären, die sich flexibel an die tatsächlichen lokalen Verkehrsflüsse anpassen.

Bei der lokalen Optimierung wird die Ampelsteuerung an jeder Kreuzung so vorgenommen, dass sie die kumulativen Fahrtzeiten der auf sie zufahrenden Fahrzeuge in den benachbarten Straßenabschnitten strikt minimiert. Jede Kreuzung macht also für sich das Beste, ganz so, wie man es auch nach dem Prinzip des "homo economicus", des egoistischen Optimierers erwarten würde. Tatsächlich schlägt diese bottom-up funktionierende Steuerung die top-down Steuerung meistens, und zwar aus ähnlichen Gründen, warum freie Marktwirtschaften zentrale Planwirtschaften schlagen. Die mittleren Warteschlangen fallen nämlich deutlich geringer aus, jedenfalls bei geringen und mittleren Verkehrsaufkommen. Man könnte sagen, Adam Smith's "unsichtbare Hand" führt zu einer effizienten, selbstorganisierten Koordination der verschiedenen Verkehrsströme. Bei hohen Verkehrsaufkommen jedoch bricht diese beinahe magisch funktionierende Koordination zusammen und die Warteschlangen wachsen, bis sie den Verkehr an den Nachbarkreuzungen stören.



Danach entsteht in kürzester Zeit ein großflächiger Verkehrsinfarkt. Unter solchen Bedingungen funktioniert der ordnende Eingriff einer Verkehrszentrale besser.

Bei der rücksichtsvollen lokalen Steuerung schließlich versucht jede Kreuzung ebenfalls die Fahrtzeiten der auf sie zufahrenden Fahrzeuge zu minimieren. Falls aber eine der Warteschlangen über ein kritisches Maß hinaus anwächst, wird diese zunächst abgebaut, bevor die lokale Steuerung zur Fahrtzeitminimierung zurückkehrt. Dies ist insofern rücksichtsvoll, als eine Behinderung des Verkehrs an Nachbarkreuzungen vermieden wird. Trotz der Einschränkung bei der lokalen Fahrtzeitminimierung erreicht die rücksichtsvolle Strategie die kürzesten Warteschlangen und über längere Strecken auch die kürzesten Fahrtzeiten. Die Flexibilität der lokalen rücksichtsvollen Anpassung schlägt also sowohl top-down Optimierungsversuche als auch eine rücksichtslose lokale Optimierung. Das Erfolgsgeheimnis sind die adaptiven Reaktionen auf lokale Echtzeitinformationen und die Anwendung geeigneter lokaler Interaktionsregeln, welche die Selbstorganisation des Systems unterstützen.

Für die Funktionsfähigkeit des Systems ist insbesondere die Berücksichtigung von Externalitäten, d.h. der externen Effekten erforderlich (hier: möglicher Behinderungen der Verkehrsflüsse an den Nachbarkreuzungen). Generell kann man auch für die Wirtschaft und Gesellschaft sagen, dass die Berücksichtigung der Externalitäten von individuellen und Unternehmens-Entscheidungen zur besseren Vereinbarkeit von individuellen und System-Optima beitragen würde. Die Berücksichtigung von Externalitäten könnte das Prinzip der "unsichtbaren Hand" daher generell funktionsfähig machen. Mithilfe des Internets der Dinge und der Komplexitätstheorie lässt sich die Selbstorganisation von komplexen dynamischen Systemen endlich umsetzen, 300 Jahre nachdem die Idee der "unsichtbaren Hand" formuliert wurde. Dies erfordert den Bau eines "Planetaren Nervensystems" und die Ermittlung geeigneter institutioneller Randbedingungen und Interaktionsregeln, wie man sie nun mit Computersimulationen, in Entscheidungsexperimenten und in interaktiven virtuellen Welten vorab studieren kann.

### **Das Planetare Nervensystem<sup>15</sup>**

Das "Planetare Nervensystem" ist eine in Entwicklung befindliche intelligente Informations-Plattform auf der Basis jenes Sensornetzwerks, das die Grundlage des "Internets der Dinge" bildet. Nach der Entwicklung der Computer, des Internets, des World Wide Webs, der Smartphones und Social Media, werden nun nicht nur Computer und Menschen, sondern auch Dinge aller Art in das Internet eingebunden. Insbesondere verbinden drahtlos kommunizierende Sensoren und Aktuatoren "Dinge" (wie Maschinen, Geräte, Gadgets, Roboter, Sensoren und Algorithmen) mit anderen Dingen – und mit Menschen.

Schon jetzt sind mehr "Dinge" als die Menschen mit dem Internet verbunden. In 10 Jahren ist zu erwarten, dass etwa 150 Milliarden Sensoren mit dem "Internet der

---

<sup>15</sup> Die folgenden Abschnitte sind bis auf kleine Anpassungen eine Übersetzung von D. HELBING, Creating ("Making") a Planetary Nervous System as Citizen Web, einem Kapitel meines Buchs Thinking Ahead (2015).

Dinge" verbunden sein werden. Angesichts solcher Massen von Sensoren überall um uns herum – Sensoren in unserer Kaffeemaschine, unserem Kühlschrank, unserer Zahnbürste, unseren Schuhen, unserer Kleidung, unserem Feuermelder zu Hause usw. – könnte das Internet der Dinge leicht zum dystopischen Überwachungs Albtraum werden, wenn es von wenigen Unternehmen oder vom Staat kontrolliert würde. Damit das Internet der Dinge großen Erfolg hat, müssen Menschen diesem neuen Informations- und Kommunikationssystem aber trauen können, und sie müssen in der Lage sein, ihr Recht auf informationelle Selbstbestimmung auszuüben. Dies erfordert auch, die Verwendung der persönlichen Daten kontrollieren zu können.

Das Ziel des unter der Leitung meiner Professur entwickelten Planetaren Nervensystems ist es, eine offene, partizipative, intelligente Softwareplattform auf dem Internet der Dinge zu betreiben und damit die fundamentale Informationsinfrastruktur für die smarte, krisenfeste, digitale Gesellschaft des 21. Jahrhunderts zu schaffen. Um ein vertrauenswürdiges und die Privatsphäre des Bürgers respektierendes Internet der Dinge zu garantieren, soll dieses als Bürgernetzwerk aufgebaut und betrieben werden. Die Bürger würden selber entscheiden, welche Sensoren sie in ihren Häusern, Gärten und Büros betreiben wollen, welche Sensorinformationen sie für andere öffnen (digital entschlüsseln) wollen, für welchen Zweck, und wie lange. Die Bürger würden ihre Informationsströme also selber kontrollieren. Ein Personal Data Store (wie openPDS vom MIT) würde es erlauben, über die Bürger anfallende Daten selber nach bestimmten Kriterien zu verwalten und, wenn gewünscht, auch ganz zu sperren.

Was sind die Vorteile eines solches Planetaren Nervensystems?

- Es werden Echtzeit-Messungen der (biologischen, technologischen, sozialen und wirtschaftlichen) Welt um uns herum möglich.
- Diese Informationen können dynamische Karten unserer Welt erstellen und als Kompass für die Entscheidungsträger dienen, um bessere Entscheidungen und effektivere Maßnahmen zu treffen, unter Berücksichtigung der erwartbaren externer Effekte (Externalitäten).
- Man kann selbstorganisierende Systeme betreiben, die auf Echtzeit-Feedback und -Anpassungen beruhen.

Mit dem "Planetaren Nervensystems" (PNS) entstehen völlig neue Möglichkeiten, seit langem existierende Menschheitsprobleme (wie systemische Instabilitäten oder "Tragödien der Allgemeingüter" (wie Ressourcenausbeutung, Umweltzerstörung, usw.) zu überwinden, und die Welt zum Besseren zu verändern.

Einige wesentliche Grundelemente des Planetaren Nervensystems sind:

1. Sensor Kits und Smartphones, um die Umwelt zu messen
2. Algorithmen und Filter, um Informationen zu verschlüsseln oder zu degradieren, so dass sie nicht mehr sensibel sind
3. Ad-hoc- bzw. Mesh-Netzwerke (wie firechat), welche die direkte drahtlose Kommunikation zwischen Sensoren ohne zentrale Infrastruktur erlaubt
4. Eine geeignete Server-Architektur zum Sammeln, Verwalten und Prozessieren von unsensiblen und aggregierten Daten, welche als Grundlage für eine neue Suchmaschine dienen können

5. Eine Kommunikations- und Koordinationsplattform zur Unterstützung von Zusammenarbeit und kollektiver Intelligenz
6. Ein Personal Data Store (wie openPDS), um den Nutzern zu ermöglichen, das Recht auf informationelle Selbstbestimmung auszuüben
7. Eine App-Store-artige "Globale Partizipative Plattform", um Daten, Algorithmen und multi-kriterielle Bewertungen mit anderen zu teilen
8. Eine Software, die es auch Nichtexperten erlaubt, Ein- und Ausgaben in spielerischer und kreativer Weise zu verwenden und zu kombinieren
9. Ein mehrdimensionales Micro-Payment-System
10. Eine Projektplattform, mit der sich Communities koordinieren und ihre Projekte und Aktivitäten selber organisieren können

### **"Nervous" und "Nervous+"**

Wir werden zwei Varianten einer Planetaren-Nervensystem-App für intelligente Geräte wie Smartphones bauen. Während "Nervous" die Sensordatenströme nach der Messung und Nutzung für Echtzeitfeedbacks löschen soll, wird "Nervous+" potenziell Daten in einer Art und Weise speichern, die eine leistungsfähige neue Suchmaschine ermöglicht und gleichzeitig Missbrauchsmöglichkeiten von Informationen minimiert. "Nervous" ist also für Nutzer gedacht, die ihren Datenaustausch lieber minimal halten, während "Nervous+" sich an jene richtet, die gerne Daten mit anderen teilen. Somit können die Anwender selber entscheiden, welches System sie bevorzugen.

Beide Planetare Nervensystem-Apps werden diverse Open Data-Streams anbieten, die für jeden frei zugänglich sind. Damit werden sie eine Art "Echtzeit-Daten-Streaming-Wikipedia" bereit stellen, mit der Menschen und Unternehmen neue Dienstleistungen und Produkte entwickeln und anbieten können. Das Planetare Nervensystem ist also ein partizipatives Informationssystem, das neue kreative Arbeitsplätze in einer Zeit katalysieren soll, in der die digitale Revolution viele konventionelle Arbeitsplätze vernichten wird.

Neben der Bereitstellung von Open Data Streams wird das Planetare Nervensystem auch einige Premium-Dienstleistungen für Personen, Institutionen und/oder Unternehmen anbieten. Auch mit nichtmateriellen Beiträgen, etwa zu den Komponenten des Planetaren Nervensystems, wird man sich für Premium-Services qualifizieren können. Besonders leistungsfähige Anwendungen werden einen verantwortungsvollen Umgang voraussetzen, um Missbrauch einzuschränken.

Die resultierenden Gewinne sollten durch eine gemeinnützige Organisation oder Benefit Corporation verwaltet werden. Der größte Anteil der mit den Premium-Services generierten Mittel sollte der Forschung und Entwicklung des Planetaren Nervensystems sowie darauf aufbauenden Dienstleistungen zugute kommen.

Im Interesse der Transparenz und der Schaffung eines vertrauenswürdigen öffentlichen Informations-Ökosystems sollten Quellcodes frei verfügbar gemacht werden, soweit nicht zu befürchten ist, dass dies Sicherheitsprobleme oder Gefahren für die Einhaltung der Menschenrechte kreiert. Einige Komponenten des Quellcodes können daher verzögert publiziert werden.

Um Anreize zum Mitmachen zu schaffen, sollen Beiträge von Freiwilligen durch namentliche Erwähnung (soweit erwünscht) honoriert werden, und es soll Preise für besondere Beiträge geben. Darüber hinaus sollen Beiträge durch Reputationspunkte belohnt werden, mit denen man auch Zugang zu Premium-Diensten erhalten kann. Die damit verbundenen Vorteile wären beispielsweise der Zugriff auf größere Datenvolumen ("Power-User") oder frühere Zugriffe auf verzögert veröffentlichte Quellcodes.

Unser Ziel ist es, ein offenes und partizipatives Informations- und Innovations-Ökosystem zu katalysieren, das auch wirtschaftliche Perspektiven eröffnet. Andere werden in der Lage sein, unsere Quellcodes (und jene von anderen) zu verwenden und abzuändern. Anreize werden dafür sorgen, diese dann mit der Planetaren Nervensystem Community zu teilen. Das Funktionsprinzip ist also ein faires Nehmen und Geben. Gleiches gilt für die entstehenden Daten, Apps, Bewertungen und andere Beiträge. Auf diese Weise soll die Community maximal von den Beiträgen der anderen profitieren, und jeder kann auf die Funktionalität, die von anderen erstellt wurde, aufbauen.

### **Schlussbetrachtung: Die neue Logik von Wohlstand und Leadership**

Aus den obigen Überlegungen schließe ich, dass Big Data potenziell mächtig und nützlich, aber keine universelle und zuverlässige Lösung unserer Zukunftsprobleme bietet. Aus verschiedenen Gründen kann auch das Konzept des daten-gestützten "weisen Königs" oder des "wohlwollenden Diktators" im Sinne der daten-getriebenen top-down Optimierung der Welt nicht funktionieren, egal ob es von Regierungen oder Unternehmen verfolgt wird. Um die wachsende Komplexität zu beherrschen, die aus der zunehmend vernetzten Welt, dem kulturellen Fortschritt, und der Differenzierung der Märkte resultiert, brauchen wir einen stärker dezentralisierten Ansatz. Das "Internet der Dinge" ermöglicht es nun, selbstorganisierende Systeme zu kreieren, die soziale Ordnung, wirtschaftliche Effizienz, und Funktionalitäten aller Art erzeugen, auf der Basis lokaler Interaktionen und bottom-up Prinzipien. Dieser Ansatz kann das Problem der Überregulierung lösen und von Vielfalt profitieren, welche die Basis von Innovation, kollektiver Intelligenz, gesellschaftlicher Krisenfestigkeit und individueller Zufriedenheit sind.

Es ist wichtig zu verstehen, dass die Prinzipien, nach denen die Welt im 21. Jahrhundert funktioniert, von jenen des 20. Jahrhunderts grundsätzlich abweichen werden.<sup>16</sup> Daher müssen wir lernen, unsere Art des Denkens über die Welt an die neu entstehenden Realitäten anzupassen. Insbesondere wird es wichtig sein, die folgenden Fakten und Trends zu verstehen: Information wird allgegenwärtig und überall sofort verfügbar sein. Physische Grenzen (etwa zwischen Ländern) werden daher immer mehr virtueller Natur sein.

Das "zweite Maschinenzeitalter" bzw. die "dritte industrielle Revolution", wie der Übergang zur digitalen Gesellschaft oft genannt wird, kommt mit extrem großem

---

<sup>16</sup> Die folgenden Abschnitte sind bis auf kleine Anpassungen eine Übersetzung von D. HELBING, Creating ("Making") a Planetary Nervous System as Citizen Web, einem Kapitel meines Buchs Thinking Ahead (2015).

Tempo auf uns zu. Ein Großteil unseres Wissens ist veraltet, und oft ist es nicht mehr möglich, die neuen Gesetzmäßigkeiten der sich rasant ändernden Welt ohne die Hilfe von "digitalen Assistenten" schnell genug zu erlernen und zu verstehen. Viele technosozio-ökonomisch-ökologische Systeme variieren stärker als zuvor, sind weniger vorhersehbar, und kaum durch äußere Eingriffe steuerbar. Ihr erhöhter Vernetzungsgrad bedingt oft eine höhere Komplexität. Die explosive Zunahme der weltweiten Datenmenge bedeutet, dass wir vor zunehmende Herausforderungen gestellt sind, wichtige und unwichtige Informationen voneinander zu unterscheiden. Wir werden also durch Überinformation "geblendet" und benötigen digitale Filter.

Je mehr Daten produziert werden, desto schwieriger wird es überdies, Geheimnisse zu hüten, und desto billiger werden Daten. Das bedeutet, man wird immer weniger Gewinn mit Daten machen, sondern vermehrt mit Algorithmen und Dienstleistungen, die sie in nützliche Informationen und wertvolles Wissen verwandeln. Das spricht für einen Open Data Ansatz.

Weiterhin können Daten so oft wie gewünscht reproduziert werden. Information ist eine nahezu unbegrenzte Ressource. Sie kann helfen, Konflikte zu überwinden, wie sie bei knappen materiellen Ressourcen oft auftreten. Entscheidend ist also, diesen Vorteil zu nutzen und passende Wege zu finden, um jene zu belohnen, die Daten und kreative Produkte generieren.

Durch digitale Hilfsmittel können Nichtexperten zunehmend Wissen erschließen, das vorher nur Experten vorbehalten war. Klassische Hierarchien werden sich wahrscheinlich auflösen und Kooperationen wichtiger werden. Für den zukünftigen Erfolg ist ein vernetztes, systemisches Denken erforderlich, das die externen Effekte der eigenen Entscheidungen berücksichtigt und Betroffene fair mit einbezieht. Dienstleistungen und Produkte werden stärker individualisiert, personalisiert, und nutzerzentriert werden.

Digitale Technologien werden überdies Produkte und Services ermöglichen, die man früher als Science Fiction abgetan hätte. Weiterhin werden in der digitalen Gesellschaft Ideen, nichtmaterielle Werte, und Ethik immer wichtiger. Leadership wird zunehmend aus besseren Ideen und glaubwürdig gelebten Werten entstehen, während klassische Machtinstrumente stumpf werden.

Personen, Institutionen, Länder und Unternehmen, welche diese neuen Prinzipien frühzeitig erkennen und zu ihrem Vorteil nutzen, werden in Zukunft führend sein. Wer sich zu spät an die neu entstehenden Trends und Realitäten anpasst, wird in Schwierigkeiten geraten. Vielleicht haben wir nur wenige Jahre, um uns an dieses neue digitale Zeitalter anzupassen – eine Era, die zunächst in einen totalitären Überwachungs Albtraum abzurutschen droht, am Ende aber durch Kreativität und Partizipation charakterisiert sein wird. Es liegen schwierige Herausforderungen vor uns, aber auch eine Chance, wie sie unsere Gesellschaft nur alle 100 Jahre einmal hat.

Für Skeptiker schließe ich mit einem Zitat von Georg Christoph Lichtenberg: "Ich kann freilich nicht sagen, ob es besser werden wird, wenn es anders wird; aber so viel kann ich sagen: es muss anders werden, wenn es gut werden soll." Überdies möchte ich hier betonen, dass man meinen Beitrag nicht als Plädoyer für eine digitale Gesellschaft lesen muss. Selbst wenn man die digitale Revolution als Gefahr sieht, muss man "Die Katastrophe denken, um sie zu vermeiden" (GÜNTNER 2015). Auch

wenn die Wahrscheinlichkeit, dass ich mit meiner Analyse recht behalte, nur bei wenigen Prozent läge, wäre man angesichts des potenziellen Ausmaßes doch gut beraten, sich für diese Eventualität zu präparieren. Eine krisenfeste Gesellschaft muss auf ein breites Portefolio von Lösungsmöglichkeiten setzen (wie es ein "Hedging" verlangt). Derzeit jedoch sind unsere Wirtschaft und Gesellschaft zu einseitig aufgestellt. Der Preis dafür ist hoch.

## ANHANG

### **"Planetares Nervensystem"**

Die vom FuturICT Projekt propagierte Idee, anhand des nun aufkommenden "Internets der Dinge" ein "Planetares Nervensystem" zu kreieren, hat kürzlich durch das Buch "The Human Face of Big Data", stark an Popularität gewonnen.

Fragestellungen sind:

- Wie lassen sich verschiedene Mess-Sensoren (z.B. für Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lärmbelastung, Krankheitserreger, Schadstoffe, Stress, usw.) vernünftig miteinander für ein Echtzeit-Lagebild der Welt verknüpfen?
- Welche Art von Drahtloskommunikation zwischen Sensoren eignet sich am besten zum Aufbau von kommunizierenden Sensoren zu intelligenten Netzwerken?
- Wie kann man ein solches "Internet der Dinge" für verschiedenartige Echtzeitmessungen konfigurieren? Wie lassen sich Suchanfragen (auch mittels Sprachsteuerung) automatisch in Messprozesse übersetzen?
- Wie maximiert man die Sicherheit des "Internets der Dinge" und den Schutz der Privatsphäre?
- Wie lassen sich die Messergebnisse so visualisieren und anderweitig darstellen, dass sie Entscheidungen wirksam unterstützen, indem sie das Bewusstsein für Gelegenheiten und Risiken schärfen?

Die Arbeiten zum "Planetaren Nervensystem" legen die wissenschaftlichen Grundlagen für die Erschließung der vielfältigen Potenziale des "Internets der Dinge", welche die Funktion des Internets in Zukunft prägen wird. Dies bietet eine hervorragende Chance, vertrauenswürdiger und sicherer Informations- und Kommunikationssysteme aufzubauen. Das Funktionsprinzip von digitalen Sensornetzwerken ähnelt dem von Wetterstationen, wie sie zur Wettervorhersage eingesetzt werden. Die Anwendungsfelder sind aber wesentlich breiter. Zu ihnen gehören Echtzeitobservatorien für den Zustand der Finanzmärkte, für die Wirtschaft, für die Verkehrslage, für Warenströme und Logistik, für intelligente Energiesysteme, für Umwelt und Klima, für Gesundheit und Wohlbefinden, für kritische Infrastrukturen, für Kriminalität, für Krisen und Konflikte, und mehr.

### **"Partizipative Plattform"**

Die "Partizipative Plattform" soll den neu entstehenden Datenschatz des "Internets der Dinge" für Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Bürger gleichermassen nutzbar machen und würde das basisdemokratische Prinzip der Schweiz quasi in ein Businesskonzept für die Welt der zukünftigen Informations- und Kommunikationssysteme übersetzen. Die Funktionsweise kann man sich vorstellen wie einen *Appstore*, bei dem jeder Daten und Algorithmen hochladen und gegen einen bestimmten Preis und in vielen Fällen auch kostenlos verwenden kann, abhängig von den jeweiligen Eigentumsrechten. Das partizipative Prinzip ist durch Wikipedia und Open Streetmap motiviert und würde ein "Informationsökosystem" ermöglichen, was jedoch nicht heissen muss, dass die Daten für jedermann einsehbar wären. Die

Computeralgorithmen liessen sich kombinieren und auf mehrere ausgewählte Datensätze anwenden, um die jeweiligen Problemstellungen, seien sie politischer, wirtschaftlicher oder persönlicher Natur, zu adressieren.

Folgende Fragen wären zu adressieren:

- Wie lässt sich der Wert der Daten des "Planetaren Nervensystems" bestmöglich für alle erschliessen?
- Wie lässt sich Missbrauch vermeiden? Können Reputationsysteme eine hohe Qualität der Daten und Algorithmen gewährleisten?
- Wie lässt sich das "Informationsökosystem" so gestalten, dass es schnellstmöglich den grossen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und individuellen Nutzen entfaltet?
- Wie lässt sich am besten Transparenz erreichen, wo sie Qualität und Vertrauen fördert?
- Wie kann man Nutzern mit einem persönlichen Datenaccount die Kontrolle über ihre persönlichen Daten zurück geben? Wer darf wann welche Daten für welches Entgelt verwenden?

Die "Partizipative Plattform" könnte durch ihren offenen Beteiligungscharakter globale Relevanz erlangen. Gleichzeitig ist Partizipation das grundlegende Funktionsprinzip, um hohe Qualität, schnelles Wachstum, und demokratische Kontrolle zu fördern. Durch die Generierung eines "Informationsökosystems" ganz im Sinne der Open Government Data Strategie lassen zigtausend neue Möglichkeiten für Politikberatung, Wissenschaft, neue informationsbasierte Produkte, selbständige Tätigkeiten, sowie neue Geschäftsbereiche und Firmen erschliessen. Rasante Entwicklungen sind insbesondere in folgenden Bereichen zu erwarten: Erziehung, Transport, Energiewirtschaft, Konsum, Gesundheit, und Finanzwirtschaft. Dies betrifft zum Beispiel personalisierte Erziehung mit digitalen und sozialen Medien, personalisierte Produktionsverfahren (etwa mit 3D Druckern), intelligente intermodale Verkehrskonzepte, personalisierte Medizin, und Anwendungen von Big Data Analytik in der Banken-, Konsum- und Versicherungsbranche. Nachhaltige Städteentwicklung ("smart cities") und umweltfreundlichere Produktion, Recycling, und Konsum gehören ebenso zu den Einsatzmöglichkeiten. Nicht zuletzt sollte aber auch ein Fokus gelegt werden auf neuartige Sicherheitskonzepte für Daten und die Umsetzung des informationellen Selbstbestimmungsrechts, einschliesslich des Schutzes von persönlichen oder vertraulichen Daten.

### **"Innovationsbeschleuniger"**

Der Innovationsbeschleuniger entwickelt daten-basierte Konzepte, um die Geschwindigkeit und Relevanz wissenschaftlicher Erfindungen sowie ihre Umsetzung in Produkte wesentlich zu erhöhen, insbesondere mit dem Ziel, mit der Änderungsrate der Welt in Folge von globalem, technologischem, demographischem, Umwelt- und Klimawandel Schritt zu halten.

Fragestellungen sind:

- Wie kann man eine mehrere Kompetenzgebiete übergreifende Zusammenarbeit digital fördern und effizienter gestalten?
- Wie lassen sich neue Erfindungen, Trends und Kompetenzcluster früher



- aufspüren und schneller in erfolgreiche Produkte verwandeln?
- Wie kann man zu einer neuen Problem- oder Fragestellung die kompetesten Experten finden?
- Wie kann man innovative Ideen effektiver fördern, z.B. mit "Crowd Funding"? Mit welchem Anreiz- und Vergütungssystem lassen sich Erfindungen beschleunigen?
- Wie lässt sich das Feedback der Nutzer optimal verwenden, um bessere Produkte zu entwickeln?

Der "Innovationsbeschleuniger" wird als wertvolle Informationsquelle dienen, um Forschung und Entwicklung schneller, effizienter, und auf höchstem Niveau vorantreiben zu können. Er dient ausserdem der besseren Vernetzung von Experten über die Disziplinengrenzen hinweg, um schwierige Herausforderungen besser bewältigen zu können. Überdies wäre es sinnvoll, neue Innovationsparadigmen zu erproben (wie z.B. "crowd funding", "coopetition" und "open innovation").

## Referenzen

- ANDERSON, C.: The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete. Wired Magazine, 16(7). Available at: [http://archive.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb\\_theory](http://archive.wired.com/science/discoveries/magazine/16-07/pb_theory) (2008)
- BOSTON CONSULTING GROUP: The Value of Our Digital Identity, Available at: [http://www.bcg.com/expertise\\_impact/Capabilities/Digital\\_Economy/PublicationDetails.aspx?id=tcn:12-121959&mid=tcn:12-121958](http://www.bcg.com/expertise_impact/Capabilities/Digital_Economy/PublicationDetails.aspx?id=tcn:12-121959&mid=tcn:12-121958) (2012)
- CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY: CIA Review of High-Value Target Assassination Programs, Available at: <https://wikileaks.org/cia-hvt-counterinsurgency/> (2014)
- CHULOV, M.: Isis: the inside story. The Guardian. Available at: <http://www.theguardian.com/world/2014/dec/11/-sp-isis-the-inside-story> (2014)
- FREY, C.B. & OSBORNE, M.A.: The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Available at: [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf) (2013)
- GONGLOFF, M.: Financial Crisis May Have Cost More Than \$14 Trillion. The Huffington Post. Available at: [http://www.huffingtonpost.com/2013/07/30/financial-crisis-cost-fed-study\\_n\\_3676118.html](http://www.huffingtonpost.com/2013/07/30/financial-crisis-cost-fed-study_n_3676118.html) (2013)
- GORDTS, E.: Reports: U.S. Drone Strikes Ineffective. The Huffington Post. Available at: [http://www.huffingtonpost.com/2013/05/21/us-drone-strikes-ineffective\\_n\\_3313407.html](http://www.huffingtonpost.com/2013/05/21/us-drone-strikes-ineffective_n_3313407.html) (2013)
- GÜNTNER, J.: Die Katastrophe denken, um sie zu vermeiden: Nachruf auf Ulrich Beck. Neue Zürcher Zeitung. Available at: <http://www.nzz.ch/feuilleton/soziologe-ulrich-beck-verstorben-1.18454060> (2015)
- HELBING, D.: Big Data – Zauberstab und Rohstoff des 21. Jahrhunderts. Die Volkswirtschaft. Available at: <http://www.dievolkswirtschaft.ch/editions/201405/helbing.html> (2014)(a)
- HELBING, D.: Digital Society, Rochester, NY: Social Science Research Network Available at: <http://papers.ssrn.com/abstract=2502558> 2014b
- HELBING, D.: Economics 2.0: the natural step towards a self-regulating, participatory market society. Evolutionary and Institutional Economics Review, 10(1), pp.3–41. (2013)(a)
- HELBING, D.: Globally networked risks and how to respond. Nature, 497(7447), pp.51–59. (2013)(b)

- HELBING, D.: Letter to George Soros. Available at:  
<http://www.futurict.eu/sites/default/files/Letter%20To%20George%20Soros%20Flagship.pdf> (2010)
- HELBING, D.: Thinking Ahead - Essays on Big Data, Digital Revolution, and Participatory Market Society, Berlin: Springer 2015
- HELBING, D. & LÄMMER, S.: Method for coordination of competing processes or for control of the transport of mobile units within a network. Available at:  
<https://www.google.com/patents/US8103434> (2012)
- HOWARD, B.C.: The War on Drugs Is a “Miserable Failure.” National Geographic. Available at: <http://newswatch.nationalgeographic.com/2013/01/22/the-war-on-drugs-is-a-miserable-failure/> (2013)
- JAMIESON, A.: Did Prison Life Create Charlie Hebdo, Kosher Supermarket Terrorists? NBC News. Available at: <http://www.nbcnews.com/storyline/paris-magazine-attack/did-prison-life-create-charlie-hebdo-kosher-supermarket-terrorists-n290271> (2015)
- KESTING, A. ET AL.: Adaptive cruise control design for active congestion avoidance. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 16(6), pp.668–683. (2008)
- LÄMMER, S. ET AL.: Anticipative control of switched queueing systems. The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems, 63(3), pp.341–347. (2008)
- LÄMMER, S. & HELBING, D.: Self-control of traffic lights and vehicle flows in urban road networks. Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment, 2008(04), p.P04019. (2008)
- MCKINSEY & COMPANY: Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information, Available at:  
[http://www.mckinsey.com/insights/business\\_technology/open\\_data\\_unlocking\\_innovation\\_and\\_performance\\_with\\_liquid\\_information](http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/open_data_unlocking_innovation_and_performance_with_liquid_information) (2013)
- MILLER, J.: Cyber attacks worry Davos elites. BBC News. Available at:  
<http://www.bbc.com/news/30925696> (2015)
- REICHERT, R.: Big Data - Wie kommt Sinn in die Daten? Available at:  
<https://www.wien.gv.at/kultur/abteilung/vorlesungen/termine/2014/big-data-29-10.html> (2014)
- REUTERS: Ferguson decision sparks US-wide protests. Global Times. Available at:  
<http://www.globaltimes.cn/content/893859.shtml> (2014)
- ROBERTS, D. & MCVEIGH, K.: Eric Holder unveils new reforms aimed at curbing US prison population. The Guardian. Available at:

- <http://www.theguardian.com/world/2013/aug/12/eric-holder-smart-crime-reform-us-prisons> (2013)
- SCHAFFERS, H. ET AL.: Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation, Springer Available at:  
[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-20898-0\\_31](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-20898-0_31) 2011
- SCHIRRMACHER, F.: Amerika überwacht die Welt Europas Sputnik-Schock. Frankfurter Allgemeine Zeitung. Available at:  
<http://www.faz.net/aktuell/feuilleton/amerika-ueberwacht-die-welt-europas-sputnik-schock-12643159.html> (2013)
- SCHWAB, K. ET AL.: Personal data: The emergence of a new asset class In Davos: World Economic Forum. Available at:  
<http://www.weforum.org/reports/personal-data-emergence-new-asset-class> (2011)
- SEIDEL, T. ET AL.: An agent-based approach to self-organized production In *Swarm Intelligence* Springer, pp. 219–252. Available at:  
[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-74089-6\\_7](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-74089-6_7) (2008)
- SENATE SELECT COMMITTEE ON INTELLIGENCE: Study on the Central Intelligence Agency's Detention and Interrogation Program, Available at:  
[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/US\\_Senate\\_Report\\_on\\_CIA\\_Detention\\_Interrogation\\_Program.pdf](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a2/US_Senate_Report_on_CIA_Detention_Interrogation_Program.pdf) (2014)
- SHEFFI, Y.: The Resilient Enterprise: Overcoming Vulnerability for Competitive Advantage, Cambridge MA: MIT Press 2007
- WATKINS, A.: The Other Torture Report: The Secret CIA Document That Could Unravel The Case For Torture. The Huffington Post. Available at:  
[http://www.huffingtonpost.com/2014/12/22/panetta-review-cia\\_n\\_6334728.html](http://www.huffingtonpost.com/2014/12/22/panetta-review-cia_n_6334728.html) (2014)
- WORLD ECONOMIC FORUM: The Global Risks 2015 Report, Available at:  
<http://reports.weforum.org/global-risks-2015/> (2015)

## Weiterführende Lektüre

- ARMSTRONG, S.: Smarter Than Us : The Rise of Machine Intelligence, Berkeley: Machine Intelligence Research Institute 2014
- BARRAT, J.: Our Final Invention: Artificial Intelligence and the End of the Human Era, New York: St. Martin's Press 2013
- BECHTOLD, S. & PERRIG, A.: Accountability in Future Internet Architectures. Commun. ACM, 57(9), pp.21–23. (2014)
- BORNSTEIN, D. & DAVIS, S.: Social Entrepreneurship: What Everyone Needs to Know, Oxford: Oxford University Press 2010
- BOSTROM, N. & CIRKOVIC, M.M.: Global Catastrophic Risks, Oxford: Oxford University Press 2008
- BRYNJOLFSSON, E. & MCAFEE, A.: Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy, Brynjolfsson and McAfee 2012
- BRYNJOLFSSON, E. & MCAFEE, A.: The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies, New York: W. W. Norton & Company 2014
- CACHELIN, J.L.: Baustellen der Digitalen Wissensgesellschaft, Wissensfabrik, Available at: <https://www.wissensfabrik.ch/pdfs/baustellen.pdf> (2013)
- CACHELIN, J.L.: Schattenzeitalter : Wie Geheimdienste, Suchmaschinen und Datensammler an der Diktatur der Zukunft arbeiten, Bern: Stämpfli Verlag 2014
- COLANDER, D. & KUPERS, R.: Complexity and the Art of Public Policy: Solving Society's Problems from the Bottom Up, Princeton NJ: Princeton University Press 2014
- DUTTON, W.H. ET AL.: The Internet Trust Bubble: Global Values, Beliefs and Practices In New York: World Economic Forum. Available at: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_InternetTrustBubble\\_Report2\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_InternetTrustBubble_Report2_2014.pdf) (2014)
- FLORIDA, R.: The rise of the creative class: and how it's transforming work, leisure, community and everyday life First Printing edition, Princeton, N.J.: Basic Books 2002
- FRICK, K. & HÖCHLI, B.: Die Zukunft der vernetzten Gesellschaft - Neue Spielregeln, neue Spielmacher, Zürich: Gottlieb Duttweiler Institute, Available at: <https://www.digitale-gesellschaft.ch/2014/11/02/gdi-studie-die-zukunft-der-vernetzten-gesellschaft/> (2014)
- FUKUYAMA, F.: Trust - The Social Virtues and the Creation of Prosperity, London: Penguin Putnam 1995

- GEISELBERGER, H.: Big Data: das neue Versprechen der Allwissenheit, Berlin: Suhrkamp 2013
- GREENWALD, G.: No Place to Hide: Edward Snowden, the NSA, and the U.S. Surveillance State, New York, NY: Metropolitan Books 2014
- HALPERN, D.: Social Capital, Malden MA: Polity Press 2005
- HASSAN, R.: The Information Society: Cyber Dreams and Digital Nightmares, Cambridge, UK ; Malden, MA: Polity 2008
- HEALEY, J.: Beyond Data Breaches: Global Interconnections of Cyber Risk, Available at: <http://www.atlanticcouncil.org/publications/reports/beyond-data-breaches-global-interconnections-of-cyber-risk> (2014)
- HELFRICH, S. & BÖLL-STIFTUNG, H.: Commons: für eine neue Politik jenseits von Markt und Staat, Bielefeld: Transcript Verlag 2012
- HOFSTETTER, Y.: Sie wissen alles: Wie intelligente Maschinen in unser Leben eindringen und warum wir für unsere Freiheit kämpfen müssen, München: C. Bertelsmann Verlag 2014
- KLAUSNITZER, R.: Das Ende des Zufalls, Salzburg: Ecowin Verlag 2013
- KURZ, C. & RIEGER, F.: Arbeitsfrei: Eine Entdeckungsreise zu den Maschinen, die uns ersetzen, München: Riemann Verlag 2013
- LANIER, J.: Who Owns the Future?, New York: Simon & Schuster 2014
- LEADBEATER, C.: We-Think: Mass innovation, not mass production: The Power of Mass Creativity by Leadbeater, Charles (2008) Paperback, London: Profile Books 2008
- LEYDESDORFF, L.: The Knowledge-Based Economy: Modeled, Measured, Simulated, Boca Raton: Universal Publishers 2006
- MAINZER, K.: Die Berechnung der Welt: Von der Weltformel zu Big Data, München: CH Beck 2014
- MANYIKA, J. ET AL.: Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy, San Francisco, CA: McKinsey Global Institute, Available at: [http://www.chrysalixevc.com/pdfs/mckinsey\\_may2013.pdf](http://www.chrysalixevc.com/pdfs/mckinsey_may2013.pdf) (2013)
- MAYER-SCHÖNBERGER, V. & CUKIER, K.: Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think Reprint edition, Boston: Eamon Dolan/Mariner Books 2014
- MECKEL, M.: Wir verschwinden, Zürich: Kein + Aber 2013
- MORETTI, E.: The New Geography of Jobs, Boston: Houghton Mifflin Harcourt 2012
- RIFKIN, J.: The Empathic Civilization: The Race to Global Consciousness in a World in Crisis First Edition edition, New York: Tarcher 2009

- RIFKIN, J.: The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World, New York: Macmillan 2011
- SCHAAR, P.: Überwachung total: Wie wir in Zukunft unsere Daten schützen, Berlin: Aufbau Digital 2014
- SCOFIELD, R.: The Social Entrepreneur's Handbook: How to Start, Build, and Run a Business That Improves the World, New York: McGraw-Hill 2011
- THE WHITE HOUSE: Consumer data privacy in a networked world: A framework for protecting privacy and promoting innovation in the global digital economy, Available at: <http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/privacy-final.pdf> (2012)
- THE WORLD ECONOMIC FORUM: Delivering Digital Infrastructure: Advancing the Internet Economy, Available at: <http://www.weforum.org/reports/delivering-digital-infrastructure-advancing-internet-economy> (2014a)
- THE WORLD ECONOMIC FORUM: Rethinking Personal Data: A New Lens for Strengthening Trust, Available at: <http://www.weforum.org/reports/rethinking-personal-data-new-lens-strengthening-trust> (2014b)
- TORVALDS, L. & DIAMOND, D.: Just for Fun: The Story of an Accidental Revolutionary, New York: HarperCollins 2001
- WASHBURN, A.: The Nature of Urban Design: A New York Perspective on Resilience, Washington: Island Press 2013
- YUNUS, M.: Building Social Business New Kind of Capitalism That Serves Humanity's Most Pressing Needs, New York: Public Affairs 2010