

Techno logie im Gespräch 2017

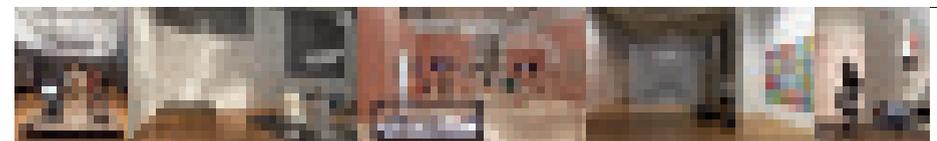
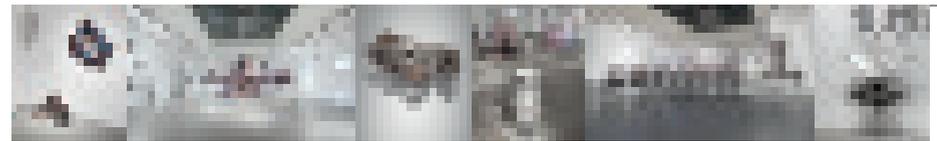
Discussing
technology



**Digitalisierung
Digitisation**

Technologie im Gespräch 2017
Discussing technology 2017





12	Gesellschaft Society	Meilensteine der Digitalisierung	Milestones of Digitisation
14		Dirk Helbing »Wir können in eine bessere Welt schreiten«	Dirk Helbing "We can stride towards a better world"
25	Ökonomie Economy	Andreas Kugi Roboter & Co: Ein neues Zeitalter der industriellen Automatisierung	Andreas Kugi Robots & Co.: The new age of industrial automation
34		Martin Kugler Die vielen Gesichter der »Industrie 4.0«	Martin Kugler The many faces of the "Industry 4.0"
38		Martin Kugler »Pilotfabrik Industrie 4.0«: Wo die Zukunft geprobt wird	Martin Kugler "Pilot Plant Industry 4.0: rehearsing for the future"
40	Technologie Technology	Manfred Tscheligi Digitale Kontexte der Zukunft: Erfahrung als wesentlicher Innovationstreiber	Manfred Tscheligi Digital contexts of the future: experience as a key driver for innovation
48		Martin Kugler Blockchain: Eine Technologie für alle Fälle?	Martin Kugler Blockchain: an all-purpose technology?
54	Digitales Leben Digital Life	Martin Kugler Dekarbonisierung durch Digitalisierung	Martin Kugler Decarbonisation through digitisation
67		Helmut Leopold Cybersicherheit – eine Grundlage für unsere gesellschaftliche Entwicklung	Helmut Leopold Cyber security – a foundation for our societal development
76	Mensch Humans	Christiane Spiel Bildung in einer digitalisierten Welt	Christiane Spiel Education in a digitalised world
84		Jörg Flecker »Soziale Prozesse sind die Ursachen der Veränderungen«	Jörg Flecker "Not technology, but social processes are the cause of changes"
91		Martin Kugler Arbeitswelt 4.0 – Wie sich Jobs und Arbeitsabläufe verändern	Martin Kugler Working World 4.0 – How jobs and workflows are changing
105	Politik Politics	Martin Kugler Die Politik ist in ungeheuer vielen Bereichen gefordert	Martin Kugler Policy needs to address an enormous number of areas
112		Die 10 größten Hindernisse der Digitalisierung	The 10 biggest obstacles to digitisation
114		Digitalisierungsgrad im EU-Vergleich	Degree of digitisation in the EU
116		Erich Schweighofer Rechtsfragen der Robotik	Erich Schweighofer Legal issues in robotics
124	Kunst Art	Christoph Thun-Hohenstein Vernunft und Gefühl im digitalen Zeitalter: Wachen wir auf und handeln wir!	Christoph Thun-Hohenstein Sense and sensibility in the digital age: let us wake up and take action!

Hannes Androsch



Leben im Zeichen des Wandels

Living in times of change

Wir befinden uns in einer Umbruchszeit zwischen industrieller und digitaler Revolution. Kein Stein wird auf dem anderen bleiben, sämtliche Lebens- und Arbeitsbereiche werden davon berührt und verändert. Die neuen Probleme lassen sich nicht mit Rückgriff auf die Vergangenheit lösen. Angst vor dem digitalen Wandel zu haben, wäre allerdings die falsche Reaktion, denn es eröffnen sich auch große Möglichkeiten und Chancen: Die Digitalisierung ist der Schlüssel für wirtschaftliche Prosperität und kann bei der Lösung der »Grand Challenges« helfen. Notwendig dafür sind neue Ideen, neue Denkansätze und Innovationen – sowohl technologischer als auch sozialer Art.

Wir leben in einer Zeit des wirtschaftlichen, demografischen, technologischen und sozialen Wandels, in der sich neue Lebens-, Kultur- und Konsumformen herausbilden. Es ist eine Zeit rasanter Veränderungen, eine Zeit der Umwälzungen und Umbrüche. Es ist zugleich eine Zeit der Ungewissheiten und Unsicherheiten, damit auch eine Zeit von Besorgnis und Ängsten, insgesamt eine Epochenwende, eine Sattelzeit. Die Globalisierung erreicht offenbar ein neues Stadium, die Menschheit wächst, der Wohlstand breiter Schichten steigt, wir benötigen immer mehr Energie und Rohstoffe und hinterlassen immer mehr Abfälle. Wir verändern die Erde bereits so stark, dass viele Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler davon sprechen, dass wir in einem neuen Zeitalter, dem »Anthropozän«, leben. Künftige Geologinnen und Geologen werden die Relikte der gegenwärtigen Epoche problemlos wiederfinden können – zum Beispiel den radioaktiven Fallout der Atombombentests, allgegenwärtige Mikroplastikpartikel oder das Massensterben von Pflanzen- und Tierarten. Durch den steigenden CO_2 -Gehalt der Atmosphäre verändern wir nicht nur das Weltklima, sondern sogar die Art und Weise, wie Gesteine verwittern. Es ist eine Zeit der Dekarbonisierung, das heißt, des Abschiedes vom fossilen Zeitalter, ebenso eine Zeit weitreichender geoökonomischer wie geopolitischer Bedeutungsverschiebungen und ebenso demografischer Strukturänderungen.

We are living in times of change, between the industrial and the digital revolution. Nothing will remain the way it was, and all areas of life and work will be touched and changed by it. The new problems cannot be solved by reverting to the past. But to be afraid of digital change would be the wrong response, because at the same time, it also creates enormous possibilities and opportunities: digitisation is the key to economic prosperity and can help in solving the "grand challenges". What we need in order to achieve this are new ideas, new approaches and innovations – both technological and social.

We live in a time of economic, demographic, technological and social change in the course of which new ways of life, cultures and forms of consumption are emerging. It is a time of rapid change, a time of upheavals and radical transformation. But it is also a time of uncertainty and insecurity and therefore also a time of concerns and fears, the onset of a new era, a period of transition. Globalisation seems to be reaching a new stage, humanity is growing, the prosperity of broad sections of the population is rising, and we need more and more energy and raw materials, while leaving behind more and more waste. Already, we are changing our world to such a degree that according to many scientists, we are now living in a new era, the "Anthropocene". Future geologists will have no trouble finding the remains of our current era, such as the radioactive fallout from the atomic bomb tests, the ubiquitous micro-plastic particles or the mass extinction of plant and animal species. By increasing the CO_2 levels in our atmosphere, we are not only changing the world's climate, but even the way in which rocks weather. It is a time of decarbonisation, the end of the fossil fuel era. But also a time of far-reaching geo-economic and geopolitical shifts in significance, as well as structural demographic change.

Diese Situation ist zu einem großen Teil die Folge der industriellen Revolutionen. Brachte der erste Entwicklungsschub Ende des 18. Jahrhunderts die Erfindung der Dampfmaschine und die Entwicklung der Eisenbahn, so wurde im späten 19. Jahrhundert die zweite Industrielle Revolution durch die Entdeckung und Nutzbarmachung der Elektrizität und des Verbrennungsmotors sowie in der Folge der Automation und des Fließbandes ausgelöst. Ein dritter Entwicklungsschub war die Entwicklung des Computers und der Einsatz von Elektronik zur weiteren Automatisierung.

Nun gibt es erneut einen einschneidenden Wandel: Wir befinden uns in einer Umbruchszeit zwischen industrieller und digitaler Revolution. Auf Basis von Internet der Dinge, immer leistungsfähigeren Sensoren, Big Data, Algorithmen, künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen geht es nun in Richtung cyber-physikalische Systeme. Ergänzt werden diese Entwicklungen durch Fortschritte in den Bereichen neue Materialien, Nanotechnologie, Quantencomputer und Gensequenzierung sowie deren Vernetzung. Diese neue Revolution, deren Zeugen wir gerade sind, wird einen tiefgreifenden Wandel nicht nur unserer Produktions- und Wirtschaftssysteme, sondern auch unserer Gesellschaftsstrukturen mit sich bringen. Kein Stein wird auf dem anderen bleiben, sämtliche Lebens- und Arbeitsbereiche werden davon berührt und verändert.

Umbrüche erfordern große Anpassungsleistungen

Der digitale Wandel eröffnet große Möglichkeiten und Chancen. Er ist der Schlüssel für wirtschaftliche Prosperität: Damit wir unseren breiten Wohlstand auch in Zukunft aufrechterhalten können, braucht es eine Verbesserung der Leistungsstärke und Wettbewerbsfähigkeit unserer Wirtschaft. Zudem ist die Digitalisierung eine Chance zur Lösung der »Grand Challenges« – etwa die wachsende Zahl der Menschen ernähren zu können, die Folgen der demografischen Alterung zu bewältigen oder die zunehmende Belastung von Natur und Umwelt zu reduzieren. Grundlegende Umwälzungen sind aber immer auch mit Gefahren und Risiken verbunden. Die Veränderungen lösen wie alle einschneidenden Wandlungsprozesse auch Ängste aus – vor allem dann, wenn es an Perspektiven und Orientierung zur Gestaltung der Zukunft und damit an Halt fehlt. Insgesamt ist es eine Zeit gewaltiger Herausforderungen.

To a large extent, this situation is the result of the industrial revolution. While the first burst of developments at the end of the 18th century brought about the invention of the steam engine and the development of the railway, the second industrial revolution towards the end of the 19th century resulted in the development and exploitation of electricity and the internal combustion engine, soon followed by automation and assembly lines. The development of the computer and the use of electronics for further automation set off a third wave of innovation.

Now, we find ourselves facing a radical transformation once again: We are living in times of change, between the industrial and the digital revolution. Based on the Internet of Things, more and more powerful sensors, big data, algorithms, artificial intelligence and machine learning, we are now heading directly towards cyber-physical systems. These developments are complemented by advances in areas such as new materials, nanotechnology, quantum computers and gene sequencing, as well as their increasing interconnectedness. This new revolution which we are currently witnessing will entail profound changes not only in our manufacturing and economic systems, but also in our social structures. Nothing will remain the way it was, and all areas of life and work will be touched and changed by it.

Radical changes require considerable efforts to adapt

The digital revolution creates enormous possibilities and opportunities. It is the key to economic prosperity: if we want to maintain our widespread prosperity in the future, we will need to improve both the performance capacity and the competitiveness of our economy. In addition to this, digitisation offers an opportunity to solve the "grand challenges" – how to feed a growing number of people, how to handle the consequences of demographic aging, or how to reduce the increasing burden on nature and the environment, to name but a few. But fundamental changes also always go hand in hand with dangers and risks. Because just like any radical change, such a transformation causes fear – in particular if we lack perspectives and orientation on how to shape the future. The result is that we miss a sense of support. Overall, this is a time of enormous challenges.

These radical changes will require considerable efforts on our behalf to adapt. Progress is coming, and it is coming on a global scale – regardless of whether we welcome it or not. The new problems cannot be solved by reverting to the past. Instead, we need new ideas, new approaches and innovations – both technological and social. Innovations are the key to unlocking and mastering the future. Innovation dynamics on both local and global levels will determine a country's position in the digital age. As a country, you have only two options: either you are one of the frontrunners – or you will fall behind.

Diese Umbrüche erfordern von uns große Anpassungsleistungen. Der Fortschritt kommt, und er kommt auf globaler Ebene – ungeachtet dessen, ob er jeder und jedem willkommen ist oder nicht. Nicht der Rückgriff auf vergangene Lösungen ist gefragt, notwendig sind vielmehr neue Ideen, neue Denkansätze und Innovationen sowohl technologischer als auch sozialer Art. Innovationen sind der Schlüssel für die Tür in die Zukunft und deren Bewältigung. Die Innovationsdynamik auf lokaler und auf globaler Ebene wird entscheiden, welche Position ein Land im digitalen Zeitalter einnehmen wird. Als Land hat man nur zwei Möglichkeiten: Entweder man ist vorne dabei – oder man ist hinten weg.

Angst vor dem digitalen Wandel zu haben, wäre jedenfalls die falsche Reaktion. Roboter und künstliche Intelligenz sind im Grunde nichts anderes als eine Weiterentwicklung von Maschinen. Früher wurde Muskelkraft durch Maschinenkraft ergänzt bzw. ersetzt. Künstliche Intelligenz ist nun das für die Geisteskraft, was die Maschinenkraft für die Muskelkraft war: eine Ergänzung und eine Anreicherung unserer kognitiven Fähigkeiten.

Die Veränderungen, die mit dem technologischen Wandel einhergehen, lassen sich gut am Beispiel der Landwirtschaft illustrieren: Beim Heumachen waren früher 15 Leute beschäftigt, heute macht das eine Person mit einem Traktor. Wir haben aber trotzdem nicht weniger Beschäftigte als früher – allerdings nicht in der Landwirtschaft. Dass es in Zukunft wegen der Digitalisierung weniger Arbeit geben wird, ist durch nichts erwiesen. Es wird aber eine andere Arbeit sein, nämlich eine höherqualifizierte Arbeit – plakativ ausgedrückt: intelligente statt harter Arbeit. Ackerbauer oder Milchbäuerin zu sein ist heute schon etwas anderes, als es früher war: Eine Landwirtin oder ein Landwirt muss heute technologisch hoch gebildet sein – sie bzw. er betreibt »Smart Farming«.

Fokus auf Bildung und Forschung

In der Geschichte wurden durch Innovationen immer auch Bildungsrevolutionen notwendig. Das ist auch jetzt so: Die neuen Umstände erfordern eine andere Art von Bildung, Ausbildung, Qualifikation – und auch mehr Flexibilität. Die früheren Lebensjobs als Buchdrucker, Schweißer oder Werkzeugmacher gibt es schon heute nicht mehr. Auch andere Jobs werden wegfallen – es gibt auch keine »Tramwayschienenritzenkratzer« mehr, wie sie in einem Wiener Lied aus den 1910er-Jahren besungen wurden. Aber es entstehen laufend neue Jobs. Es ist Aufgabe des Bildungswesens, die Menschen auf diese Veränderungen vorzubereiten und sie zu befähigen, die Veränderungsprozesse aktiv mitzugestalten. Entscheidende Punkte dabei sind auch, innovationsfreundlicher zu werden und interdisziplinärer zu denken und zu handeln.

In any case, being afraid of digital change would be the wrong response. In essence, robots and artificial intelligence are nothing more than the next step in the development of machines. In earlier times, pure muscle power was either supplemented or replaced by machine power. Artificial intelligence is now doing the same for mental power as machines did for muscle power: it complements and enriches our cognitive abilities.

The changes which go hand in hand with technological progress are perfectly illustrated by the agricultural sector. Before, haymaking was a job for 15 people – now a single person with a tractor can easily handle the task alone. Yet, we don't have less people working nowadays than before – they just no longer work in the agricultural sector. There is nothing that reliably indicates that in the future there will be less work because of digitisation. But it will be a different kind of work, requiring a higher degree of skill. To put it in a nutshell: we will have more intelligent work instead of hard work. Being a crop or dairy farmer today is very different from the way it used to be. Nowadays, farmers must be technologically skilled, as they need to be able to do "smart farming".

A focus on education and research

In the course of history, innovations have always necessitated educational revolutions. The same thing applies today: the new circumstances require a different kind of education, training, and qualification – and also more flexibility. Former life-time jobs such as book printer, welder or tool maker no longer exist. Other jobs will also cease to exist – just as there are no longer any tramway track cleaners, which feature so prominently in a Viennese song from the 1910s. But new jobs are constantly being created. It is up to the education system to prepare people for these changes and to empower them to actively participate in change processes. Crucial aspects also include becoming more innovation-friendly, as well as thinking and acting in a more interdisciplinary manner.

Digitisation furthermore raises many new questions regarding ethics, security and liability. Dealing with digital change therefore not only requires knowledge in science and technology, but must also take many other disciplines into account, such as cultural sciences, the humanities or jurisprudence. Core issues include, among other things, cyber security and cybercrime, ethical and social issues related to robots, or even the redesign of global supply and value chains.

Die Digitalisierung wirft auch zahlreiche neue Fragen hinsichtlich Ethik, Sicherheit oder Haftung auf. Der Umgang mit dem digitalen Wandel erfordert daher nicht nur Kenntnisse in Naturwissenschaft und Technik, sondern muss auch viele andere Disziplinen wie etwa Kultur- und Geisteswissenschaften oder Jurisprudenz berücksichtigen. Zentrale Probleme sind beispielsweise Cybersicherheit und Cyberkriminalität, sind ethische und soziale Fragen im Zusammenhang mit Robotern oder die Neugestaltung von globalen Zuliefer- und Wertschöpfungsketten.

Innovationen benötigen neue Ideen, die häufig aus Forschung und Entwicklung entstehen. Diese Bereiche müssen daher noch stärker als bisher gefördert werden. In Österreich haben wir insbesondere im Bereich der Grundlagenforschung großen Handlungsbedarf. Noch wichtiger ist es allerdings, dass das dafür nötige Humankapital zur Verfügung steht: dass es Menschen gibt mit Ideen, mit Neugierde, mit Forschungssehnsucht und der nötigen Konsequenz, den Dingen nach- und auf den Grund zu gehen. Bei einer zeitgemäßen Bildung hinken wir aber weit zurück – und das wird mit jedem Tag gravierender. Bei der Finanzierung der Universitäten liegt Österreich (mit 1,17 Prozent des BIP) weit hinter Deutschland und der Schweiz zurück (1,69 bzw. 1,74 Prozent). Zudem funktioniert die Umsetzung von Ideen und Forschungsergebnissen in marktfähige Innovationen nicht gut: Bei den Forschungsausgaben liegt Österreich im Spitzenfeld, in Innovationsrankings hingegen bestenfalls im Mittelfeld. Jährlich gehen 8.000 der klügsten Köpfe in andere Teile der Welt, weil sie hier keine adäquaten Möglichkeiten zur Entfaltung vorfinden. Österreich ist Unternehmens-feindlich und Unterlassungsfreundlich, statt Veränderungsbereitschaft leidet das Land unter Veränderungsunwilligkeit, -blockade und -ablehnung.

Dringend erforderlich ist daher eine Neuausrichtung des gesamten Bildungswesens vom vorschulischen Bereich über das Lehrlingswesen bis hin zum universitären Bereich. Gleichzeitig bedarf es einer digitalen Agenda, um die Chancen, die der digitale Wandel bietet, auch wirklich nutzen zu können.

Fahrplan durch die Welt der Digitalisierung

In diesem Jahrbuch, das anlässlich der Alpbacher Technologiegespräche 2017 erscheint, wird der Versuch unternommen, den Stand der Diskussion über das Thema »Digitalisierung« darzustellen und aktuelle Entwicklungen zu beschreiben. Im Zentrum stehen dabei Fragestellungen, um die es aus jetziger Sicht in nächster Zukunft gehen wird. Dabei handelt es sich bewusst um eine Momentaufnahme – denn wie der Entwicklungsprozess im Einzelnen ablaufen wird, ist heute noch unklar. Wir wissen nicht, was in 20 oder in 30 Jahren sein wird. Wir haben auch vor 15 Jahren nicht gewusst, dass das Smartphone den Globus erobert und mehr

Innovation requires new ideas, and these arise frequently from research and development. These areas therefore need to be promoted and fostered even more than in the past. In Austria, there is a particularly pressing need for action in the area of basic research. An even more important aspect, however, is the availability of the necessary human capital: that there are people with ideas, with curiosity, with an investigative drive and the necessary persistence to pursue new investigations and to truly advance the state of the art. In terms of contemporary education, however, we are lagging far behind – and this situation is becoming more and more serious with every day that passes. When it comes to university financing, Austria (with 1.17 percent of GDP) is far behind Germany and Switzerland (with 1.69 and 1.74 percent, respectively). Furthermore, the implementation of ideas and research results to create marketable innovations does not work well: in terms of research expenditure, Austria is among the leaders; in innovation rankings, however, our country finds itself somewhere in the middle at best. Year after year, 8000 of our brightest minds move to different parts of the world, because they cannot find adequate opportunities to develop their potential at home. Austria is company-hostile and inaction-friendly; instead of being willing to change, the country approaches change with unwillingness, blockades and rejection.

A complete realignment of the entire education system is therefore urgently needed, spanning everything from pre-school initiatives to the apprentice system and all the way to university education. At the same time, we need a digital agenda which allows us to truly make the most of the opportunities presented by the digital revolution.

A roadmap for the world of digitisation

This yearbook, which is published on the occasion of the Alpbach Technology Forum 2017, aims at presenting the current state of the debate on the subject of "digitisation", while at the same time describing the latest developments. It centres on the core issues which will – from today's perspective – become most relevant in the near future. It is consciously designed to be a snapshot, as it is still unclear as to what exactly the concrete development path will look like. We do not know what will be in 20 or 30 years, just as 15 years ago we had no idea that smartphones would conquer the globe, offering more computing power than large data centres of the past, such as the ones built for the Apollo moon mission. Back in 1899, the head of the U.S. Patent Office Charles H. Duell famously stated that everything that could be invented had already been invented. That turned out to be a little premature.

Computerleistung hat als früher große Rechenzentren, wie sie etwa für die Apollo-Mondmission gebaut wurden. 1899 meinte der Leiter des us-Patentamtes, Charles H. Duell, dass alles, was man erfinden könne, bereits erfunden sei. Das war doch ein wenig voreilig.

Um den Status quo in der Debatte über den digitalen Wandel festzuhalten, wurde eine Reihe namhafter Expertinnen und Experten gebeten, ihre Sicht der Dinge darzulegen – zum einen in Form von Fachaufsätzen, zum anderen in Form von Interviews. Ergänzt werden diese Expertenberichte durch einige Kapitel, in denen die wichtigsten Studien und Diskussionen des abgelaufenen Jahres zusammengefasst werden.

Im Einleitungskapitel betont der deutsche Physiker und Soziologe Dirk Helbing (ETH Zürich), dass die Digitalisierung alle Bereiche des Gesellschafts- und Wirtschaftssystems komplett auf den Kopf stellen wird. Er warnt eindringlich davor, dass diese Technologien zum Aufbau eines »Feudalismus 4.0« missbraucht werden könnten. Er entwirft eine Vision, wie man mithilfe der neuen technischen Möglichkeiten eine bessere Gesellschaft, ein resilienteres Wirtschaftssystem und eine neue Art von Demokratie aufbauen könnte.

Wozu Roboter heute schon in der Lage sind – und wozu (noch) nicht –, beschreibt Andreas Kugi (TU Wien und AIT – Austrian Institute of Technology) in seinem Beitrag. Aktuelles Forschungsziel ist die Transformation des Roboters von einer starren, hoch spezialisierten Arbeitsmaschine hin zu einem flexiblen und adaptiven Werkzeug mit spezialisierten kognitiven Fähigkeiten.

Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development) stellt in ihrem in mehrjähriger Arbeit erstellten Bericht *The Next Production Revolution* unmissverständlich klar, dass die Digitalisierung hochgradig disruptiv ist. Die Technologie könne aber auf vielfältige Weise die Produktivität steigern – und zwar in Kombination mit anderen neuen Entwicklungen in den Bereichen Bio- und Nanotechnologie, 3D-Druck und neue Materialien.

Wie moderne Produktionstechnologien zusammenspielen und wie »Industrie 4.0« in der Praxis funktioniert, wird unter anderem in einer Pilotfabrik, die derzeit von der TU Wien aufgebaut wird, systematisch untersucht.

Über die künftige Art, wie Mensch und Maschine interagieren, zerbricht sich Manfred Tscheligi (Universität Salzburg und AIT) den Kopf. Ausgehend von der Erkenntnis, dass wir Technologien nicht nur nutzen, sondern mit ihnen leben, werden die emotionalen, intellektuellen und sensorischen Erfahrungen beim Umgang mit Technologien sowie der Kontext, in dem diese genutzt werden, erforscht. Diese Faktoren sind wesentlich dafür, ob und wie bestimmte Technologien von den Menschen angenommen werden.

In order to capture the status quo of the debate on digital change, a number of renowned experts were asked to outline their view of the issues – both in the form of scientific papers and through interviews. These expert reports are supplemented by several chapters summarising the most important studies and debates of the past year.

In the introductory chapter, the German physicist and sociologist Dirk Helbing (ETH Zurich) outlines how digitisation will completely revolutionize all areas of our social and economic system. He urgently warns that these technologies could potentially be misused to establish a "Feudalism 4.0". He develops a vision on how the new technical possibilities could be used to create a better society, a more resilient economic system and a new kind of democracy.

Andreas Kugi (Technical University of Vienna and Austrian Institute of Technology AIT) outlines what exactly robots are already capable of today – and what not (yet). The current research goal is to transform the robot from a rigid, highly specialised work machine into a flexible and adaptive tool with specialised cognitive abilities. How modern production technologies interact and how "Industry 4.0" works in practice is, among other things, being investigated in a pilot plant currently being established by the Technical University of Vienna.

In its report *The Next Production Revolution*, the result of several years of work, the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) states in no uncertain terms that digitisation is highly disruptive. It comes to the conclusion that technology can enhance productivity in many different ways – not least in combination with other new developments areas such as bio- and nanotechnology, 3D printing and new materials.

Manfred Tscheligi (University of Salzburg and AIT) wonders how man and machine will interact in the future. Based on the insight that we not only use technologies, but also live with them, he explores the emotional, intellectual and sensory experiences we make when dealing with technologies, as well as the context in which they are used. These factors play a crucial role as to whether and how certain technologies are accepted by the people.

As an example for a single technology which has the potential to completely revolutionise a number of economic factors, a closer look is taken at blockchain technology. In the future, it will be possible to carry out transactions directly between a sender and a recipient in a decentralised, secure and cost-effective manner. In this respect, the controversial cryptocurrency Bitcoin is only the beginning. After the financial sector, other areas such as insurance, energy or the creative sector could become subject to a complete reorganisation.

Als Beispiel für eine einzelne Technologie, die das Potenzial hat, eine Vielzahl von Wirtschaftsfaktoren völlig auf den Kopf zu stellen, wird die Blockchain-Technologie näher thematisiert. Transaktionen aller Art können künftig dezentral, sicher und zu äußerst niedrigen Kosten direkt von einem Sender zu einem Empfänger abgeschlossen werden. Die umstrittene Kryptowährung Bitcoin ist dabei erst der Anfang. Nach dem Finanzbereich könnten auch der Versicherungssektor, die Energiewirtschaft oder der Kreativbereich auf neue Beine gestellt werden.

»Smarte« Welt und die Zukunft der Arbeit

Digitale Technologien spielen auch eine Hauptrolle, wenn es darum geht, unser Wirtschaftssystem zu dekarbonisieren, den ökologischen Fußabdruck des Menschen zu senken und die Welt nachhaltiger zu machen. Durch Datenanalyse und Kommunikation können etwa der Energie- und der Mobilitätsbereich sowie die Stadtplanung wesentlich »smarter« werden. Auch in der Landwirtschaft oder im Produktionssektor gibt es große Potenziale, um mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen effizienter umzugehen.

Die Sicherheit von digitalen Systemen ist längst kein reines IT-Problem mehr, sondern eine Grundlage für unsere gesellschaftliche Entwicklung, betont Helmut Leopold (AIT). Die Gefahr von Cyberangriffen wächst stetig und wegen der zunehmenden Vernetzung sind immer mehr Bereiche massiv bedroht. Daher müssten die Prioritäten in Unternehmen und in der Gesellschaft neu gesetzt werden und Sicherheitskonzepte von Anfang an in neue Systeme integriert werden.

Zentrale Bedeutung für die Bewältigung des digitalen Wandels hat das Bildungssystem. Christiane Spiel (Universität Wien) formuliert als wichtiges Ziel, den Lernenden »will and skill to learn« zu vermitteln: also zum einen Lernmotivation und Interesse für Neues, zum anderen aber auch Kompetenzen für selbstorganisiertes und selbstreguliertes Lernen. Ergänzend zur Vermittlung von »Digital Skills« sind überdies Kritikfähigkeit und vor allem soziale Kompetenzen nötiger denn je.

Der Soziologe Jörg Flecker (Universität Wien) betont, dass Technologien keinerlei Automatismus innewohne, wie die künftige Entwicklung verlaufen wird. Vielmehr seien soziale Prozesse die Ursache für Veränderungen – erst diese bewirkten, dass Technologien als Mittel eingesetzt werden, um bestimmte Ziele zu erreichen. Flecker vermisst dabei eine breite Diskussion über die Ziele, die eine Gesellschaft verfolgen will; stattdessen werde ausschließlich über die Folgen von neuen Technologien diskutiert, kritisiert er.

A "smart" world and the future of work

Digital technologies also play a major role when it comes to decarbonising our economic system, to reducing the environmental footprint of humans and to making the world more sustainable. Data analysis and communication, for example, offer opportunities to make areas such as energy, mobility and even urban planning much "smarter". The agricultural as well as the manufacturing sector offer enormous potential for a more efficient use of the available resources.

The security of digital systems can no longer be considered a pure IT problem. According to Helmut Leopold (AIT), it must rather be seen as the underlying basis for our social development. The danger of cyber-attacks is constantly growing, and due to increasing interconnectedness, more and more areas are severely threatened. That is why companies as well as society as a whole need to realign their priorities and integrate security concepts into new systems right from the outset.

The education system is of crucial importance when it comes to handling digital change. According to Christiane Spiel (University of Vienna), an important goal is to provide learners with the "will and skill to learn", i.e. with the motivation to learn as well as interest in new things on the one hand, but also competence for self-organised and self-regulated learning on the other. In addition to the development of "digital skills", she furthermore considers critical faculties and, above all, social skills to be more important than ever.

The sociologist Jörg Flecker (University of Vienna) stresses that technologies include no inherent automatism as to how the future development will occur. Instead, he sees social processes as the cause for any type of change – only these can have the effect that technologies are used as means to achieve certain goals. What Flecker misses is a broad discussion on the goals a society wants to pursue. Instead, he criticises, the discussions centre solely on the consequences of new technologies.

The frequently cited "Working World 4.0" will look different from what we know today. But professions and job profiles have always undergone changes: every new technology has eliminated jobs, but at the same time also created new ones. All of the frequently cited forecasts as to how many jobs will ultimately disappear because of digitisation are subject to considerable uncertainties. Germany and Switzerland have already initiated major discussion processes about the areas of the working world where an adaptation to digitisation will be necessary. In Austria, such an initiative is still pending.

Die vielzitierte »Arbeitswelt 4.0« wird anders aussehen als die heutige. Allerdings haben sich Berufsbilder schon immer verändert: Mit jeder neuen Technologie sind Jobs verschwunden, aber auch neue Jobs entstanden. Alle derzeit häufig zitierten Prognosen, wie viele Arbeitsplätze durch die Digitalisierung wegfallen werden, sind mit sehr großen Unsicherheiten behaftet. In Deutschland und der Schweiz wurden bereits große Diskussionsprozesse gestartet, in welchen Bereichen der Arbeitswelt Anpassungsbedarf an die Digitalisierung besteht – in Österreich ist das bisher nicht geschehen.

Politik tut derzeit zu wenig

Die Politik ist durch den digitalen Wandel in sehr viel mehr Bereichen gefordert, als man auf den ersten Blick annehmen würde: Neben Technologie-, Bildungs- und Arbeitsmarktpolitik gibt es auch in Bereichen wie Wettbewerbs-, Struktur- und Regionalpolitik oder dem Patentwesen Anpassungsbedarf, betont die OECD. Eingefordert wird insbesondere ein interdisziplinärer und langfristiger Blick auf die relevanten Themen. Derzeit geschehe jedenfalls zu wenig, um die Potenziale der Digitalisierung ausschöpfen zu können, so die OECD.

Gefordert sind auch die Rechtswissenschaften, wenn es zum Beispiel darum geht, die juristische Stellung von autonomen Robotern wie etwa selbstfahrenden Automobilen zu definieren. Das ist unter anderem für Haftungsfragen wesentlich. Erich Schweighofer (Universität Wien) argumentiert, dass das heutige Privatrecht an sich ausreichend sei, um unerwünschte Technikfolgen durch Roboter zu vermeiden. Allerdings plädiert er dafür, mittelfristig eine maschinelle Rechtspersönlichkeit einzuführen, weil dadurch die Zurechnung von Willenserklärung und Fehlverhalten einfacher werde.

Mit dem Verhältnis zwischen Vernunft und Gefühl im digitalen Zeitalter befasst sich Christoph Thun-Hohenstein (Museum für angewandte Kunst Wien). Ausgehend von der Beobachtung, dass sich die Grenzen zwischen Mensch und digitalen Maschinen zunehmend auflösen, werden aus einer künstlerischen Perspektive heraus »*prohumane Roboter-Gesetze*« formuliert. In einem Bildteil werden künstlerische Interventionen aus der heurigen VIENNA BIENNALE zum Thema »*Robotik*« gezeigt. x

Hannes Androsch war von 1970 bis 1981 Bundesminister für Finanzen, ab 1976 zudem Vizekanzler von Österreich. Nach dem Ausscheiden aus der Politik war er bis 1988 Generaldirektor der Creditanstalt-Bankverein, danach baute er eine industrielle Beteiligungsgruppe auf. Neben zahlreichen weiteren Ämtern ist er seit 2007 Vorsitzender des Aufsichtsrates des AIT – Austrian Institute of Technology und seit 2010 Vorsitzender des RFTE – Rat für Forschung und Technologieentwicklung. 2011 war er Initiator des »*Volksbegehren Bildungsinitiative*«.

Policy is currently not doing enough

Digital change is creating challenges for policy in many more areas than one might assume at first glance. Apart from technology, education and labour market policy, there is also, according to the OECD, a need for adaptation in areas such as competition, structural and regional policy, as well as the patent system. In particular, the organisation calls for an interdisciplinary and long-term view of the relevant issues. According to the OECD, the current efforts to exploit the full potential of digitisation are far from sufficient.

Jurisprudence is also facing new challenges, for example when it comes to defining the legal position of autonomous robots such as self-driving cars – a factor that is relevant for liability issues, among other things. Erich Schweighofer (University of Vienna) argues that current private law in itself is sufficient to avoid unwanted technological consequences caused by robots. In the medium term, however, he advocates introducing a machine-based legal personality which would facilitate the attribution of declarations of intent and misconduct.

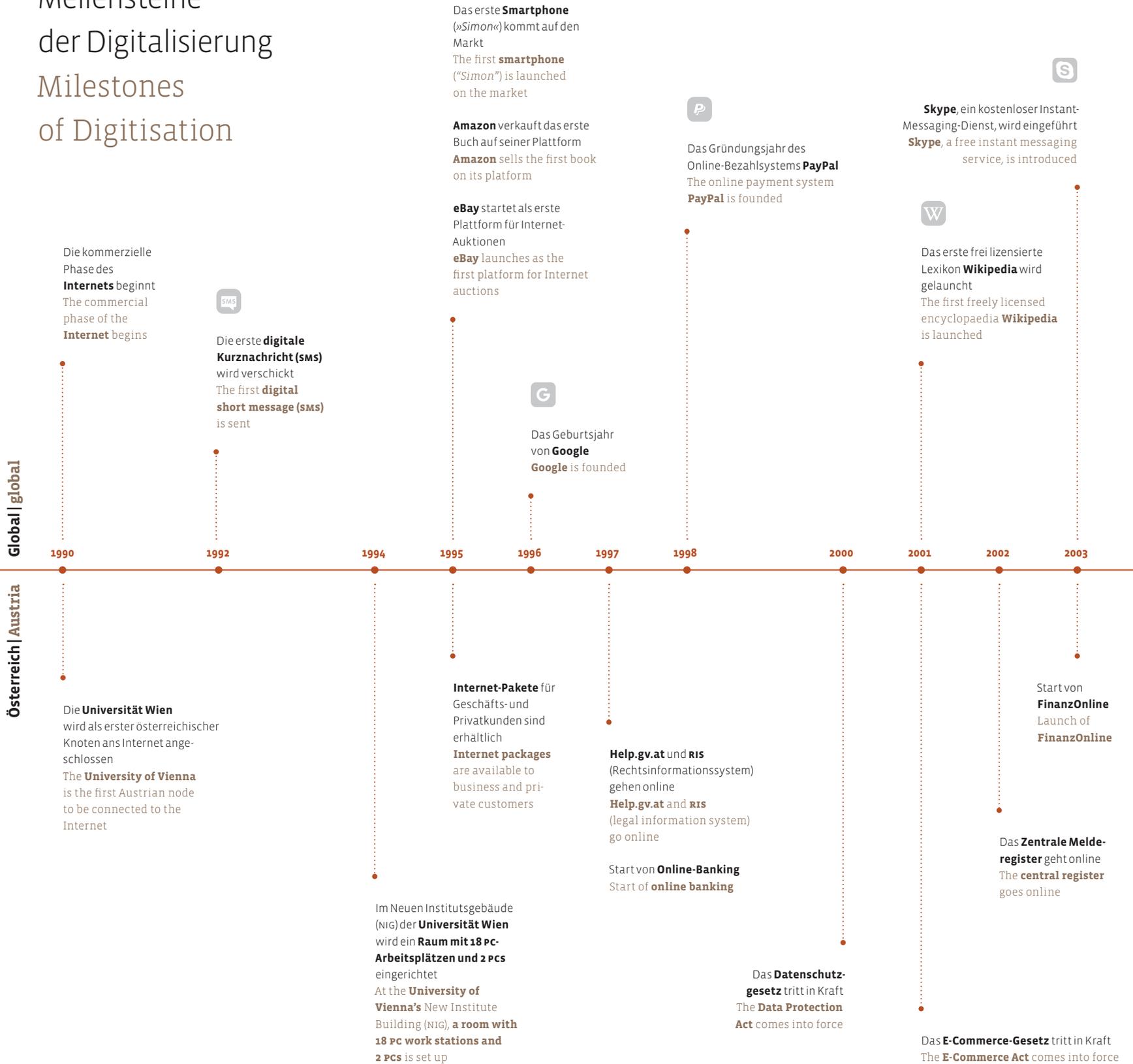
Christoph Thun-Hohenstein (Museum of Applied Arts in Vienna) takes a closer look at the relationship of reason and emotion in the digital age. Based on the observation that the boundaries between man and digital machines are dissolving, he assumes an artistic perspective to formulate "*pro-human robot laws*". An image section shows artistic interventions on the subject of robotics from this year's "*Vienna Biennale*". x

From 1970 to 1981, Hannes Androsch was the Federal Minister of Finance, and from 1976 onwards also the Vice Chancellor of Austria. After retiring from his political career, he served as Director General of Creditanstalt-Bankverein until 1988, before going on to establish an industrial investment group. In addition to many further functions, he has served as the Chairman of the Supervisory Board of the Austrian Institute of Technology AIT since 2007 and as the Chairman of the Council for Research and Technological Development RFTE since 2010. In 2011, he initiated the referendum on the Education Initiative.



Meilensteine der Digitalisierung

Milestones of Digitisation





Das soziale Netzwerk **Facebook** wird veröffentlicht
The social network **Facebook** goes online



Start von **YouTube**
Launch of **YouTube**



Start von **Twitter**
Launch of **Twitter**



Das **Bitcoin-Zahlungssystem** (virtuelles Geld, Kryptowährung) wird erstmals in einem White Paper beschrieben
The **Bitcoin payment system** (virtual money, cryptocurrency) is first described in a white paper



Start von **WhatsApp**
Launch of **WhatsApp**

Google startet das »**Google Art Project**«, das einen virtuellen Rundgang durch bedeutende Museen ermöglicht
Google launches the »**Google Art Project**«, providing virtual tours of major museums

Die **erste Generation von 3D-Druckern** erobert die Privathaushalte
The **first generation of 3D printers** conquers private households

In Dubai entsteht das **erste Haus aus dem 3D-Drucker**
The **first 3D-printed house** is built in Dubai

Erster Test eines **autonomen Fahrzeuges** auf öffentlichen Straßen
First test of an **autonomous vehicle** on public roads

2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2017

Über **50% der Österreicherinnen und Österreicher** sind online
More than **50% of Austrians** are online

Die **Bürgerkarte/ Bürgerinnenkarte** ist verfügbar
The **citizen card** becomes available

Alle sozialversicherten Bürgerinnen und Bürger erhalten die **e-card**
All citizens with social security receive the **e-Card**

82% aller Unternehmen nutzen **Online-Angebote** von Ämtern und Behörden
82% of all companies use **online services** offered by public institutions and authorities

Österreich gewinnt den **United Nations Public Service Award (UNPSA)** für »**Electronic law making processes (eLaw)**« – **E-Recht** und **ris.bka.gv.at**
Austria receives **United Nations Public Service Award (UNPSA)** for »**Electronic law making processes (eLaw)**« – **ejustiz** and **ris.bka.gv.at**

Einführung der **Handy-Signatur**
Introduction of the **mobile phone signature**

Start des **Unternehmensserviceportals (USP)**
Launch of the **Company Service Portal (USP)**

Über **80% der Österreicherinnen und Österreicher** nutzen das Internet
More than **80% of Austrians** use the Internet

e-Rechnung an den Bund wird möglich
The **federal government** starts accepting **electronic invoices**

82% aller Haushalte haben einen Internetzugang
82% of all households have Internet access

In Wien und der Steiermark startet **ELGA**, die **Elektronische Gesundheitsakte**
Vienna and Styria introduce the **electronic health record system ELGA**

Die **Digital Roadmap Austria** wird erstellt
The **Digital Roadmap Austria** is developed

Start von **Silicon Austria**
Launch of **Silicon Austria**

Start der Initiative **#gegenHassimNetz**
Launch of initiative **#gegenHassimNetz (AgainstCyberHate)**

»Wir können in eine bessere Welt schreiten«

“We can stride towards a better world”



Dirk Helbing im Gespräch mit
in an interview with
Martin Kugler

Dirk Helbing ist Professor für Computational Social Science am Departement Geistes-, Sozial- und Staatswissenschaften an der ETH Zürich. Er begann seine Laufbahn als Physiker. An der Technischen Universität Dresden leitete er das Institut für Wirtschaft und Verkehr. Als Professor für Soziologie an der ETH Zürich konzentriert er sich auf evolutionäre Spieltheorie und agentenbasierte Computersimulationen für soziale Prozesse und Phänomene. Helbing ist gewähltes Mitglied der Nationalen (deutschen) Akademie der Wissenschaften Leopoldina sowie der World Academy of Art & Science. Er ist externes Fakultätsmitglied des Complexity Science Hub Vienna. Seit Juni 2015 ist er Affiliate Professor an der Fakultät für Technologie, Politik und Management der TU Delft, wo er das Promotionsprogramm im Bereich »Engineering Social Technologies for a Responsible Digital Future« leitet.

Dirk Helbing is Professor of Computational Social Science at the Department of Humanities, Social and Political Sciences at ETH Zurich. He started as a physicist. At Dresden University of Technology he was Managing Director of the Institute of Transport & Economics. As professor of Sociology at ETH Zurich, he worked on evolutionary game theory and agent-based computer simulations of social processes and phenomena. Helbing is an elected member of the German Academy of Sciences “Leopoldina” and the World Academy of Art and Science. He is external faculty member of the Complexity Science Hub Vienna. Since June 2015 he is affiliate professor at the faculty of Technology, Policy and Management at TU Delft, where he leads the PhD school in “Engineering Social Technologies for a Responsible Digital Future”.

Dirk Helbing, Professor für Computational Social Science an der ETH Zürich, plädiert dafür, die Digitalisierung dafür zu nutzen, um ein neues, besseres Wirtschafts- und Gesellschaftssystem aufzubauen. So könne man den Mangel an Nachhaltigkeit beseitigen – und zudem eine bessere Art von Demokratie aufbauen.

Wie wird die Digitalisierung unsere Gesellschaft verändern? Was kann man dazu zurzeit seriöserweise sagen?

Dirk Helbing: Man kann mit Gewissheit sagen, dass hier eine fundamentale und große Transformation der Wirtschaft und GESELLSCHAFT im Gange ist. Am ehesten kann man es mit der Industriellen Revolution vergleichen. Innerhalb von wenigen Jahren sind nun viele neue Technologien auf den Weg gekommen, insbesondere Cloud Computing, Big Data, Internet der Dinge, künstliche Intelligenz, Cognitive Computing, Robotik, 3D-DRUCK, Virtual Reality, Blockchain-Technologie – und das ist sicherlich noch nicht alles. All diese Technologien revolutionieren Produkte, Services, Geschäftsmodelle und Organisationsformen. Wir werden sehen, dass sich ganze Branchen verändern, einfach dadurch, dass man Prozesse besser

Dirk Helbing, professor for computational social science at ETH Zurich, advocates the use of digitisation to create a new and better economic and social system. This would make it possible to eliminate the lack of sustainability – and at the same time create a better type of democracy.

How will digitisation change our society? What else can we currently reliably say regarding this matter?

Dirk Helbing: It can be said with certainty that a fundamental and substantial transformation of the economy and SOCIETY is underway. It can best be compared with the Industrial Revolution. Within only a few short years, many new technologies have evolved, in particular cloud computing, big data, the Internet of Things, artificial intelligence, cognitive computing, robotics, 3D PRINTING, virtual reality, blockchain technology ... and that is most certainly not everything. All these technologies are revolutionising products, services, business models and forms of organisation. We will see entire industries change, simply due to the fact that processes can be organised in a better and cheaper way. An important concept in

und billiger organisieren kann. Automatisierung ist dabei ein großes Stichwort. Aus meiner Sicht wird kein Sektor der Gesellschaft verschont bleiben. Die Innovationen sind DISRUPTIV, sie dringen von außen in die bestehenden Branchen ein und mischen diese auf. Hinterher wird etwas völlig anderes übrig bleiben.

Verläuft dieser Prozess nach dem Mechanismus der »schöpferischen Zerstörung«, wie ihn Schumpeter beschrieben hat?

DH Wie schöpferisch die Transformation wirklich ist und wie weit die Zerstörung gehen darf, darüber kann man sich natürlich streiten. Darf man dabei beispielsweise die Demokratie einreißen? Oder die Menschenrechte? Meiner Meinung nach nicht. Jede dieser Technologien hat schon alleine großes transformatives Potenzial. Kombiniert ergibt sich so etwas wie ein perfekter Sturm. Das wird letzten Endes auch die Verwaltung, das Finanzsystem und die Politik betreffen, vielleicht sogar unser Weltbild und die Religion herausfordern. Alle müssen neue Antworten finden – so viel kann man sagen. Man kann diesen Prozess nicht im Einzelnen prognostizieren. Er ist nicht determiniert – im Unterschied zu der gängigen Ansicht, dass der technologische Wandel vorgibt, was zu passieren hat. Das sehe ich überhaupt nicht so: Wir können Technologien auf verschiedene Arten und Weisen nutzen. Es gibt Alternativen. Wir können aus meiner Sicht die Wirtschaft und die Gesellschaft neu erfinden und so bauen, wie wir sie gerne hätten. Aber das erfordert Gestaltung. Man darf das nicht einfach passieren lassen.

Kann man diesen Prozess überhaupt steuern?

DH Man muss wissen, wo man hin will, dann kann man die Technologien auch entsprechend zum Einsatz bringen. Dieser Diskurs ist jetzt im Gange. Er kommt aber reichlich spät, denn die Technologien haben sich zum Teil schon weit verbreitet. Insbesondere beim Thema BIG DATA sind wir in einer Situation gelandet, wo über jede und jeden viel größere Datenmengen vorhanden sind, als uns bewusst ist – größere Datenmengen, als die Stasi oder andere Geheimdienste jemals in der Vergangenheit hatten. Die Frage ist: Wie lange kann das gut gehen? Diese Daten werden gehandelt, sie befinden sich in Händen, die wir zum Teil nicht kennen, und sie werden für Zwecke eingesetzt, die uns ebenfalls oft nicht bekannt sind. Von daher ist ein Kontrollverlust für das Indi-

this regard is automation. As I see it, no sector of society will be spared. The innovations are DISRUPTIVE, they penetrate the existing industries from the outside in and stir them up. The ultimate result will be something entirely different.

Does this process follow the mechanism of "creative destruction" as described by Schumpeter?

DH It is, of course, open to dispute as to how creative the transformation really is and how far the destruction should be allowed to go. For example: should we tear down democracy? Or human rights? In my opinion not. Each of these technologies alone offers a huge transformational potential. When combined, you have something like a perfect storm. Ultimately, this will also challenge administration, the financial system and politics, maybe even our world view and religion. Everybody needs to find new answers – that much is certain. It is impossible to forecast the individual specifics of this process. It is not determined – in contrast to the prevailing opinion that technological change determines what must happen. I do not share this opinion at all: we can use technologies in many different ways. There are alternatives. From my point of view, we can reinvent the economy and our society and create it as we would like it to be. But that requires creation. You cannot simply let it happen.

Is it even possible to control this process?

DH You need to know where you want to go. Then you are able to use the technologies accordingly. This discussion is underway right now. But it comes fairly late, as some of the technologies are already being widely used. In particular with regard to the issue of BIG DATA we have arrived at a situation where greater amounts of data are available on each and every individual that any of us realise – more data than the Stasi or other secret services in the past have ever had. The question is: how long can this go on? This data is also being traded. It is in the hands of people whom we in some cases do not know, and they are used for purposes which in many cases we are also not aware of. The loss of a person's control is deplorable: individual sovereignty is lost. But – you just need to think about "hacking", for example – the sovereignty of companies and states is also at risk. More and more, there is talk about disinformation wars, about interference with democratic elections. This has happened,

viduum zu beklagen: Individuelle Souveränität geht verloren. Aber – Stichwort: »Hacking« – auch die Souveränität von Unternehmen und Staaten ist gefährdet. Man spricht immer mehr von Desinformationskriegen, von Eingriffen in demokratische Wahlen. Das ist passiert, weil Politik, Gesetzgebung und Rechtsprechung nicht mehr Schritt gehalten haben, weil wir uns in einem digitalen Dornröschenschlaf befunden haben. Jetzt wird alles wahrscheinlich ziemlich abrupt, eben disruptiv, vonstattengehen. Das könnte hier und da schon wehtun.

Stellt sich die Frage: Was können wir tun?

DH Wir sind dem nicht ausgeliefert. Man muss die Kräfte analysieren und identifizieren. Und man muss lernen, wie man diese Kräfte zähmen kann. So, wie man gelernt hat, Explosionen durch die Erfindung des Motors in gerichtete Bewegung zu verwandeln, geht es nun darum, die Kräfte der Digitalisierung zu verstehen, damit wir sie für uns nutzen können. Für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist das eine spannende Frage.

Braucht man dafür neue Tools?

DH In einer hoch vernetzten Gesellschaft müssen neue Prinzipien zur Anwendung kommen. Ich hole jetzt ein bisschen aus: Das eigentliche Hauptproblem, vor dem die Menschheit steht, ist der Mangel an Nachhaltigkeit. Wir haben ein Wirtschaftssystem, das 1,5-mal so viele Ressourcen verbraucht, wie die Erde langfristig bereitstellen kann. Wenn wir dieses Wirtschaftssystem weiter betreiben, dann wird mindestens ein Drittel der Menschheit sterben – es sei denn, wir schaffen es, die Ressourcen aus dem Weltall zu bekommen oder endlich eine Kreislaufwirtschaft zu bauen. Die Problematik ist seit den 1970er-Jahren bekannt. Die Lösung, die man ausgearbeitet hat, ist die einer globalen Mangelverwaltung. Man hat beschlossen, dass man wissen müsste, wo welche Ressourcen sind und wer wie viel davon verbraucht. Und man hat ein System geschaffen, mit dem man entscheiden kann, wer wie viele Ressourcen bekommt. Dieses System basiert auf Massenüberwachung – sie dient also nicht nur der Terrorismusbekämpfung, sondern betrifft uns alle. Es geht darum zu wissen, was jede, jeder Einzelne macht. Der Stromzähler überwacht uns, auch der Rauchmelder, der Smart-TV liefert Daten über uns, alle Internet-Links, die wir in den vergangenen Jahren angeklickt haben, sind auch noch verfügbar. Diese Daten werden dazu

because politics, legislation and jurisprudence have not kept up. Because we have stayed in a deep digital slumber. Now, everything will most likely happen rather abruptly – disruptively, as it were. This could hurt here and there.

The question arises: what can we do?

DH We are not at anybody's mercy. We need to analyse and identify the forces. And we need to learn how to tame these forces. Just as the invention of the motor helped us to convert explosions into directed movement, the issue now is to understand the forces of digitisation, so that we can use them to achieve our goals. For scientists, this is an exciting question.

Do we need new tools for this?

DH In a highly networked society, new principles must be applied. Let me take a step back: the actual main problem humanity is facing today is the lack of sustainability. We have an economic system that uses 1.5 times the resources that the Earth can provide in the long run. If we continue with this economic system, at least one third of humanity will die – unless we manage to obtain the resources from space or finally manage to create a closed-loop economy. This issue has been known since the 1970s. The solution which has been applied is one of global shortage management. It was decided that it had to be known which resources are where and who uses how much of them. And a system was created which is used to decide who gets how many resources. This system is based on mass surveillance – so it does not only serve the purpose of combatting terrorism, it concerns all of us. It is about knowing what each and every one of us does. The electricity meter monitors us, as does the smoke detector, the smart tv provides data on us, all Internet links which we clicked on during the past years also remain available. This data is used to create a type of "digital doppelgänger" of us. In addition to this, everything we do or don't do is scored as good or bad. This is the concept for the Chinese "Citizen Score" or the British "Karma Police" Programme. It has probably already been implemented everywhere. The idea behind this is to use the INTERNET OF THINGS to collect data about the entire world, feed this information into machine-learning programmes and then develop a

verwendet, um eine Art »*digitales Double*« von uns zu kreieren. Zusätzlich bekommt alles, was wir tun oder lassen, Plus- oder Minuspunkte. Das ist das Konzept des chinesischen »*Citizen Scores*« oder des britischen »*Karma Police*«-Programmes. Wahrscheinlich gibt es das schon überall. Die Idee dahinter ist, dass man mit dem INTERNET DER DINGE über die ganze Welt Daten sammelt, diese dann in Machine-Learning-Programme einspeist und ähnlich wie bei computerbasierten strategischen Kriegsspielen einen großen Plan für die Welt entwirft. Dann wird jeder, jedem eine Rolle zugewiesen, die man auszuführen hat, sonst gibt es Minuspunkte im »*Citizen Score*«. Wenn die Ressourcen knapp werden, werden in der Rangordnung, die durch das Bürgerpunktekonto definiert ist, von oben her Produkte oder Services angeboten. Das heißt: Wer oben ist, der kriegt alles, wer unten ist, muss Glück haben, dass er überhaupt etwas bekommt. Das ist das Prinzip einer modernen neofeudalistischen Gesellschaft, die auf Totalüberwachung beruht.

Ist das nicht ein zu pessimistisches Bild? Viele der Ressourcen werden ja auch über Marktmechanismen verteilt ...

DH Noch! Genau das ist der Punkt: Der Markt würde ersetzt durch eine Art »*digitale Planwirtschaft*«, durch eine Zuweisung von Ressourcen. Diese Systeme sind einsatzbereit. Sie wurden als »*Lösung*« für die Ressourcenprobleme der Zukunft geschaffen. Aus meiner Sicht ist das aber ein noch viel größeres Problem. Jedenfalls kann unsere Zukunft nur besser werden, wenn wir unser Nachhaltigkeitsproblem lösen und die Stoffkreisläufe schließen. Das haben wir durch Gesetze und Regulierung nicht geschafft. So führt die Überbeanspruchung von Ressourcen bei uns anderswo zu Mangel. Es kommt zu Konflikten, Kriegen, Massenmigration, Terrorismus und all diesen Dingen, die uns mittlerweile überall plagen. Es gibt aber eine Alternative: Ein anderes Wirtschaftssystem bauen – ein neues Marktsystem, das wesentlich mehr Flexibilität und kreative und innovative Freiräume für jede und jeden hätte, das auf Empowerment, auf kombinatorischer Innovation, auf OPEN DATA UND OPEN INNOVATION, auf Co-Creation, Co-Evolution, kollektiver Intelligenz und subsidiärer Governance aufbaut. Das Prinzip der Kontrolle würde durch bessere Koordination ersetzt. Wir könnten das heutzutage hinbekommen durch den Einsatz von BLOCKCHAIN-Technologie, durch verteilte autonome Organisation (DAO – decentralised autonomous organisation) sowie eine andere Nutzung des Internets der Dinge, wo nicht alle Daten zentral an

master plan for the world, similar to what you would do in a computer-based strategic war game. Then, everybody is assigned a role which he or she must play – otherwise, points will be deducted from the “*Citizen Score*”. When the resources get scarce, products or services will be offered from the top, based on the ranking derived from the citizens’ points account. This means: the ones at the top get everything, the ones at the bottom need to be lucky to get anything at all. This is the principle of a modern neo-feudalistic society based on total surveillance.

Isn't that an excessively pessimistic view? After all, many of the resources are being distributed via market mechanisms ...

DH So far! That's exactly the point. The market would be replaced by a type of “*digital planned economy*”, by allocating resources. These systems are ready for use. They were created as a “*solution*” for the resource problems of the future. From my point of view, however, this is an even bigger problem. In any case, our future can only be better if we solve our sustainability problem and close the materials cycles. We have not been able to do this through laws and regulations. The result is that our overuse of resources is resulting in shortages elsewhere. This leads to conflicts, wars, mass migration, terrorism and all these things which have started to plague us everywhere. But there is an alternative: to create a different economic system – a new market system which would offer much more flexibility and creative and innovative space for everybody. Which is based on empowerment, on combinatory innovation, on OPEN DATA AND OPEN INNOVATION, on co-creation, co-evolution, collective intelligence and subsidiary governance. The principles of control would be replaced by better coordination. We could achieve this today by using BLOCKCHAIN technology, through decentralised autonomous organisation (DAO), as well as a different use of the Internet of Things, where not all data is stored at a central location, but where data is instead collected and used in a decentralised and participatory manner and made available to everybody, so that we can become more creative and cooperate better. This system would be based on a combination of evolution and “*intelligent design*”. You can imagine how you could use the Internet of Things to cheaply mea-

einem Ort gespeichert werden, sondern wo die Daten dezentral und partizipativ erhoben und zum Einsatz gebracht werden und allen zur Verfügung stehen, damit wir kreativer werden und besser kooperieren können. Dieses System würde auf einer Kombination von Evolution und Intelligent Design beruhen. Man kann sich vorstellen, dass man mit dem Internet der Dinge billig alle Externalitäten, etwa Lärm, CO₂, Stress oder Abfallstoffe, misst – aber auch positive Dinge wie Kooperation, BILDUNG, Gesundheit und die Wiederverwertung von Abfallstoffen. Man kann sich weiterhin vorstellen, dass man darauf ein neues Finanzsystem mit Blockchain-Technologie setzt, das es erlaubt, Echtzeit-Feedbacks in das System einzubauen über ein neues, multidimensionales Anreizsystem, mit dem man KOMPLEXE SYSTEME detailliert steuern kann. Im Rahmen dieses sozio-ökologischen Finanzsystems oder »*Finanzsystems 4.0*« gäbe es beispielsweise ein Lärm-Geld, ein CO₂-Geld, ein Aluminium-Geld usw. Jede, die bzw. jeder, der sich mit komplexen Systemen auskennt, weiß, dass man deren Verhalten nicht mit einer einzigen Größe steuern kann. Heute haben wir aber im Wesentlichen nur eine Größe, mit der die Wirtschaft gesteuert wird – nämlich GELD. Und das funktioniert nicht besonders gut. Unser Geldsystem produziert seit Jahrtausenden immer wieder Booms und Crashes. Wir haben nicht aus den Fehlern gelernt. Es wird Zeit, dies zu tun: Wir können mit den neuen digitalen Technologien ein besseres Finanz- und Koordinationssystem bauen.

Was Sie hier skizzieren, ist auf jeden Fall ein sehr komplexes System. Wie kann man es in die gewünschte Richtung lenken?

DH Partizipativ. Hier kommt die Subsidiarität ins Spiel: Man kann auf verschiedenen Ebenen Zielvorgaben machen und diese durch Anreizsysteme erreichen. Wenn man mehr von einer Sache haben will, muss man die Anreize erhöhen. Der entscheidende Punkt ist, dass man nicht mehr sagt: »*Sie machen bitte gefälligst das und Sie das!*«, sondern: »*Welche zwei Personen melden sich, um diese Sachen zu machen?*« Das bringt eine höhere Flexibilität mit sich – und diese Flexibilität ist nötig, damit kombinatorische Intelligenz möglich wird. Entscheidend ist, dass alle bei der Verbesserung der Prozesse mitwirken können. Das braucht Open Data und Open Innovation – dann können wir auf dem Wissen und auf den Ideen und Erfindungen von

sure all externalities, such as noise, CO₂, stress or waste. But also positive things such as cooperation, EDUCATION, health and the recycling of waste materials. You can furthermore imagine that on top of this you could create a new financial system based on blockchain technology which allows you to integrate real-time feedback into the system using a new, multi-dimensional incentive system which offers detailed control over COMPLEX SYSTEMS. Within this socio-ecological financial system or "*Financial System 4.0*", there would, for example, be a noise fee, a CO₂ fee, an aluminium fee, etc. Everybody who knows anything about complex systems knows that it is not possible to control their behaviour through a single variable. Today, we essentially have only one variable which is used to control the economy – MONEY. And it is not working particularly well. For millennia, our monetary system has time and again caused booms and crashes. We have not learned from our mistakes. It is time to do this: we can use the new digital technologies to create a better financial and coordination system.

What you outline here is most certainly a very complex system. How can it be steered into the desired direction?

DH By means of participation. This is where the subsidiarity principle comes into play: you can create performance targets on different levels and achieve them through incentive systems. If you want more of something, you need to increase the incentives. The crucial issue is: you no longer say: "*You have to do this and you must do that!*", but rather: "*Which two persons will volunteer to do this?*" This entails a greater degree of flexibility – and this flexibility is necessary to make combinatory intelligence possible. The crucial factor is that everybody can participate in the improvement of processes. This requires open data and open innovation – then we can use the knowledge and the ideas and inventions of others as a foundation and do not always have to start from scratch again. The result would be a huge digital ecosystem in which we all could participate. From my point of view, this is the only way we can close the gap to Silicon Valley: digitisation follows an exponential path. If now, 15 years late,

anderen aufbauen und müssen nicht immer wieder von vorne anfangen. Es entstünde ein riesiges digitales Ökosystem, an dem wir uns alle beteiligen könnten. Und das ist aus meiner Sicht auch die einzige Möglichkeit, um mit dem Silicon Valley aufzuschließen: Die Digitalisierung verläuft exponentiell: Wenn wir jetzt mit 15 Jahren Verspätung die gleiche Beschleunigung zustande bekämen – das bräuchte entsprechend hohe Investitionen und viele kluge Köpfe –, würde der Abstand dennoch immer größer. Man braucht daher ein anderes Beschleunigungsgesetz, und das ist die kombinatorische Innovation: Wenn man genügend Interoperabilität und genügend Offenheit hat, dann kann man bestehende Produkte und Services zu neuen Produkten und Services kombinieren. Das ist entscheidend.

Das ist bisher noch Theorie, oder?

DH Nein. Open Data, Open Innovation, Citizen Science, FabLabs und entstehende Sharing-Economy-Modelle sind Beispiele dafür, dass vieles bereits auf den Weg gekommen ist. Heutzutage stellen wir dem aber viele Hindernisse in den Weg, etwa die jetzige Ausgestaltung von Intellectual Property Rights, Patentrecht, Trade Agreements wie TTIP oder TISA und dergleichen. Die Frage ist allerdings, ob wir diesen Ansatz verantworten können, wenn dann in der Zukunft mindestens 2,5 Milliarden Menschen sterben müssten. Ich glaube, dass dies politisch nicht vertretbar ist und dass das auch die Bevölkerung nicht möchte. Genau an diesen Stellen braucht es einen Systemwechsel – und der braucht Mut zum Handeln.

Was müsste aus Ihrer Sicht als nächstes getan werden?

DH Heutzutage sind Prozesse noch sehr stark hierarchisch organisiert. Das wird in Zukunft immer weniger funktionieren, weil die Steigerung der Rechenleistung mit den wachsenden Datenvolumina und der Systemkomplexität, die wegen der zunehmenden Vernetzung schnell immer größer wird, nicht mehr Schritt hält. Es entsteht die paradoxe Situation, dass wir, obwohl wir die beste Technologie aller Zeiten und mehr Daten denn je haben, trotzdem die Kontrolle über die Welt verlieren. Das ist der Eindruck, den viele heutzutage haben. Wir brauchen einen anderen Ansatz, um diese komplexen Systeme zu managen: eine verteilte Steuerung, also ein partizipativeres System. Das bedeu-

we were to achieve the same kind of acceleration – and this would require accordingly high investments and many clever minds – the gap would still continue to grow bigger. We therefore need a different law of acceleration – and that is where combinatory innovation comes into play: if we have sufficient interoperability and openness, we can combine existing products and services to create new products and services. That is crucial.

So far, this is still a theory, isn't it?

DH No. Open data, open innovation, citizen science, Fab Labs and the evolving sharing economy models are examples which prove that a lot of this is already underway. Nowadays, however, we create a lot of obstacles, such as the current state of intellectual property rights, patent rights, trade agreements such as TTIP or TISA, etc. The question is, however, whether we can justify this approach if the result is that in the future, at least 2.5 billion people would have to die. I believe that this is not politically acceptable and that the population would not want this. These are precisely the points where a system change is required – and that takes courage to act.

From your perspective, what needs to be done next?

DH Nowadays, processes are still organised in a very hierarchical manner. In the future, this will work less and less, as the increase in computing power cannot keep up with the growing volumes of data and the system's complexity, which due to increased interconnectedness is progressing quickly. The paradoxical situation arises that we lose control over the world, even though we have better technology and more data than ever before. That is the impression that many have today. We need a different approach, in order to manage these complex systems: a distributed control, i. e. a more participatory system. This means that subsidiarity must finally be implemented – that is what people have been demanding for a long time. You need appropriate platforms which help to organise this: if many different opinions collide, a way must be found to reconcile them. Facebook is not the right platform for this.

tet, dass die Subsidiarität endlich umgesetzt werden muss – das ist es, was die Menschen seit langem fordern. Man braucht entsprechende Plattformen, die das organisieren helfen: Wenn viele verschiedene Meinungen aufeinandertreffen, dann muss man diese irgendwie unter einen Hut bekommen. Facebook ist dafür nicht die richtige Plattform.

Gibt es bereits eine richtige Plattform?

DH Diese Plattform muss man tatsächlich noch bauen. Dazu kann man das Wissen der Komplexitätsforschung und der evolutionären Spieltheorie nutzen. Menschen haben verschiedene Interessen. Das produziert Pluralismus und Diversität, was in vielen Fällen kollektive Intelligenz, Innovation und gesellschaftliche Resilienz fördert. Aber es produziert auch potenzielle Konflikte. Wir benötigen Plattformen, diese immer stärker zunehmende Diversität zu bewältigen und außerdem in einen Vorteil zu verwandeln. Dafür braucht es persönliche digitale Assistenten, die uns helfen zu identifizieren, mit wem wir konstruktiv zusammenarbeiten und gemeinsame Projekte umsetzen können. Und die uns auch sagen, welche Leute wir besser in Ruhe lassen.

Wie könnte man sich in einem solchen Szenario einen künftigen »Berufsalltag« vorstellen?

DH Heutzutage haben wir alle noch einen Beruf. Aber das wird sich wahrscheinlich sehr stark verändern. Früher hatte man Lebensanstellungen, inzwischen wechseln viele Leute alle paar Jahre. Die AUTOMATISIERUNG wird zahlreiche heutige Aufgaben übernehmen: Alles, was nach Routinen, nach Regeln, nach bestimmten Mustern abläuft, wird von künstlicher Intelligenz übernommen werden – einfach weil es günstiger und effizienter ist. Dann bleiben für den Menschen kreative, soziale und ökologische Tätigkeiten übrig. In Zukunft werden wir uns überlegen: Was sind die Beiträge, die ich zu dieser Welt leisten kann – jede, jeder wird Ideen haben, was sie oder er gerne machen möchte. Und wir werden versuchen, mithilfe geeigneter Plattformen Leute zu finden, mit denen wir sie umsetzen können. Es wird wahrscheinlich mehrere Projekte geben, in denen man aktiv ist: etwas, das mit Produktion zu tun hat, etwas, das mit gesellschaftlichem Engagement zu tun hat, und etwas, das mit Umwelt zu tun hat. In manchen Fällen wird man das Projekt koordinieren, in anderen wird man mithelfen. Man ist dann nicht immer Chef oder

Is there a suitable platform yet?

DH This platform actually still needs to be built. For this, you can use knowledge from complexity research and evolutionary game theory. People have different interests. This creates pluralism and diversity, which in many cases enhances collective intelligence, innovation and social resilience. But it also creates potential conflicts. We need platforms in order to handle this accelerating diversity and to transform it into an advantage. For this, we need personal digital assistants which help us identify with whom we can collaborate constructively to realise joint projects. And which also tell us which people we should better leave in peace.

In such a scenario, what would "everyday working life" look like in the future?

DH Nowadays we still all have a profession. But that will most likely change considerably. People used to be hired for life – nowadays, most people change jobs every couple of years. AUTOMATION will handle many present-day tasks: everything that follows routines, rules and certain patterns will be handled by artificial intelligence – simply because it is cheaper and more efficient. What remains for humans to do are creative, social and ecological activities. In the future, we will consider: what are the contributions that I can make to this world – everybody will have ideas as to what they would like to do. And with the support of suitable platforms, we will try to find people with whom we can implement them. There will probably be several projects in which you are active: something that has to do with production, something that has to do with social involvement and something that has to do with the environment. In many cases, you will be coordinating the project, in others you will be helping out. This means that you are not always the boss or the employee. Instead, you play the role which best fits the current situation. We will be active in different spheres of action and work together to create a better world. For this, we need an economic framework which secures our existence and allows us to experiment and to be creative and innovative.

Angestellter, sondern man wirkt in der Rolle mit, die gerade passt. Wir werden in verschiedenen Wirkungsbereichen aktiv sein und uns gemeinsam eine bessere Welt bauen. Dazu brauchen wir einen wirtschaftlichen Rahmen, der unsere Existenz sichert und uns erlaubt, zu experimentieren, kreativ und innovativ zu sein.

Und wie könnte ein derartiges System finanziert werden? Wer soll das alles bezahlen?

DH Dazu braucht man eine neue Organisation der Ressourcen. Man muss sich klar machen, dass das Finanzsystem letzten Endes ein Koordinationsmechanismus ist, der entscheidet, wer wovon wie viel bekommt. Es ist klar, dass es tausende von möglichen Koordinationsmechanismen gibt und dass sich darunter viel bessere Koordinationsmechanismen befinden, als wir sie heute nutzen. In unserem heutigen Finanzsystem wird das GELD von den Zentralbanken (und Banken) erzeugt und von oben in das System eingespeist. Es profitieren sehr wenige davon. Die KMUs haben Schwierigkeiten, Kredite zu bekommen, bei den normalen Bürgerinnen und Bürgern kommt das Geld ohnehin fast nicht an. Dies hat sich nicht bewährt. Ich denke, man könnte das Umgekehrte machen: Man könnte den Leuten eine Investment-Prämie auf das Konto überweisen. Dieses Geld können sie aber nicht behalten, sondern müssen es investieren. Dies ist eine Fortentwicklung des Venture-Kapitalismus, in dem wenige Leute über viel Geld entscheiden – das führt aber zu einem Tunnelblick, bei dem viele gute Ideen auf der Strecke bleiben. Um diese Lücke zu füllen, hat man CROWDFUNDING entwickelt. Das funktioniert an sich sehr gut, aber die meisten Leute haben kein Geld, um in Crowdfunding zu investieren. Daher muss man in Richtung »participatives Budgeting« weiterdenken. Wir sollten ein Crowdfunding für alle einführen! Dann könnte jede und jeder die eigene Investitionsprämie in neue Technologien investieren oder auch in Nachbarschaftsprojekte: in einen Kindergarten hier, ein FabLab da, ein paar Bäume dort, und so weiter. Dann würden die Dinge passieren, die wir für richtig und wichtig halten. Das wäre ein System, wo das Geld dorthin fließt, wo es die besten Ideen und das größte Engagement gibt. Das ist nach wie vor ein kapitalistisches System mit einem Ideenwettbewerb – aber eines, das wir alle mitgestalten können. Das müsste man natürlich mit Plattformen organisieren. Ich nenne

And how could such a system be financed? Who is going to pay for all of this?

DH For this, you will need a new organisation of resources. One needs to realise that ultimately, the financial system is a coordination mechanism which decides who gets how much of what. It is clear that there are thousands of possible coordination mechanisms, and that some of them are much better than the ones we use today. In our current financial system, the MONEY is created by the central banks (and banks) and introduced into the system from above. Only very few people benefit from this. SMEs have difficulties to obtain loans, regular citizens hardly ever receive any of this money. This has not proved its worth. I think we could do the opposite: we could pay an investment premium directly to the people. However, they cannot keep this money, but must invest it. This is an evolution of venture capitalism, in which few people decide on a great deal of money. This, however, results in tunnel vision which means that many good ideas never get funded. CROWD FUNDING was developed specifically to fill this gap. Basically, it works fairly well, but most people don't have money to invest in crowd funding. Therefore, you need to go a step further and start thinking about “participatory budgeting”. We should introduce crowd funding for everybody! Then, everybody could invest their investment premium into new technology, or also in neighbourhood projects: a kindergarten here, a Fab Lab there, a few trees over there, etc. The result would be that the things which we consider right and important would happen. This would be a system where the money follows the best ideas and the strongest commitment. It is still a capitalist system with a competition of ideas – but one that all of us can participate in. This would, of course, have to be organised through platforms. I call this system “democratic capitalism”. Through investments, we would basically have permanent voting rights – not just every four years. With this, we could unleash innovation and thereby solve the world's problems. In combination with open data and open innovation, new ideas could be developed and implemented in a short period of time. Everybody would benefit from this OPENNESS – we would all have access to datasets and algorithms, we all would be enormously em-

dieses System »demokratischen Kapitalismus«. Wir hätten bei Investitionen dann quasi ein ständiges Stimmrecht – nicht nur alle vier Jahre. Damit könnten wir Innovationen entfesseln und so die Weltprobleme lösen. Kombiniert mit Open Data und Open Innovation könnten innerhalb kürzester Zeit viele neue Ideen auf den Weg kommen. Von der OPENNESS würde jede und jeder profitieren – wir hätten alle Zugang zu den Datensätzen und Algorithmen, wir würden alle enorm befähigt. Das ist inspiriert davon, wie ein Regenwald funktioniert: Dort gibt es Artenvielfalt und Überfluss, es gibt alles in Hülle und Fülle. Wie funktioniert das? Nach einiger Zeit lassen die Bäume ihre Blätter fallen. Daraus entsteht Humus und dieser Humus ist die Grundlage für das ganze reiche Ökosystem. Wir brauchen also einen »digitalen Humus« – das heißt, wir sollten Daten und Algorithmen teilen, zumindest nach einer gewissen Zeit, sagen wir nach zwei bis drei Jahren. Das Teilen produziert neuen Wert. Das Schöne an der digitalen Welt ist, dass sie im Unterschied zu materiellen Ressourcen nicht so begrenzt ist und daher Wettbewerb mit Kooperation zu kombinieren erlaubt. Das bedeutet, dass man in der digitalen Welt Wohlstand für alle schaffen kann. Wir können in eine bessere Welt schreiten, in der die Ressourcen für alle reichen und wir ein lebenswerteres Leben führen. Das ist alles möglich! Aber die entsprechenden politischen Rahmenbedingungen dafür sind noch nicht geschaffen worden.

Ergibt sich aus dem vorhin skizzierten Wirtschaftssystem nicht auch eine neue Form der Demokratie?

DH Ja, ich denke, das ist auf jeden Fall eine Baustelle. In vielen Ländern sagen die Menschen: »*Democracy is broken.*« Ungarn, Polen, die Türkei, auch die USA sind in der Gefahr, dass die Demokratie zerbricht. Auch in Österreich gab es eine sehr enge Präsidentenwahl, die über die Zukunft der Demokratie entschied. Wie konnte es so weit kommen? Was zunächst einmal als repräsentative Demokratie angedacht war – dass ein Bevölkerungsquerschnitt im Parlament sitzt und repräsentative Entscheidungen trifft –, wurde durch eine Parteiendemokratie ersetzt. Da entscheidet letzten Endes eine Mehrheit – auch eine knappe Mehrheit – über Regeln für alle. Sie zwingt allen ihren Willen auf. Darunter leiden vor allem die Minderheiten und sozial schwache Gruppen. Wenn das über viele Jahre geht, fallen bestimmte Bevölkerungsgruppen durch das gesellschaftliche Raster. Dann gibt es Ungleichheit

powered. This idea is inspired by the way a rain forest works: there, you have an incredible diversity of species. There is abundance, a wealth of everything. How does it work? After a while, the leaves fall from the trees. They create humus, and this humus is the basis for the entire rich ecosystem. So what we need is "*digital humus*" – this means that we should share data and algorithms, at least after a certain period of time, e.g. after two to three years. Sharing creates new value. The beautiful thing about the digital world is that in contrast to material resources it is not so limited and therefore allows for competition with cooperation. This means that in the digital world, we can create prosperity for everybody. We can strive for a better world in which there are sufficient resources for all, and we all live a life worth living. All of this is possible! But the required according political framework conditions have not yet been created.

Doesn't the economic system you outlined before also result in a new form of democracy?

DH Yes, I think that is definitely an area of development. In many countries, the people are saying: "*Democracy is broken.*" In Hungary, Poland, Turkey and the United States, there is a risk that democracy might crumble. In Austria, too, we had a very tight presidential race which decided the future of democracy. How could it get to this point? What was originally intended to be a representative democracy – where a cross-section of the population is represented in parliament, taking representative decisions – has been replaced by a party democracy. Here, a majority – even a slight majority – ultimately decides on rules which apply to all. The majority imposes its will. The ones who suffer under this are in particular minorities and socially vulnerable groups. If this continues for many years, certain sections of the population slip through the cracks of society. The result is inequality and unrest. This is the situation in which we find ourselves today. Now, populism threatens to divide society. Democratic institutions have become the instruments of power which can be used much more efficiently by companies than by citizens. I believe we need a new approach which originally formed the foundation of democracy – the concept of collective intelligence, of the wisdom

und Unruhen. Das ist die Situation, in der wir angekommen sind. Nun droht Populismus die Gesellschaft zu spalten. Demokratische Institutionen sind Machtinstrumente geworden, die von Unternehmerinnen und Unternehmern viel besser genutzt werden können als von den Bürgerinnen und Bürgern. Ich glaube, es braucht einen neuen Ansatz, der eigentlich ursprünglich der Demokratie zugrunde lag – nämlich den der kollektiven Intelligenz, der Weisheit der Vielen. Das ist auch der Mechanismus, der den Märkten zugrunde liegt. Die Idee ist, dass es bei komplexen Problemen erforderlich ist, verschiedene Perspektiven zu haben. Dabei stellt sich heraus, dass selbst die beste Einzelslösung noch lange nicht die beste Lösung ist. Noch bessere Lösungen entstehen durch Integration mehrerer Einzelslösungen. Dafür gibt es viele schöne Beispiele aus der Wissenschaft und auch aus der Realität.

Wie könnte man das organisieren?

DH Aus meiner Sicht ist der entscheidende Punkt, dass es nicht in erster Linie um Machtausübung geht, sondern um Befähigung, das heißt, es geht darum, einen gesellschaftlichen Rahmen zu bauen, in dem die Menschen ihre Talente und Ressourcen bestmöglich zum Einsatz bringen können – um eben die oben erwähnte kombinatorische Innovation zu entfesseln. Es geht nicht um Konsens im klassischen Sinne, sondern darum, durch Vielfalt gemeinsam mehr zu sehen und zu erreichen. Manchmal kann es besser sein, wenn es nicht eine Lösung für alle gibt – nach dem Motto: »*One size fits all*«, sondern wenn man sagt: Wir haben da eine Best-of-Liste und wir empfehlen, dass eine der drei besten Lösungen umgesetzt wird. Jeder Staat oder jede Region kann dann für sich entscheiden, was angesichts der Umstände, der Kultur oder der vorhandenen Ressourcen am passfähigsten ist. Dann gibt es einen Wettbewerb zwischen verschiedenen Lösungen; man kann voneinander lernen, hat Diversität und ein evolutionäres Element. Überstandardisierung ist ein Problem und das stößt in der EU auf immer mehr Widerstände.

Welche Rolle spielen bei solchen politischen Entscheidungsfindungen moderne IT-Systeme?

DH Man braucht Systeme, die viele Fakten und Ideen überschaubar machen und unter einen Hut zu bringen helfen. Ansonsten ist man überfordert. Man kann

of the crowds. This is also the mechanism on which the markets are based. The idea is that in the event of complex problems, many different perspectives are required. It then becomes evident that even the best individual solution is by far not the best solution. Even better solutions are created by integrating several individual solutions. For this, there are many excellent examples from science, as well as the real world.

How could this be organised?

DH From my point of view, the crucial factor is that it cannot be first and foremost about exercising power, but rather about empowerment, i. e. about creating a social framework in which people can contribute their talents and resources to the best of their abilities – in order to unleash the combinatorial innovation mentioned before. This is not a about consensus in the classical sense, but rather about seeing and achieving more together through diversity. Sometimes, it can be better if there is no “*one size fits all*” solution. Instead, you say: we have a “*best-of*” list, and we recommend implementing one of the three best solutions. Each state or each region can then decide for itself what is most suitable based on its individual circumstances, culture or existing resources. Then, there is competition between different solutions: you can learn from each other, have diversity as well as an evolutionary element. Over-standardisation is a problem which is running into more and more resistance within the EU.

What role do modern IT systems play in such political decision-making processes?

DH We need systems which allow us to get an overview of many facts and ideas and to reconcile them. Otherwise, you are overwhelmed. You could imagine that people would bring forward their arguments about a certain issue which is important to them and affects them at a type of virtual table. There, the arguments are then logically sorted and summarised in different perspectives. After this, a round table with representatives of the various perspectives could try to reconcile as many of them as possible in order to come up with new, better solutions.

sich vorstellen, dass die Leute zu einem bestimmten Thema, das sie bewegt und das sie betrifft, ihre Argumente auf einem virtuellen Tisch ausbreiten. Dort werden die Argumente dann logisch sortiert und in verschiedenen Perspektiven zusammengefasst. Danach könnte ein Round Table mit Vertreterinnen und Vertretern der verschiedenen Perspektiven versuchen, möglichst viele von ihnen unter einen Hut zu bringen, um so zu neuen, besseren Lösungen zu kommen.

Verstehe ich das richtig: Die Entscheidungen bleiben also beim Menschen – die Technologie dient nur der Unterstützung?

DH Ja, das wäre nicht technokratisch in dem Sinne, dass der Mensch völlig aus dem System herausgenommen würde. Würde man einfach nur die Meinungen der Leute aus vorhandenen Daten zurückschließen und dann eine Mehrheit bilden, würde das zu »*digitalem Populismus*« führen. Demokratie bedeutet aber auch Minderheitenschutz – und den gibt es, weil man weiß, dass Pluralismus und Diversität ein wichtiges Funktionsprinzip sind: Es geht dabei nicht nur um den Schutz der Individuen, sondern auch um die Einsicht, dass Diversität erforderlich ist, damit das Gesamtsystem gut funktioniert. Wenn man nur die Mehrheiten über die Minderheiten regieren lässt, dann führt das zu einer Umverteilung der Ressourcen: Die, die an der Macht sind, reißen sich die Ressourcen unter den Nagel und unterdrücken die Minderheiten. Ich würde das eher als *Demokratie* bezeichnen. Das muss man vermeiden.

Sind die Gesellschafts-, Wirtschafts- und Politiksysteme, die Sie beschrieben haben, auch resilienter als unsere derzeitigen Systeme?

DH Ja, das ist der Hauptpunkt. Zentral organisierte Systeme sind maximal verwundbar – nicht nur dadurch, dass sie etwa durch einen Stromausfall, Terroranschlag oder Hacker-Angriff ausfallen können. Resiliente Systeme bauen auf Modularität, Diversität und Subsidiarität auf. Das sind Systeme, die quasi »*unkaputtbar*« sind, wie man so schön sagt. Sie sind in der Lage, mit Überraschungen und Katastrophen umzugehen. Was wir eigentlich brauchen, ist keine Monokultur, sondern eine bunte Blumenwiese, auf der viele verschiedene Ideen gedeihen, auf der, je nachdem, mit welchen Problemen die Gesellschaft gerade konfrontiert ist, immer das passende Heilkraut zu finden ist. ✕

Do I understand this correctly: the decisions would still be made by people, technology only serves as support?

DH Yes, it would not be technocratic in the sense that people are completely removed from the system. If you were to simply draw conclusions on people's opinions based on existing data and then form a majority, this would result in "*digital populism*". But democracy also means protecting minorities – and this protection is ensured if you know that pluralism and diversity form an important functional principle: this is not just about protecting individuals, but also about the insight that diversity is required for the overall system to work properly. If you only let the majority rule over the minorities, it simply results in a redistribution of resources: those who are in power grab all the resources and suppress the minorities. I would call this a "*dictocracy*" at best. This must be avoided.

Are the social, economic and political systems that you have described also more resilient than our current systems?

DH Yes, that is the main point. Centrally organised systems are extremely vulnerable – not only due to the fact that they could break down in the event of a power outage, terrorist attack or hacker attack. Resilient systems are based on modularity, diversity and subsidiarity. These are systems which are basically "*indestructible*", as they say. They are able to handle surprises and catastrophes. What we actually need is not a monoculture, but rather a colourful flowering meadow in which many different ideas flourish. And in which the right medicinal herb can always be found, no matter which problems society may currently be facing. ✕

Andreas Kugi



Roboter & Co: Ein neues Zeitalter der industriellen Automatisierung

Robots & Co.: The new age of industrial automation

Andreas Kugi ist Vorstand des Institutes für Automatisierungs- und Regelungstechnik (ACIN), Professor für komplexe dynamische Systeme an der Technischen Universität Wien, Leiter des Christian Doppler Labors für Modellbasierte Prozessregelung in der Stahlindustrie sowie Co-Leiter des Center for Vision, Automation & Control am AIT – Austrian Institute of Technology. Seine Hauptinteressen in Forschung und Lehre liegen im Bereich der physikalisch basierten mathematischen Modellierung, der Systemtheorie, des nichtlinearen Regler- und Beobachterentwurfes, des mechatronischen Systementwurfes, der Echtzeitoptimierung sowie in der Robotik und Prozessautomatisierung. Er ist wirkliches Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften und Mitglied im Expertengremium der Deutschen Exzellenzinitiative.

Andreas Kugi is the Head of the Automation and Control Institute (ACIN) and professor for complex dynamic systems at the Technical University. He heads the Christian Doppler Laboratory for Model-based Process Control in the Steel Industry and is Co-Head of the Center for Vision, Automation & Control at the AIT Austrian Institute of Technology. His main interests in research and teaching include the areas of physically based mathematical modelling, systems theory, non-linear controller and observer design, mechatronic system design, real-time optimisation, robotics and process automation. He is a full member of the Austrian Academy of Sciences and a member of the panel of experts for the German Excellence Initiative.

Entwicklungen der letzten Jahre in den Bereichen Elektronik, SENSORIK und Algorithmik ermöglichen vollkommen neue Automatisierungslösungen und ROBOTERSYSTEME, die flexibel und adaptiv sind und über ein gewisses Maß an spezialisierten kognitiven Fähigkeiten verfügen. Damit wird es möglich, für bestimmte Bereiche neue wirtschaftlich tragfähige Automatisierungslösungen zu entwickeln. Diese Entwicklung wird sich über sehr viele Jahre hinziehen und in evolutionären Schritten erfolgen, wobei in vielen Bereichen (digitale) Assistenzsysteme den ersten Schritt hin zum autonomen Betrieb in unstrukturierten Umgebungen bilden.

Die AUTOMATISIERUNG war immer schon ein Treiber des technologischen Fortschrittes und hat einen wesentlichen Beitrag zum steigenden Wohlstand unserer Gesellschaft geleistet. Verbunden war dies stets auch mit der Sorge und zum Teil kontrovers geführten öffentlichen Diskussionen über die damit einhergehenden Auswirkungen und Änderungen auf dem ARBEITSMARKT. Bereits heutzutage findet man Automatisierungslösungen in nahezu allen Bereichen unseres Lebens. Doch viele Expertinnen und Experten sehen darin erst den Anfang einer weitreichenden und umfassenden Veränderung unseres Arbeitsmarktes in den nächsten Jahrzehnten.

The advances achieved in electronics, SENSOR technology and algorithmics during the past few years enable completely new automation solutions and ROBOTIC SYSTEMS which are not only flexible and adaptive, but also offer a certain degree of specialised cognitive skills. This makes it possible to develop new, economically viable automation solutions for certain areas. This development will continue over many years and occur in an evolutionary process. In many areas, (digital) assistance systems will constitute the first step towards autonomous operation in unstructured environments.

AUTOMATION has always been a driver of technological progress and has made a significant contribution to our society's increasing prosperity. It has always gone hand in hand with concerns and – in some cases controversial – public debates on the related consequences and changes to the LABOUR MARKET. Today, we encounter automation solutions in almost all areas of our lives. But many experts see this as only the beginning of a far-reaching and comprehensive transformation of our labour markets over the coming decades.

In essence, four technological developments of the past years stand out as driving forces behind progress in the field of automation. The first one is

Im Wesentlichen lassen sich vier technologische Entwicklungen der letzten Jahre als Treiber für den Fortschritt in der Automatisierung festmachen: Dies sind erstens die hohe Integrationsdichte der Elektronik und die damit verbundene exponentiell zunehmende Rechenleistung und Speicherdichte. Die zu einem Preis von 1.000 Euro zur Verfügung stehende Rechenleistung hat sich in den letzten Jahrzehnten alle zwei Jahre mehr als verdoppelt (Moore'sches Gesetz). Damit führt beispielsweise ein modernes Smartphone heute 10.000-mal mehr Rechenoperationen pro Sekunde durch als der Bordcomputer der Saturn-V-Rakete beim ersten bemannten Flug zum Mond. Als zweiter Punkt sind die technologischen Fortschritte in der Sensorik und hier insbesondere im Bereich der Kamerasysteme, der berührungslosen Abstandsmessung sowie der Kraft- und Inertialsensorik zu nennen. Gerade die Entwicklungen in der Mikrosystemtechnik haben eine Reihe von miniaturisierten Sensoren hervorgebracht, die eine hohe Güte bei gleichzeitig geringen Stückkosten aufweisen und sich auf kleinstem Raum in die Systeme integrieren lassen.

Der dritte technologische Treiber ist die Kommunikationstechnologie und die damit verbundene Möglichkeit der digitalen (drahtlosen) Vernetzung von Sensordaten und Informationen in Echtzeit über weite Entfernungen hinweg. Aufbauend auf diesen drei Technologien und den damit verbundenen Möglichkeiten, eine Vielzahl von sensorischen Daten und Informationen (dezentral) zu erfassen, über digitale Netzwerke auszutauschen und mit entsprechender Rechenleistung und entsprechendem Speicherplatz schnell zu bearbeiten, wurden in den letzten Jahren neue und leistungsfähige Algorithmen in den Bereichen Bildverarbeitung, Sensorfusion, Data Analytics, Optimierung, Steuerungs- und Regelungstechnik, maschinelles Lernen und KÜNSTLICHE INTELLIGENZ entwickelt. Zusammen bilden diese Technologien die Basis für den Entwurf neuer hoch flexibler und anpassungsfähiger automatisierter Systeme, die mit kognitiven Fähigkeiten ausgestattet sind und sämtliche im System vorhandenen Informationen systematisch und synergetisch nutzen können.

Ziele der industriellen Automatisierung sind nahezu unverändert

Die Ziele der Industrieautomatisierung sind vielfältig und haben sich in den letzten Jahrzehnten nicht wesentlich verändert. Sie reichen von der Steigerung der PRODUKTIVITÄT über die Verbesserung und Vergleichmäßigung der Produkt- und Servicequalität, die Verringerung der Fehlerrate und des Ausschusses, die Optimierung des Ressourcen- und Energieeinsatzes, die Realisierung gewünschter Mensch-Maschine-Interaktionen bis hin zur Entlastung des Menschen von monotonen Tätigkeiten und schwerer körperlicher Arbeit. Auch die Tatsache, dass die Automatisierung in gewissen Bereichen die Fähigkeiten des Menschen zum Teil deutlich übertrifft, ist absolut nichts Neues. Man denke hier nur an den Stand der Technik bei Manipulations- oder Prozessführungsaufgaben, die hohe Kräfte, Geschwindigkeiten, höchste Präzision im Nanometerbereich, eine genaue Temperaturführung etc. erfordern, oder an komplexe Berechnungs- und Planungsaufgaben, die nur durch entsprechende Algorithmen im Computer bewerkstelligt werden können.

the high integration density in electronics, as well as the related exponential increase in processing power and storage density. Over the past few decades, the computing power available at a price point of 1,000 euros has more than doubled every two years (Moore's Law). The result is that a modern smartphone today carries out 10,000 times more computing operations per second than the on-board computer on the Saturn v rocket during the first manned flight to the moon. The second driver comes from the technological advances in the area of sensor technology, especially with regard to camera systems, contactless distance measurement, as well as force and inertial sensors. Developments in micro system technology in particular have brought forth various miniaturised sensors which offer high performance at low unit costs and can be integrated into systems within the smallest space.

The third driving technological force is communication technology and the associated possibilities for real-time digital (wireless) interconnection of sensor data and information across large distances. These three technologies make it possible to capture large amounts of sensory data and information in a decentralized way, share them via digital networks and quickly process them using suitable processing power and storage space have. Over the past few years, this created the foundation for the development of new and powerful algorithms in areas such as image processing, sensor fusion, data analytics, optimization, automation and control, machine learning and ARTIFICIAL INTELLIGENCE. Together, these technologies lay the groundwork for the design of highly flexible and adaptive automated systems with integrated cognitive skills, which are able to systematically and synergistically use the entirety of the information available within the system.

The reasons for industrial automation are virtually unchanged

Industrial automation pursues many different objectives, most of which have barely changed over the past decades. They range from an increase in PRODUCTIVITY to an improvement and homogenisation of product and service quality, from a decrease in error and scrap rates to an optimisation of the use of resources and energy, from the realisation of desired human-machine interactions to the possibility of relieving people from monotonous activities and heavy physical work. The fact that in certain areas automation by far exceeds human capabilities is nothing new, either. One need only think of the state of the art when it comes to handling or process control tasks requiring high forces and speeds, utmost precision on a nanometre scale, exact temperature control, etc. Or of complex calculation and planning tasks which are virtually impossible to carry out without resorting to according computer algorithms.

Die Automatisierung fokussierte sich bisher hauptsächlich auf relativ einfache, sehr häufig wiederholte, monotone Tätigkeiten. Die neuen Technologien ermöglichen nun Entwicklungen, die die Automatisierung auf komplexere, individuelle Aufgaben, die sogar ein bestimmtes Maß an kognitiven Fähigkeiten erfordern, erweitern. Die meisten Jobs umfassen eine Vielzahl verschiedener Tätigkeiten mit unterschiedlicher KOMPLEXITÄT aus Sicht der Automatisierung, weshalb die Jobs selbst nur in wenigen Fällen als Ganzes durch Automatisierungslösungen ersetzt werden können.

Betrachtet man beispielsweise den Bereich der klassischen Industrierobotik, so befinden sich die Roboter in der Regel in abgeschlossenen Bereichen hinter Schutzzäunen und erledigen fest vordefinierte und sich permanent wiederholende Pick-and-Place-Operationen oder Bahnfolgeaufgaben ohne direkte Interaktion mit dem Menschen. Investitionen in solche Systeme setzen aus wirtschaftlicher Sicht im Allgemeinen sehr hohe Stückzahlen voraus. Eine Änderung der Aufgaben ist zwar grundsätzlich möglich, aber meist mit entsprechendem Programmieraufwand von zumindest fachlich geschultem Personal verbunden. Für klassische Industrieroboter gibt es eine Reihe von Entwicklungen, die eine sichere Interaktion von Mensch und Roboter ermöglichen sollen. Dabei übernimmt der Roboter beispielsweise die Aufgabe, schwere Lasten zu tragen und der Mensch steuert die translatorische Bewegung und Orientierung der Last im Raum durch direktes manuelles Führen der Last oder des Endeffektors. Typischerweise werden dazu im Endeffektor integrierte 6D-Kraftsensoren oder 6D-Mäuse, die beispielsweise an der zu führenden Last angebracht werden, eingesetzt. Durch Vorgabe virtueller Wände mit programmierbarem Impedanzverhalten (gewünschte Steifigkeit und Dämpfung) lässt sich die für den Roboter erlaubte Bewegung im Arbeitsraum einfach einschränken und auch steuern.

Kinästhetisches Lernen und kognitive Fähigkeiten

Heutzutage findet man auf dem Markt bereits eine Vielzahl von sogenannten »*Leichtbaurobotern*«, deren Traglast zwar beschränkt ist, die aber so konzipiert wurden, dass sie in direktem Kontakt sicher mit Menschen operieren können. Der durchschlagende Erfolg dieser Leichtbauroboter in den letzten Jahren ist, neben dem günstigen Anschaffungspreis von unter 20.000 Euro, nicht zuletzt dadurch begründet, dass man die Bewegungsaufgaben des Roboters nicht mehr aufwändig programmieren muss, sondern mithilfe von Konzepten wie dem kinästhetischen Lernen dem Roboter ohne großen zeitlichen Aufwand und technisches Detailwissen eine neue Aufgabe einlernen kann. Dabei wird die gewünschte Bewegung des Roboters dadurch »*programmiert*«, dass der Mensch den Roboter direkt in die Hand nimmt und die zu erledigende Aufgabe durch Führen des Endeffektors bzw. der Roboterarme vorzeigt. Andere Entwicklungen in diesem Bereich setzen auf Konzepte der virtuellen Realität, bei der die gewünschte Bewegung beispielsweise in einem Kamerabild der Umgebung virtuell vorgegeben werden kann, oder setzen auf das direkte Imitieren der Handbewegung des Menschen zum Teil mit instrumentierten Datenhandschuhen.

Up until now, automation has been focussed mainly on relatively simple, repetitive and monotonous activities. The new technologies now allow for developments which expand the reach of automation to more complex, individual tasks which to a certain degree even require cognitive skills. Most jobs include a number of different activities with varying degrees of COMPLEXITY (from an automation perspective), which is why there are only very few cases where the jobs themselves can be completely replaced by automation solutions.

If you consider the area of classical industrial robotics, for example, you will find that robots tend to be in enclosed areas behind safety fences, carrying out pre-defined and constantly repeating pick-and-place operations or path-folloeing sequence tasks without direct interaction with humans. From an economic point of view, investments in such systems generally require very high production volumes. While changing tasks is possible in principle, it usually requires considerable programming work by personnel with at least technical training. For classic industrial robots, there are a number of developments aimed at allowing for safe interactions between humans and robots. The robot can, for example, handle the task of carrying heavy loads, while the operator controls the translational motion and orientation of the load within the given space through a direct manual control of the load or the end effector. Typically, this is done using 6D force sensors integrated into the end effector or a 6D mouse attached to the load to be moved. By specifying virtual walls with programmable impedance behaviour (desired stiffness and damping), the robot's permitted motion within the working area can easily be both limited and controlled.

Kinaesthetic learning and cognitive skills

Nowadays, you can find a variety of so-called "*lightweight robots*" on the market. While their load capacity is limited, they have been designed in a way that makes them safe to operate in direct contact with humans. The resounding success of these lightweight robots over the past few years is not only due to the low purchase price of less than 20,000 euros, but also to the fact that the robot's motion tasks no longer require extensive and costly programming. Instead, concepts such as kinaesthetic learning can be used to teach a robot new tasks, without having to invest a great deal of time and effort or requiring detailed technical knowledge. For this, the robot's desired movement is "*programmed*" by having a person take the robot directly by the hand and demonstrating the task to be completed by guiding the end effector or the robot's arms. Other developments in this area focus on virtual reality concepts where the desired movement can, for example, be predefined virtually on a camera image of the environment. Another option would be a direct imitation of the human's hand movement, in some cases carried out with instrumented data gloves.

Das generelle Ziel hinter diesen Entwicklungen ist die Transformation des Roboters von einer starren, hoch spezialisierten Arbeitsmaschine hin zu einem flexiblen und adaptiven Werkzeug mit spezialisierten kognitiven Fähigkeiten. Dies gilt nicht nur für Roboter im herkömmlichen Sinne, sondern lässt sich in der einen oder anderen Form für sämtliche Anlagen, Maschinen und Werkzeuge als Trend wiederfinden. Diese Entwicklung ist unter anderem dadurch getrieben, dass durch die zunehmende Produktindividualisierung auch auf dem Massenmarkt die Variantenvielfalt sehr stark im Steigen begriffen ist und die Stückzahlen zum Teil zeitlich starken Schwankungen unterliegen. Derartige flexible Robotersysteme können den Einzug auch in Gebieten finden, in denen eine Automatisierung bisher mit zu großem technischen Aufwand und hohen Kosten verbunden war, beispielsweise in der Fertigung von Klein- und Kleinstserien im KMU-Bereich. Diese Transformation wird aber nur möglich sein, wenn es gelingt, Roboter und Maschinen sehr schnell für neue Aufgaben zu konfigurieren und in die gesamte Automatisierung einzubetten. Neben bzw. in Kombination mit den zuvor erwähnten Konzepten sind Entwicklungen der sprach- und gestenbasierten Steuerung und Programmierung für die Zukunft äußerst vielversprechend. Als Vision kann man sich Robotersysteme bzw. Werkzeuge vorstellen, denen man – ähnlich wie einem Menschen – Bewegungsabläufe bzw. Aufgaben vorzeigt und dazu verbale Anweisungen gibt, die dann entsprechend gelernt werden.

Wie Roboter sehen lernen und fingerfertig werden

Einen weiteren wesentlichen Grundstein für zukünftige Entwicklungen bilden 3D-Bildverarbeitungssysteme und Methoden des MASCHINELLEN LERNENS. Mithilfe der Bildverarbeitung soll es den Maschinen ermöglicht werden, die Form und Funktion von zu manipulierenden Objekten in Echtzeit zu erkennen, die Umgebung wahrzunehmen und eine (Qualitäts-)Kontrolle der durchgeführten Arbeiten vorzunehmen. Dies bildet auch die Basis für die Ermittlung von Greifpunkten und die kollisionsfreie Bahnplanung zur erfolgreichen Durchführung der gewünschten Manipulationsaufgaben. Man kann sich dabei sehr gut vorstellen, dass der Mensch dem Roboter über die oben erwähnten Methoden gewisse Aufgaben anlernt und im Anschluss das Arbeitsergebnis kontrolliert und eventuell gewisse Korrekturen vornimmt, die von der Bildverarbeitung und anderen Sensoren aufgezeichnet werden. Dies ermöglicht die Anwendung von Methoden des überwachten Lernens, um für gewisse Klassen von Aufgaben die Ergebnisse im Laufe der Zeit sukzessive zu verbessern. Die Fortschritte der Bildverarbeitung in Kombination mit maschinellem Lernen in den letzten Jahren sind beeindruckend. So gelang es beispielsweise der Universität Oxford gemeinsam mit Google DeepMind im Jahr 2016, ein System zum automatischen Lippenlesen zu entwickeln, das nur durch Bildaufzeichnung der Lippenbewegung auf Basis von lediglich 5.000 Trainingsstunden in sechs verschiedenen Fernsehprogrammen jede professionelle Lippenleserin und jeden professionellen Lippenleser leistungsmäßig deutlich in den Schatten stellt.

The general goal behind these developments is to transform the robot from a highly specialised work machine into a flexible and adaptive tool with specialised cognitive abilities. This not only applies to robots in the conventional sense, but can also be found – in one form or another – as a trend for any type of plant, machine or tool. Among other things, this development is driven by the fact that because of increasing product individualisation, the variety on the mass market is also growing considerably, while the volumes are, in some cases, subject to strong temporal fluctuations. Such flexible robot systems can also be deployed in areas where up until now the technical expense and costs related to automation were too high, for example in cases where SME need to produce small batches down to lot size one. However, this transformation will only be possible if we are able to rapidly configure robots and machines for new tasks and embed them in the overall automation. In addition to or in combination with the above-mentioned concepts, developments regarding language and gesture-based controls and programming offer an extremely promising option for the future. To visualise this, you can imagine robot systems or tools capable of learning motion sequences or tasks through demonstration supported by verbal instructions. In short: you could teach them in the same way you would teach a person.

How robots learn to see and become dexterous

3D image processing systems and MACHINE LEARNING methods constitute another important cornerstone for future developments. Image processing is intended to enable machines to recognise the form and function of objects to be manipulated in real time, to perceive their environment and to check the (quality of the) tasks performed. This also provides the basis for the determination of gripping points and the planning of collision-free paths in order to execute the desired manipulation tasks successfully. You can very well imagine that in a first step, people will teach certain tasks to the robot using the above-mentioned methods. Subsequently, they control the work results and, if necessary, make corrections which are then recorded by image processing and other sensors. This allows for the application of supervised learning methods in order to successively improve the results over time for certain categories of tasks. The progress made over the past few years with regard to image processing combined with machine learning has been impressive. For example, the University of Oxford partnered with Google DeepMind in 2016 to develop a system for automated lip reading. It is based on nothing but image recordings of lip movements, and after merely 5000 hours of training with six different TV programmes, it was able to easily outperform any professional lip reader.

In der Robotik kommen zusätzlich noch die Anforderungen an die manipulativen Fähigkeiten hinzu, weshalb die Endeffektoren auch eine besonders wichtige Rolle spielen, da diese die Schnittstelle zwischen dem Roboter und dem zu manipulierenden Objekt bilden. Auch wenn bestehende Systeme dem Menschen hinsichtlich Geschwindigkeit und Kraft bereits zum Teil überlegen sind, gibt es nach wie vor viele Aufgaben, bei der die Geschicklichkeit und Fingerfertigkeit der menschlichen Hand hinsichtlich sensorischer und manipulativer Fähigkeiten zurzeit noch nicht ersetzt werden kann. Ein Beispiel ist die flexible Handhabung formlabiler Materialien wie Textilien, Stoffe, dünne Folien, Leder etc. Die Herausforderungen bei der Manipulation dieser Materialien reichen von der großen Variantenvielfalt über die zum Teil erheblichen Parameterschwankungen, dem meist nichtlinearen Materialverhalten, die schwer vorhersehbare Verformung, den zum Teil empfindlichen Oberflächen bis hin zur Beschränkung möglicher Zugkräfte in bestimmte Richtungen.

Obwohl mit der Bekleidungs- und Konsumgüterindustrie gerade für diese Materialien ein riesiger Massenmarkt mit starker Produktindividualisierungstendenz vorliegt, überwiegt hier nach wie vor die Handarbeit. Die vorhandenen technischen Automatisierungslösungen sind aus heutiger Sicht zu inflexibel und teuer. Auch wenn hier technologisch noch sehr viel Arbeit notwendig ist, wurde das Potenzial einer kundenindividuellen Bekleidungs- und Schuhproduktion schon längst erkannt und große Firmen arbeiten bereits mit Hochdruck an entsprechenden Lösungen. Ein erfolgreiches Beispiel der jüngsten Zeit dafür ist die Speedfactory von adidas, Oechsler Motion und anderen Industriepartnern zur automatischen Produktion von Sportschuhen nach Maß, bei der unter anderem auch neuartige 3D-DRUCKVERFAHREN zum Einsatz kommen. Die Ideen für eine zukünftige individualisierte Bekleidungsproduktion sind ebenfalls schon sehr weit gediehen und reichen vom 3D-Scan der Kundinnen und Kunden, über virtuelle digitale Kleideranprobeassistenten mit integrierter Modeberatung bis hin zur automatischen Herstellung und zum Versand.

Langer Weg zu autonomen Systemen

Es ist noch ein sehr langer Weg hin zu einem autonomen hoch flexiblen Robotersystem, das in unstrukturierten Umgebungen selbstständig gewisse Aufgaben löst und in einem bestimmten Rahmen eigenständige Entscheidungen trifft. Die Entwicklung dorthin wird in evolutionären Schritten erfolgen und erfordert in den unterschiedlichsten Bereichen eine Reihe von weiteren technologischen Innovationen. Die bereits absehbaren und zum Teil schon in Umsetzung befindlichen Systeme sind Assistenzsysteme, die sensorische Daten erfassen und verarbeiten, mit Apriori-Wissen (Modellen und Erfahrungen) kombinieren und daraus über entsprechende Algorithmen Entscheidungsvorschläge machen, auf Gefahren hinweisen sowie die Durchführung bestimmter Aufgaben durch den Menschen unterstützen und erleichtern. Man denke hier etwa an Fahrerassistenzsysteme bei Arbeitsmaschinen, Autos oder Straßenbahnen.

In robotics, the requirements regarding manipulative skills also need to be considered. This is the reason why the end effectors play such an important role, as they constitute the interface between the robot and the object to be manipulated. Even if existing systems are already superior to humans in terms of speed and strength, there continue to be many tasks requiring such complex sensory and manipulative skills that the human hand with its agility and dexterity remains unmatched. One example for this is the flexible handling of deformable materials such as textiles, fabrics, thin film, leather, etc. The challenges in manipulating these materials include the great variant diversity, the parameter fluctuations, which in some cases can be quite substantial, the mostly non-linear behaviour of the material, the difficult-to-predict deformation, the sometimes very sensitive surfaces or even the limitation of possible tensile forces in certain directions.

Although the clothing and consumer goods industry offers a huge mass market with strong tendencies towards product individualisation for exactly these materials, manual work continues to be the predominant production method. From today's perspective, the existing technical automation solutions continue to be too inflexible and expensive. Even if a lot of technical work remains to be done in this respect, the potential for customised clothing and footwear production has long been recognised, and large companies are already working hard to develop suitable solutions. A successful recent example is the Speedfactory developed by adidas, Oechsler Motion and several further industry partners. It allows for the automated production of customised sports shoes, using, among other things, novel 3D PRINTING processes. The ideas regarding the future production of individualised clothing items are also already very advanced, ranging from 3D scans of customers to virtual digital clothes fitting assistants with integrated fashion advice and automated production and shipping.

The path to autonomous systems remains long

The path to an autonomous, highly flexible robot system which can independently solve certain tasks in unstructured environments and make its own decisions (within a certain framework) is still very long. Before we reach this point, the developments will occur in evolutionary bursts, requiring a fair number of further technological innovations in various areas. The foreseeable systems, which in some cases are already being implemented, are assistance systems which capture and process sensory data, combine it with a priori knowledge (models and experiences) and use according algorithms to make decision proposals, point out possible hazards, and support and facilitate the completion of certain tasks by humans.

Diese Assistenzsysteme haben den großen Vorteil, dass man durch den Eingriff des Menschen eine permanente Rückkopplung erhält und somit aus den gesammelten Daten über Methoden des maschinellen Lernens auch eine Verbesserung der zugrunde liegenden Modelle und Entscheidungsalgorithmen vornehmen kann. Natürlich müssen diese Systeme so konzipiert sein, dass eine sichere Interaktion zwischen Mensch und Maschine gewährleistet ist. Gerade diese letztere Anforderung macht die Aufgabe wesentlich anspruchsvoller, da man davon ausgehen muss, dass das Verhalten des Menschen in der Regel nicht vorhersehbar und modellierbar ist. Deshalb ist auch die Automatisierung von Systemen, die aus koexistierenden autonomen und vom Menschen gesteuerten Maschinen (Autos) besteht, wesentlich schwieriger im Vergleich zu rein autonomen Systemen.

Aufbauend auf diesen Assistenzsystemen kann erwartet werden, dass man hinreichend viel Informationen und Erfahrungen gewinnen kann, um in einem weiteren Schritt einzelne Aufgaben von den Maschinen autonom ausführen lassen zu können. Der Weg dorthin wird je nach Anwendungsbereich unterschiedlich aussehen, mit mehr oder weniger Aufwand verbunden sein und auch unterschiedlich lange dauern. So ist der autonome Betrieb in strukturierten Umgebungen wie in einer Lagerhalle ohne Menschen wesentlich einfacher als in unstrukturierten Umgebungen mit dynamisch veränderlichen Objekten wie im Straßenverkehr. Auch ist der Einsatz eines Staubsaugerroboters in einer Wohnung sicherheitstechnisch eher unkritisch und führt maximal zum Ärger der Benutzerin oder des Benutzers, wenn man den Roboter wieder einmal blinkend und piepsend zur Ladestation tragen muss. Beim autonomen Fahren im öffentlichen Straßenverkehr oder im industriellen Umfeld sind die diesbezüglichen Anforderungen an Sicherheit, Zuverlässigkeit, Robustheit und Verfügbarkeit natürlich um Größenordnungen höher.

Gerade die Fortschritte im Bereich des autonomen Fahrens, insbesondere im Bereich der robusten Umwelterfassung in unstrukturierten Umgebungen, in Kombination mit den stetig wachsenden Möglichkeiten der SENSORIK, Algorithmen und der Greifertechnologie, ermöglichen zukünftig auch die Entwicklung neuer Robotersysteme für bestimmte Aufgaben im Haushalts- und Servicebereich, beispielsweise das Abräumen im Restaurantbetrieb oder das Auffüllen von Regalen in Einkaufsgeschäften. Diese Technologien eröffnen aus Automatisierungstechnischer Sicht auch viele weitere neue Bereiche, die zurzeit noch weitestgehend von manueller Arbeit geprägt sind, wie beispielsweise der Baustellenbereich. Das Automatisierungspotenzial in diesem Bereich ist enorm und die Zukunftsvision reicht von koordinierten autonomen Arbeitsmaschinen (Kräne, Betonpumpen etc.) mit Überwachung durch Multicopter-Systeme bis hin zum Einsatz neuer Technologien des 3D-Betondruckes. Wie zuvor erwähnt, ist der nächste Schritt im Rahmen dieses evolutionären Prozesses die Entwicklung geeigneter Assistenzsysteme.

An example for this would be the driver assistance systems used in work machines, cars and trams. These assistance systems have the great advantage that human intervention provides permanent feedback, so that machine learning methods can be applied to the recorded data to improve the underlying models and decision algorithms. These systems must, of course, be designed in such a way that a safe human-machine interaction is ensured. It is precisely this latter requirement which makes the task so much more demanding, as it must be assumed that human behaviour can generally be neither predicted nor modelled. It is also the reason why the automation of systems consisting of coexisting autonomous and human-controlled machines (cars) is much more difficult when compared to purely autonomous systems.

Based on these assistance systems, it can be expected that it will be possible to gain sufficient information and experience to advance to a next phase, where individual tasks are autonomously handled by the machines. Depending on the respective area of application, the path to get to this point will be very different. And it will require more time and effort in some cases than in others. For example, autonomous operation in structured environments such as a warehouse without people is much easier than in unstructured environments with dynamically changing objects, as would be the case with traffic on the road. Similarly, from a safety perspective, the use of a robot vacuum cleaner in a residential setting is not exactly critical and in the worst case merely causes annoyance to the user when, yet again, the robot starts to blink and beep and needs to be carried to its charging station. For autonomous driving on public roads or in industrial environments, the according requirements with regard to safety, reliability, robustness and availability are, of course, several orders of magnitude higher.

Especially advances in the area of autonomous driving, in particular regarding the robust perception of the environment in unstructured surroundings, combined with the constantly improving capabilities in SENSOR technology, algorithmics and gripper technology will, in the future, also enable the development of new robot systems for specific household and service tasks, such as clearing tables at a restaurant or restocking shelves in stores. From an automation technology perspective, these technologies also open the doors to many further new areas such as, for example, the construction sector where manual labour continues to be predominant today. The automation potential in this area is enormous, and the visions for the future range from coordinated autonomous work machines (cranes, concrete pumps, etc.) monitored by multicopter systems to the use of new technologies for 3D concrete printing. As previously mentioned, the next steps in this evolutionary process will be the development of suitable assistance systems.

Integration entlang der Wertschöpfungskette

In typischen Produktions- und Fertigungsprozessen sind die zuvor diskutierten Robotersysteme, wenn überhaupt vorhanden, nur ein Teil der gesamten Automatisierungslösung. Eine Voraussetzung, um den vollen Nutzen aus der Automatisierung zu ziehen, ist die systematische digitale Vernetzung und Integration der Anlage entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Dabei ist man bestrebt, für sämtliche Subsysteme, Aggregate und Komponenten sowie für das Produkt selbst ein digitales Abbild (»Digital Twin«) zu entwickeln, das auf (physikalisch basierten) mathematischen Modellen, Apriori-Wissen und sensorischer Information beruht. Je nach Aufgabenstellung müssen diese Modelle ein unterschiedliches Abstraktionsniveau aufweisen und immer einen Kompromiss zwischen gewünschter Genauigkeit sowie notwendigem Rechen- und Speicheraufwand darstellen. Die Zukunft liegt hierbei in einer geeigneten Kombination aus datengetriebenen und physikalisch basierten Modellen, wobei letztere das Apriori-Wissen systematisch abbilden und gemeinsam mit Data-Analytics-Methoden und Sensorfusionsalgorithmen helfen, die zum Teil erheblichen Datenmengen geeignet zu strukturieren und für die jeweilige Fragestellung die gewünschte kondensierte Information zu extrahieren. Der Einsatz von rein datengetriebenen Verfahren ohne systematische Berücksichtigung des anlagenspezifischen Know-hows und der zugrunde liegenden Technologien scheint in vielen Fällen nicht sehr erfolgversprechend.

Die meisten Prozesse weisen eine nicht unwesentliche dynamische Komponente auf und sind stark miteinander verkoppelt. Deshalb ist in den sensorischen Daten zu einem bestimmten Zeitpunkt die Vergangenheit mitabgebildet und muss bei der Analyse auch systematisch mitberücksichtigt werden. Für die optimale Prozessführung müssen Modelle und Beobachterkonzepte zur Verfügung gestellt werden, die um ein Vielfaches schneller berechnet werden können als der Prozess selbst in Echtzeit abläuft. Neuere Konzepte nutzen dabei geschachtelte Echtzeitoptimierungsverfahren mit unterschiedlichen Horizontlängen in die Zukunft, um auf Basis der Auftragslage die Produktreihenfolge, die Zeitplanung sowie die transiente Steuerung und Regelung der einzelnen Aggregate unter systematischer Berücksichtigung sämtlicher Beschränkungen zu berechnen. Dabei ist es dann über die Wahl bzw. Parametrierung der Gütefunktion einfach möglich, unterschiedliche Fahrweisen, je nach Auftragslage beispielsweise durchsatz- oder energieoptimal, zu realisieren. Das Vorhandensein eines geeigneten digitalen Abbildes der Produkte und Rohstoffe entlang der gesamten Lieferkette eröffnet auch über die Grenzen einer einzelnen Produktionsanlage hinweg vollkommen neue Möglichkeiten. Beispielsweise können auf Basis eines geeigneten digitalen Abbildes der zugelieferten Produkte und Rohstoffe Vorsteuerstrategien für die nachgelagerten Prozess- bzw. Fertigungsschritte berechnet werden, sodass die endgültige Produktqualität trotz variierender, aber über das digitale Abbild bekannter Eigenschaften der zugelieferten Rohstoffe und Produkte stets optimal ist.

Integration along the value chain

In typical production and manufacturing processes, the robot systems discussed above are – if at all – only a part of the overall automation solution. A prerequisite for the exploitation of the full benefits offered by automation is a systematic digital interconnection and integration of the system along the entire value chain. The efforts focus on developing a digital image (*“digital twin”*) on the basis of (physically-based) mathematical models, a priori knowledge and sensory information for all subsystems, aggregates and components as well as the product itself. Depending on the task at hand, these models require different levels of abstraction and must always strike a compromise between the desired accuracy and the necessary computing power and storage space. Here, the future lies in a suitable combination of data-driven and physically-based models. The latter systematically cover the a priori knowledge and, in combination with data analytics methods and sensor fusion algorithms, help to structure the (in some cases) significant amounts of data in a suitable manner and to extract the condensed information needed for the individual issue at hand. In most cases, the use of purely data-driven processes without a systematic consideration of system-specific know-how and the underlying technologies does not appear to be very promising.

Most processes exhibit quite a significant dynamic component and are strongly linked to each other. That is why the sensory data at a certain point in time contain information about the past which must be systematically taken into account during analysis. For optimal process control, models and observer concepts are needed that can be calculated many times faster than the process itself needs in real time. For this, newer concepts use nested realtime optimisation procedures with different future horizons in order to calculate the product sequence, time tabling and the dynamic control and regulation of the individual aggregates on the basis of the order situation, systematically taking all restrictions into account. The selection or parameterisation of the objective function then easily allows for different modes of operation. For example, depending on the order situation, the optimisation can focus on maximising either throughput or energy efficiency. The existence of a suitable digital image of the products and raw materials along the entire supply chain also creates completely new possibilities beyond the borders of an individual production plant. For example, a suitable digital image of the supplied products and raw materials allows for the calculation of feedforward strategies for downstream processes or manufacturing steps, so that the final product quality is always optimal – even if the properties of the supplied raw materials and products are varying but known (via the digital image).

Automatisierungsgerechtes Design

Eine Umsetzung solcher Konzepte erfordert eine vollständige digitale Integration der gesamten Anlage und eine zumindest teilweise Verschmelzung der unterschiedlichen Ebenen der traditionellen Automatisierungspyramide (ERP, MES, SCADA, SPS, Sensoren/Aktoren). Das Hauptproblem bei vielen praktischen Umsetzungen ist das Fehlen von standardisierten und offenen Schnittstellen zwischen den einzelnen Systemen. Diese sind aber eine wesentliche Voraussetzung für die rasche Weiterentwicklung und Umsetzung dieser Technologien. Aus Sicht der Automatisierung muss auch die Art und Weise, wie die Produkte hergestellt werden – von den Rohstoffen über das Herstellverfahren bzw. die Montage bis hin zum Recycling – im Sinne eines automatisierungsgerechten Designs unter Beachtung der heutigen Möglichkeiten der Digitalisierung und Automatisierung komplett neu überdacht werden. Das bereits zuvor erwähnte Beispiel der Speedfactory zur Produktion von Sportschuhen nach Maß – individuell je Kundin oder Kunde – setzt unter anderem neuartige 3D-Druckverfahren zur Herstellung der Schuhsohlen ein. Aus Sicht der Automatisierung macht es zum Teil wenig Sinn, gewisse Arbeitsschritte, die ursprünglich für eine möglichst effiziente manuelle Fertigung konzipiert wurden, direkt zu automatisieren. Meist führt dies nur zu teuren hoch spezialisierten Lösungen. Eine Überarbeitung der Produktionstechnologie aus systemischer Sicht unter Berücksichtigung der Möglichkeiten der Digitalisierung und Automatisierung scheint zumindest langfristig der einzig sinnvolle Weg zu sein. Hier ist ein hohes Maß an Innovation und Kreativität gefordert. Das Potenzial einer hoch flexiblen Produktion auch für Klein- und Kleinstserien mithilfe moderner Automatisierungstechnologien und (digitaler) Assistenzsysteme, die im Laufe der Zeit zumindest für bestimmte Aufgaben durch (semi-)autonome Systeme ersetzt werden können, ist mittel- und langfristig gerade für Hochlohnländer wie Österreich sehr groß.

Die Automatisierung wird sich auch in absehbarer Zukunft primär auf Aufgaben konzentrieren, die in einem bestimmten Rahmen vorhersehbar und planbar sind, Planungs- und Bewegungsaufgaben beinhalten, die nicht jedes Mal komplett unterschiedlich und gleichzeitig mit großer Fingerfertigkeit und Geschicklichkeit verbunden sind, und in der Regel wenig menschliche Interaktion erfordern. So ist beispielsweise die Aufgabe, herumliegende Gegenstände in einem Büro vom Boden aufzuheben und anschließend den Boden zu reinigen, zurzeit noch Gegenstand von unzähligen Forschungsprojekten, es ist aber durchaus realistisch, dafür eine funktionsfähige technische Lösung in naher Zukunft zu erarbeiten. Im Gegensatz dazu bleibt beispielsweise die Aufgabe, die Dichtung einer tropfenden Spüle zu wechseln, wohl noch sehr lange dem Menschen vorbehalten und wird in absehbarer Zeit nicht von einem »Installateur-Roboter« erledigt werden können. Aus Sicht der Automatisierung wird die Anzahl an digitalen Assistenten und Assistenzsystemen entsprechend zunehmen. Gerade deshalb werden für den Arbeitsmarkt neben der fachlichen Expertise in den MINT-Fächern im besonderen Maße Empathie, SOZIALE KOMPETENZ, kulturelles Verständnis, Kommunikationsfähigkeiten, Innovation und Kreativität, Logik und das Verständnis für Zusammenhänge im Gegensatz zum reinen Faktenwissen noch mehr an Bedeutung gewinnen.

Automation-compatible design

The implementation of such concepts requires a complete digital integration of the entire plant, or at least a partial fusion of the different levels of the traditional automation pyramid (ERP, MES, SCADA, PLC, sensors/actuators). The main problem with many practical implementations is the lack of standardised and open interfaces between the individual systems. These are, however, an essential prerequisite for a rapid further development and implementation of these technologies. From an automation perspective, the manner in which goods are produced – from raw materials to the manufacturing procedure, from assembly to recycling – needs to be completely rethought, taking current digitisation and automation possibilities into account, in order to develop a design suitable for automation. In the above-mentioned example, the Speedfactory is able to produce customised sports shoes by resorting to novel 3D printing methods for the production of the shoe soles. From an automation perspective, it frequently makes little sense to directly automate certain work steps which were originally designed in a way that maximises the efficiency of manual production. In most cases, this results in expensive, highly specialised solutions. An overhaul of the production technology from a systemic perspective, taking the possibilities of digitisation and automation into account, seems like the only sensible way forward, at least in the long term. A high degree of innovation and creativity is required. From a medium- and long-term perspective, the potential for a highly flexible production of even small batches down to lot size one using modern automation technologies and (digital) assistance systems which, at least for certain tasks, can over time be replaced by (semi-)autonomous systems is quite substantial – in particular for high-wage countries such as Austria.

For the foreseeable future, automation will focus primarily on tasks which are predictable and plannable within a certain framework, include planning and motion tasks which are not completely different every time and do not rely on a considerable degree of skill and dexterity, and usually require little interaction with humans. The task of picking up objects lying around an office and then cleaning the floor, for example, is currently being investigated in a number of research projects. But it is quite realistic that viable technical solutions for this scenario will be developed in the near future. On the other hand, the task of changing the seal under a dripping sink, for example, will most likely continue to be reserved for humans for quite some time, and it is not foreseeable that such tasks will be handled by "plumber robots" any time soon. From an automation perspective, the number of digital assistants and assistance systems will increase accordingly. For this very reason, not only specialist skills in STEM subjects will continue to gain importance for the labour market, but also factors such as empathy, SOCIAL COMPETENCY,

Automatisierungsgrad hängt von vielen Faktoren ab

Eine häufig gestellte Frage ist, wie hoch der Automatisierungsgrad, also das Verhältnis von automatisierten Arbeitsschritten zur Gesamtzahl von Arbeitsschritten (automatisiert und manuell), in den unterschiedlichen Bereichen sein wird. Darauf lässt sich keine generelle Antwort geben, da die Lösungen von Branche zu Branche und von Anwendung zu Anwendung unterschiedlich aussehen werden. Die Höhe des Automatisierungsgrades hängt neben der technologischen Verfügbarkeit einer Lösung insbesondere vom Aufwand und den Kosten für die praktische Umsetzung und der Zeit, wann sich diese Investition wirtschaftlich rechnet, ab. Dies ist auch einer der Gründe dafür, warum manche technische Lösungen, die in einem Labor einer Forschungseinrichtung prototypisch funktionieren, zum Teil viele Jahre brauchen, um auf den Markt zu kommen. Die Erfahrung zeigt, dass der technische Aufwand und die Kosten übermäßig stark ansteigen, wenn man den Automatisierungsgrad an die 100-Prozent-Grenze treiben möchte, da damit sämtliche jemals möglichen Ausnahmestände durch das System abgedeckt werden müssen. Auch wenn die Wirtschaftlichkeit gegeben ist, spielen Fragen der Zuverlässigkeit und Sicherheit des Systems sowie juristische, soziale und ethische Überlegungen eine entscheidende Rolle dafür, wie hoch der Automatisierungsgrad im Endeffekt ausfallen wird.

Aus automatisierungstechnischer Sicht sind der Phantasie hier nahezu keine Grenzen gesetzt und die dabei entstehenden neuen Aufgaben und Tätigkeiten für den Menschen werden sich, wie dies auch bisher immer der Fall war, zum Teil erst mit der Technologie mitentwickeln. Die Automatisierung, egal wie fortgeschritten und ausgeklügelt die Systeme auch werden, hat die Aufgabe, dem Menschen zu dienen – und dafür müssen wir in der Entwicklung auch Sorge tragen. ✖

cultural understanding, communication skills, innovation and creativity, logic and the comprehension of relationships, rather than purely factual knowledge.

The degree of automation depends upon many factors

A frequently asked question pertains to the degree of automation, i. e. the number of automated work steps as a percentage of the total number of (automated and manual) work steps, that is to be expected in the different areas. There is no general answer to this question, as the solutions will be very different from one industry to the next, and from one application to another. Apart from the technological availability of a solution, the degree of automation depends in particular on the effort and the costs for its practical implementation, as well as the time it takes before the investment pays off. That is also one of the reasons why it can take many years before some of the technical solutions which work as prototypes in lab settings or at research institutions find their way onto the market. Experience has shown that technical overhead and costs increase excessively if you try to achieve complete, 100 percent automation, as any exceptional situation which might ever arise must be anticipated by the system. Even if a solution is economically viable, there are still issues such as the reliability and safety of the system as well as legal, social and ethical considerations which play a crucial role in determining the ultimate degree of automation.

From a technical automation perspective, there are no limits to imagination, and the resulting new tasks and activities for humans will, as has always been the case, gradually emerge in the course of the implementation of the technologies. No matter how advanced and sophisticated the systems become – the objective of automation is to serve humans, and it is up to us who are working in development to ensure that this is the case. ✖

Martin Kugler



Die vielen Gesichter der »Industrie 4.0« The many faces of the “Industry 4.0”

Martin Kugler ist seit 20 Jahren als Wissenschaftsjournalist tätig. Er studierte Lebensmittel- und Biotechnologie an der Universität für Bodenkultur und beschäftigte sich postgradual mit Wirtschafts- und Rechtswissenschaften. Ab 1997 war er bei der Tageszeitung „Die Presse“ im Wissenschafts- und im Wirtschaftsressort beschäftigt, zuletzt leitete er die Forschungsbeilagen der „Presse“. Seit 2014 ist Kugler Chefredakteur des »UNIVERSUM Magazins«, darüber hinaus ist er für zahlreiche andere Medien als Kolumnist aktiv und verfasst Beiträge für Buchveröffentlichungen. Er wurde überdies zum stellvertretenden Vorsitzenden des Klubs der Bildungs- und WissenschaftsjournalistInnen gewählt.

Martin Kugler has been working as a science journalist for 20 years. He studied food science and biotechnology at the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, and attended post graduate courses in economics and law. From 1997 onwards, he worked for the science and economic departments of the Austrian daily newspaper „Die Presse“, where most recently he was the head of the newspaper’s science supplements. Since 2014, Kugler has been editor in chief of the Austrian monthly journal „UNIVERSUM Magazin“. In addition to this, he works as a columnist for numerous other media and has contributed own articles to book publications. He has been elected the deputy chairman of the Austrian Club of Science and Education Journalists.

Die zunehmende Digitalisierung macht nicht nur die Produktion flexibler, effizienter und billiger. Wie die OECD in ihrem umfassenden Bericht *The Next Production Revolution* ausführt, hat sie auch das Potenzial, ganze Industrie-sektoren zu transformieren und aus reinen Güterproduzenten Dienstleister zu machen. Die Transformation geht zwar schneller als bei bisherigen Industriellen Revolutionen, doch die Entwicklung brauche dennoch ihre Zeit, so die OECD.

Die Güterproduktion könnte in ein paar Jahren so aussehen: Nachdem Designerinnen und Designer ein neues Produkt entworfen und per 3D-DRUCK einen Prototypen hergestellt haben, laden sie die Daten auf einen Online-Marktplatz, auf dem sich ein Produzent meldet, mit dem ein Vertrag abgeschlossen wird. Anhand der Daten werden Maschinen und ROBOTER programmiert, die die Komponenten produzieren und den gewünschten Gegenstand zusammenbauen. Nach der Verpackung gehen die Produkte in ein vollautomatisches Lager und werden auf Basis von Online-Bestellungen ausgeliefert. Bei allen Stufen entstehen ungemein viele Daten, die dafür herangezogen werden, den gesamten Ablauf optimieren. An dem gesamten Prozess ist kein einziger Mensch beteiligt: Alle Schritte werden von Computersystemen gesteuert und koordiniert.

Increasing digitisation not only makes production more flexible, efficient and cheap. As the OECD states in its comprehensive report *The Next Production Revolution*, it also has the potential to transform entire industry sectors and to convert pure producers of goods into service providers. According to the OECD, the transformation is happening faster than in previous industrial revolutions. Nevertheless, the developments will still require a fair amount of time.

In a few years, the production of goods could look like this: after designers have developed a new product and created a prototype via 3D PRINTING, they upload the data to an online marketplace. A producer sees the data and gets in touch, before finally a production contract is concluded. The data is then used to program machines and ROBOTS which produce the components and assemble the final product. After packaging, the product is transferred to a fully automated warehouse from where it is delivered upon receipt of an online order. At each stage, enormous amounts of data are generated which are then used to optimise the entire process. Not a single human being is involved in the whole process: all steps are controlled and coordinated by computer systems.

Ist das reine Zukunftsmusik? »Die derzeitige Leistungsfähigkeit von Maschinen legt nahe, dass dieses hypothetische Szenario durchaus möglich ist«, heißt es in dem von der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development) im Frühsommer herausgegebenen Bericht *The Next Production Revolution*. Für diese Entwicklungen, die die Produktion in den nächsten zehn bis fünfzehn Jahren stark beeinflussen werden, wurde im deutschsprachigen Raum das Schlagwort »INDUSTRIE 4.0« etabliert, im englischen Sprachraum kursieren dafür auch Begriffe wie »industrial internet«, »advanced manufacturing« oder »network manufacturing«. »Daten werden zentral für die Produktion im 21. Jahrhundert sein«, heißt es in dem Bericht. »Digitalisierung verspricht größere Kontrolle über die Produktion, höhere Flexibilität und reduzierte Kosten«, formulieren die OECD-Expertinnen und -Experten kurz und bündig.

Sie führen eine Reihe von Beispielen an: Die Kombination von neuen Sensoren, Steuerungseinrichtungen, Datenanalyse, Cloud Computing und Internet der Dinge ermöglichen zunehmend intelligente und autonome Maschinen sowie Systeme, die Fehler in manchen Produktionsprozessen fast zur Gänze eliminieren könnten. Roboter werden nicht nur in der Automobilindustrie, sondern zunehmend auch in anderen Bereichen eingesetzt, weil sie schneller, stärker, präziser und beständiger als menschliche ARBEITSKRÄFTE sind. Die Technologien bilden darüber hinaus die Basis für künstliche Intelligenz, die wiederum autonom agierende Maschinen denkbar macht. Wenn intelligente Systeme die Notwendigkeit von Wartung prognostizieren, könnten überdies Stillstandzeiten von Maschinen und Reparaturkosten stark reduziert werden. Große Einsparungen können auch durch die Simulation industrieller Prozesse, noch bevor diese implementiert werden, erzielt werden. Und schließlich erfordern und ermöglichen die neuen Technologien innovative Arten der Kollaboration zwischen Mensch und Maschine.

Kombination mit anderen Technologien

Die Digitalisierung ist allerdings nicht losgelöst von Fortschritten in anderen Technologien, die sich gegenseitig ergänzen und sich in ihrer produktivitätssteigernden Wirkung verstärken. Als weitere Schlüsseltechnologien werden in dem Bericht insbesondere die industrielle Biotechnologie, der 3D-Druck, maßgeschneiderte neue Werkstoffe sowie die Nanotechnologie genannt.

Die überragende Bedeutung der digitalen Technologien betrifft allerdings nicht nur die Produktion im engeren Sinne. Diese Technologien befähigen die Hersteller darüber hinaus, neue Geschäftsmodelle zu eröffnen und zunehmend auch zum Anbieter von Dienstleistungen zu werden. Diese transformative Wirkung wird anhand einiger realer Fallstudien illustriert.

Als ein auf den ersten Blick überraschendes Beispiel für die Nutzung von BIG DATA wird die Landwirtschaft genannt. Durch zeitnahe Analyse von Daten – die zum einen von Sensoren auf den Maschinen und zum anderen von Satelliten kommen – sowie durch Telekommunikation lassen sich im Rahmen der Präzisionslandwirtschaft (»Precision Farming«) der Anbau, die Bewässerung, die Düngung und die Ernte auf zwei Zentimeter genau durchführen. Dadurch kann im Prinzip jede einzelne Pflanze optimal betreut werden, wodurch der Ressourceneinsatz optimiert werden kann. Um das zu ermöglichen, hat der Agrarmaschinenhersteller John Deere schon vor einigen Jahren

Is this scenario really still a long way off? The report entitled *The Next Production Revolution*, published by the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) earlier this summer, comes to the conclusion that “the current operational performance of machines suggests that this hypothetical scenario is indeed possible.” In the German-speaking region, the term “INDUSTRY 4.0” has been coined for these developments which over the next 10 to 15 years will have a strong impact on production processes. In English-speaking areas, terms such as “industrial internet”, “advanced manufacturing” or “network manufacturing” are commonly used. The report states that “data will be central to production in the 21st century.” In a nutshell, the OECD experts say, “digitisation promises greater control over the production, a higher degree of flexibility and reduced costs.”

They offer a number of examples: the combination of new sensors, control equipment, data analysis, cloud computing and the Internet of Things allows for increasingly intelligent and autonomous machines and systems which – in some production processes – could eliminate errors almost entirely. In the future, robots will not only be used in the automotive industry, but increasingly also in other areas, as they are faster, stronger, more precise and more consistent than HUMAN WORKERS. The technologies furthermore provide the basis for artificial intelligence which in turn would possibly allow for fully autonomous machines. If intelligent systems forecast maintenance requirements, this could furthermore result in a significant decrease in the downtime of machines as well as repair costs. Considerable savings can also be achieved by simulating industrial processes prior to their implementation. And finally, the new technologies require and enable innovative forms of collaboration between man and machine.

Combination with other technologies

However, digitisation is not uncoupled from advances in other technologies which complement and reinforce each other with regard to their productivity-enhancing impact. As further key technologies, the report points in particular to industrial biotechnology, 3D printing, customised new materials and nanotechnology.

The overwhelming significance of digital technologies, however, affects more than just production in a narrow sense. It also empowers manufacturers to devise completely new business models and to increasingly act as service providers to their customers. This transformative effect is illustrated by several real-world case studies.

One example for the use of BIG DATA, which at first glance may seem surprising, comes from the field of agriculture. A near real-time analysis of data – collected by sensors mounted on machines as well as satellites – combined with telecommunication technologies allows for “precision agriculture”, where

begonnen, eine umfangreiche Infrastruktur von Telekommunikationslösungen auf dem Feld, Sensornetzwerke auf den Maschinen und ein Datenzentrum zu schaffen, in dem alle Daten zusammenlaufen, mit Informationen von Satelliten und Wetterstationen verknüpft und mithilfe eigens entwickelter Algorithmen ausgewertet werden. Mit den so gewonnenen Daten werden schließlich die Maschinen gesteuert. Darüber hinaus beschäftigt das Unternehmen Datenwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, die über den spezifischen Anwendungsfall hinaus in der Gesamtheit der Daten nach versteckten Mustern suchen, die über bisher unbekannt Zusammenhänge Aufschluss geben könnten. Der reine Hersteller von landwirtschaftlichen Geräten wurde dadurch zu einem Dienstleistungsanbieter für Landwirtinnen und Landwirte. Um all das zu schaffen, hat das Unternehmen die Forschungsquote auf mehr als fünf Prozent des Umsatzes ausgeweitet – was für diese Branche ein außergewöhnlich hoher Wert ist.

Dienstleistungen für Fluglinien

Eine ähnliche Transformation hat der Hersteller von Flugzeugtriebwerken, Rolls-Royce, durchgemacht. Anstatt ein reiner Lieferant und Anbieter von Wartungsarbeiten zu sein, wurde ein Servicemodell namens »*Power by the Hour*« (PBH) ins Leben gerufen, bei dem die Kunden nicht mehr das Triebwerk als solches kaufen, sondern für die Nutzung pro Betriebsstunde bezahlen. Dass sich das rechnet, wird durch die Nutzung digitaler Technologien möglich: Durch eine Optimierung der Instandhaltung kann die Zeitdauer verlängert werden, die ein Triebwerk am Flügel verbleibt. Rolls Royce entwickelte das neue Servicemodell in drei Stufen: Zuerst wurden Daten aus einem Sensornetzwerk genutzt, um den Service der Triebwerke zu managen. In einem zweiten Schritt wurden daraus Informationen generiert, die die Kunden auch in anderen Bereichen unterstützen. Im dritten Schritt schließlich wurden alle Daten aller Triebwerke integriert, um das gesamte System zu optimieren – wodurch Störungen insgesamt minimiert werden können.

Als Beispiel dafür, wie Cloud Computing das Geschäftsmodell verändern kann, zitieren die OECD-Expertinnen und -Experten den Flugzeughersteller Boeing. Flugzeuge sind vollgepackt mit Elektronik, die laufend überwacht wird – nach Angaben des Herstellers werden in einer Boeing 787 nicht weniger als 146.000 Datenpunkte kontinuierlich durch On-Board-Systeme überwacht und die Daten in Rechenzentren übermittelt. In einer Serviceplattform namens »*Boeing Edge*« werden diese Daten dazu genutzt, um den Kunden zusätzliche Dienstleistungen anbieten zu können, etwa für ein verbessertes Flottenmanagement. Darüber hinaus hat Boeing eine »*Digital Aviation Platform*« ins Leben gerufen, auf der Entwicklerinnen und Entwickler auf Basis der erhobenen Daten auch andere Anwendungen anbieten können. Dass all diese Daten auch für die Optimierung der Lieferantennetzwerke und des Zusammenbaues der Komponenten in der Fabrik genutzt werden, versteht sich schon fast von selbst.

Datenanalyse in der Autoindustrie

Solche Methoden werden längst auch schon von Automobilherstellern genutzt. Neben der Optimierung der Zulieferketten – die Komponenten machen immerhin ein Drittel der Wertschöpfung aus –, steht dabei das Design der Fahrzeuge im Zentrum. Daten aus der Produktion und aus dem realen Betrieb der Fahrzeuge ermöglichen die Simulation vieler Design-Varianten, noch bevor erste Prototypen gebaut werden. So kann etwa abgeschätzt werden,

cultivation, irrigation, fertilisation and harvesting is optimised down to an area of two centimetres. In principle, this makes it possible to offer optimal care to each and every plant, thereby optimising the use of resources. In order to make this possible, the farm equipment manufacturer John Deere began a few years ago to create an extensive infrastructure of telecommunication solutions in the field, sensor networks on its machines and a data centre where all the data is gathered, combined with information from satellites and weather stations and then evaluated through specially developed algorithms. The data derived therefrom is then used to control the machines. In addition to this, the company employs data scientists who look past specific application cases and analyse the totality of the data in order to identify hidden patterns which might provide insights into previously unknown interdependencies. With this, the pure manufacturer of agricultural equipment has become a service provider for farmers. In order to achieve all of this, the company has increased its investments in research to more than 5 percent of its revenues – an exceptionally high value for this industry.

Service for airlines

The manufacturer of aircraft engines Rolls-Royce has undergone a similar transformation. Instead of being a pure supplier and provider of maintenance work, the company created a service model called "*Power by the Hour*" (PBH). With this, customers no longer purchase an engine on its own, but rather pay for its usage by hour of operation. The use of digital technologies makes such a model feasible: the optimisation of maintenance work extends the time during which an engine remains on the wing. Rolls-Royce developed its new service model in three phases: first, data from a sensor network was used to manage the servicing of the engines. In a second step, this data was used to generate information supporting customers in other areas. In a last step, all data from all engines was finally integrated in order to optimise the entire system – thereby minimising the overall number of incidents.

For an example regarding ways in which cloud computing can change a business model, the OECD experts point to aircraft manufacturer Boeing. Airplanes today are jam-packed with electronics which are constantly monitored. According to the manufacturer, the on-board systems of a Boeing 787 continuously monitor a total of 146,000 data points, with all data being transmitted to data centres. On a service platform called "*Boeing Edge*", this data is used to offer customers additional services, allowing them, for example, to improve their fleet management. Boeing has furthermore created a "*Digital Aviation Platform*" where developers can also offer further applications based on the collected data. It goes without saying that all of this data is also used to optimise the supplier networks as well as the assembly of components at the factory.

welche Konsequenzen ein Leichtbauteil auf den Verbrauch oder auf die Kosten haben wird. In Zukunft wird die Analyse von Daten in der Automobilbranche noch wesentlich wichtiger werden: Schätzungen zufolge hängen 90 Prozent aller neuen Funktionen von Autos mit Softwarelösungen zusammen. Elektroautos, deren Programmcode typischerweise zehn Millionen Programmzeilen lang ist, liefern im Betrieb 100-mal mehr Daten als herkömmliche Fahrzeuge. Der Gipfelpunkt dieser Entwicklung werden wohl autonom fahrende Fahrzeuge sein: Zwischen 60 und 80 Prozent der Entwicklungskosten betreffen dabei die Computersteuerungen.

Dass Daten aus dem Betrieb von Fahrzeugen zunehmend wertvoll sind, zeigt auch das Beispiel des schwedischen Lkw-Herstellers Scania. Schon vor Jahren begann das Unternehmen, über eine eigene Plattform Daten von Sensoren in den Fahrzeugen zu sammeln, um die Effizienz der Fahrzeuge zu analysieren. Damit begann eine Transformation des Unternehmens: Zusätzlich zum Produzenten (und Anbieter von Finanzierungen), wurde Scania auch zum Dienstleister in den Bereichen Logistik, Instandhaltung oder Assistenzsysteme der Lkw-Fahrerinnen und -Fahrer. Heute erzielt Scania nach eigenen Angaben bereits ein Sechstel des Umsatzes mit Dienstleistungen, die auf der Analyse von Daten beruhen. Um diese Geschäftszweige weiter ausweiten zu können, werden verstärkt Kooperationen mit IKT-Anbietern geschlossen.

Komplexere Wettbewerbslandschaft

Diese Beispiele zeigen deutlich, so betonen die OECD-Expertinnen und -Experten, dass die Digitalisierung die Wettbewerbslandschaft wesentlich KOMPLEXER macht – und dass Kooperationen über Branchengrenzen hinweg künftig zum Normalfall werden.

Im Vergleich zu früheren Industriellen Revolutionen, die von Dampfmaschinen und Elektrifizierung ausgelöst wurden, werde der Transformationsprozess durch die Digitalisierung wesentlich rascher vor sich gehen, heißt es in dem Bericht. Allerdings brauche es dennoch einiges an Zeit, bis sich die Technologien in der Wirtschaft ausbreiten und die Effekte auf die PRODUKTIVITÄT voll entfalten. Im Jahr 2025 könnte das eingangs beschriebene Szenario jedenfalls Realität sein, so die OECD. ✖

Data analysis in the automotive industry

Such methods have long been used by automotive manufacturers, as well. Apart from the optimisation of supply chains – after all, the components account for one third of the value added – the main focus here is on the design of vehicles. Data from production operations and the actual use of the vehicles makes it possible to simulate many design variations, long before even the first prototype is built. This allows forecasts e.g. regarding the impact of a lightweight component on fuel consumption and costs. In the future, the analysis of data will become even more important for the automotive industry: according to estimates, 90 percent of all new features in vehicles are related to software solutions. Electric cars – which typically run on ten million lines of program code – provide 100 times more operating data than conventional vehicles. The culmination of this development will likely be autonomous vehicles: between 60 and 80 percent of the according development costs are related to computer controls.

The example of the Swedish truck manufacturer Scania also shows how valuable data from the operation of vehicles is becoming. Years ago, the company started collecting data from sensors in the vehicles through a proprietary platform, in order to analyse the efficiency of its vehicles. This decision kicked off a transformation of the entire company: apart from being a producer (and financing provider), Scania has become a service provider in the area of logistics, maintenance and assistance systems for truck drivers. By its own account, Scania today already generates one sixth of its revenues through services based on data analysis. In order to further expand these lines of business, the company is entering into more and more partnerships with ICT providers.

A more complex competitive landscape

According to the OECD experts, these examples clearly show that digitisation is making the competitive landscape much more COMPLEX – and that cooperation across industries will become the normal scenario of the future.

Compared to previous industrial revolutions which were set off by steam engines and electrification, the report says, the transformation process caused by digitisation will happen much faster. However, it will most likely take a while for the technologies to spread throughout the economy and develop their full impact on PRODUCTIVITY. By the year 2025, the OECD states, the scenario described above could most certainly have become reality. ✖

Martin Kugler

»Pilotfabrik Industrie 4.0«:
Wo die Zukunft geprobt wird
“Pilot Plant Industry 4.0:
rehearsing for the future”

Unter Federführung der Technischen Universität Wien entsteht in der Seestadt Aspern ein Testfeld für die Produktion der Zukunft. Der Fokus liegt auf der Mensch-Maschine-Kollaboration.

Im Technologiezentrum researchTub bauen Forscherinnen und Forscher der TU Wien derzeit die »Pilotfabrik INDUSTRIE 4.0« auf: eine voll funktionstüchtige Fertigungsanlage, in der alle Maschinen »smart« sowie alle Bereiche miteinander vernetzt sind und innovative Technologien in der Praxis getestet werden können. In die 900 Quadratmeter große Anlage werden rund vier Millionen Euro investiert, davon stammt die Hälfte von der öffentlichen Hand (BMVIT), der Rest kommt von der TU Wien und den mehr als 20 Partnerunternehmen. Damit in der Pilotfabrik realitätsnahe geforscht werden kann, wird ein echtes Produkt hergestellt: ein 3D-Drucker.

Die Pilotfabrik ist alles andere als menschenleer. Vollständige AUTOMATISIERUNG sei ein Konzept der alten »Industrie 3.0«, lautet das Credo der Forscherinnen und Forscher. Die neuen Technologien sollten vielmehr den Menschen dabei unterstützen, dass er die Arbeit richtig und ergonomisch sinnvoll machen könne. Der Kern der Pilotfabrik ist somit die Optimierung der Mensch-Maschine-KOLLABORATION.

In Seestadt Aspern, a test site for the production of the future is being developed under the auspices of TU Wien. The main focus is on the collaboration between man and machine.

At the technology centre researchTub, TU Wien researchers are currently building the “Pilot Plant INDUSTRY 4.0”: a fully functional production plant in which all machines are “smart”, all areas are interconnected and innovative technologies can be tested in a real-life setting. Approximately four million euros were invested in the 900 square metres facility, half of which came from the public sector (BMVIT), the rest from TU Wien as well as more than 20 partner companies. In order to allow for realistic research conditions at the pilot plant, a real product is being manufactured: a 3D printer.

The pilot plant is anything but void of humans. The researchers’ credo is that full and complete AUTOMATION is a concept of the past, associated with the old “Industry 3.0”. Instead, the new technologies are there to support people in doing their work correctly and ergonomically. The pilot plant’s main focus is therefore on the KOLLABORATION between man and machine.

Von schwerer körperlicher Arbeit werden die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter jedenfalls entlastet: Sobald ein Auftrag in das System eingegeben wurde, beginnt automatisch die Herstellung der Komponenten, gleichzeitig wird eine Qualitätssicherungsprozedur gestartet. Die Frässtation und die Schweißzelle werden selbsttätig mit den notwendigen Werkzeugen beladen. Ein ROBOTERarm führt die Rohmaterialien zu, die auf autonomen Flurförderfahrzeugen herbeitransportiert werden. Ein Energie-Monitoring erlaubt die Optimierung der Produktionskette. Die fertigen Komponenten werden vom Roboter auf die Wägelchen abgelegt. Das System weiß genau, wo der nächste Arbeitsschritt stattfinden muss, die Produkte finden auf den Flurförderfahrzeugen selbsttätig ihren Weg durch die Fabrik.

Bei den drei Montagestationen stehen »echte« Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die von allerlei Technologien bei ihrer Arbeit unterstützt werden, etwa durch ein visuelles Assistenzsystem: Auf einem Bildschirm wird Schritt für Schritt gezeigt, was als nächstes zu tun ist. Für Tätigkeiten, bei denen sich die Mitarbeiterin oder der Mitarbeiter vom Bildschirm wegbewegen muss, etwa bei der Montage von Riemen, stehen Datenbrillen bereit (»Augmented Reality« – »erweiterte Realität«). Es gibt aber auch technische Assistenzsysteme: Zur Montage des 3D-Druckers benötigt die Mitarbeiterin bzw. der Mitarbeiter eine dritte Hand – sie bzw. er bekommt sie in Form eines Roboterarmes: Nachdem der Transportwagen mithilfe eines Kamerasystems richtig positioniert wurde, nimmt der Roboter den Bauteil und hält ihn dem Menschen so hin, dass er in einer ergonomisch günstigen Position arbeiten kann. Dafür stehen intelligente Werkzeuge zur Verfügung – etwa ein Schraubendreher mit einprogrammiertem Schraubprogramm. Die Mitarbeiterin bzw. der Mitarbeiter bekommt ein unmittelbares Feedback: Grünes Licht bedeutet, dass die Schraubung erfolgreich war – diese Daten werden auch gleich an die Qualitätssicherung übermittelt. Nach getaner Arbeit wird das Produkt selbsttätig zur nächsten Montagestation befördert – und am Ende auch noch zu einer Qualitätssicherungsstation, wo ein Testdruck durchgeführt wird.

Auf Basis der in der Pilotfabrik implementierten Technologien werden zahlreiche Forschungsprojekte durchgeführt. So werden derzeit innovative Methoden für die Kommunikation zwischen Mensch und Maschinen getestet – etwa Systeme zur Maschinensteuerung durch Sprache oder durch Gesten. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf IT-Lösungen für eine durchgängige Unterstützung der abgebildeten Prozesse und für die Integration der verschiedenen Systeme. Im Kern steht dabei die Modellierung des Gesamtsystems als sogenannter »digitaler Zwilling« (»Digital Twin«). Die Pilotfabrik ist überdies eingebettet in das neue Kompetenzzentrum Austrian Center for Digital Production (CDP) mit einem umfassenden Arbeitsprogramm zur horizontalen und vertikalen Integration von Produktionssystemen über Unternehmensgrenzen hinweg. ✕

None of the employees is required to perform heavy physical work: as soon as an order has been entered into the system, the production of components starts automatically, while at the same time a quality assurance procedure is launched. The milling station and the welding cell are automatically loaded with the required tools. A ROBOT arm supplies the raw materials which are brought by autonomous industrial trucks. The energy use is monitored, allowing for an optimisation of the entire manufacturing chain. The finished components are placed on trolleys by the robot. The system knows exactly where the next work step needs to be carried out. On the industrial trucks, the products find their way around the plant on their own.

The three assembly stations are manned by "real" employees who are supported in their work by all kinds of different technologies. For example, by a visual assistance system: a screen showing step by step what needs to be done next. For activities where the employees need to move away from the screen, for example during the installation of belts, data glasses ("augmented reality") are available. But there are also technical assistance systems: in order to assemble the 3D printer properly, the employee would need a third hand – which is provided in the form of a robot arm. After a camera system has ensured that the trolley is positioned properly, the robot takes the component and holds it out in a way that ensures that the employee can work in an ergonomically ideal position. For the actual work steps, intelligent tools are available, for example a screwdriver with a pre-programmed screw programme. The employee receives immediate feedback: a green light means that all screws have been tightened successfully. This data is also immediately sent to quality assurance. After the work is done, the product is automatically transported to the next assembly station, and ultimately to a quality control station where a test print is performed.

Based on the technologies implemented at the pilot plant, many different research projects are currently being carried out. Right now, for example, innovative methods for the communication between man and machine such as voice- and gesture-based machine control systems are being tested. A particular focus is on IT solutions offering end-to-end support of the mapped processes as well as the integration of the different systems. In essence, the objective is to model the entire system as a so-called digital twin. The pilot plant is furthermore directly embedded in the Austrian Center for Digital Production (CDP), a competence centre with a comprehensive work programme for a horizontal and vertical integration of production systems across different companies. ✕

Manfred Tscheligi



Digitale Kontexte der Zukunft: Erfahrung als wesentlicher Innovationstreiber

Digital contexts of the future: experience as a key driver for innovation

Manfred Tscheligi, Professor für Human-Computer Interaction und Leiter des Center for Human-Computer Interaction an der Universität Salzburg sowie Head of Center for Technology Experience am AIT – Austrian Institute of Technology, studierte Wirtschaftsinformatik und hält ein Doktorat der Sozial- und Wirtschaftswissenschaften. Mittlerweile ist er seit mehr als 20 Jahren in den Bereichen Interaktive Systeme, Human-Computer Interaction, Usability Engineering, User Interface Design und User Experience Research tätig und gilt als Pionier auf diesem Gebiet in Österreich innerhalb der Ausbildung, als Forschungsbereich sowie in der industriellen Anwendung.

Manfred Tscheligi, professor for human-computer interaction at the University of Salzburg, where he also heads the Center for Human-Computer Interaction, and Head of the Center for Technology Experience at the AIT, studied business informatics and holds a doctorate in social science and economics. He has been active in the areas of interactive systems, human-computer interaction, usability engineering, user interface design and user experience research for more than 20 years. He is considered a pioneer in this area in Austria, with regard to not only education, but also research and industrial application.

Wir verwenden Technologie nicht nur – wir leben damit.¹ Der Umgang mit Technologie bezieht uns heute sehr viel mehr als jemals zuvor auch emotional, intellektuell und sinnlich ein. Es ist klar geworden, dass es mehr zu beachten gilt als lediglich die Funktionalität eines technischen Produktes. Technologische Innovationen sollen und müssen für die Menschen und ihre Probleme arbeiten, anstatt durch schlechte Erfahrungen neue Herausforderungen zu schaffen. Eine umfassende Sichtweise wird benötigt, um die richtige Balance von Investitionen und Ergebnis zu liefern und das Leben der Menschen in unterschiedlichen Anwendungskontexten zu unterstützen.

In Wissenschaft und Innovation wird inzwischen von der Idee gesprochen, dass »Erfahrung« einen Hauptbestandteil der technologischen Entwicklung ausmacht. Abgesehen von ihrer Funktionalität, sollte Technologie Erfahrungen schaffen, die für den Menschen bedeutsam und emotional wertvoll sind. Dies stellt eine Abkehr von einer rein instrumentenorientierten Sicht technologischer Entwicklungen dar, hin zu einer breiteren, interdisziplinären Perspektive, die eine Vielzahl von Erfahrungsaspekten und menschlichen Faktoren berücksichtigt. Erfahrungsgetriebene Entwicklung hat sich zu einer vorrangigen Strategie für künftige

We don't just use technology; we live with it.¹ Much more deeply than ever before, dealing with technology involves us emotionally, intellectually, and sensually. It has become clear that there is more than just the functionality of any technological product. Technological innovations are meant and have to work for people and their problems rather than offer new challenges in terms of poor experiences. A comprehensive viewpoint is needed to reach the right balance of investment and output to support the lives of people in different application contexts.

Science and innovation has started to talk about the notion of "experience" as a core ingredient of technological development. Apart from functionality, technology should create experiences that are meaningful and emotionally valuable to people. This is a switch from a pure instrument-oriented view of technological developments towards a broader interdisciplinary viewpoint that includes a variety of experience aspects and human factors. Experience-driven development has evolved into a prominent strategy towards future innovative and successful technologies, which have to be embedded into different contextual situations and inherently include a high level of user experience consideration.

innovative und erfolgreiche Technologien entwickelt, die in verschiedene kontextabhängige Situationen eingebettet werden und ein inhärent hohes Maß an Berücksichtigung des Benutzererlebnisses gewährleisten müssen.

Erfahrung als umfassendes Konzept ist stark an einen bestimmten (Anwendungs-)Kontext gebunden, in dem sie entsteht. Der Begriff »Kontext« bezieht sich hier auf die Synergie des Anwendungsbereiches, der Nutzung von Technologien für den jeweiligen Anwendungskontext sowie sämtlicher aus menschlicher Sicht relevanter Eigenschaften und Aspekte. Unser Leben mit Technologie kann in verschiedene Kontextbereiche eingeteilt werden: unterschiedlichste ARBEITSKONTEXTE, die jeweils von der Art der Arbeit abhängen wie etwa Fabriken, unser Zuhause, Orte für Freizeit und Spaß, Mobilsein oder Pflege- und Gesundheitskontexte. Eine tiefgreifende kontextorientierte Untersuchung liefert eine ganz besondere Präzision beim Verständnis KOMPLEXER Beziehungen zwischen Menschen und Technologie sowie des besonderen Wertes, den eine hohe Erfahrungsqualität bietet.

Letzten Endes wird eine Technologie benötigt, die alle kontextuellen Bedürfnisse abdeckt. Menschen müssen mit Aufgaben in diesen Kontexten umgehen oder beabsichtigen, sehr spezifische Anforderungen zu erfüllen. Auf Basis der Herausforderungen und Ziele der Digitalisierungsbewegung reden wir von »digitalen Kontexten«. Zahlreiche digitale Innovationen werden entwickelt, um diese Kontexte umzugestalten und neu zu formulieren, um neue Möglichkeiten zu schaffen und neue Wertpotenziale zu identifizieren. In fast all diesen technologischen Bereichen spielt die Schnittstelle zum einen oder anderen Benutzer, zur einen oder anderen Benutzerin eine äußerst wichtige Rolle bei der Schaffung größtmöglicher Akzeptanz unter Benutzerinnen und Benutzern sowie der Ausschöpfung wirklich aller Möglichkeiten.

Für die künftige technologische Innovation und Akzeptanz ist es von zentraler Bedeutung, auf eine Optimierung und Ausschöpfung der vielseitigen Facetten der Erfahrung auf Einzel- ebenso wie auf Organisationsebene einzugehen. Infolge von Digitalisierung, Individualisierung und Lifestyle-Orientierung wird Erfahrung zu einem wichtigen Paradigma der Branche ebenso wie in der Forschung und der technologischen Innovation. Indem Innovation auch oder zuerst aus Erfahrungssicht berücksichtigt wird, ändern sich sowohl die Prioritäten als auch der Reifegrad.

Ein fundiertes Verständnis der kontextuellen Eigenschaften und der fokussierten Orientierung künftiger Erfahrungsansätze bilden die Grundvoraussetzung für reife Anwendungstechnologien. Dies erfordert eine Erweiterung der Sichtweise der Benutzererfahrung hin zu dedizierten und spezifischen kontextbezogenen Erfahrungen. Noch wichtiger ist es, die Beziehung zwischen kontextuellen Besonderheiten und Erfahrungsbedürfnissen als Basis für die Schaffung angemessener Erfahrungsansätze zu verstehen, denen ein gut definierter erfahrungsbezogener Qualitätsrahmen zugrunde liegt. Um nur einen dieser Ansätze beispielhaft anzuführen: Ethnographische Untersuchungen bieten eine reichhaltige Quelle für sowohl Verständnis als auch Reflexion.

Dies geht Hand in Hand mit erweiterten Formen des erfahrungsorientierten Denkens (Experience Oriented Thinking – EOT). EOT verkörpert eine radikalere Form der erfahrungsorientierten Innovation. Auf die Wünsche und Bedürfnisse aus erfahrungsorientierter Perspektive wird zunächst recht gründlich eingegangen, bevor es überhaupt zu einer technologischen Entwicklung kommt. EOT sieht eine äußerst umfassende und faktorielle Vorgehensweise für den Umgang mit dem Begriff der Erfahrung vor.

Experience as a comprehensive concept is very much bound to a specific (application) context where it emerges. The term “context” here refers to the synergy of application area, usage of technologies for the specific application context and all the characteristics and aspects from a human viewpoint. Our life with technology can be subdivided into different context areas: diverse WORK CONTEXTS depending on the type of work such as factories, being at home, places for leisure and fun, being mobile or care and health contexts. A deep contextual investigation delivers a very special precision in understanding COMPLEX relationships of people and technology and the special value a high quality of experience offers.

In the end, technology will be needed which covers all the contextual needs. Humans have to deal with tasks in these contexts or intend to cover very specific needs. Based on the challenges and goals of the digitization movement, we talk about “Digital Contexts”. Plenty of digital innovations are developed to rebuild and reformulate these contexts, to establish new possibilities and to identify new value potentials. In almost all of these technological areas, the interface to one or the other user plays a very prominent role in establishing utmost user acceptance and the possibility to really utilize all the possibilities.

Dealing with optimization as well as exploitation of the diverse facets of experience at an individual as well as an organizational level is crucial for future technological innovation and adoption. As a consequence of digitization, individualization and lifestyle orientation, experience is becoming a major paradigm in the industry as well as in research and technology innovation. Considering innovation also or first from an experiential perspective will change priorities as well as maturity.

An in-depth understanding of contextual characteristics and the focused orientation of future experience approaches are a prerequisite for mature application technologies. This demands an extended viewpoint of user experience towards dedicated and specific contextual experiences. Even more of the essence is to understand the relationship between contextual specifics and experience needs as a basis for creating appropriate experience approaches driven by a well-defined experience quality framework. To name but one specific approach, ethnographic investigations offer a rich source for understanding and reflection.

This comes along with enhanced forms of Experience Oriented Thinking (EOT); EOT embodies a more radical form of experience oriented innovation. The wants and needs from an experience-oriented perspective will be answered first in a quite thorough way, before technological developments will happen. EOT includes a very comprehensive and factorial way of dealing with the notion of experience.

Im folgenden Abschnitt wird die Relevanz von Erfahrung für zukünftige digitale Kontexte vorgestellt. Wir stellen die Grundkonzepte vor, ebenso wie die Art der hierdurch erzielten technologischen Veränderungen, die für die Einzelne bzw. den Einzelnen ebenso wie für Organisationen und die Gesellschaft von Bedeutung sind.

Charakterisierung des Kontextes

Während der letzten Jahre hat sich das Feld der Technologieerfahrung über den Desktop hinaus weiterentwickelt und es werden neuartige Formen der Interaktion in unterschiedlichsten Kontexten erforscht. Verschiedene Theorien und Modelle, die zu kontextorientiertem Denken anregen, wurden bereits vorgeschlagen, etwa die Theorie des situierten Handelns, die nahelegt, dass Kontext bestimmt, wie sich Menschen in bestimmten Situationen verhalten.² Ein fundiertes Verständnis des Kontextes erlaubt es Anwenderinnen und -designern, den Kontext zu wählen, in dem ihre Anwendungen genutzt werden sollen.³

Eine kontextbezogene Schnittstelle wird gemäß den Bedürfnissen und Verhaltensweisen von Menschen in bestimmten kontextuellen Situationen entworfen und bietet das Potenzial für eine sowohl konzeptionelle als auch technische Anpassung an die Eigenschaften des jeweiligen Kontextes. Die Theorie des situierten Handelns⁴ besagt im Wesentlichen, dass Erfahrungen durch den Kontext, in dem sie gemacht werden, verändert werden. Weiterhin eröffnet die Kombination spezifischer kontextorientierter Situationen mit tieferen Einblicken in die Benutzererfahrungen neue Möglichkeiten für die Forschung ebenso wie Herausforderungen in sämtlichen Design- und Entwicklungsphasen. Hierdurch ergeben sich weniger aufdringliche und natürlichere Formen der Interaktion, die wiederum erweiterte kontextuelle Schnittstellen nach sich ziehen.

Der Begriff »Kontext« wird in verschiedenen akademischen Disziplinen unterschiedlich gebraucht. Im Bereich HCI (Human-Computer Interaction, also Mensch-Computer-Interaktion) wurden in den letzten Jahren mehrere Definitionen vorgeschlagen. Eine der umfassendsten Definitionen für diesen Begriff liefert Dey: »Kontext ist jegliche Information, die verwendet werden kann, um die Situation einer Entität zu charakterisieren. Eine Entität bezieht sich jeweils auf Personen, Orte oder Objekte, die für die Interaktion zwischen einem Benutzer und einer Anwendung als relevant angesehen werden, einschließlich des Benutzers und der Anwendung selbst.«⁵ Aus Interaktionssicht beschreibt Dourish⁶ Kontext nicht als reine Information, sondern vielmehr als relationale Eigenschaft zwischen Objekten oder Aktivitäten. Dies bedeutet, dass Kontext im Zuge der jeweiligen Aktivität aktiv produziert, gewahrt und umgesetzt wird.

Aus theoretischer Sicht ist nicht nur die Theorie des situierten Handelns⁷ zu erwähnen, sondern auch die von Hutchins entwickelte Theorie der verteilten Kognition⁸, die angibt, dass Prozesse zwischen Gruppen von Individuen und ihren Umgebungen verteilt stattfinden⁹. Darüber hinaus unterstreicht die Aktivitätstheorie¹⁰ die Wechselbeziehung zwischen Mensch und Technik.

In the following section, the relevance of experience for future digital contexts will be introduced. We will introduce the basic concepts and what kind of technological changes it delivers that matter to individuals, organisations and society.

Characterizing context

Over the past years, the field of Technology Experience has moved beyond the desktop and has been exploring novel forms of interaction in different contexts. Various theories and models motivating context-oriented thinking have been proposed, such as the situated action theory suggesting that context determines how people behave in particular situations.² An in-depth understanding of context enables application designers to choose what context to use in their applications.³

A contextual interface will be designed according to the needs and behaviours of people in specific contextual situations and has the potential to be conceptually as well as technically adapted to the characteristics of the specific context. The essence of situated action⁴ is that experience is changed by the context in which it occurs. Moreover, combining specific contextual situations with deeper insights on user experience opens up new roads for research and challenges in all design and development phases. It will provide less obtrusive and more natural ways of interaction, resulting in advanced contextual interfaces.

The term "context" has manifold meanings within various academic disciplines. In HCI (Human-Computer Interaction), several definitions of context have been proposed during the past years. One of the most comprehensive definitions of context is provided by Dey: "Context is any information that can be used to characterise the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and applications themselves."⁵ From the interaction point of view, Dourish⁶ describes context as a relational property between objects or activities rather than as pure information. This means that context is actively produced, maintained and enacted in the course of the activity.

From a theoretical point of view, not only the situated action theory⁷ has to be mentioned, it is also important to mention Hutchins' theory of distributed cognition⁸, stating that processes take place distributed between groups of individuals and their environments⁹. Moreover, the activity theory¹⁰ underpins the interdependence between people and technology.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass das Verständnis von Kontext hinsichtlich seiner detaillierten Relevanz für die Entwicklung interaktiver Innovation ebenso wie der Begriff »Kontext« selbst schwer zu fassen sind, was die Notwendigkeit einer fortgesetzten und empirisch fundierten Forschung untermauert. Weitere empirische Beweise für Einflussfaktoren und deren Beziehungen werden benötigt. Tief situierte Kontextlabors (»Contextual Labs«) werden als zentrale Forschungs- und Innovationsmechanismen in Synergie mit industriellen Einrichtungen und Praktiken benötigt, um die Phänomene der kontextuellen Interaktion (Mensch-Maschine- und MENSCH-ARTEFAKT-INTERAKTION in spezifischen komplexen Umgebungen) zu untersuchen.

Erfahrung ist tatsächlich relevant

Seitdem klar geworden ist, dass eine Vielzahl von Eigenschaften eines Produktes über die instrumentellen Aspekte der Produktnutzung und Nutzbarkeit hinausgeht, hat sich die Forschung im Bereich der Benutzererfahrungen weiterentwickelt. Forscherinnen und Forscher sind jedoch nach wie vor auf der Suche nach einer geeigneten und allgemeinen Definition von »Benutzererfahrung«. Das Konzept einer Betrachtung von Technologie im Hinblick auf die damit verbundenen Erfahrungen wurde ursprünglich von McCarthy und Wright¹¹ eingeführt und es wurden bereits mehrere Versuche unternommen, das Konzept der Benutzererfahrung zu beschreiben.¹²

Das Verständnis kontextueller Erfahrungen bietet erhebliches Potenzial hinsichtlich der Gestaltung der Interaktion zwischen einer Benutzerin oder einem Benutzer und komplexen interaktiven Systemen. »Bei dem Verständnis, wie Interaktion die Erfahrung beeinflusst, spielt auch die Zeit eine wichtige Rolle im Bewusstsein und der Gestaltung von Aktionen, sodass Benutzern nicht nur das Ergebnis der Aktionen gefällt, sondern auch das Gefühl bei der Ausführung dieser.«¹³ Auf der Basis früherer Forschungsarbeiten in Bezug auf Benutzererfahrungen wurden verschiedene spezifische Faktoren ermittelt, die für eine Berücksichtigung in kontextuellen Situationen als relevant erachtet werden, darunter Motivation, Emotionen, Spaß und Genuss, Geselligkeit, Benutzerakzeptanz, Vertrauen, Gefühl der Sicherheit, Komfort sowie verschiedene sensorische Einstellungen.

Diese Faktoren für die Benutzererfahrung stellen eine begrenzte Sammlung möglicher Faktoren dar und müssen weiter ausgebaut und in speziellen kontextuellen Situationen untersucht werden, um zu verstehen, welche Aspekte eine Erfahrung erfolgreicher und für Benutzerinnen und Benutzer wertvoller machen sowie zur positiven kontextuellen Benutzererfahrung beitragen. Die kontextbezogenen Untersuchungen und Überlegungen werden weitere Faktoren (sogar weitgehend unbekannte Faktoren) hervorbringen.

Für die Umsetzung von erfahrungsorientiertem Denken und entsprechenden Innovationen (siehe folgendes Kapitel) wurden bereits mehrere Methoden und Verfahren entwickelt und umgesetzt. Es bestehen mehrere methodologische Ansätze für die Untersuchung kontextbezogener Einflüsse auf Workflows und Interaktionsparadigmen, die eine Basis für die designbezogenen Konsequenzen bilden. Einige Ansätze, die ein Muss für jede Entwicklung digitaler Kontexte darstellen, werden nachfolgend angeführt.

In sum, the understanding of context regarding its detailed relevance for designing interaction innovations and the notion of context is a slippery one and underpins the need for ongoing and empirically grounded research. More empirical evidence on the influencing factors and their relationships is needed. Deeply situated Contextual Labs are needed as key research and innovation mechanisms in synergy with industrial entities and practices to investigate the phenomena of contextual interaction (HUMAN-MACHINE and human artefact interaction in specific complex environments).

Experience really matters

Since it has become clear that a number of qualities of a product go beyond the instrumental aspects of product use and usability, user experience research has evolved, but researchers are still looking for an adequate and overall definition of user experience. The concept of seeing technology in terms of experience was originally introduced by McCarthy and Wright¹¹, and several attempts have already been made to describe the concept of user experience.¹²

The understanding of contextual experiences has significant potential to shape a user's interaction with complex interactive systems. *“In understanding how interaction shapes experience, also time plays an important role in consciousness and in designing actions so that users like not just the outcome of the actions but the feeling of executing them.”*¹³ Based on previous research on user experience, a selection of specific factors considered relevant for considerations in contextual situations are motivation, emotions, fun and enjoyment, sociability, user acceptance, trust, feeling of security, comfort, as well as various sensory attitudes.

The user experience factors listed above constitute a limited collection of possible factors and need to be further extended and investigated in special contextual circumstances in order to understand the aspects that make an experience more successful and valuable to users and contribute to positive contextual user experiences. More factors (even widely unknown factors) will arise during contextual investigations and reflection.

In order to implement Experience Oriented Thinking and Innovation (see following chapter), several methods and techniques have been developed and adopted. Several methodological approaches exist to study contextual influences on workflows and interaction paradigms and build a basis for design implications. A few approaches will be mentioned, which are a must in every digital context development.

Bei ethnographischen Methoden handelt es sich um Feldforschungs- methoden, die mehrere Datenerfassungsmethoden miteinander kombinieren. Ethnographie bietet einen detaillierten Einblick in das Verhalten von Menschen, sogar wenn diese sich dessen selbst nicht bewusst sind. Die Verwendung von Ethnographien gewinnt in der Forschung zunehmend an Bedeutung, im industriellen Design wird das Konzept jedoch weitgehend in unzureichendem Maße angewandt.

Cultural Probes (kulturelle Sondierungen)¹⁴ bieten eine weitere Möglichkeit, um Informationen über Benutzerinnen und Benutzer sowie deren Aktivitäten und Erfahrungen zu sammeln. Im Vergleich zu den zuvor genannten Feldmethoden wird der Einfluss der Forscherinnen und Forscher auf die Benutzerinnen und Benutzer beschränkt, da keine Forscherin bzw. kein Forscher an deren täglichem Leben teilnimmt. Cultural Probes erlauben es Benutzerinnen und Benutzern, ihre Erfahrungen selbst zu beurteilen. Die Anwendung dieses Ansatzes ist insbesondere in frühen Phasen eines benutzerzentrierten Prozesses nützlich.

Es gibt weiterhin ein wachsendes Interesse daran, neue Möglichkeiten zu finden, um Benutzerinnen und Benutzer in frühe Phasen des Entwicklungsprozesses für neue Anwendungen und Dienstleistungen einzubinden und daran zu beteiligen – insbesondere, um sie in ihrem realen Kontext anzusprechen. Partizipative Methoden und Techniken versuchen, Benutzerinnen und Benutzer direkt ab Beginn der Untersuchung der Anforderungen in den frühen Ideenfindungsprozess und den darauffolgenden konzeptionellen Designprozess einzubinden. Insbesondere beim Co-Design werden Endbenutzerinnen und Endbenutzer aktiv in den Entwicklungsprozess eines zukünftigen Produktes eingebunden, indem ihnen die Rolle der Designerinnen und Designer sowie Stakeholder übertragen wird.

Prototypen helfen dabei, künftige Erfahrungsansätze zu veranschaulichen und zu beurteilen. Buchenau und Suri führen den Begriff des »Experience Prototyping« ein, bei dem es sich um ein »sehr dynamisches, komplexes und subjektives Phänomen«¹⁵ handelt. Buxton¹⁶ schlägt vor, frühe Versionen eines Systems oder eines Artefaktes in verschiedenen Formen zu skizzieren, um das Entwicklungsteam zu informieren, Ideen zu kommunizieren und die frühzeitige Formulierung von Konzepten für Machbarkeitsstudien zu ermöglichen. Die Forschung hat zudem die Nützlichkeit der Wizard-of-Oz-Methode¹⁷ in Synergie mit Experience Prototyping belegt. Alles in allem gewinnt die Rolle frühzeitiger Untersuchungen und kontextueller Prototypen in der Digitalisierung zunehmend an Bedeutung. Eine weitläufigere Nutzung geeigneter und bestehender Erfahrungsansätze kann erhebliche Einsparungen liefern.

Ethnographic methods are field research methods that combine several data-gathering methods. Ethnography provides detailed insight into peoples' behaviour, even if they themselves are unaware of this. The use of ethnographies has become increasingly prominent in research, but the concept is widely underutilized in industrial digitisation.

Cultural probing¹⁴ provides another way of gathering information on users, their activities and experiences. Compared to the previously mentioned field methods, it limits the effects of researchers on the users, as no researcher takes part in the daily life. Cultural probing allows users to self-report and is very useful to apply in an early phase of a user-centered process.

There is also a growing interest in finding new ways to involve and engage users in the early design process for new applications and services, in particular addressing users in their real-life context. Participatory methods and techniques attempt to involve users in the early idea generation process, right from the beginning of the requirement investigation and the following conceptual design process. Co-design in particular means actively integrating end users in the development process of a future product by putting them in the role of designer and stakeholder.

Prototypes help to illustrate and evaluate future experience approaches. Buchenau and Suri introduce the term "experience prototyping", which "is a very dynamic, complex and subjective phenomenon"¹⁵ Buxton¹⁶ proposes to sketch early versions of a system or an artefact in various forms in order to inform the development team, to communicate ideas and to enable an early proof of design concepts. Research also showed the usefulness of the Wizard-of-Oz method¹⁷ in synergy with experience prototyping. Overall, the role of early trials and contextual prototypes is getting more and more important in digitisation. A lot of money can be saved if appropriate and existing experience methods and approaches are used more widely.

Increasingly competitive environments are demanding more, faster and interdisciplinary innovation. The earlier the needs of current and upcoming user groups are captured and more and more variations to cover these needs are produced in a rapid way, the more innovation processes are supported (see following chapter on Experience Oriented Thinking). In the production of goods, quite a few changes are happening as to how and where they are manufactured and who is producing them. Declining costs of previously unaffordable manufacturing hardware (e.g. 3D PRINTING) is accompanied by the so-called DIY ("Do It Yourself") "maker movement" – enthusiasts committed to creating their own products, tools and machines.¹⁸

Zunehmend wettbewerbsintensive Umfeld erfordern verstärkte, schnellere und interdisziplinäre Innovationen. Je früher die Bedürfnisse der jetzigen und künftigen Benutzergruppen erfasst und mehr und mehr Varianten zur Erfüllung dieser Bedürfnisse auf schnelle Art und Weise erstellt werden, desto mehr Innovationsprozesse (siehe folgendes Kapitel über erfahrungsorientiertes Denken) werden unterstützt. In der Fertigung von Gütern finden derzeit zahlreiche Änderungen statt, insbesondere im Hinblick darauf, wie und wo sie von wem produziert werden. Sinkende Kosten von zuvor unerschwinglichen Fertigungsanlagen (wie etwa 3D-DRUCK) werden von der sogenannten *DIY* (*»Do It Yourself«*) *»Maker-Bewegung«* begleitet – Enthusiasten, die unbedingt ihre eigenen Produkte, Werkzeuge und Maschinen herstellen wollen.¹⁸

Dies wird zu einer Demokratisierung der Produktion und zu sogenannter *»persönlicher Fertigung«* (*»Personal Fabrication«*) führen. Eine Erweiterung der Produktionszyklen von Expertinnen und Experten auf so gut wie jede und jeden eröffnet eine neue Perspektive für die Umsetzung unterschiedlichster Arten von Erfahrungen. Zudem ergeben sich hierdurch neue Möglichkeiten für die frühzeitige Herstellung einer breiten Palette von Prototypen. Wie bereits erwähnt, stellt *»Experience Prototyping«* einen Baustein für erfahrungsorientierte Innovation dar, da hierdurch frühzeitig das erforderliche Grundmaterial für Erprobungsstudien und Experimente mit digitalen Kontexten geliefert wird. Die *»Maker-Bewegung«* und die digitale Fertigung erweitern dieses Konzept um eine zusätzliche Dimension.

Erfahrungsorientiertes Denken

In einem zunehmend wettbewerbsintensiven Umfeld ist Innovation zur treibenden Kraft für Marktführer, Technologieführer und Hidden Champions in verschiedensten Branchen geworden. Es ist nicht nur wichtiger geworden, einfallsreiche Innovationen voranzutreiben, es werden auch in immer früheren Phasen der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen bessere Einblicke in bestehende und potenzielle zukünftige Bedürfnisse und Anforderungen aktueller und künftiger Benutzergruppen benötigt. Diese Forderungen nach neuartigen Möglichkeiten zur Messung und Vorwegnahme der Relevanz potenzieller Produkte und Dienstleistungen nehmen zu.¹⁹

Erfahrungsorientiertes Denken (*»Experience Oriented Thinking«* – EOT) als Innovationsparadigma beruht auf genau diesem Bedarf an Methoden, um Wissen über künftige Benutzerinnen und Benutzer zu verstehen, zu strukturieren und effektiv zu nutzen. Es zielt darauf ab, neue Innovationsmethoden zu entwickeln, die einen konkreten Ausblick hinsichtlich der Akzeptanz künftiger Produkte und Dienstleistungen an den Märkten in den Innovationsprozess integrieren. EOT ist mit dem Verständnis der kontextuellen Erfahrung (Erfahrung in bestehenden und künftigen komplexen digitalen Kontexten) verknüpft und bietet Methoden zur Analyse und Antizipation der Bedürfnisse der Benutzerinnen und Benutzer. Es modelliert die Akzeptanz künftiger Technologien und Dienstleistungen und bietet geeignete Mittel, um diese Ansätze zu institutionalisieren.

This will lead to a democratisation of manufacturing and so-called *»personal fabrication«*. Widening up the production cycles from experts to almost anyone offers a new perspective on how to make different forms of experience happen and offer new possibilities for producing early and a wide scale of prototypes. As mentioned, experience prototyping is a building block of experience-centered innovation in terms of having early food for trialling and experimentation in digital contexts. The maker movement and digital making adds another dimension to this.

Experience-oriented Thinking

In an increasingly competitive environment, innovation has become a driving factor for market leaders, technology leaders and hidden champions in a variety of industries. Not only has it become more important to innovate resourcefully, but also to have better insights into existing and potentially upcoming needs and requirements of current and future user groups at an earlier stage of product and service development. These demands for novel ways of measuring and anticipating the relevance of potential products and services are rising.¹⁹

Experience Oriented Thinking (EOT) as an Innovation Paradigm is fuelled by exactly that need for methods to understand, structure and harness knowledge about user needs and aims to develop new innovation methods, which integrate a concrete outlook on the acceptance of future products and services in the markets into the innovation process. Linked to the understanding of contextual experience (experience in existing and upcoming future complex digital contexts), EOT is equipped with methods to analyse and anticipate user needs, models the acceptance of future technologies and services and offers appropriate means to institutionalize these approaches.

Experience-oriented strategies within organizations demand appropriate processes, methods and tools. These have to be implemented within the organizations in the right way. Current internal mechanisms have to be redesigned under the regime of a user and experience-driven mindset. Organisations of all types have to be made aware of the potential of well-defined means instead of arbitrary activities.

In large and medium-sized companies, Experience Oriented Thinking as an Innovation Paradigm creates questions of strategic aspects for company development and culture. *»Companies need a »human-centered« design approach to navigate the blurring of lines between product and service, producer and consumer.«*²⁰ This *»human-centered«* approach includes all aspects of experience and will have an impact on not only the company's portfolio of products and services, but on development processes, management decisions, as well as employee behaviour and satisfaction.

Erfahrungsorientierte Strategien innerhalb von Organisationen erfordern angemessene Prozesse, Methoden und Werkzeuge. Diese müssen auf die richtige Art und Weise innerhalb der Organisationen umgesetzt werden. Bestehende interne Mechanismen müssen unter dem Regime einer benutzer- und erfahrungsorientierten Denkweise neu gestaltet werden. Organisationen jeglicher Art müssen auf das Potenzial gut definierter Mittel anstelle wahlloser Aktivitäten aufmerksam gemacht werden.

In großen und mittelständischen Unternehmen wirft erfahrungsorientiertes Denken als Innovationsparadigma Fragen über strategische Aspekte der Unternehmensentwicklung und -kultur auf. »Unternehmen benötigen einen »menschzentrierten« Designansatz, um mit den verschwimmenden Grenzen zwischen Produkt und Dienstleistung, Produzent und Konsument zurechtzukommen.«²⁰ Dieser »menschzentrierte« Ansatz umfasst sämtliche Aspekte einer Erfahrung und wird Auswirkungen nicht nur auf das Portfolio von Produkten und Dienstleistungen eines Unternehmens haben, sondern auch auf Entwicklungsprozesse, Managemententscheidungen und das Verhalten sowie die Zufriedenheit von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern.

Start-ups im Zeitalter der Digitalisierung profitieren ebenfalls davon, erfahrungsorientiertes Denken in einer sehr frühen Phase der Entwicklung ihrer Produkte und Dienstleistungen, aber auch ihrer Unternehmenskultur zu internalisieren. Hier bietet ein Toolset Start-up-freundlicher Technologieakzeptanzmodelle wertvolle methodologische Unterstützung für Unternehmen in einer Frühphase ihrer Entwicklung. Ein hoher Grad an kontextuellen erfahrungsbezogenen Einblicken und an erfahrungsbezogener Reife ihrer Produkte und Dienstleistungen bildet den Schlüssel für weitere Schritte und die Überzeugung potenzieller Investoren.

Ein für EOT äußerst relevanter Mechanismus betrifft kontextualisierte Akzeptanzmodelle, die Potenzial für eine prospektive Berücksichtigung neuer und digitaler Service- und Produktideen aus Sicht der Benutzerinnen und Benutzer bieten. Diese beruhen auf Ansätzen wie TAM und Erweiterungen²¹, TAM3²² oder dem UTAUT-Modell (Modell der vereinheitlichten Theorien zur Akzeptanz von Technologie), das verschiedene Technologieakzeptanzmodelle zusammenführt²³.

Lowry²⁴ war der erste, der den Schwerpunkt weg von Desktop-basierten Informationssystemen verlagerte und an einer Anpassung des Technologieakzeptanzmodells mit Fokus auf kulturelle Unterschiede bei der Akzeptanz neuer Technologien arbeitete. Relevante Beispiele für die Kontextualisierung von Akzeptanzmodellen für die Automobilindustrie lieferten Meschtscherjakov et al.²⁵ ebenso wie der CTAM-Ansatz²⁶. Kontextualisierte Akzeptanzmodelle stellen einen sehr wichtigen Teil des Technologieerfahrungsrahmens dar, da sie im ersten Schritt eine Antizipation ermöglichen, ohne dass sämtliche Aspekte der Lösung aus erfahrungsorientierter Sicht erstellt werden müssen. Durch Zusammenführung der Leistungsfähigkeit von Akzeptanzmodellen mit einem tiefen kontextuellen Verständnis wird erfahrungsorientiertes Denken der Digitalisierung in sämtlichen Anwendungsbereichen erhebliche Unterstützung bieten.

Start-ups in the era of digitisation will also benefit by internalising Experience Oriented Thinking at a very early stage of their development of products and services, but also their corporate culture. Here, a toolset of start-up-friendly technology acceptance models offers valuable methodological help for early-stage companies. A high level of contextual experience insights and experience maturity of their products and services is the key for further steps and getting investors on board.

A mechanism very relevant for EOT is that of contextualized acceptance models which have the potential for prospective consideration of new and digital service and product ideas towards user viewpoints. These are based on approaches like TAM and extensions²¹, the TAM3²², or the Unified Theories of Technology Acceptance Model (UTAUT) that unifies different models of technology acceptance²³.

Moving the focus away from desktop-based information systems, first work in adapting the technology acceptance model was carried out by Lowry²⁴, who focused on the cultural differences in technology acceptance. Relevant examples on the contextualization of acceptance models were delivered for the automotive domain by Meschtscherjakov et al.²⁵ and the CTAM approach²⁶. Contextualized acceptance models are a very important part of the Technology Experience framework, as they offer anticipation first, without building all aspects of the solution from an experience-oriented viewpoint. By merging the power of acceptance models with deep contextual understanding, Experience Oriented Thinking will very much support effective digitisation in all application areas.

Implications and Conclusions

Contextual Experience offers a conceptual and methodological approach to understanding the perspectives, needs and wants of people with regard to existing and upcoming technology. It delivers qualitative and quantitative insights and is able to capture the very essence of technology use. An extended experience view into digital contexts of the future offers powerful means for anticipation and the experience-driven construction of future technologies. The human experience and its understanding have to be understood as a very important innovation driver, as most technologies are made directly or indirectly for the exploitation of humans in various application and demand contexts.

Implikationen und Schlussfolgerungen

Kontextuelle Erfahrung bietet einen konzeptionellen und methodischen Ansatz für ein Verständnis der Perspektiven, Bedürfnisse und Wünsche von Menschen in Bezug auf bestehende und künftige Technologien. Das Konzept liefert qualitative und quantitative Einblicke und ist in der Lage, das Wesen der Technologienutzung zu erfassen. Eine erweiterte Erfahrungssicht auf digitale Kontexte der Zukunft bietet ein wirksames Mittel für die Antizipation und die erfahrungsorientierte Entwicklung zukünftiger Technologien. Die menschliche Erfahrung und das Verständnis dieser müssen als äußerst wichtiger Innovationstreiber gesehen werden, da die meisten Technologien direkt oder indirekt für die Nutzung durch Menschen in verschiedenen Anwendungs- und Bedarfskontexten entwickelt werden.

Erfahrung ist ein hochgradig kontextabhängiges Phänomen. Die tatsächliche Nutzung und Aneignung von Technologie fällt von Kontext zu Kontext unterschiedlich aus und wird durch die verschiedenen Eigenschaften einer bestimmten Instanz und ihrer verschiedenen Instanzen beeinflusst. Um diese Komplexität aufzudecken, ist ein breites Spektrum an Technologiestudien in realen und komplexen Kontexten erforderlich, kombiniert mit iterativen Design- und Reflexionsansätzen. Die Einführung neuer technologischer Artefakte in einen gegebenen Kontext verändert diesen Kontext selbst. Forschungs- und Innovationsverfahren erfordern ausdrücklich eine derart iterative Untersuchungsform. Menschen müssen so früh wie möglich mit potenziellen Zukunftsszenarien konfrontiert werden, um ein Gefühl für Bedürfnisse und Wünsche entwickeln zu können. Erfahrung, die als wesentlicher treibender Faktor gesehen wird, sollte in der Lage sein, fundamentale Fragen der Digitalisierung – was sie sein wird und sein könnte – zu beantworten. ✕

Experience is a highly context-dependent phenomenon. Actual technology use and appropriation differs between contexts and is influenced by the various characteristics of a specific instance and its different instances. Uncovering this complexity requires a wide set of technology studies in real and complex contexts, combined with iterative design and reflection approaches. Bringing new technological artefacts into a given context changes the context itself. Research and innovation procedures very much demand this highly iterative nature of investigation. People have to be confronted with futures as soon as possible to get a feeling for needs and wants. Experience taken as a key driver will be able to help answer fundamental questions of digitization and what it will be and could be. ✕

- ¹ McCarthy, J./Wright, P. (2004): *Technology as Experience*. Cambridge: MIT Press.
- ² Suchman, L.A. (1987): *Plans and Situated Actions: The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ³ Dey, A.K. (2001): *Understanding and Using Context*, in: *Personal and Ubiquitous Computing* 5(1), 4–7. DOI: 10.1007/s007790170019.
- ⁴ Suchman (1987), *Plans and Situated Actions*.
- ⁵ Dey (2001), *Understanding and Using Context*.
- ⁶ Dourish, P. (2004): *What We Talk About When We Talk About Context*, in: *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(1), 19–30.
- ⁷ Suchman (1987), *Plans and Situated Actions*.
- ⁸ Hutchins, E. (1995): *Cognition in the Wild*. Cambridge: MIT Press.
- ⁹ See also Massumi, B. (2002): *Parables for the Virtual Movement, Affect, Sensation*. Durham: Duke University Press.
- ¹⁰ See e.g. Nardi, B.A. (ed.) (1996): *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction*. Cambridge: MIT Press. – Engeström, Y./Miettinen, R./Punamaki, R.-L. (eds.) (1999): *Perspectives on Activity Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- ¹¹ McCarthy/Wright (2004), *Technology as Experience*.
- ¹² Forlizzi, J./Battarbee, K. (2004): *Understanding Experience in Interactive Systems*, in: *DIS '04 Proceedings of the 5th conference on Designing Interactive Systems: processes, practices, methods, and techniques*. New York: ACM, 261–268. <http://repository.cmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1045&context=hcii>. – Arhipainen, L./Tähti, M. (2003): *Empirical Evaluation of User Experience in Two Adaptive Mobile Application Prototypes*, in: *Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, Norrköping, Sweden, 27–34*. <http://www.ep.liu.se/ecp/011/007/ecp011007.pdf>. – Hassenzahl, M. (2003): *The Thing and I: Understanding the Relationship Between User and Product*, in: Blythe, M./Overbeeke, C./Monk, A.F./Wright, P.C. (eds.): *Funology: From Usability to Enjoyment*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 31–42.
- ¹³ Ardito, C./Costabile, M./Lanzilotti, R./Montinaro, F. (2007): *Towards the evaluation of ux*, in: *Workshop »Towards a ux Manifesto« at the International Conference HCI 2007, Lancaster, UK, September 3, 2007*, 6.
- ¹⁴ Gaver, B./Dunne, T./Pacanti, E. (1999): *Design: Cultural Probes*, in: *Interactions* 6(1), 21–29. DOI: 10.1145/291224.291235.
- ¹⁵ Buchenau, M./Suri, J.F. (2000): *Experience prototyping*, in: Boyarski, D./Kellogg, W.A. (eds.): *DIS '00 Proceedings of the 3rd conference on Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques*. New York: ACM, 423–433. DOI: 10.1145/347642.347802.
- ¹⁶ Buxton, B. (2007): *Sketching user experiences: Getting the design right and the right design*. Amsterdam: Morgan Kaufmann.
- ¹⁷ Nielsen, J. (1993): *Usability Engineering*. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- ¹⁸ See also Fuchsberger, V./Murer, M./Tscheligi, M./Lindtner, S./Reiter, A./Bardzell, S./Bardzell, J./Björn, P. (2015): *The Future Of Making: Where Personal and Industrial Fabrication Meet*, in: *Critical Alternatives*. DOI: 10.7146/aaahcc.v1i1.21394.
- ¹⁹ Leavy, B. (2010): *Design thinking – a new mental model of value innovation*, in: *Strategy & Leadership* 38(3), 5–14. DOI: 10.1108/10878571011042050.
- ²⁰ Brown, T./Katz, B. (2011): *Change by design*, in: *Journal of Product Innovation Management* 28(3), 381–383. DOI: 10.1111/j.1540-5885.2011.00806.x.
- ²¹ Venkatesh, V./Davis, F.D. (2000): *A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field studies*, in: *Management Science* 46(2), 186–204. DOI: 10.1287/mnsc.46.2.186.11926.
- ²² Venkatesh, V./Bala, H. (2008): *Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions*, in: *Decision Sciences* 39(2), 273–315. DOI: 10.1111/j.1540-5915.2008.00192.x.
- ²³ Venkatesh, V./Morris, M.G./Davis, G.B./Davis, F.D. (2003): *User Acceptance of Information Technology: Towards a Unified View*, in: *MIS Quarterly* 27(3), 425–478.
- ²⁴ Lowry, G. (2004): *Translation and Validation of the Technology Acceptance Model and Instrument for Use in the Arab World*, in: *ACIS 2004 Proceedings*, 105.
- ²⁵ Meschtscherjakov, D./Wiflinger, T./Scherndl, T./Tscheligi, M. (2009): *Acceptance of future persuasive in-car interfaces towards a more economic driving behaviour*, in: *Automotive ui '09*, 81–88. DOI: 10.1145/1620509.1620526.
- ²⁶ Osswald, S./Wurhofer, D./Trösterer, S./Beck, E./Tscheligi, M. (2012): *Predicting Information Technology Usage in the Car: Towards a Car Technology Acceptance Model*, in: *Automotive ui '12*, 51–58. DOI: 10.1145/2390256.2390264.

Martin Kugler

Blockchain: Eine Technologie für alle Fälle?

Blockchain: an all-purpose technology?

Blockchains sind eine Möglichkeit, Transaktionen dezentral, sicher und zu äußerst geringen Kosten direkt von einem Sender zu einem Empfänger abzuschließen. Diese Technologie könnte eine ganze Reihe von Bereichen komplett auf den Kopf stellen. Bitcoin ist jedenfalls erst der Anfang, ist Ross King, Blockchain-Forscher am AIT, überzeugt.

Wenn man der Meinung ist, dass es sich bei Blockchain um »eine neue« Technologie handle, so liegt man gleich doppelt falsch, wie einen Ross King, der BLOCKCHAIN-Forscher am AIT – Austrian Institute of Technology, gleich zu Beginn des Gesprächs aufklärt. Es handle sich dabei nicht um eine Technologie, sondern eigentlich um die Kombination von drei Kerntechnologien, die jede für sich schon lange etabliert sind. Die erste dieser Technologien sind sogenannte »Hash-Algorithmen«: Ein Hash-Wert ist eine Prüfsumme mit einer fixen Länge, die aus einem Datensatz berechnet wird; der Wert ist eindeutig, aus ihm lässt sich aber sein Ursprung nicht zurückverfolgen. Die zweite Basistechnologie von Blockchains ist die asymmetrische Verschlüsselung, bei der ein digitaler Inhalt mit einem öffentlichen Schlüssel verschlüsselt, aber nur mit einem privaten Schlüssel wieder entschlüsselt werden kann. Die dritte beteiligte Technologie schließlich sind sogenannte »Peer-to-peer-Netzwerke« – also Computersysteme, in denen

Blockchains offer a very cost-effective way of carrying out transactions directly between a sender and a recipient in a decentralised and secure manner. This technology could completely disrupt a wide range of different areas. Ross King, blockchain researcher at AIT, is certain that Bitcoin is only the beginning.

If you believe that blockchain is "a new" technology, you are actually wrong on two counts, as Ross King, BLOCKCHAIN researcher at the Austrian Institute of Technology AIT, will let you know right off the bat. Blockchain is not a technology, he clarifies, but rather the combination of three core technologies, all of which has been long established. The first of these technologies consists of so-called "hash algorithms": a hash value is a checksum with a fixed length which is calculated from a data set. The value is unique, but it is impossible to trace it back to its origin. The second basic technology used in blockchains is asymmetric encryption, where digital content is encrypted with a public key, while a private key is needed to decrypt it again. Finally, the third technology involved is that of so-called "peer-to-peer networks" – i. e. computer systems in which there is neither a hierarchical structure nor a central body. Instead, all participants have the same rights and obligations, and anybody can communicate with anybody.

es keine hierarchische Struktur und keine Zentrale gibt, sondern in denen alle Teilnehmer gleichberechtigt und gleichverpflichtet sind und jeder mit jedem kommunizieren kann.

Eine »Blockchain« ist eine Kette von verschlüsselten Datenblöcken, in denen Transaktionsdaten abgelegt sind. Die Blöcke sind insofern miteinander verbunden, als dass sie aufeinander aufbauen: Ein neuer Block wird immer auf Basis eines bereits bestehenden Blockes gebildet und enthält auch den Hash-Wert des Vorgängerblockes. Dadurch ist es unmöglich, den Inhalt eines Blockes nachträglich (also nachdem der Hash-Wert berechnet wurde) zu verändern. Das würde sofort auffallen – denn hier kommt die dritte Basistechnologie ins Spiel: Die komplette Blockchain ist nicht in einer zentralen Datenbank abgelegt, sondern ist in sehr vielen Kopien über das gesamte Netzwerk verteilt: Jeder Teilnehmer am Netzwerk kann jederzeit Einblick nehmen und sich dadurch vergewissern, dass kein Block nachträglich verändert wurde.

Verteilte Datenbank

Eine Blockchain entspricht also einer verteilten Datenbank zur Speicherung von Transaktionen jeglicher Art – etwa die Überweisung von GELD, das Besitzrecht an Grundstücken, Versicherungspolizzen oder die Urheberschaft von Kunstwerken. »Ein großer Vorteil ist das Vertrauen im System: Jede Transaktion wird von Herausgeber und vom Empfänger mit seinem privaten Schlüssel signiert«, erläutert Ross King. Der zweite große Vorteil an der Sache ist, dass das Blockchain-System selbstverwaltet ist: Es braucht keine zentrale Stelle, die die Abläufe organisiert oder koordiniert (oder kontrolliert), denn alle notwendigen Abläufe sind in den Algorithmen von vornherein festgelegt. Das bedeutet auch, dass zwei Teilnehmer direkt miteinander kommunizieren können: Damit werden direkte Transaktionen zwischen einem Sender und einem Empfänger möglich, ohne dass ein Vermittler eingeschaltet werden muss. Das erspart wiederum Zeit und Kosten.

Zusammengefasst bieten Blockchains also eine Möglichkeit, Transaktionen dezentral, sicher und zu äußerst geringen Kosten direkt von einem Sender zu einem Empfänger abzuschließen. Die SICHERHEIT von Transaktionen ist zum einen durch die Verschlüsselung der Daten und zum anderen durch die Verkettung der Blöcke, durch die keine Daten nachträglich verändert werden können, gewährleistet. In dem System herrscht völlige Transparenz: Allen Teilnehmern stehen jederzeit alle Daten zur Verfügung, es gibt keine Zentrale. Das hat auch politische Konsequenzen, denn niemand kann das Netzwerk kontrollieren. Die Algorithmen schaffen Vertrauen im System – ohne dass sich notwendigerweise die einzelnen Akteure vertrauen müssen.

Die erste Blockchain, die sich in der beschriebenen Form weltweit etabliert hat, ist die kryptografische Währung »Bitcoin«. Sie geht zurück auf ein wissenschaftliches Paper aus dem Jahr 2008, in dem eine Person oder Personengruppe namens Satoshi Nakamoto die grundlegenden Algorithmen beschrieb; wer sich hinter diesem Namen verbirgt, ist bis heute nicht bekannt. Im Jahr darauf wurde die Bitcoin-Software veröffentlicht – und das war der Startschuss für die Kryptowährung. Seither können Bitcoins fälschungssicher und ohne Einschaltung von Intermediären zwischen Sendern und Empfängern transferiert werden. Die Bitcoin-Blockchain sei mittlerweile auf ein Datenvolumen von rund 100 Gigabyte angewachsen, es gebe hunderte Millionen von Netzwerkknoten und Milliarden von Kanten bzw. Transaktionen, erläutert Ross King.

A »blockchain« is a chain of encrypted data blocks in which transaction data is stored. The blocks are connected to each other in that they build on one another: a new block is always formed on the basis of existing blocks and also contains the hash value of the previous block. This makes it impossible to subsequently (i.e. after calculating the hash value) change the contents of a block. Any such manipulation would be noticed immediately – because this is where the third fundamental technology comes into play: the entire blockchain is not stored in a central database, but rather distributed over the entire network in a large number of copies. Each participant in the network can, at any time, get an overview and thereby ensure that no block has been changed retroactively.

Distributed database

So a blockchain essentially is a distributed database used to store transactions of any type – for example the transfer of MONEY, the ownership of land, insurance policies or the authorship of works of art. »A major advantage is the trust within the system: each transaction is signed by the issuer and the recipient with his or her own private key«, Ross King explains. The second big advantage of this method is that the blockchain system administers itself: no central authority is needed to organise and coordinate (or control) procedures, as all required processes are predetermined by the algorithms. This also means that two participants can communicate directly with each other, allowing for direct transactions between a sender and a recipient without having to involve an intermediary. This, in turn, saves time and costs.

In summary, blockchains therefore offer a very cost-effective way of carrying out transactions directly between a sender and a recipient in a decentralised and secure manner. The SECURITY of transactions is ensured through the encryption of the data on the one hand and the concatenation of the blocks, which makes it impossible to subsequently alter data, on the other. The system is fully transparent: all participants always have access to all data, there is no central authority. This also has political consequences, as nobody is able to control the network. The algorithms create trust within the system – without necessarily requiring the individual parties to trust each other.

The first blockchain that has been able to establish itself on a global level in the form described above is the cryptographic currency »Bitcoin«. It goes back to a scientific paper published in 2008 in which a person or a group of persons under the name of Satoshi Nakamoto describes the underlying algorithm. To this day, it remains unknown who the actual author of the paper is. The bitcoin software was released the following year – and that was the starting signal for the crypto currency. Since then, it has been possible to transfer bitcoins between senders and recipients – in a tamper-proof manner and without the involvement of

Probleme bei Bitcoin

Im Bitcoin-System wurde eine spezielle Methode implementiert, wie die Transaktionen auf ihre Gültigkeit hin geprüft werden und wie 1.000 bis 2.000 gültige Transaktionen zu Blöcken kombiniert werden. Dieser Schritt ist für die Sicherheit und für die Vertrauenswürdigkeit des gesamten Systems entscheidend: Wenn die Blöcke erst einmal geschnürt und mit Hash-Werten versehen wurden, bleiben sie für alle Ewigkeit unveränderbar. Diese Arbeit übernehmen sogenannte »Miner« – und sie werden dafür belohnt, dass sie das für die Allgemeinheit machen. »Um eine Blockchain sicher zu machen, muss es schwierig sein, die Daten zu validieren«, so King. Nakamoto erdachte dafür ein System, in dem langwierige Berechnungen durchgeführt werden müssen, bis – alle zehn Minuten – ein neuer Block erstellt werden kann. Als Gegenleistung für den Aufwand bekommen die Miner Bitcoins gutgeschrieben, die im System generiert werden.

Aus dieser von Nakamoto erdachten – an sich genialen – Methode erwachsen aber auch einige grundlegende Probleme des Bitcoin-Systems: Erstens ist die Menge an Bitcoins, die als Anreiz für die Miner generiert werden kann, mit 21 Millionen begrenzt. Diese Summe wird beim jetzigen Tempo irgendwann in einem oder zwei Jahren erreicht werden. Es gibt allerdings auch eine zweite Finanzierungsquelle: Transaktionsgebühren, die man schon jetzt freiwillig zahlen kann, wenn man eine schnellere Abwicklung von Transaktionen wünscht. Wenn für die Finanzierung der Miner aber nur mehr Transaktionsgebühren zur Verfügung stehen werden, stelle sich die Frage, ob diese Gebühren nicht so hoch werden, dass der Vorteil gegenüber herkömmlichen Bankensystemen verschwinden würde, so King. Als unsicher gilt, ob alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer solche Gebühren zu bezahlen bereit sind. In Kings Augen ist es daher fraglich, ob das Bitcoin-System diese Transformation überstehen wird.

Das zweite akute Problem im Bitcoin-System ist, dass für die Erstellung der Blöcke beim »Mining« immens viel Rechenleistung und Energie verbraucht werden und sich das nur mehr in Ländern mit niedrigen Stromkosten lohnt. Mittlerweile werden schon mehr als die Hälfte aller Blöcke in China berechnet. Das nährt wiederum Befürchtungen, dass es doch zu einer Dominanz mancher Teilnehmer kommen könnte, die einen enormen Einfluss auf die Infrastruktur der digitalen Währung hätten. Die Frage sei, so King, ob das noch lange so aufrechtzuerhalten ist.

Öffentliche und geschlossene Systeme

Aber selbst wenn der Worst Case eintreten und das Bitcoin-System in ernsthafte Probleme kommen würde, sei das nicht das Ende von Kryptowährungen, betont der Bitcoin-Experte. »Es stehen zumindest 650 andere kryptografische Währungen im Hintergrund bereit«, sagt er. Die meisten dieser Systeme seien eher Hobbysysteme, aber rund zehn Systeme haben eine signifikante Markt-Kapitalisierung (mehr als 500.000 Dollar). All diese Kryptowährungen haben dieselben Vorteile: In ihnen wird Geld geschöpft und transferiert, ohne dass eine Autorität eingreifen muss bzw. kann – daher werden die digitalen Währungen auch von den meisten Notenbanken abgelehnt. Die Transaktionen werden zu extrem geringen Kosten direkt zwischen Sender und Empfänger abgewickelt – und daher haben auch die traditionellen Banken keine rechte Freude mit den digitalen Währungen.

intermediaries. Ross King explains that by today, the bitcoin blockchain has grown to a data volume of approximately 100 gigabyte, involving millions of network nodes and billions of edges or transactions.

Problems with bitcoin

For the bitcoin system, a special method was implemented, regulating how the validity of transactions is verified and how 1000 to 2000 valid transactions are combined to form new blocks. This step is crucial for the security and the trustworthiness of the entire system, as once the blocks have been created and have received hash values, they remain unchangeable forever. This work is handled by so-called "miners" who are in turn rewarded for doing this on behalf of the overall community. "In order to make a blockchain secure, it must be difficult to validate the data", says King. For this, Nakamoto conceived a system in which tedious calculations need to be carried out before – every ten minutes – a new block can be created. In return for their efforts, the "miners" are credited bitcoins which are generated within the system.

This – in itself ingenious – method conceived by Nakamoto, however, also gives rise to some of the bitcoin system's fundamental problems: for one, the amount of bitcoins which can be generated as an incentive for the "miners" is limited to 21 million. At the current speed, this amount will be reached sometime during the next year or two. However, there is also a second source of funding: transaction fees which you can already pay voluntarily, if you want a transaction to be settled faster. But if only transaction fees remain available to pay for the "miners", the question arises as to whether these fees will not increase to a point where the advantage over traditional banking systems disappears, King adds. It remains uncertain whether all participants will be willing to pay such fees. In King's eyes it is therefore doubtful whether the bitcoin system will survive this transformation.

The second acute problem the bitcoin system faces is that in order to create blocks through "mining", enormous amounts of computing power and energy are needed. As a result, it is only worthwhile in countries with low energy costs. Nowadays, more than half of all blocks are already being calculated in China. This in turn gives rise to fears that some participants might after all become dominant, as they have an enormous influence on the digital currency's infrastructure. According to King, the question is whether or not this can remain sustainable for a longer period of time.

Public and closed systems

But the bitcoin expert believes that even in the worst-case scenario, where the bitcoin system would face serious problems, this would not be the end of crypto currencies. "There are at least another 650 other cryptographic currencies waiting for their

Ein häufiger Kritikpunkt an Kryptowährungen ist, dass internationale Vorschriften zur Kontrolle von Geldflüssen zur Verhinderung von Geldwäsche oder Terrorismusfinanzierung unterlaufen werden könnten. Bei Bitcoin ist das in der Tat ein Problem: Jedermann kann jederzeit eine Bitcoin-ID erstellen und aktiv werden. Ausweiskontrollen oder Ähnliches sind da nicht möglich – diese können nur bei Tauschbörsen vorgenommen werden, wo Bitcoin in herkömmliche Währungen gewechselt werden kann. Allerdings ist Bitcoin dennoch nicht völlig anonym – das System ist vielmehr »pseudo-anonym«. Das bedeutet, dass man durch fortgeschrittene Methoden der Daten- und Netzwerkanalyse aus einer Transaktion bis zu einem gewissen Grad auf die Urheber der Transaktion zurückschließen kann – und dass man alle Zahlungsflüsse, die von einer Bitcoin-ID getätigt werden, miteinander in Beziehung setzen kann. Aber auch dieser Mechanismus lässt sich unterlaufen, denn es ist beispielsweise möglich, für jede Transaktion eine neue Adresse zu erzeugen – dann kann man Zusammenhänge kaum mehr zurückverfolgen.

Ross King leitet am AIT einige Forschungsprojekte, in denen in Kooperation mit Unternehmen und Behörden Methoden entwickelt werden, die trotzdem Auffälligkeiten finden. Im Mai 2017 wurde dazu unter AIT-Koordination das EU-Projekt »Titanium« gestartet, mit einem Konsortium bestehend aus 15 Mitgliedern aus sieben europäischen Ländern. Die darin entwickelten Lösungen sollen Kriminelle und Angreifer daran hindern, die Blockchain-Technologie für kriminelle Zwecke einzusetzen, gleichzeitig aber auch die Datenschutzrechte der rechtmäßigen Nutzerinnen und Nutzer wahren.

Solche Probleme betreffen allerdings bei weitem nicht alle Blockchain-Systeme. Es ist zum Beispiel ein großer Unterschied, ob es sich um ein öffentliches System oder um ein geschlossenes handelt: Es sind viele Anwendungen denkbar, bei denen die Zahl der möglichen Teilnehmer beschränkt ist – etwa auf bestehende Kundinnen und Kunden einer Bank oder einer Versicherung – und bei denen irgendeine Instanz auch die Identitäten der Teilnehmer kennt.

Solche Systeme sind nicht auf den Finanzbereich beschränkt. »In praktisch allen Sektoren wird derzeit untersucht, ob man Blockchain-Technologien einsetzen könnte. Das ist derzeit ein echter Hype«, erläutert Ross King. Als ein Beispiel nennt er den Kreativbereich: Derzeit sind Daten über Urheberrechte und Copyrights in vielen einzelnen Datenbanken abgespeichert, die noch dazu nicht vollständig sind. In der Praxis ist es oft sehr schwer zu ermitteln, wer die Rechte an einem Werk besitzt und zu welchen Konditionen man dieses nutzen darf. Es wäre zwar sinnvoll, eine große Datenbank für alle Werke zu haben – aber niemand will, dass eine zentrale Stelle die Herrschaft über alle Daten hat. Das könnte auf völlig transparente Art mit einer dezentralen Blockchain realisiert werden, so King. Durch solche Kreativ-Blockchains wäre es überdies möglich, dass eine Künstlerin oder ein Künstler ihr bzw. sein Werk direkt an die Kundin oder den Kunden verkaufen könnte – man bräuchte keine Handelsplattform mehr dazwischen.

Boom mit Smart Contracts

Letzteres wird ermöglicht durch die jüngste Entwicklung in diesem Bereich: durch sogenannte »Smart Contracts«. Das sind kleine Programme, die direkt in den Blöcken abgelegt werden und bestimmte Regeln enthalten, wie mit den Daten umzugehen ist: Wenn gewisse Voraussetzungen gegeben

day“, he says. Most of these systems are fairly amateur systems, but there are approximately ten systems which have already acquired a significant market capitalisation (more than 500,000 us-Dollars). All of these crypto currencies offer the same benefits: within them, money is created and transferred without an authority having to / being able to intervene. This is also why the digital currencies are being rejected by most central banks. The transactions are carried out directly between a sender and a recipient at extremely low costs. This explains why traditional banks are also not exactly overjoyed at the prospect of digital currencies.

A common point of criticism regarding crypto currencies is that they would allow participants to circumvent international regulations on the control of cash flows and the prevention of money-laundering and the financing of terrorism. With bitcoin, this is indeed a problem: anybody can create a bitcoin ID and become active at any time. ID checks or similar precautions are not possible – they can at best be carried out on exchange platforms where bitcoins can be converted into conventional currencies. Nevertheless, bitcoin is not entirely anonymous – it rather constitutes a ”pseudo-anonymous“ system. This means that through advanced data and network analysis methods it is possible – to a certain degree – to trace a transaction back to its originators. And all payment flows carried out from one single bitcoin ID can be correlated to each other. However, this mechanism can also be circumvented, as it is possible, for example, to create a new address for each and every transaction. In this case, it is virtually impossible to trace any interrelationship. At the AIT, Ross King is heading several research projects where, in collaboration with companies and authorities, methods are being developed to nevertheless uncover abnormalities. In May of 2017, the AIT-coordinated EU project ”Titanium“ was launched with a consortium consisting of fifteen members from seven European countries. The solutions developed under this project are meant to prevent criminals and attackers from using blockchain technology for criminal purposes, while at the same time protecting the privacy rights of legitimate users.

However, by far not all blockchain systems are affected by such problems. For example, there is a big difference as to whether a system is public or closed: you can imagine various applications in which the number of possible participants is limited – for example to existing customers of a bank or an insurance company – and in which there is also an authority that knows the identities of the participants.

Such systems are not limited to the financial sector. ”Virtually every sector is currently being examined as to whether blockchain technologies could be used. This is a real hype at the moment“, explains Ross King. As an example, he points to the creative area: currently, data about intellectual property rights and copyrights is stored in many separate databases, which

sind, dann werden AUTOMATISCH gewisse Abläufe ausgelöst. Ein Beispiel wäre die automatische Auszahlung von Versicherungspolizen: Wenn man einen Unfall bei der Polizei meldet und wenn gleichzeitig alle Bedingungen, die im Versicherungsvertrag festgelegt sind, erfüllt sind, dann könnte automatisch eine Verbindung mit der Versicherungsagentur hergestellt werden – und die Bezahlung würde in der Folge automatisch getätigt werden. Dabei gäbe es überhaupt keinen Personalaufwand, der gesamte Prozess würde rasch, sicher und völlig transparent ablaufen.

»In *Smart Contracts* sieht man wirklich viel Potenzial«, so King. Es vergeht kaum ein Tag, an dem nicht im Silicon Valley und anderswo eine neue Idee für die Anwendung der Blockchain-Technologie veröffentlicht würde. Die Venture-Capital-Investitionen in diesen Bereich haben im Vorjahr die Milliarden-Dollar-Marke überschritten. Einer der wichtigsten Bereiche ist derzeit, neben dem Finanzbereich und dem Kreativsektor, der Energiesektor. Durch Blockchains könnte es möglich werden, dass jeder Produzent von Elektrizität – also auch jede und jeder, die bzw. der zum Beispiel eine Photovoltaik-Anlage auf dem Dach des eigenen Hauses hat – den Strom direkt an einen Abnehmer verkauft. Solche Systeme werden derzeit auch in Österreich untersucht, etwa von der Energie Steiermark in Kooperation mit dem BlockchainHub Graz.

Auch bei Behörden stoßen Blockchains auf großes Interesse: Denkbar ist zum Beispiel, das Grundbuch oder Treuhandregister als Blockchains zu realisieren. Oder das Melderegister. Oder eine Begleitung von Wahlen – per Blockchains wäre es beispielsweise möglich, sicher nachzuvollziehen, ob eine Briefwahlstimme gezählt wurde oder nicht. Weiters wäre es denkbar, sichere E-Health-Systeme mit der Blockchain-Technologie zu implementieren.

Ein riesiger möglicher Einsatzbereich ist auch das INTERNET DER DINGE, wo es häufig darum geht, mit sensiblen Daten umzugehen, die aus einer Vielzahl von Quellen kommen, die als gleichberechtigte Partner in einem Netzwerk agieren. Auch in der »*Sharing Economy*« geht es darum, dass viele Akteure miteinander ohne Zentrale kommunizieren und Geschäfte abschließen. Viele Expertinnen und Experten erwarten, dass hier durch Blockchain-Technologien unzählige neue Geschäftsmodelle entstehen könnten. Durch Blockchains könnten auch viele Menschen Zugang zu Märkten bekommen, aus denen sie derzeit ausgeschlossen sind – etwa weil es in manchen Regionen in Entwicklungsländern keine Bankfilialen oder Versicherungsvertreterinnen oder -vertreter gibt.

»Wir stehen noch ganz am Anfang«

Der Fantasie sind jedenfalls kaum Grenzen gesetzt: Vorgeschlagen wurde beispielsweise auch schon ein System, in dem alle Diamanten der Welt registriert sind und alle Verkäufe lückenlos nachvollziehbar wären. Das Thema »*Blood Diamonds*« und andere kriminelle Machenschaften mit den wertvollen Steinchen würden dann mit einem Schlag der Vergangenheit angehören. Ähnliches ist auch für Kunstwerke oder für wertvolle Uhren denkbar.

moreover are not complete. In practice, it is often very difficult to determine who owns the rights to a work and on what terms it is allowed to be used. While it would make sense to have one large database for all the works, nobody wants one central authority to have control over all the data. According to King, this could be realised in a completely transparent manner through a decentralised blockchain. Using such creative blockchains, it would furthermore be possible for artists to sell their works directly to customers. Intermediary trading platforms would no longer be required.

Smart contracts are booming

The latter is made possible through the latest development in this area, so-called "*smart contracts*". These are small programmes which are stored directly in the blocks and contain certain rules on how to handle data: if certain conditions are met, certain processes are AUTOMATICALLY triggered. An example would be automatic pay-outs on insurance policies: if, for example, you report an accident to the police and all the conditions of an insurance contract are met, an automatic connection to the insurance agency could be made, followed by a subsequent automatic payment. For this, there would be no personnel expenditures, and the entire process would be handled quickly, securely and completely transparently.

"A lot of potential is seen in the area of smart contracts", says King. Hardly a day passes without a new idea for the application of blockchain technology being published in Silicon Valley or elsewhere. Last year, venture capital investments in this area surpassed the billion dollar mark. Apart from the financial and creative sectors, one of the most important areas currently being considered is the energy sector. Blockchains would make it possible for every producer of electricity – i.e. also anybody who has a photovoltaic system on their rooftop – to sell electricity directly to a consumer. Such systems are currently also being studied in Austria, for example by Energie Steiermark in cooperation with the BlockchainHub Graz.

The authorities are also very interested in blockchains. It is conceivable, for example, that the land register or trust register be organised as blockchains. Or the civil register. Or election monitoring – with blockchains it would be possible, for example, to determine with certainty whether a postal vote was counted or not. Another idea relates to the implementation of secure eHealth systems through blockchain technology.

Another enormous possible area of application is the "INTERNET OF THINGS", where in many cases sensitive data from various sources acting as equal partners within a network must be handled. The "*sharing economy*" is also about many parties communicating and doing business with each other without the involvement of a central authority. Many experts

»In Wirklichkeit sind wir noch ganz am Anfang«, sagt Ross King. Es gebe viele Start-ups, die eigene Blockchains implementieren. Ob diese ihre Behauptungen und Versprechungen einhalten können, ist derzeit nicht abschätzbar. »Bevor sie nicht die ersten Referenzkunden haben, kann man das nicht beurteilen.« Beim Bitcoin-System wisse man, dass es stabil läuft und robust ist – immerhin ist es seit 2009 online –, bei praktisch allen anderen Systemen gibt es diese Erfahrungswerte aber noch nicht.

In welche Richtung wird sich die Blockchain-Technologie in den nächsten Jahren entwickeln? Allen Unsicherheiten zum Trotz wagt Ross King einige Prognosen. Als sicher annehmen könne man, dass es in einigen Jahren viele neue Blockchain-Systeme geben werde – wobei sich nur einige davon groß durchsetzen werden. King erwartet daher eine Konsolidierungsphase und zudem erhofft er sich eine Standardisierung in diesem Bereich. »Im Moment entwickeln sehr viele Akteure ihre eigenen Blockchain-Systeme, aber wenige denken dabei an eine Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen.« Vielleicht werde die Entwicklung ja auch ähnlich verlaufen, wie man es bei Mobiltelefonen beobachten konnte, sodass es in fünf bis zehn Jahren zwei oder drei große Blockchain-Systeme gibt, auf denen dann alle möglichen Anwendungen laufen. »Das ist aber reine Spekulation – es kann auch ganz anders kommen.« ✕

expect countless new business models to arise in this area based on blockchain technologies. Blockchains would also allow many people to access markets which they are currently excluded from – in certain regions of developing countries, for example, where there are currently no bank branches or insurance agents.

“We are still at the very beginning”

There are hardly any limitations to imagination. For example, a system has been proposed in which all diamonds in the world would be registered, allowing every sale to be perfectly traceable. The issue of “blood diamonds” and other criminal activities involving the precious stones would then immediately become a thing of the past. The same is conceivable for works of art or valuable watches.

“In reality, we are still at the very beginning”, says Ross King. There are many start-ups implementing their own blockchains. Whether or not they can live up to their claims and keep their promises remains to be seen. “As long as they don’t have any initial reference customers, it is impossible to assess their chances.” With the bitcoin system, we know that it is stable and robust – after all, it has been online since 2009. For virtually all other systems, however, there is no empirical data yet.

In which direction will blockchain technology evolve over the coming years? Despite all uncertainties, Ross King ventures to make a few predictions. It is safe to assume, he says, that there will be many new blockchain systems in a few years – and only very few of them will be able to establish themselves on a larger scale. King therefore expects a consolidation phase. He furthermore hopes for a standardisation in this area. “At the moment, many different players are developing their own blockchain systems, but few of them are considering interoperability between different systems.” The development might follow a path similar to the one of mobile phones: in five to ten years, there might be two or three large blockchain systems used by various different types of applications. “But that is pure speculation – things could also turn out to be quite different.” ✕

Martin Kugler

Dekarbonisierung durch Digitalisierung Decarbonisation through digitisation

Was der Menschheit nottut, ist eine Steigerung der Nachhaltigkeit. Es gibt kaum einen Bereich, in dem nicht digitale Technologien helfen könnten, damit wir die Umwelt weniger belasten. Eine kurzgefasste Tour d’Horizon durch ein weites Feld.

Immer mehr Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind überzeugt, dass wir in einem neuen Zeitalter leben: nämlich im Anthropozän. Durch unsere Aktivitäten haben wir Menschen die Erde schon so stark verändert, dass die Spuren bereits in geologischen Strukturen nachweisbar sind und von künftigen Generationen von Forscherinnen und Forschern leicht gefunden werden können. Das betrifft den radioaktiven Fallout der Atombombenversuche genauso wie veränderte Sedimentströme, die allgegenwärtigen Ablagerungen von Mikroplastik genauso wie den erhöhten CO_2 -Gehalt von Luft und Meerwasser. Letzterer Faktor führt nicht nur zu einer dauerhaften Erwärmung und zu einer Versauerung der Ozeane, sondern verändert sogar die Art, wie Gesteine verwittern.

In unzähligen Papieren gelobt die Menschheit (zumindest Teile davon), ihren ökologischen Fußabdruck zu verringern. Ganz oben auf der Tagesordnung steht dabei die Senkung des CO_2 -Ausstoßes. Zur Dekarbonisierung unseres Wirtschaftsystems gibt es zwei grundsätzliche Denk-

What humanity needs is an increase in sustainability. There is hardly an area in which digital technologies cannot help us to have less of an impact on the environment. A short tour d’horizon through a wide field.

More and more scientists are convinced that we are living in a new era: the Anthropocene. Through our activities, we humans have already changed the earth to such a degree that traces can already be detected in geological structures and will easily be found by future generations of scientists. This includes the radioactive fallout from the atomic bomb tests, as well as altered sediment flows, the ubiquitous deposits of micro-plastic, as well as the increased CO_2 level in the air and sea water. The latter factor not only results in permanent warming and an acidification of the oceans, but also changes the way in which rocks weather.

In countless papers, humanity (or at least parts of it) is currently vowing to reduce its environmental footprint. At the top of the agenda is a reduction of CO_2 emissions. When it comes to decarbonising our economic system, there are two basic approaches: either we change our “Western” lifestyle so that we (as during a large part of the history of mankind) need fewer resources and leave less pollutants

ansätze: Entweder wir verändern unseren »westlichen« Lebensstil, damit wir (wie im Großteil der Menschheitsgeschichte) mit weniger Ressourcen auskommen und weniger Schadstoffe zurücklassen, oder wir behalten unseren Lebensstil, gehen aber mit den Ressourcen effizienter um bzw. stützen uns vermehrt auf regenerierbare Quellen. Da die meisten Menschen derzeit nicht zu gravierenden Änderungen des Lebensstils bereit zu sein scheinen, konzentriert man sich auf die zweite Variante: auf die Effizienzsteigerung durch eine Optimierung heutiger Prozesse.

Smarte Netzwerke

Die Basis für diesen Weg ist die Entwicklung neuer Technologien sowie eine durchgängige Nutzung digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien. Das lässt sich gut anhand unseres Energiesystems zeigen. Anders als früher, wo es einige wenige zentrale Stromproduzenten gab, gibt es heute viele dezentrale Einspeiser ins Netz. Um die Kapazitäten bestmöglich auszunutzen und möglichst viel erneuerbare Energieträger einbinden zu können, müssen die Netze flexibler sowie Angebot und Nachfrage wesentlich besser aufeinander abgestimmt werden. Das kann bei sogenannten »Smart Grids« funktionieren, bei denen Netzwerke zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung von Energie durch ein Informationsnetzwerk ergänzt werden. Dann würden die verschiedenen Teilnehmerinnen und Teilnehmer am Energiesystem über möglichst viele Informationen über den Status quo verfügen und könnten entsprechend handeln. Da Strom von Windkraftanlagen und Solarpaneelen nicht zu allen Zeiten gleichermaßen zur Verfügung steht, können dann rechtzeitig andere Erzeugungskapazitäten bereitgestellt werden. Weiters wird es möglich, die Nachfrage anzupassen (»Demand Control«), indem Stromverbraucherinnen und -verbraucher abhängig von Versorgungslage und Preisen den Einsatz bestimmter Prozesse zeitlich verschieben. Durch Digitalisierung werden zudem ganz neue Geschäftsmodelle denkbar – etwa die Bündelung vieler Kleinanlagen zu »virtuellen Kraftwerken«, die am Markt gemeinsam auftreten.

Digitalisierung ist aber auch die Voraussetzung, um das Verkehrssystem effizienter zu gestalten. Auf der einen Seite die Infrastruktur: Durch eine verbesserte Überwachung des Verkehrsflusses und aller relevanten Einflussgrößen (Uhrzeit, Wetter, Veranstaltungen etc.) kann die Verkehrsentwicklung simuliert werden, wodurch eine gezielte Beeinflussung möglich wird. So lässt sich etwa durch eine geschickte Ampelschaltung oder Wahl von Geschwindigkeitsbeschränkungen die Zahl der Staus vermindern – das erhöht die Effizienz des Verkehrssystems, spart Ressourcen und senkt den Treibhausgasausstoß. Auf der anderen Seite tragen digitale Technologien aber auch fahrerseitig zu einer Dekarbonisierung bei: Schon heute gleichen Automobile einer Art fahrendem Computer – in einem durchschnittlichen Fahrzeug sind mehrere Dutzend Controller eingebaut, die den Komfort, die SICHERHEIT und die Effizienz erhöhen. Bei der kommenden Elektromobilität wird die Bedeutung einer intelligenten Steuerung noch wichtiger. In Zukunft stehen durch die Kommunikation zwischen Infrastruktur und Fahrzeugen sowie zwischen den Fahrzeugen selbst noch mehr Daten zu einer weiteren Optimierung zur Verfügung. Auf die Spitze getrieben werden diese Möglichkeiten durch das künftige autonome Fahren – denn die Autos können dann auch selbsttätig die jeweils optimale Route oder Geschwindigkeit wählen. Schließlich ermöglicht die Digitalisierung auch Verhaltensänderungen der Verkehrsteilnehmerinnen und

behind. Or we maintain our lifestyle, but use resources more efficiently, relying increasingly on renewable sources. As most people currently do not seem to be willing to fundamentally change their lifestyle, the main focus is on the second option: increasing efficiency through an optimisation of existing processes.

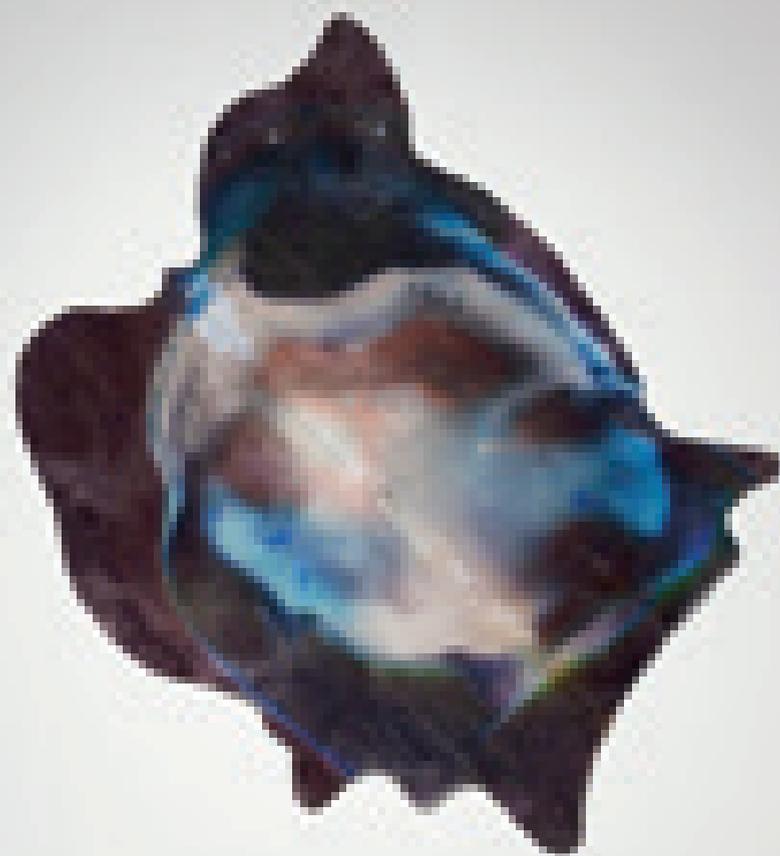
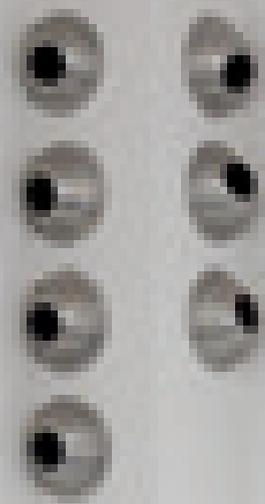
Smart networks

The basis for this path is the development of new technologies, as well as a consistent use of digital information and communication technologies. This is illustrated very clearly by our energy system. In contrast to earlier times, when there were only a few central producers of electricity, there are now many decentralised producers feeding electricity into the grid. In order to make the best possible use of capacities and to be able to include as many renewable energy sources as possible, the grids need to become more flexible, and supply and demand need to be coordinated in a much better way. This can be achieved through so-called "smart grids" in which the networks used to produce, transmit and distribute energy are complemented by an information network. This would provide the different participants in the energy system with as much information as possible about the status quo, allowing them to act accordingly. As electricity from wind turbines and solar panels is not equally available at all times, other generation capacities could be made available in a timely fashion. It furthermore becomes possible to adjust demand ("demand control"), by allowing electricity users to adjust the time at which certain processes are carried out based on the respective supply situation and pricing. In addition to this, digitisation allows for the development of completely new business models – such as, for example, the bundling of many micro-systems to "virtual power plants" which act as joint unit on the market.

But digitisation is also the prerequisite for an enhancement of the efficiency of the transport system. On the one hand, there is the infrastructure: through improved monitoring of the flow of traffic as well as all relevant influencing factors (time, weather, events, etc.), the traffic development can be simulated, allowing for targeted manipulation. For example, a smart control of traffic lights and the imposition of speed limits can reduce the number of traffic jams. This increases the efficiency of the traffic system, conserves resources and lowers the emission of greenhouse gases. On the other hand, however, digital technologies inside vehicles also contribute to decarbonisation: cars already resemble a type of driving computer. The average vehicle today already includes dozens of controllers which enhance not only its comfort, but also its SAFETY and efficiency. With the upcoming wave of electromobility, the importance of intelligent controls will increase even further. In the future, more data will be available for further optimisation, due to the communication

Die Ausstellung *ARTIFICIAL TEARS. Singularity & Menschsein – Eine Spekulation* zitiert ein Kapitel der Menschheitsgeschichte, das noch nicht geschrieben wurde. 13 künstlerische Positionen eröffnen Hypothesen, stellen Fragen und liefern Impulse zur Auseinandersetzung mit der vom amerikanischen Futuristen Ray Kurzweil prognostizierten »*Singularity*«. Transhumanistische Szenarien sehen eine Welt vorher, in der die Menschheit durch sich selbst optimierende künstliche Intelligenz Unsterblichkeit erlangt und grundlegende menschliche Eigenschaften wie das Vergessen verschwinden könnten. Die Ausstellung rückt menschliche Emotionen und ethische Überlegungen zur Digitalen Moderne in den Vordergrund, um gleichzeitig intellektuelle und emotionale Assoziationen zu stimulieren.

The exhibition *ARTIFICIAL TEARS. Singularity & Humanness – A Speculation* quotes from a chapter of human history yet to be written. Thirteen artistic positions open hypotheses, pose questions, and provide impetus for a confrontation with the “*singularity*” as envisioned by American futurist Ray Kurzweil. Transhumanist scenarios predict a world wherein humanity achieves immortality through self-optimizing artificial intelligence, and fundamental human characteristics such as forgetfulness could disappear. The exhibition focuses on human emotions and ethical considerations about Digital Modernity in order to simultaneously stimulate intellectual and emotional associations.

















-teilnehmer: Durch exakte Real-Time-Informationen über Fahrpläne, Fahrzeiten und Umsteigemöglichkeiten wird es den Konsumentinnen und Konsumenten erleichtert, das jeweils günstigste und effizienteste Fortbewegungsmittel zu nutzen.

Intelligente Städte

Viele dieser Entwicklungen fließen im Konzept von »Smart Cities« zusammen: Viele Städte stehen vor der immensen Herausforderung, eine wachsende Bevölkerung mit allen erforderlichen kommunalen Dienstleistungen – von Strom und Wärme über Mobilität bis hin zur Entsorgung – zu versorgen; gleichzeitig sollen die Systeme leistungsfähig bleiben und umweltfreundlicher werden. Die urbane Hardware muss dazu mit intelligenter Software neu verknüpft werden. Der Weg dorthin ist in zahlreichen Smart-City-Strategien festgelegt. Wie das in der Praxis funktionieren kann, wird vielerorts getestet – in Wien beispielsweise im Stadterweiterungsgebiet Aspern.

Gegen die in den vergangenen Jahren stark propagierten Smart-City-Konzepte regt sich allerdings auch Widerstand: Bisher stand der Fokus, so meinen Kritikerinnen und Kritiker, allzu sehr auf der Technologie und deren Optimierung. Dieser Denkansatz lasse aber außer Acht, dass sich Städte dynamisch und auch ungeplant weiterentwickeln. Daher müssten wesentlich stärker als bisher partizipative Methoden eingesetzt werden, durch die sich die Bürgerinnen und Bürger sowie andere Stakeholder intensiver als bisher in Planungsprozesse einbringen könnten. Zur Organisation solcher Beteiligungsverfahren bieten freilich neue digitale Technologien wertvolle Hilfestellungen.

Die stärkere Einbindung der Menschen könnte auch bei einem weiteren kritischen Punkt helfen: beim sogenannten »Rebound-Effekt«. Bei vielen energie- und emissionsparenden Technologien lehrt die Erfahrung, dass ein Teil der Einsparungen wieder verpufft: Wenn zum Beispiel eine Beleuchtung durch LED wesentlich effizienter und billiger wird, dann drehen viele Menschen das Licht länger auf (weil sie ja glauben, durch die neue Technologie ohnehin sparsamer zu sein). Diesem Effekt kann man offenbar nur durch ein erhöhtes Bewusstsein der Nutzerinnen und Nutzer beikommen.

Industrie 4.0 und 3D-Druck

Auch die Digitalisierung in der Güterproduktion (»Industrie 4.0«) kann einen Beitrag zur Dekarbonisierung leisten. Durch die Nutzung von Daten aus immer mehr SENSOREN – Stichwort: »Internet der Dinge« – wird eine Optimierung der verschiedenen Prozesse sowie eine bessere Abstimmung aller Teilbereiche aufeinander möglich. Große Möglichkeiten bestehen etwa in der Planung von Zuliefer- und Vertriebsketten. Ob diese Potenziale für eine höhere Umweltverträglichkeit gehoben werden können, hängt auch stark davon ab, wo in Zukunft produziert wird – also ob es gelingt, Industrie mithilfe der digitalen Technologien wieder verstärkt nach Europa oder Nordamerika zurückzuverlagern, oder ob die Produktions- und Wertschöpfungsketten weiterhin global verstreut bleiben und wichtige Prozessschritte unverändert in Ländern erfolgen, wo schwächere Umwelt- und Emissionsvorschriften gelten.

between infrastructure and vehicles as well as amongst vehicles themselves. In the future, these opportunities culminate in the possibility of autonomous driving – because cars can then independently choose the ideal route and speed. Finally, digitisation also allows for changes in the behaviour of road users: through exact real-time information on timetables, travel times and possible interchanges it becomes easier for consumers to use whichever means of transport is the cheapest and the most efficient.

Intelligent cities

Many of these developments come together in the "smart cities" concept: many cities are faced with the immense challenge of providing a growing population with all municipal services needed – from electricity to heat, from mobility to disposal. At the same time, the systems need to remain affordable and become more environmentally friendly. For this, existing urban hardware needs to be linked to intelligent software. How to get there, has been defined in various smart city strategies. How it can work in practice is currently being tested in many places – in Vienna, for example, in the urban expansion area of Aspern.

However, resistance is also rising against the smart city concepts which many have pushed for in the past few years: so far, the critics say, too much of an emphasis has been placed on technology and its optimisation. According to them, this approach does not take into consideration that cities continue to develop dynamically and also in an unplanned fashion. Because of this, participatory methods would need to be employed to a greater degree than in the past, allowing citizens and other stakeholders to become more involved in planning processes. For the organisation of such participation procedures, however, new digital technologies once again offer valuable assistance.

The stronger involvement of people could also help with another critical aspect: the so-called "rebound effect". For many energy and emission-saving technologies, experience has shown that a part of the savings disappears again. If, for example, illumination becomes much more efficient and cheaper through LEDs, many people will leave the lights on for a longer time (as they think that with the new technology they will be more efficient anyway). This effect can, apparently, only be countered by enhancing the users' awareness.

Industry 4.0 and 3D printing

Digitisation in the production of goods ("Industry 4.0") can also contribute to decarbonisation. The use of data from more and more SENSORS – commonly referred to as the "Internet of Things" – allows for the optimisation of various processes as well as a better coordination of all sub-areas. The planning of supply and distribution chains, for example, offers enormous opportunities. Whether these potentials will be leveraged to enhance environmental compatibility also largely depends on

Dem 3D-DRUCK (»*Additive Manufacturing*«) als eine künftige wohl boomende Produktionstechnologie wird einiges an Potenzial zugemessen, die Güterwirtschaft umweltverträglicher zu machen. Allerdings machen Expertinnen und Experten darauf aufmerksam, dass man dabei nur schwer allgemeine Aussagen treffen könne: Ob ein 3D-Druckprozess wirklich ressourcenschonender und emissionsärmer sein kann als ein herkömmliches Produktionsverfahren, hänge sehr stark vom konkreten Fall und Material ab. Die Verhältnisse könnten sich in Zukunft aber ändern, wenn neue, umweltfreundliche und auf erneuerbaren Rohstoffen basierende Materialien zur Verfügung stehen werden.

Satellitendaten und Blockchains

Um noch ein ganz anderes Beispiel zu nennen: Auch in der Landwirtschaft könnten die Emissionen durch Digitalisierung deutlich sinken. Ein großer Teil der Treibhausgasemissionen aus diesem Sektor entsteht durch Überdüngung von Feldern: Jene Mengen an Dünger, die von den Pflanzen nicht verwertet werden, werden durch Bodenbakterien in das stark treibhauswirksame Lachgas umgewandelt. Durch Sensoren, Datenbanken zur Bodenqualität oder die Unterstützung durch Satellitenaufnahmen ist es heute möglich, für jedes Feldstück exakt zu bestimmen, wieviel Dünger ausgebracht werden soll. Solche Methoden des »*Precision Farming*« schonen die Ressourcen und sparen Kosten und Emissionen.

Es gibt jedenfalls kaum einen Sektor, bei dem digitale Technologien nicht zu einer Dekarbonisierung beitragen können. So wurde kürzlich auch ein völlig neues System zum Emissionshandel vorgeschlagen: Durch BLOCKCHAINS und Smart Contracts könnten viel mehr Menschen und Unternehmen einen Anreiz bekommen, sich für emissionsmindernde Verfahren zu engagieren – auch in Entwicklungsländern, die derzeit kaum Zugang zum Emissionshandel haben.

Manche Forscherinnen und Forscher arbeiten indes auch an viel weitergehenden Konzepten, wie man mithilfe der Digitalisierung die ganze GESELLSCHAFT so umbauen könnte, damit sie insgesamt effizienter und ressourcenschonender wird – ein Beispiel dafür sind die Ideen, die Dirk Helbing in dem Interview am Beginn dieses Buches äußert. Die Grundidee dahinter ist durchaus revolutionär: Durch einen fundamentalen Umbau, wie die Gesellschaft funktioniert, könnte man den derzeit vorherrschenden Denkansatz der Optimierung unserer heutigen »*westlichen*« Wirtschafts- und Gesellschaftssysteme überwinden und zu einem gänzlich anderen Lebensstil gelangen, der nachhaltiger sein könnte. Das ist aber definitiv noch Zukunftsmusik. ✘

where production will take place in the future – whether digital technologies make it possible to once again relocate the industries to Europe and North America, or whether the production and value chains will remain globally dispersed, leaving important process steps in countries with weaker environmental and emissions-related regulations.

Considerable potential for making the real economy more environmentally friendly is seen in the area of 3D PRINTING (*“additive manufacturing”*) as a production technology expected to boom in the future. However, experts point out that it is very difficult to make general statements: whether a 3D printing process really conserves resources and lowers emissions versus traditional production methods or not depends strongly on the individual case and material. This situation could change in the future, however, if new and environmentally friendly materials based on renewable resources become available.

Satellite data and block chains

Another example: emissions in agriculture could also be reduced significantly through digitisation. A large part of greenhouse gas emissions in this sector is due to the overfertilisation of fields. Soil bacteria convert all the fertiliser which is not used by the plants to nitrous oxide which contributes strongly to the greenhouse effect. Through sensors, databases on soil quality and the support of satellite imagery, it is now possible to determine exactly for every parcel of land how much fertiliser should be applied. These *“precision farming”* methods conserve resources and save costs and emissions.

In any case, there is hardly a sector in which digital technologies cannot contribute to decarbonisation. For example, a completely new system for emissions trading was recently proposed: through BLOCKCHAINS and smart contracts, many more people and companies could be incentivised to get involved in emissions-reducing procedures – including in developing countries which currently have hardly any access to emissions trading.

Meanwhile, many researchers are working on much farther-reaching concepts on how digitisation could be used to reinvent society in a way that makes it more efficient and resource-friendly overall. Examples for this can be found in Dirk Helbing’s interview at the beginning of this book. The underlying concept is by all means revolutionary: By fundamentally changing the way in which our SOCIETY works, we could overcome the currently predominant approach of optimising our modern *“Western”* economic and social systems and reach a completely different, more sustainable lifestyle. But that is definitely still a dream for the future. ✘

Helmut Leopold



Cybersicherheit – eine Grundlage für unsere gesellschaftliche Entwicklung

Cyber security – a foundation for our societal development

Seit Jänner 2009 leitet Helmut Leopold am AIT – Austrian Institute of Technology das Center for Digital Safety & Security. In dieser Rolle ist er für das Sicherheitsforschungsprogramm des AIT und damit für Cyber Security und Schutz kritischer IT-Infrastrukturen zuständig. Zu-vor war er bei Telekom Austria in verschiedenen Managementfunktionen tätig und als Technologiechef der Telekom Austria war er maßgeblich für die digitale Transformation des Unternehmens zu einem modernen Multimedia- und Breitbandunternehmen verantwortlich. Helmut Leopold ist derzeit Präsident der Gesellschaft für Informations- und Kommunikationstechnik (GIT) im Österreichischen Verband für Elektrotechnik (OVE) sowie auch Mitglied des OVE-Vorstandes.

Since January 2009, Helmut Leopold is with the AIT Austrian Institute of Technology where he holds the position Head of Digital Safety and Security Center. In this role he is responsible for the ICT based research programme focusing on cyber security, critical infrastructure protection and public safety. Before AIT he was with Telekom Austria, the largest network operator in Austria in various management positions. He played a leading role in the innovation process of the company and was responsible for the digitalization and next generation network transformation program of the IT and network infrastructure. Helmut Leopold is President of the Austrian Organization for Information and Communication Technology (GIT) and Board Member of the Austrian Electrotechnical Association (OVE).

Die Verknüpfung von Digitalisierung und globaler Vernetzung auf der Basis moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) fast aller Bereiche von GESELLSCHAFT und Wirtschaft führt zu grundlegenden Veränderungen der Regeln – nicht nur für die Geschäftswelt, sondern auch für unsere Zusammenarbeit und unser Zusammenleben insgesamt.¹ 3,6 Milliarden Menschen haben heute weltweit Zugang zum Internet und in den industrialisierten Ländern liegt die Internet-Durchdringung inzwischen bei über 90 Prozent. Niemand kann die durch die umfassende weltweite Digitalisierung ermöglichten Veränderungsprozesse in unserer Gesellschaft mehr ignorieren.

Auf Basis dieser Entwicklung werden durch neue Arten der Kommunikation und neue Formen der Geschäftstätigkeit **DISRUPTIVE VERÄNDERUNGEN** möglich. Das Ergebnis ist eine neue wissensbasierte Wirtschaft, die auf Vernetzung, Transparenz, einfachen Kommunikationsprozessen und einer allgegenwärtigen Verfügbarkeit von Daten und Informationen beruht. Neue Wertschöpfungsketten werden auf Basis von Online-Diensten zu zentralen Datenbanken sowie zur Entwicklung benutzergenerierter Inhalte, einem Peer-to-Peer-Austausch von Daten und der weitläufigen Zusammenarbeit zur Erzeugung von Informationen aufgebaut.

The intertwined digitalisation and global networking based on modern information and communication technologies (ICT) of almost all areas of SOCIETY and economy is changing the rules of business as well as working and living together fundamentally.¹ 3,6 billion people have today access to the Internet on our globe and the Internet penetration in industrialized countries has reached more than 90 percent. Nobody can ignore the change processes in our society which have been enabled by the comprehensive digitalisation all over the world.

Based on this development **DISRUPTIVE CHANGES** are enabled in different ways of communicating as well as doing business, resulting in a new knowledge economy, based on networking, transparency, simple communication processes and the ubiquitous availability of data and information. New value chains are built on online services to central data bases as well as user-generated content (UGC) development, peer-to-peer sharing of data and mass collaboration for information generation.

In a next phase we are in a comprehensive effort of connecting now all our systems and devices for the next generation Internet. Currently we have already 6 billion devices connected to

In einer nächsten Phase unternehmen wir derzeit umfassende Anstrengungen, um all unsere Systeme und Geräte für die nächste Generation des Internets zu verknüpfen. Derzeit sind bereits sechs Milliarden Geräte weltweit mit dem Internet verbunden. Bis 2020 soll diese Zahl auf Basis des Internets der Dinge (IoT – »INTERNET OF THINGS«) auf 20 Milliarden ansteigen. Als neuer Trend werden sicherheitsrelevante Systeme, die bislang aufgrund ihres Off-line-Betriebes grundsätzlich geschützt waren, zunehmend über das Internet miteinander vernetzt.

Durch diese Digitalisierung und Vernetzung unserer Systeme schaffen wir sogenannte »cyber-physische Systeme« (CPS), die wesentlich dazu beitragen, die größten Herausforderungen unserer Gesellschaft zu überwinden. Hierzu zählen: Energienetze der Zukunft (Smart Grid, E-Mobilität etc.), Heimautomatisierung (Smart Home), Ressourcenoptimierung in Smart Cities, künftige Mobilität auf der Basis intelligenter Transportsysteme (ITS) und autonomes Fahren mit umfassender Car2x-Kommunikation, E-Government, E-Health-Telemedizin und umgebungsgestütztes Leben (AAL – »Ambient Assisted Living«), Sensornetzwerke für E-Environment, effektive Krisen- und Katastrophenmanagementsysteme (CDM – »Crisis and Disaster Management«) sowie Industrieautomatisierung und Supply-Chain-Management, was derzeit unter dem Schlagwort »Industrie 4.0« diskutiert wird.

Neue digitale Anwendungen in allen Bereichen unseres Lebens beruhen auf einer umfassenden Vernetzung und einer ständigen und sogar unsichtbaren Unterstützung durch benutzerfreundliche, kostengünstige und intelligente Technologie. Somit wird die Internet-Infrastruktur zum kritischen infrastrukturellen Rückgrat unserer vernetzten digitalen Gesellschaft.

Fünf bedeutende Trends bestimmen unsere digitalen, vernetzten Systeme der nächsten Generation

In Zukunft werden Anstrengungen zur Förderung sowohl der Innovationsdynamik als auch der Nachhaltigkeit von Infrastruktur harmonisiert werden müssen. In einer Welt, die von schnellem technologischen Wandel und sich verlagernden globalen Trends, die häufig disruptive Auswirkungen auf sowohl Märkte als auch Gesellschaften haben, geprägt ist, stehen Unternehmen vor beispiellosen Herausforderungen. Vor diesem Hintergrund lassen sich geschäftlicher Erfolg und nachhaltiges Wachstum nur durch stärkere Innovationsbemühungen erreichen und sichern. Diese beruhen im Wesentlichen auf den folgenden Technologietrends:

1. Zunehmende KOMPLEXITÄT von IKT-Systemen: Der wachsende Bedarf an Innovation in einer äußerst dynamischen Wirtschaft führt zu zunehmend komplexen Systemen, Produkten und Prozessen, die wiederum eine Anpassung von Innovations- und F&E-Prozessen (Forschung und Entwicklung) in Unternehmen erfordern. Grundsätzlich gibt es drei Hauptfaktoren, die die Komplexität von Systemen bestimmen: a) die zunehmende AUTOMATISIERUNG von Funktionen, die sogar zu nicht-deterministischen Regelkreisen in cyber-physischen Systemen (CPS) führt; b) die durch die verfügbare Rechenleistung bedingte Nutzung neuer Algorithmen auf der Basis von BIG DATA, die eine scheinbare »Intelligenz« von Systemen ermöglicht; c) intelligente Funktionen zur Unterstützung, Verifizierung und Validierung menschlicher Aktionen.

the Internet on our globe and it is expected to reach 20 billion devices by 2020 forming the INTERNET OF THINGS (IoT). As a new trend, safety-relevant systems are also becoming increasingly interconnected by using the Internet which were up to now inherently protected by off-line operation.

By this digitalization and interconnection of our systems we are building so-called "cyber physical systems" (CPS) which essentially contribute to solving the big challenges of our society. These include: energy networks of the future (smart grid, eMobility, etc.), home automation (smart home), resource optimization in smart cities, future mobility based on intelligent transport systems (ITS) and autonomous driving with extensive car2x communication, eGovernment, eHealth-Telemedicine and Ambient Assisted Living (AAL), sensor networks for eEnvironment as well as effective crisis and disaster management (CDM) systems, and industry automation and supply chain management which is currently discussed under "industry 4.0".

New digital applications in all areas of our life are built upon comprehensive interconnection, and easy-to-use, low-cost and smart technology supporting us pervasive and even invisible. Thus, the Internet infrastructure as such will become the critical infrastructure backbone of our interconnected digital society.

Five major trends are determining our next generation digital networked systems

Going forward, efforts to promote both innovation dynamics and infrastructure sustainability have to be harmonized. In a world marked by rapid technological change and shifting global trends, which frequently have a disruptive impact on both markets and societies, companies are confronted with unparalleled challenges. Against this backdrop, commercial success and sustainable growth can only be achieved and safeguarded through stronger innovation efforts which are essentially based on the following technology trends:

1. Growing KOMPLEXITÄT of ICT systems. The growing need for innovation in a highly dynamic economy leads to increasingly complex systems, products and processes, which in return necessitate adjusted corporate innovation and R&D processes. Basically there are three main factors that determine the complexity of systems: a) the increasing AUTOMATION of functions leading to even non-deterministic feedback loops in cyber physical systems (CPS); b) due to available computing power the use of new algorithms based on BIG DATA, enabling a seemingly "intelligence" of systems; c) and smart functions to assist, verify and validate human actions.
2. Increasing networking of systems leading to IoT and new machine-to-machine (M2M) communication systems with dynamic system behavior.

2. Eine verstärkte Vernetzung von Systemen, die zum Internet der Dinge und zu neuen Maschine-Maschine-Kommunikationssystemen (M2M) mit dynamischem Systemverhalten führt.
3. Branchentrends hin zu OFFENEN NETZWERKARCHITEKTUREN und der Nutzung von Standardprotokollen sowie generischen Bausteinen.
4. Die Virtualisierung von IT-Infrastruktur zur Reduzierung von Komplexität und zur Schaffung von Geschäftsmodellen auf der Basis von Kernkompetenzen.
5. Eine »Verlagerung« des Benutzerverhaltens: Das Web 2.0 erlaubt es Benutzerinnen und Benutzern, über einen passiven Konsum von über Webseiten und Speicherservern bereitgestellten Inhalten, wie es im Web 1.0 gängige Praxis war, hinauszugehen. Im Web 2.0 können Benutzerinnen und Benutzer an der Erstellung von Inhalten in allen Medienformen (Daten, Ton, Bild und Video) mitwirken, was neue Formen der Kommunikation ermöglicht.²

Diese technologischen Trends an sich, aber auch das Ausmaß und die Komplexität dieser Systeme erfordern neue Wege, um auf Sicherheits- und Belastbarkeitsthemen einzugehen.³ In sämtlichen Anwendungsdomänen wurde die Entwicklung von ICT bislang durch die Innovationsdynamik bei der Entwicklung neuer Funktionalitäten bestimmt. Aufgrund der zentralen Bedeutung von ICT als erfolgskritische Infrastruktur für sämtliche Aspekte unserer modernen Gesellschaft, müssen wir nun unsere gemeinsamen Bemühungen darauf konzentrieren, zu verhindern, dass ein Mangel an Sicherheit die Innovationskraft behindert oder die Entwicklung der Gesellschaft gefährdet.

Das Internet der Dinge und cyber-physische Systeme (CPS), die zahlreiche Sensoren, Auslöser und eine umfassende NetzwerkinTEGRATION mit sich bringen, gepaart mit der zunehmenden Verwendung von Commercial-Off-the-Shelf (COTS-)Technologien mit standardisierten Schnittstellen, die Virtualisierung von IT-Systemen und die Veränderung des Nutzerverhaltens machen unsere komplexen IT-Systeme sogar äußerst anfällig. Herkömmliche IT-Sicherheitsmaßnahmen sind nicht mehr ausreichend. Die unterschiedlichen Anwendungsbereiche erfordern besondere Aufmerksamkeit bei der Entwicklung dedizierter Sicherheitskonzepte. Hierbei müssen alle betroffenen Interessengruppen der verschiedenen Domänen – Hersteller, Dienstleister, Systemintegratoren, Anwendungsentwickler sowie öffentliche Akteure und Endnutzer – einbezogen werden.

Grundsätzliche Security-Problemstellung der Digitalisierung

Die oben dargestellten Technologietrends begründen eine inhärente Sicherheitsproblematik:

- Digitalisierung basiert auf Softwaretechnologien und Software ist inhärent immer mit Fehlern behaftet. Jede komplizierte Software, die heute nach dem Stand der Technik ausgerollt wird, ist mit Fehlern sogenannter »Vulnerabilities« behaftet⁴. So wurden im Secunia-Bericht 2015 beispielsweise 15.000 Schwachstellen in 4.000 IT-Produkten gemeldet.⁵ 87 Prozent aller Android-Mobiltelefone laufen auf Software mit bekannten Sicherheitslücken – aufgrund eines fehlenden Patch-Manage-

3. Industry trends towards OPEN NETWORK ARCHITECTURES, use of standard protocols and generic building blocks.
4. Virtualization of IT-infrastructure to reduce complexity and build business models on core competences.
5. "Shift" in user behavior: Web 2.0 enables users to go beyond passive consumption of content through web pages and from storage servers as it was common practice in Web 1.0. Web 2.0 enables users to participate in the generation of content in all forms of media – data, sound, picture and video – and enables a new form of communication.²

These technology trends as such but also the scale and complexity of these systems demand new ways to address security and resilience issues.³ In all application domains, up until now, the evolution of ICT has been determined by the innovation dynamics in the development of new functionalities. Due to the crucial importance of ICT as mission-critical infrastructure for all aspects of life of our modern society, we have now to devote concerted efforts to preventing lacking safety and security from hindering innovation or from jeopardizing the development of society.

The Internet of Things (IoT) and cyber-physical systems (CPS) which involve a multitude of sensors, actuators and extensive network integration, paired with the increasing use of commercial off-the-shelf (COTS) technologies with standardized interfaces, the virtualization of IT-systems and the change in user behavior makes our complex IT systems even very vulnerable. Traditional IT security protection mechanisms are no longer sufficient. The different application areas need special attention for developing dedicated safety and security concepts together with the relevant stakeholders within each domain – manufacturers, service providers, system integrators, application developers, as well as public stakeholders and end-users.

Fundamental security problems caused by digitisation

The technological trends outlined above constitute an inherent security issue:

- digitisation is based on software technologies, and software inherently always includes flaws. Any complicated state-of-the-art software rolled out today will also have certain flaws, so-called "vulnerabilities"⁴. E. g. the Secunia 2015 report recorded 15k vulnerabilities in 4k IT products.⁵ 87 percent of all Android Phones operate with Software with known vulnerabilities – due to missing patch management.⁶ Such a missing patch management is usually based on several reasons such as cost saving, product features, operation support processes, etc.

ments.⁶ Ein solches fehlendes Patch-Management ist normalerweise auf mehrere Gründe zurückzuführen, beispielsweise Kosteneinsparungen, Produktfunktionen, betriebliche Support-Prozesse etc. Das ist der Grund, dass Cyberkriminelle in der Regel lediglich sieben Tage benötigen, um eine Sicherheitslücke erfolgreich auszunutzen. Unternehmen hingegen benötigen 176 Tage, um auf bekannte Schwachstellen einzugehen und sich vor Cyberangriffen zu schützen.⁷

- Durch die umfassende Vernetzung und das Bauen von CPS erhalten wir Systems of Systems mit einem komplexen Systemverhalten, welches zunehmend nicht mehr vollständig verstanden werden kann.
- Sicherheitsansätze erzeugen Druck auf die Usability und bauen wesentlich auf das Mitwirken der Benutzerinnen und Benutzer. Dadurch werden Prozesse und menschliches Verhalten zu einem zentralen Aspekt für effektive Sicherheitslösungen.
- Neue Schutzansätze wie KÜNSTLICHE INTELLIGENZ und Maschine Learning verlangen neue betriebliche Konzepte und besondere Fähigkeiten für das Design und den Betrieb von solchen Hightech-Systemen.

Die Cybersicherheitsbedrohungslandschaft

Das Allianz Risk Barometer 2017⁸ zeigt deutlich und greifbar, wie groß die Gefahr vor Cyberangriffen ist. Sie wird von den Versicherungen bereits als die zweitgrößte Gefahr für einen Wirtschaftsstandort gesehen – noch vor der Gefahr vor Folgen von Naturkatastrophen und Risiken durch neue Technologien. Einer Studie des unabhängigen Center for Strategic International Studies (CSIS)⁹ zufolge, steht Cyberkriminalität in der Rangfolge der teuersten rechtswidrigen Massenaktivitäten an fünfter Stelle (nach Diebstahl, grenzüberschreitender Kriminalität, Drogenhandel, Fälschung und Piraterie).

Unsere Computersysteme werden heute von sage und schreibe 430 Millionen Arten von Malware (Software, die für den unbefugten Zugriff auf Computersysteme entwickelt wurde) bedroht. Fast jede Woche werden neue Zero-Day-Schwachstellen (dem Hersteller unbekannt Sicherheitslücken in Software, die bereits im Einsatz ist) in unseren Softwaresystemen entdeckt. Es lässt sich ein beachtlicher und zunehmender internationaler Trend beim Einsatz von Ransomware beobachten, das heißt, von Verschlüsselungssoftware, die darauf abzielt, im Rahmen von Erpressungsversuchen gehaltene Daten zu zerstören. 2015 wurden insgesamt 362.000 Ransomware-Angriffe identifiziert, was etwa 1.000 Angriffen pro Tag entspricht. Die Angriffszahlen für Industriespionage, den Verlust von geistigem Eigentum, Identitätsdiebstahl und finanzielle Verbrechen, beispielsweise über sogenannten »CEO-Betrug« (siehe Cyberkriminalitätsfall des österreichischen Unternehmens FACC), nehmen von Jahr zu Jahr zu.

Sogenannte »DDoS-Cyberangriffe« (»Distributed Denial of Service«), die darauf abzielen, die Erbringung von Dienstleistungen durch Verursachung einer gezielten Überlastung mit Datenverkehr zu unterbrechen, haben sich als ernsthafte Bedrohung für IT-Dienstleister herauskristallisiert. Facebook, Amazon etc. sind in der gleichen Weise bedroht wie nationale Dienstleister wie etwa A1 oder der Wiener Flughafen (VIE). An dieser Stelle sollte beachtet werden, dass die Stärke von DDoS-Attacken 2016 eine völlig neue Dimension erreicht hat: Die für diese Angriffe erzeugte Datenmenge stieg auf etwa ein Terrabyte. Noch bemerkenswerter bei diesem Angriffsbeispiel ist die Tatsache, dass klassische Verbrauchergeräte wie Set-Top-Boxen und Kühlschränke für

- This is the reason, that usually cyber criminals need just seven days to successfully exploit a vulnerability. But it takes 176 days for organisations to address known vulnerabilities to prevent cyber attacks.⁷
- Through comprehensive networking and the creation of CPS, we obtain "systems of systems" with a complex system behaviour which increasingly can no longer be fully understood.
- Security approaches exert pressure on usability and to a large degree rely on the participation of the users. Because of this, processes and human behaviour become a central aspect for effective security solutions.
- New protective approaches such as ARTIFICIAL INTELLIGENCE and machine-learning require new operational concepts and special skills for the design and operation of such high-tech systems.

The cyber security threat landscape

The Allianz Risk Barometer 2017⁸ clearly and tangibly shows how great the danger emanating from cyber attacks is. Insurance companies already see them as the second largest danger for a business location – even ahead of the danger of natural disasters and risks caused by new technologies.

According to a study by the independent Center for Strategic International Studies (CSIS)⁹, cybercrime is the fifth most expensive illegal mass activity after theft, transnational crime, drug trafficking, forgery and piracy.

Today an incredible 430 million types of malware (software designed for the unauthorised infiltration of computer systems) are threatening our computer systems. Nearly every week zero-day-vulnerabilities (unknown vulnerabilities by the manufacturer in software which is rolled out) are discovered in our software systems. There is a notable and growing international trend in the use of ransomware, i.e. encryption software designed to destroy data which is used in ransom attempts. In 2015 a total of 362.000 ransomware attacks were identified; i.e. around 1000 attacks a day. The attack numbers of industrial espionage, the loss of intellectual property, identity theft, and financial crimes such as the widespread so called "CEO fraud" (cf. cybercrime incident at the Austrian company FACC) are increasing very year.

So-called "DDoS cyber attacks" ("Distributed Denial of Service") intended to interrupt service provisioning by generating dedicated traffic overload became evident as a serious threat for IT service providers. Facebook, Amazon, etc. are in the same way threatened as national services providers such as A1 and Airport Vienna (VIE). At this point it is important to note, that 2016 a new dimension of the powerfulness of DDoS attacks has been shown in 2016 by generating traffic loads of around one Terrabyte. Even more remarkable with this attack example is that classical consumer equipment such as Set-Top-Boxes and refrigerators are used to perform this attack. Thus, each private consumer can

die Durchführung dieses Angriffes verwendet werden. Somit kann jede Privatkonsumentin und jeder unwissentlich Teil eines kriminellen Cyberangriffes werden. Ein umfassender Überblick über Internet-Sicherheit in Österreich ist im Bericht Internet-Sicherheit Österreich 2016 enthalten.¹⁰

Industrie und kritische Infrastruktur

Dieses normale Niveau beharrlicher Cyberangriffe auf unsere IT-Systeme ist mit der Ankunft besonders ausgereifter und durchdachter Angriffe, sogenannter »Advanced Persistent Threats« (APTs), stark gestiegen. Selbst wenn sie die verfügbaren Schutzmechanismen konsequent einsetzen, können auch hochgradig abgesicherte IT-Systeme erfolgreich angegriffen werden, wenn verschiedene Angriffsmethoden wie etwa Social Engineering, Phishing-E-Mails, Botnets, DDoS etc. über längere Zeiträume hinweg kombiniert werden. Die Angriffsmethoden sind im Wesentlichen auf die spezifischen Merkmale bestimmter Organisationen und IT-Systeme zugeschnitten, was auch als »Spear Phishing« bezeichnet wird. Für diese ausgereiften Cyberangriffsmuster auf kritische industrielle Infrastruktur gibt es zahlreiche Beispiele, wie etwa die Cyberangriffe auf ein deutsches Stahlwerk im Jahr 2014, ThyssenKrupp im Jahr 2017 und die ukrainischen Stromnetze im Jahr 2015. Bei diesen Beispielen hat sich herausgestellt, dass die APT-Cyberangriffe mehr als ein Jahr im Voraus in den Benutzersystemen vorbereitet wurden, bevor im letztendlichen Angriff schließlich die Infrastruktur lahmgelegt wurde.

Informationsgesellschaft und Demokratie

Abschließend ist es wichtig, die zuletzt zu beobachtende Bedrohung für unsere GESELLSCHAFT und Demokratie hervorzuheben. Angesichts der erheblichen Auswirkungen, die Mediendienste auf die Wirtschaft und in noch stärkerem Umfang auf die Politik und fundamentale gesellschaftliche Prozesse haben, geht es hierbei um sehr viel mehr als nur die Bekämpfung herkömmlicher krimineller Machenschaften.¹¹ Eine Blockierung der Berichterstattung, die zielgerichtete Manipulation von Nachrichten (Fake News), die unbefugte Analyse von Kommunikationsprozessen und personenbezogenen Daten sowie der Missbrauch oder die Zerstörung von Daten können im schlimmsten Fall den Rechtsstaat untergraben und die öffentliche Meinung, auf der unsere Demokratien aufbauen, negativ beeinflussen.

Ein gutes Beispiel für einen solchen Cyberangriff ist ein gefälschter Bericht, der von der Nachrichtenagentur Associated Press (AP) über deren Twitter-Konto gemeldet wurde, nachdem sie von der »Syrischen Elektronischen Armee« Informationen über einen angeblichen Angriff auf das Weiße Haus und Präsident Obama erhalten hatte. Innerhalb weniger Minuten brach die New Yorker Börse (NYSE) um ein Prozent ein, wodurch der S&P 500 Index 136 Milliarden US-Dollar einbüßte.¹² 2015 wurde das französische Fernsehnetzwerk TV5 Monde von der Hacker-Gruppe CyberCaliphate infiltriert, die den Rundfunksender mit internationalem Publikum zwingen wollte, eine Selbstzensur vorzunehmen und von seiner sachlichen Berichterstattung Abstand zu nehmen. Mehrere schwedische Tageszeitungen wurden wiederholt Opfer von DDoS-Angriffen, mit denen die Verbreitung von Fakten und Informationen verhindert werden sollte. Weitere beeindruckende Beispiele für Cyberangriffe, die aus politischen Gründen geführt wurden, zeigen die Diskussionen um die US-Präsidentschaftswahl oder zuletzt auch der Hacker-Angriff im Vorfeld der französischen Präsidentschaftswahl.

be misused to be part of a criminal cyber attack. A comprehensive overview of the Internet security in Austria is provided in the Report for Internet-Security Austria 2016.¹⁰

Industry and critical infrastructures

This normal level of persistent cyber-attacks on our IT systems has substantially increased, with the arrival of particularly sophisticated and elaborated attacks, so-called "advanced persistent threats" (APTs). Despite using available defence mechanisms, even highly protected IT systems can be successfully attacked by combining different attack methods such as social engineering, phishing emails, botnets, DDoS, etc. over longer periods of time. In essence, the methods of attack are tailored to the specific characteristics of individual organisations and IT systems, so-called "spear phishing". Such sophisticated cyber-attack patterns on critical industrial infrastructures are demonstrated by many examples such as the cyber attacks on the German steel mill 2014, ThyssenKrupp in 2017 and the Ukraine energy networks in 2015. The last examples showed that the APT cyber attack have been prepared in the users systems over one year in advance to the final attack of shutting down the infrastructure.

Information society and democracy

Finally it is important to highlight the threat on our SOCIETY and democracy based on latest experiences. The powerful impact that media services have on business, and even more so on politics and fundamental social processes, means that far more is involved here than simply fighting conventional criminal activities.¹¹ Blockades in news reporting, targeted manipulation of the news (fake news), unauthorised analysis of communication processes and personal data, and the misuse or destruction of data can, in the worst case, undermine the rule of law as well as negatively influence the public opinion on which our democracies are founded.

An example of such a cyber-attack is a false report published by news agency Associated Press (AP) on their Twitter account after receiving information issued by the "Syrian Electronic Army" claiming that the White House and President Obama had been attacked. Within just a few minutes the New York Stock Exchange (NYSE) fell one percent, wiping 136 billion dollars off the S&P 500 index.¹² In 2015, the French TV network TV5 Monde was infiltrated by the CyberCaliphate hacker group who attempted to force the broadcast station with its international audience to perform self-censorship and to diverge from its fact-based reporting. Several Swedish daily newspapers were the subject of repeated DDoS attacks intended to prevent the dissemination of facts and information. Further impressive examples of cyber attacks for political reasons are demonstrated by the discussion to the US presidential election or more recently the hacking attack ahead of the French presidential election.

Kommerzialisierung der Cyberangriffsmethoden

Wir werden nicht nur aufgrund der hochgradig organisierten Strukturen professioneller Hacker und der cyberkriminellen Szene, sondern auch aufgrund der Kommerzialisierung der Angriffswerkzeuge und Methoden bedroht. Waren früher umfangreiche technische Kenntnisse notwendig, um in ein IT-System unerlaubt einzudringen, sind heute eine Vielzahl von Dienstleistungen und Werkzeugen am Markt für jedermann einfach und günstig erhältlich, um sich kriminell zu betätigen, ohne besondere Spezialkenntnisse besitzen zu müssen – Stichwort: »*crime as a service*«. Anleitungen wie Vulnerabilities können im Darknet gefunden werden, es gibt eigene Suchmaschinen wie Shodan, die als Wartungswerkzeug benutzt werden können, mit denen man aber auch Geräte im Internet einfach suchen kann, welche keinen oder einen schlechten Passwortschutz aufweisen. Es gibt auch Cloud-Services von bereits vorbereiteten Botnets, das sind PCs, die durch Malware infiziert wurden, um global verteilte Cyberangriffe durchführen zu können. All dies macht es sehr einfach, einen Cyberangriff zu konzipieren und durchzuführen. Dazu kommen Werkzeuge, die für die normale Benutzerin bzw. den normalen Benutzer sehr hilfreich sind, die aber auch missbraucht werden können, wie etwa Werkzeuge zum Entschlüsseln von Passwörtern oder die Android-App »Router Keygen«, mit der sich WLAN-Passwörter von Routern auslesen lassen.

Gegenwehr

Angesichts dieser wachsenden Bedrohung durch Cyberangriffe, die von Kriminalität (Cyberkriminalität) über Spionage und Terrorismus bis hin zu kriegerischen Absichten (Cyberkrieg) reichen können, immer professioneller geführt werden und hinsichtlich ihrer Motivation zunehmend ausgereift sind, ist es von höchster Bedeutung, Online-Cyberangriffe abwehren zu können. Als Reaktion auf diese Bedrohung bauen die industrialisierten Länder Expertisen und Mechanismen auf, die benötigt werden, um die kritische Infrastruktur der Gesellschaft zu schützen.¹³

EU-Initiativen

Auf EU- sowie auf nationaler Ebene wurden verschiedene Maßnahmen ergriffen, um ein europäisches Cyberschutzprogramm ins Leben zu rufen. Die EU hat eine CYBERSICHERHEITSSTRATEGIE¹⁴ sowie Empfehlungen¹⁵ für die Verhinderung und die Reaktion auf Störungen und Angriffe definiert, die sich auf kritische Infrastruktur in Europa auswirken. Die Absicht besteht darin, durch nationale Gesetze ein Mindestmaß an Sicherheit für digitale Technologien, Netzwerke und Dienstleistungen in sämtlichen Mitgliedstaaten zu gewährleisten. Dedizierte Strukturen für ein Cybersicherheitsmanagement auf staatlicher Ebene, Mindestanforderungen für Schutzmechanismen auf Unternehmensebene und eine obligatorische Meldung ernsthafter Cyber-vorfälle sind Maßnahmen, die für bestimmte Unternehmen und Organisationen diskutiert werden, um die Widerstandskraft unserer digital gesteuerten Infrastrukturen zu erhöhen. Die NIS-Empfehlung¹⁶ mit der Anforderung einer Umsetzung nationaler Cybersicherheitsgesetze wurde im August 2016 von der EU veröffentlicht. Für das nationale Gesetz Österreichs ist eine öffentliche Konsultation für Herbst 2017 geplant. Als Grundlage dient hierfür der Entwurf, der vom österreichischen Bundeskanzleramt (BKA), dem Bundesinnenministerium (BMI) und dem Bundesministerium für Landesverteidigung und Sport

Commercialisation of cyber attack methods

We are threatened not only due to the highly organised structures of professional hackers and the cybercrime scene but also because of the commercialisation of the attack tools and methods. While previously extensive technical knowledge was needed to gain unauthorised access to an IT system, there are now numerous services and tools available on the market which anybody can obtain easily and at a low cost. So anybody can now become a cyber criminal without needing special knowledge – a phenomenon referred to as “*crime as a service*”. Instructions on how to exploit vulnerabilities can be found in the darknet. There are special search engines such as Shodan which can be used as maintenance tools, but which also allow you to easily search for online devices with no or merely a poor password protection. Meanwhile, cloud services offering previously prepared botnets, i.e. pcs which were infiltrated by malware in order to be able to carry out globally distributed cyber attacks, make it very easy to plan and carry out a cyber attack. In addition to this, there are tools which are very helpful to normal users, but which can also be abused. These include, for examples, tools used to decrypt passwords or the Android app “RouterKeygen” which allows you to obtain WiFi passwords from routers.

Countermeasures

With this growing threat of cyber-attacks covering everything from criminal (cyber crime), espionage, terrorist or even warlike intentions (cyber war) which are becoming extremely professional and sophisticated in motivation, repelling online cyber-attacks has become of paramount importance.

In response to this threat, the industrialised states are establishing expertise and mechanisms needed to protect society’s critical infrastructures.¹³

EU initiatives

Several measures have been initiated on EU as well as on national level to establish a system of European cyber protection. The EU has defined a CYBER SECURITY STRATEGY¹⁴, as well as a recommendation¹⁵ for prevention and response to disruptions and attacks affecting European critical infrastructures. The intention is to ensure by national laws a minimum security level for digital technologies, networks and services in all member states. Dedicated structures for cyber security management on a state level, minimum security protection mechanisms at company level and mandatory reports on serious cyber incidents are measures in discussion for certain companies and organizations in order to increase the resilience of our digital controlled infrastructures. The NIS recommendation¹⁶ with the requirement of implementing national cyber security laws was published by the EU in August 2016. For the national law in Austria, a public consultation process is planned in autumn 2017 based on the

(BMLVS) erarbeitet wurde. Bis zum 9. Mai 2018 muss das nationale Gesetz in Kraft sein und bis zum 9. November 2018 müssen die als kritische Dienstleister festgelegten Organisationen definiert werden. Neben der klassischen kritischen Infrastruktur von öffentlicher Bedeutung¹⁷ zählen hierzu auch Suchmaschinen, Cloud-Anbieter, soziale Netzwerke, öffentliche Verwaltungen und Online-Zahlungsplattformen¹⁸.

Darüber hinaus wurde auf europäischer Ebene eine gezielte Forschungsinitiative ins Leben gerufen, um die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Industrie und Wirtschaft durch gemeinsame F&E-Anstrengungen im Bereich der Cybersicherheit zu stärken. Die Europäische Agentur für Cybersicherheit (ECISO – European Cyber Security Organisation) soll eine umfassende Diskussion unter allen europäischen Akteuren fördern, von der Industrie über KMUs, Wissenschaft und Forschungsorganisationen bis hin zu öffentlichen Behörden und Stellen, um nicht nur die Konkurrenzfähigkeit Europas durch die Entwicklung neuer Schutztechnologien zu erhöhen, sondern auch Best-Practice-Verfahren für den Betrieb und die Nutzung von Technologie zu definieren und das Qualifikationsniveau auf allen Ebenen zu stärken.¹⁹

EU-Datenschutzgrundverordnung

Der hohe Grad der Digitalisierung und der Vernetzung bringt auch neue Herausforderungen im Umgang mit unserer Privatsphäre. Im Zuge der neuen EU-Datenschutzreform wird das Datenschutzrecht EU-weit vereinheitlicht und tritt am 25. Mai 2018 in Kraft. Unternehmen müssen dann nachweisen, dass sie personenbezogene Daten ausreichend schützen und dies gegenüber Behörden auch unter Beweis stellen. Zu den Schutzmaßnahmen gehören eine Risikoanalyse sowie die Implementierung von Cybersicherheit. Diese neue Gesetzeslage stellt sowohl die KMU-Szene als auch die Industrie vor besondere Herausforderungen, um entsprechende Prozesse und Systeme in kurzer Zeit in den Unternehmen zu implementieren. Weiters braucht es gemeinsame Anstrengungen am Wirtschaftsstandort, um im Diskurs Wissen aufzubauen, damit mit dieser Thematik ökonomisch sinnvoll umgegangen werden kann.

Nationale Cybersicherheitsinitiativen

Die österreichische Bundesregierung hat eine Österreichische Strategie für Cyber Sicherheit (öscs) verabschiedet²⁰, in der wesentliche strategische Zielsetzungen festgelegt sowie auch Zuständigkeiten der Behörden geregelt wurden. Eine umfassende nationale Diskussion aller relevanten Stakeholder wird in Österreich von der Cyber Security Plattform (CSP) organisiert.²¹ Die CSP vernetzt Stakeholder aus Verwaltung, Wirtschaft und Wissenschaft in Form eines Public-Private-Partnership.

Gegenmaßnahmen im Bereich der Cybersicherheit für Unternehmen, aber auch für die Gesellschaft

Auf Basis dieser Ausgangslage muss die Anwendung modernster IT-Schutzmaßnahmen so selbstverständlich werden wie die Sicherung von Hard- und Software mit den neuesten Verschlüsselungsverfahren, um die zahlreichen Plattformen und Zugangsgeräte zu schützen. Zertifizierungen nach vorhandenen Standards wie ISO 27001 sind dabei ein grundlegender Ansatz. Um diese weitreichenden Sicherheitsthemen in den Griff zu bekommen, müssen allerdings fünf wesentliche Themen von der Gesellschaft im Allgemeinen und der Industrie im Besonderen berücksichtigt werden:

draft elaborated by the Austrian Federal Chancellery (BKA), Ministry of Interior (BMI), and Ministry for Defense and Sport (BMLVS). By 9 May 2018 the national law has to be operative and by 9 November 2018, the concerned organizations as critical service providers have to be defined. Beside classical critical infrastructures of public interest¹⁷ also search engines, cloud providers, social networks, public administrations, and online payment platforms are of concerns¹⁸.

Further on a dedicated research initiative has been established on European level to increase the competitiveness of the European industry and economy by a common effort in R&D in cyber security. The European Cyber Security Organisation (ECISO) should foster a comprehensive discussion by all European stakeholders ranging from industry, SMEs, science and research organisation up to public authorities and agencies the European competitiveness in developing new protection technologies but also to define best practice procedures for operation and usage of technology and increase the skill levels at all levels.¹⁹

EU General Data Protection Regulation

The high degree of digitisation and interconnectedness also creates new challenges as to how to handle our privacy. In the course of its reform of data protection regulations, the EU has harmonized the data protection law among its member states with a new law which enters into force on 25 May 2018. Companies will then need to demonstrate and prove to the authorities that they protect personal data adequately. The protective measures include a risk analysis, as well as the implementation of cyber security measures. This new legal situation poses a challenge for both SMEs and industry, as according processes and systems will need to be implemented within the companies within a short period of time. Joint efforts in industrial locations will be required in order to establish knowledge through discourse and to find an economically feasible way of handling this issue.

National cyber security initiatives

The Austrian Federal Government has adopted an Austrian strategy for cyber security (öscs)²⁰ in which the key strategic objectives as well as the responsibilities of the individual authorities have been defined. A comprehensive national discussion involving all relevant stakeholders in Austria will be organised by the Cyber Security Plattform (CSP).²¹ The CSP connects stakeholders from government, business and science through a public-private partnership.

Cyber security countermeasures for companies, but also for society

Based on this baseline, the application of state-of-the-art IT protection measures must become a matter of course as securing hardware and software with the latest encryption procedures to

- Schaffung eines grundsätzlichen Verständnisses über Digitalisierungstechnologien und unbedingt notwendige Sicherheitsaspekte für jedes Unternehmen sowie auch für die Gesellschaft im Allgemeinen: Dabei ist es wichtig zu beachten, dass Cybersicherheit kein »*einfaches IT-Problem*« mehr ist, das von einer einzelnen Organisationseinheit zu behandeln ist. Das gesamte Unternehmen und sogar ganze Branchen stehen vor beispiellosen Herausforderungen: Geschäftsprozesse und Geschäftsstrategien müssen überdacht und von Unternehmen entsprechend angepasst werden, um mit künftigen Sicherheitsangriffen umgehen zu können.
 - Unternehmen müssen ihre Prioritäten neu definieren: Neue Kompetenzen und neue Prozesse sind erforderlich, nicht nur innerhalb von Unternehmen, sondern auch über ganze Marktsegmente hinweg und in Kooperation mit öffentlichen Stellen, um eine ganzheitliche Betrachtung von Systemen zu ermöglichen, die über die einzelnen Systemkomponenten hinausgeht. Nur so lässt sich die KOMPLEXITÄT des Themas erfassen. In der Zukunft werden Sicherheitskonzepte für Systems of Systems angemessen berücksichtigt werden müssen – nicht nur für einzelne Systeme und deren Beziehungen zu den jeweiligen Kommunikationspartnern, sondern, konkreter gefasst, für die Interaktion zwischen Untersystemen, durch die sich eine völlig neue Kategorie von Bedrohungsszenarien ergeben könnte.
 - Durchführung eines modernen Risikomanagements, um geeignete Schutzmechanismen effektiv und zielgerichtet einsetzen zu können: Uns fehlt es an guten Kennzahlen, Instrumenten und Ansätzen, um die Auswirkungen von Cyberangriffen auf Unternehmen zu messen und den entsprechenden kommerziellen Wert abzuleiten.
 - Security- und Privacy-by-Design-Ansätze, um Sicherheitskonzepte von Beginn an in unsere Systemlösungen einzubauen – in IT-Systeme, aber auch in Prozesse und Organisationsstrukturen: Vor allem die Harmonisierung von Safety-Anforderungen für hoch zuverlässige Systeme mit den neuen Sicherheitsanforderungen werden dabei eine neue Herausforderung für die Industrie – Stichwort: »*Safety & Security Co-Design*«.
 - Darüber hinaus beruht moderner Schutz vor Cyberbedrohungen auf modernen Tools zur Erkennung und Abwehr von Angriffen (CAIS – Cyber Attack Information Systems), die Algorithmen zur Erkennung von Anomalien auf der Basis von MASCHINELLEM LERNEN und künstlicher Intelligenz nutzen.²² Vor allem aber wird ein koordinierter Ansatz für den Umgang mit Bedrohungen aus dem Internet mit einer gemeinsamen Verteidigungsstrategie (CIIS – Cyber Information Incident Sharing) benötigt. Gemeinsame Frühwarnsysteme für den Austausch von Informationen unter den Mitgliedern müssen ebenfalls zur Norm werden – innerhalb von Wirtschaftszweigen, aber auch zwischen öffentlichen Behörden und Unternehmen und sogar zwischen Ländern. Dies umfasst in erster Linie die Errichtung eines Open-Trust-Netzwerkes, sodass die Pflicht und Vision einer Bereitstellung kritischer und wahrheitsgemäßer Meldungen, die unter allen Akteuren ausgetauscht werden, erfüllt werden und einen Mehrwert für alle am Kommunikationsprozess beteiligten Stellen schaffen.
- protect the many platforms and access devices. Certifications in accordance with existing standards such as ISO 27001 provide a fundamental approach. However, to be able to manage these far-reaching security issues five essential issues have to be considered by the society in general and industry in particular:
- Creation of a basic understanding of digitisation technologies and essential security aspects for any company, as well as for society in general. It is important to note that cyber security is no longer a “*simple IT problem*” which has to be treated by a single organizational unit. The whole company and even entire industries are faced with unparalleled challenges: business processes and business strategies have to be reconsidered and adjusted accordingly by the companies in order to be able to manage future security attacks.
 - Companies need to redefine their priorities: new skills and new processes are required not only within companies but also across entire market segments and in cooperation with public authorities to allow for a holistic view of systems, beyond the single system components, to be able to grasp the COMPLEXITY of this issue. In the future ‘system of systems’ security design need to give due consideration not only to single systems and their relations to the respective communications partners but, more specifically, to the interactions between sub-systems, which could give rise to a new breed of threat scenarios.
 - Implementation of a modern risk management system allowing for an effective and targeted use of suitable protection mechanisms. We do not have good metrics, tools and approaches to measure the impact of cyber attacks on businesses and translate that into commercial value.
 - Security and privacy by design approaches in order to integrate security concepts into our system solutions – IT systems as well as processes and organisational structures – from the very beginning. In particular the harmonisation of safety requirements for highly reliable systems with the new security requirements will pose a new challenge for the industry – “*safety & security co-design*”.
 - Further more, modern cyber defence relies on modern intrusion detection and defence tools (CAIS Cyber Attack Information Systems) using anomaly detection algorithms based on MACHINE LEARNING and artificial intelligence,²² and above all on a coordinated approach to threats emanating from the internet with a joint defence strategy (CIIS Cyber Information Incident Sharing). Joint early warning systems for sharing information amongst members must also become the norm – within business sectors but as well as between public authorities and businesses and even between nations. This primarily involves establishing an

Ein gemeinsames Bewusstsein hinsichtlich der zentralen Bedeutung für unsere Wirtschaft und Gesellschaft, führende Technologien, laufende F&E-Maßnahmen sowie Kooperationsmethoden auf der Basis von Vertrauen und offener Kommunikation innerhalb der globalen Cybergemeinschaft sind, wie die EnergyPact-Initiative²³ zeigt, für den Aufbau einer sicheren Cyberinfrastruktur der Zukunft von zentraler Bedeutung. Es ist unsere Entscheidung, ob wir Technologien für unser aller Wohl sowie für das Wohl der Gesellschaft insgesamt einsetzen. ✕

open trust network, so that the duty and vision of providing critical and truthful reporting shared by all actors is performed enabling added value for every stakeholder in the communication process.

Common awareness of the crucial importance for our economy as well as society, leading edge technologies, ongoing R&D, and methods of cooperation based on trust and open communication in the global cyber community, as demonstrated by the EnergyPact initiative²³ are essential in building secure cyber infrastructures of the future. It is our choice whether we use our technologies for the benefit of us all and for society as a whole. ✕

¹ Leopold, H. (2015): *Der digitale Wandel – alles wird anders: Der digitale Wandel unserer Gesellschaft verlangt Mut, Vision und eine gemeinsame Anstrengung*, in: ÖGfE Policy Brief 43. <http://oegfe.at/wordpress/blog/2015/12/14/der-digitale-wandel-alles-wird-anders/>.

² Leopold, H. (2012): *Next Gen Innovationsmanagement durch Social Collaboration (Next gen innovation management through social collaboration)*, in: e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 129(2), 60–66. DOI: 10.1007/s00502-012-0082-4.

³ Leopold, H./Bleier, T. (2013): *Safety & Security in Future Networks Will Need a New Internet Science*, in: PIK – Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation (Journal on Practice in Information Processing and Communication) 36(3), 191–197. DOI: 10.1515/pik-2013-0021.

⁴ NOPSEC (s. a.): *2015 State of Vulnerability Risk Management*. http://info.nopsec.com/rs/736-ugk-525/images/NopSec_StateofVulnRisk_WhitePaper_2015.pdf.

⁵ Secunia (2015): *Secunia Vulnerability Review 2015. Key figures and facts on vulnerabilities from a global information security perspective*. https://secuniaresearch.flexerasoftware.com/?action=fetch&filename=secunia_vulnerability_review_2015_.pdf.pdf.

⁶ Thomas, D./Beresford, A. (2015): *87% of Android devices insecure. Manufacturer fail to provide security updates*. [http://androidvulnerabilities.org/press/2015-10-08.-Verizon's-2015-Data-Breach-Investigations-Report-found-that-over-90-percent-of-attacks-exploited-known-vulnerabilities-for-which-patches-were-already-available.-Verizon\(2015\)-2015-Data-Breach-Investigations-Report](http://androidvulnerabilities.org/press/2015-10-08.-Verizon's-2015-Data-Breach-Investigations-Report-found-that-over-90-percent-of-attacks-exploited-known-vulnerabilities-for-which-patches-were-already-available.-Verizon(2015)-2015-Data-Breach-Investigations-Report). https://iapp.org/media/pdf/resource_center/Verizon_data-breach-investigation-report-2015.pdf.

⁷ NOPSEC (s. a.): *2015 State of Vulnerability Risk Management*.

⁸ Allianz (2017): *Allianz Risk Barometer. Top Business Risks 2017*. https://www.allianz.at/v_1484066452000/ueber-allianz/media-newsroom/news/aktuelle-news/pa-download/20170111allianz-risk-barometer-2017-report.pdf.

⁹ *Cyber-Kriminalität kostet laut Studie weltweit über 400 Mrd. Dollar*, in: derStandard.at, 09.06.2014. [http://derstandard.at/2000001878950/Cyber-Kriminalitaet-kostet-laut-Studie-weltweit-ueber-400-Mrd-Dollar.-Clauß,U.\(2014\):Cybercrime-schadet-Deutschland-am-staerksten.html](http://derstandard.at/2000001878950/Cyber-Kriminalitaet-kostet-laut-Studie-weltweit-ueber-400-Mrd-Dollar.-Clauß,U.(2014):Cybercrime-schadet-Deutschland-am-staerksten.html).

¹⁰ GovCERT Austria (2017): *Bericht Internet-Sicherheit Österreich 2016. Gesamtausgabe*. Wien. <https://www.cert.at/static/downloads/reports/cert.at-jahresbericht-2016.pdf>.

¹¹ Leopold, H. (2016): *Next Generation Cyber Security – an imperative for tomorrow's media enterprises*. 13th European Forum of Official Gazettes conference, Vienna, 15.–16.09.2016. <https://circabc.europa.eu/webdav/Circabc/opoce/ojfi/Information/prod/html/about-library.htm>.

¹² Levi, R. (2014): *The Next Target: Mass Media Channels*, in: Israel Defense, 27.03.2014. <http://www.israeldefense.co.il/en/content/next-target-mass-media-channels>.

¹³ Leopold, H./Smith, P./Carle, G./Niedermayer, H./Hutchison, D./Rouncefield, M. (2015): *Emerging Trends in Critical Infrastructure Protection: A Whitepaper. EU EINS Network of Excellence in Internet Science*. https://www.researchgate.net/profile/Paul_Smith30/publication/282789907_Emerging_Trends_in_Critical_Infrastructure_Protection_A_Whitepaper/links/575a8f008ae414b8e4646fb/Emerging-Trends-in-Critical-Infrastructure-Protection-A-Whitepaper.pdf.

¹⁴ Rat der EU/Europäischer Rat (2015): *Verbesserung der Cybersicherheit in der gesamten EU*. <http://www.consilium.europa.eu/de/policies/cyber-security/>.

¹⁵ *EU-Kommission einigt sich auf neues Cyber-Gesetz*, in: Spiegel Online, 08.12.2015. <http://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/cyber-gesetz-eu-kommission-einigt-sich-auf-nis-richtlinie-a-1066642.html>.

¹⁶ European Commission (2017): *The Directive on security of network and information systems (NIS Directive)*. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/network-and-information-security-nis-directive>.

¹⁷ Cyber Security Austria (s. a.): <https://www.cybersecurityaustria.at/>.

¹⁸ wko (2016): *NIS-Richtlinie der EU in Kraft getreten – was bedeutet sie für KMU?*, in: wko.at. <https://www.wko.at/Content.Node/blogs/it-safe/nis-Richtlinie-der-EU.html>.

¹⁹ eos – European Organisation for Security (2015): <http://www.eos-eu.com/>.

²⁰ Bundeskanzleramt Österreich (2013): *Österreichische Strategie für Cyber Sicherheit*, in: bmi.gv.at. <http://www.bmi.gv.at/cms/cs03documents/bmi/1326.pdf>.

²¹ Bundeskanzleramt Österreich (s. a.): *Cyber Sicherheit Plattform (CSP)*, in: Digitales Österreich. <https://www.digitales.oesterreich.gv.at/cyber-sicherheit-plattform>.

²² Leopold, H./Bleier, T./Skopnik, F. (eds.) (2015): *Cyber Attack Information System. Erfahrungen und Erkenntnisse aus der IKT-Sicherheitsforschung*. Berlin: Springer Vieweg (= Xpert.press).

²³ EnergyPact Foundation (2017). <https://www.energypact.org/>.

Christiane Spiel



Bildung in einer digitalisierten Welt

Education in a digitalised world

Univ.-Prof. Dr. Dr. Christiane Spiel ist Professorin für Bildungspsychologie und Evaluation an der Fakultät für Psychologie, Universität Wien. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Lebenslanges Lernen, Gewaltprävention, Soziale Beziehungen in multikulturellen Schulen sowie Evaluations-, Interventions- und Implementationsforschung. Sie hat mehr als 250 Originalarbeiten publiziert und etwa 40 Drittmittelprojekte geleitet. Sie hat eine Reihe von Auszeichnungen erhalten, darunter das Österreichische Ehrenkreuz für Wissenschaft und Kunst I. Klasse. Aktuell ist sie unter anderem Coordinating Lead Author des Kapitels über Bildung des International Panel on Social Progress, Mitglied des Board of Directors der Global Implementation Initiative und Vorsitzende mehrerer wissenschaftlicher Beiräte.

Univ.-Prof. Dr. Dr. Christiane Spiel is Professor of Educational Psychology and Evaluation at the Faculty of Psychology, University of Vienna. Her research focuses on lifelong learning, bullying prevention, social relations in multicultural schools, evaluation, and implementing interventions into public policy. She has published more than 250 original papers and headed about 40 third party funded projects. She has received several awards, e.g. the Austrian Cross of Honor for Science and Arts first class. Currently, she is, among other things, coordinating lead author of the chapter on education of the International Panel on Social Progress, member of the board of directors of the Global Implementation Initiative and chair of several scientific advisory boards.

Zur Vorbereitung von Kindern und Jugendlichen auf die zunehmend digitalisierte Welt sind Bildungsinstitutionen gefordert, die Lernmotivation, die sich aus der Neugierde der Kleinkinder entwickelt, aufrechtzuerhalten und Kompetenzen zum selbstorganisierten, selbstregulierten Lernen gezielt zu fördern. Dadurch wird auch die Basis für erfolgreiches lebenslanges Lernen gelegt.

Laut Wikipedia bezeichnet der Begriff »Digitalisierung«¹ die Veränderungen von Prozessen, Objekten und Ereignissen, die bei einer zunehmenden Nutzung digitaler Geräte erfolgt. Diese Digitalisierung wird teils jubelnd begrüßt, teils stößt sie auf Ablehnung und Widerstand. Aber unabhängig davon, wie wir sie bewerten: Fakt ist, dass sie in zunehmender Weise alle Lebensbereiche umfasst. Die sich dadurch in technologischer, beruflicher oder sozialer Hinsicht verändernden gesellschaftlichen Rahmenbedingungen werden vielfältige Anforderungen mit sich bringen. Das betrifft jede Einzelne und jeden Einzelnen, die GESELLSCHAFT als Ganzes und insbesondere das BILDUNGS- UND AUSBILDUNGSSYSTEM. Im Folgenden werden zentrale Kompetenzen, Fertigkeiten und Haltungen angeführt, die junge Menschen in dieser digitalisierten Welt aus Sicht der Bildungspsychologie benötigen werden. Weiters wird das »Flipped-Class-

In order to prepare children and young people for an increasingly digitised world, educational institutions need to preserve the motivation to learn which develops from the curiosity of small children and to specifically promote skills for self-organised, self-regulated learning. This also creates the basis for successful lifelong learning.

According to Wikipedia, the term "digitisation"¹ refers to the changes to processes, objects and events caused by an increasing use of digital devices. While this digitisation is welcomed by some, it faces rejection and resistance from others. But regardless of how we assess it: the fact remains that it increasingly includes all areas of life. The resulting technological, occupational and social changes to our society's framework conditions will entail numerous different requirements. This applies to each and every one of us, as well as SOCIETY as a whole and in particular the EDUCATION AND TRAINING SYSTEM. Below, we will outline key competencies, skills and attitudes which young people will need in this digitised world from an educational psychology perspective. We furthermore present the "flipped classroom" model as an example for the way in which educational institutions can accept these challenges. Finally, we

room«-Modell als ein Beispiel dafür vorgestellt, wie Bildungsinstitutionen diese Herausforderungen annehmen können. Abschließend wird ein kurzes Resümee aus bisherigen Erfahrungen mit E-Learning und Neuen Medien im Bildungsbereich gezogen und daraus Empfehlungen abgeleitet.

Veränderungen aktiv annehmen

Wir wissen nicht genau, wie sich die Welt verändern wird, welche Konsequenzen sich genau aus der Digitalisierung ergeben werden. Sicher ist nur, dass sie sich verändern wird. Daher müssen wir uns darauf vorbereiten, Veränderungen nicht als etwas Bedrohliches zu sehen, sondern als ständige Begleitung unseres Lebens, die zwar eine Herausforderung darstellt, aber eine, der man sich stellt und die man bewältigen kann.

Dieser Zugang ist nicht selbstverständlich: Ein in der Psychologie vielfach untersuchtes Phänomen heißt: »Änderungs-Resistenz aus Selbstwert-Schutz«. Neue Umstände und Veränderungen lösen bei den meisten Menschen Bedrohungsgefühle aus. Da ist die Reaktion: »Das Neue brauchen wir gar nicht, wir sind doch bisher auch mit dem Alten gut gefahren« nur zu verständlich. Man schützt damit auch seinen Selbstwert, da die Ablehnung des Neuen, der Veränderung ja auch gleichzeitig bedeutet, dass man bisher alles richtig gemacht hat (dass es zum Beispiel richtig war, sich nicht mit Digitalisierung auseinanderzusetzen). Dieses Phänomen tritt bei vielen Menschen auf und nimmt mit dem Alter zu. Je älter Menschen werden, desto mehr wollen sie Kontrolle über ihr Leben haben und sich vor Veränderungen schützen, deren Konsequenzen sie nicht abschätzen können.

Die Basis dafür, um die Veränderungen, die die Digitalisierung mit sich bringt, – egal in welche Richtung sie gehen – aktiv anzunehmen, sind Interesse für Neues und Lernmotivation sowie die Kompetenzen, diese Motivation auch erfolgreich realisieren zu können. Oder einfach ausgedrückt: Wir benötigen »will and skill to learn« – also Lernen-Wollen und Lernen-Können. Die Bildungsinstitutionen sind daher gefordert, die Lernmotivation, die sich aus der Neugierde der Kleinkinder entwickelt, aufrechtzuerhalten und Kompetenzen zum selbstorganisierten, selbstregulierten Lernen gezielt zu fördern – und damit die Basis für erfolgreiches lebenslanges Lernen zu legen. Dazu gehören Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten, das Setzen von Zielen, die Planung und Überwachung der Lernprozesse, der gezielte Einsatz von Lernstrategien bis hin zur abschließenden Bewertung von Einsatz und Leistung.

Zusätzlich zur gezielten Förderung von Bildungsmotivation und Selbstregulation ist es jedoch auch notwendig zu lernen, wie man mit Veränderungen umgeht, damit diese nicht bedrohlich bleiben. In den Bildungsinstitutionen sollten daher die Lernenden laufend mit Veränderungen, mit komplexen Problemen konfrontiert werden – mit Problemen, auf die es keine vorgefertigten Lösungen gibt, deren Bearbeitung durch digitale Geräte und durch das Arbeiten in Teams, in welche jede und jeder unterschiedliches Wissen und unterschiedliche Kompetenzen (ganz wichtig: auch soziale) einbringt, unterstützt wird.

conclude with a brief summary of past experiences with eLearning and new media in the area of education and derive recommendations therefrom.

Actively accepting change

We do not know exactly how the world is going to change or which exact consequences digitisation will have. The only thing that is certain is that things will change. Therefore, we need to prepare to not see change as something threatening, but rather as a permanent factor in our life. It may pose a challenge – but one which we need to face and which we can overcome.

This approach is not self-evident: a phenomenon frequently investigated in psychology is referred to as “*resistance to change for the protection of self-worth*”. New circumstances and changes cause most people to feel threatened. This makes the response “*we don’t need the new things, we have been just fine with the way things have always been*” very understandable. With this, you are also protecting your self-worth, because rejecting the new, the change at the same time means that so far, you have done everything right (that it was correct, for example, to avoid dealing with digitisation). Many people exhibit this phenomenon, and this tendency increases with age. The older people get, the more they want to have control over their life and protect themselves from changes the consequences of which they cannot assess.

The basis for actively accepting the changes associated with digitisation – no matter which direction they may take – is made up of an interest in new things, the motivation to learn and the competencies to successfully realise this motivation. Or, to put it in simple terms: we need the “*will and skill to learn*”. The challenge for educational institutions is therefore to preserve the motivation to learn, which develops from the curiosity of small children, and to specifically promote competencies for self-organised, self-regulated learning, thereby laying the foundation for successful lifelong learning. This includes confidence in one’s own abilities, the definition of learning tools, the planning and monitoring of learning processes and the targeted application of learning strategies all the way to the final evaluation of one’s commitment and performance.

In addition to a targeted promotion of educational motivation and self-regulation, it is, however, also necessary to learn how to deal with changes so that these do not remain threatening. In educational institutions, learners should therefore constantly be confronted with changes and complex problems; with problems for which there are no ready-made solutions and where the work to find possible solutions is supported by digital devices as well as team work where everybody contributes their own knowledge and their different skills (very important: this also includes social skills).

Mit der Informationsflut souverän umgehen

Die meisten Schülerinnen und Schüler sind als »*Digital Natives*« im Umgang mit den neuen Technologien erfahrener als ein durchschnittlicher Erwachsener. Sie sind mit diesen Medien aufgewachsen. Dennoch müssen die Bildungsinstitutionen, insbesondere die Schule, dafür sorgen, dass alle Schülerinnen und Schüler über ein gewisses Mindestmaß an »*Digital Skills*« verfügen und dass kein »*Digital Divide*« entsteht, der eine weitere Bildungskluft eröffnet. Neben dem Zugang und Umgang mit den technischen Geräten und Möglichkeiten ist es eine zentrale Aufgabe von Bildungsinstitutionen, eine »*Digital Literacy*« zu vermitteln, das heißt, den souveränen Umgang mit der unendlichen Informationsflut, die uns digital zur Verfügung steht. Während 1993 drei Prozent der Informationskapazität digital waren, waren es 2007 bereits 84 Prozent. Gemäß einer Studie von EMC wird die weltweite Datenmenge bis 2020 um den Faktor zehn wachsen.² Die erst 2001 gegründete Wikipedia hatte 2016 bereits 37 Millionen Einträge.³ Nicht geändert haben sich jedoch die menschliche Informationsverarbeitung sowie der Aufbau und die Arbeitsweise des Gedächtnisses – das betrifft insbesondere die Kapazität des menschlichen »*Arbeitsspeichers*«. Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für Digital Literacy und digitale Bildung?

Am Leibniz-Institut für Wissensmedien⁴ werden derzeit Methoden entwickelt, das »*Wissen im Kopf*« durch Wissen aus externen digitalen Ressourcen gezielt zu erweitern, wobei die größte Herausforderung die Gestaltung der »*kognitiven Schnittstelle*« zwischen den beiden Wissensquellen darstellt. Ein gutes Beispiel dafür ist die Diagnoseerstellung in der Medizin: Der erfahrene Arzt/die erfahrene Ärztin holt sich sämtliche Befunde über eine Patientin oder einen Patienten aus externen Wissensquellen, die auf eine Zeitschiene (= Krankheitsverlauf) projiziert werden, ergänzt durch die Aussagen aktueller Studien. Für die Diagnose verbindet er/sie das Fachwissen mit den externen digitalen Wissensquellen. Analoge Beispiele gibt es vermehrt auch für die Bildungsinstitutionen zu entwickeln.

Eine weitere Herausforderung für Lernende stellt die Gültigkeitsbewertung von Informationen dar. Während es auf der einen Seite selbstverständlich ist, sich Wissen aus dem Internet zu holen und dort auf Fragen, die man hat, nach Antworten zu suchen (unter hoher Nutzung von Wikipedia), sind wir gleichzeitig nicht mehr in der Lage zu bewerten, ob das, was wir im Internet an Informationen finden, richtig und wahr ist. Dazu müssten wir ja bereits Expertin oder Experte auf diesem Gebiet sein bzw. uns tief und aufwändig einarbeiten. Es bleibt daher nur eine andere Möglichkeit, mit dieser Informationsflut umzugehen: Kinder und Jugendliche (und natürlich auch Erwachsene) müssen lernen, wie man die Glaubwürdigkeit einer Informationsquelle bewertet. Was muss ich über die Informationsquelle wissen, um sie beurteilen zu können? Worauf sollte man achten, um eine Plausibilitätsbewertung vornehmen zu können? Welche Fragen muss man an die Quelle stellen? Welche Informationen sollten vorliegen? Auch Kritikfähigkeit muss geübt werden. Die Gültigkeitsbewertung von Informationen verschiebt sich damit von Verstehensbewertungen (Was ist wahr?) zu Vertrauensbewertungen (Wem kann man glauben?). Die Schwierigkeit der Bewertung von Informationen steigert sich noch dramatisch, wenn diese nur mehr aus sozialen Netzwerken bezogen werden. Solche Themen wurden unter anderem im Schwerpunktprogramm »*Wissenschaft und Öffentlichkeit*« der DFG beforscht.⁵

Confidently handling the flood of information

As "*digital natives*", most schoolchildren are more experienced with regard to new technologies than the average adult. They have grown up with these media. Nevertheless, educational institutions and in particular schools must ensure that all students acquire a certain minimum level of "*digital skills*" and that no "*digital divide*" arises which would open up a further educational gap. Apart from access to and the handling of technical devices and possibilities, educational institutions have the key responsibility to impart "*digital literacy*", i. e. to teach students to confidently handle the never-ending digital flood of information available to us. While in 1993 only three percent of our information capacity was digital, this number had increased to 84 percent by 2007. According to an EMC forecast, the digital information available to us by 2020 will be ten times larger.² Wikipedia, which was only established in 2001, had already acquired 37 million entries by 2016.³ What has not changed, however, is the human capacity to process information. The same applies to the structure and the operating principles of our brains – in particular regarding the capacity of our human "*RAM*". What consequences does this entail for digital literacy and digital education?

The Leibniz Institut für Wissensmedien⁴ is currently developing methods for a targeted expansion of the "*knowledge in our heads*" through knowledge retrieved from external digital resources. The greatest challenge has proven to be the design of a "*cognitive interface*" between the two sources of knowledge. A good example for this is the area of medical diagnostics: experienced doctors retrieve all findings about a patient from external knowledge sources which are projected onto a timeline (=progression of the disease), supplemented by evidence from current studies. For the diagnosis, they combine expert knowledge with the external digital knowledge sources. Similar examples need to be developed for educational institutions.

The evaluation of the validity of information constitutes a further challenge to learners. While on the one hand it is natural to access the Internet to obtain knowledge and look for answers to questions we may have (including an extensive use of Wikipedia), we are at the same time no longer able to assess whether the information we find online is accurate and true. Because in order to do this, we would either have to already be experts in the respective area or familiarise ourselves extensively with the matter. Therefore, there is only one other possibility for handling this flood of information: children and young people (and, of course, adults as well) must learn how to assess the credibility of a source of information. What do I need to know about the source of information in order to be able to evaluate it? What should I pay attention to in order to be able to evaluate its plausibility? Which questions do I need to ask a source? What information should be available? Critical thinking also needs to be practised. The evaluation of the validity of information therefore shifts from

Die Nutzung digitaler Informationsquellen anstelle des eigenen Gedächtnisses erscheint zwar praktisch, bringt jedoch, wenn das eigene Gedächtnis völlig vernachlässigt wird, ein grundlegendes Problem mit sich: Wir leben davon, dass wir kumulatives Wissen aufbauen und dass wir diese Erfahrungen und dieses Wissen in neuen Situationen einsetzen können. Wie die Neurowissenschaften gezeigt haben, geht der Aufbau von Wissen mit dem Wachstum von Neuronen und Veränderungen der Synapsen einher. Wenn man zur Lösung eines Problems jedoch immer sofort ins Internet geht, dann ist es nicht möglich, dass sich dieses Wissen setzen kann und dass die Informationen in eine Wissensstruktur integriert werden können. Ähnlich ist es beim Multitasking, bei dem insbesondere der Arbeitsspeicher gefordert ist: Wenn man viele Dinge gleichzeitig macht (insbesondere parallel zum Lernen beispielsweise am Handy E-Mails checken und am Tablet ins Facebook schauen), dann behindert dies den Erwerb neuen Wissens, das man hauptsächlich zur Lösung von Problemen – vor allem von komplexeren Problemen – benötigt. Diese Gefahren für den Wissensaufbau sollten Kindern und Jugendlichen vermittelt werden – am besten illustriert anhand von Beispielen aus ihrem eigenen Lernen – und sie sollten dazu angehalten werden, primär im eigenen Gedächtnis nach Informationen und Lösungen zu suchen und die Aufmerksamkeit beim Erwerb von Wissen zu fokussieren, um sich nicht selbst durch Ablenkungen zu behindern.

Schließlich müssen junge Menschen (freilich nicht nur diese) auch lernen, nicht nur mit der Informationsflut, sondern auch mit unliebsamen Folgen der Digitalisierung wie etwa Hasspostings oder Cyber-Mobbing umzugehen: Auch dies sollte als Teil der Digital Literacy vermittelt werden: nämlich nicht hilflos zuzusehen, sondern vielmehr zu versuchen, solche Situationen umzudrehen. Viele sozialpsychologische Studien zeigen ganz klar, dass es viel leichter fällt, uns einer Meinung anzuschließen, die bereits von vielen geäußert wurde (zum Beispiel sich lustig machen über peinliche Fotos in Social Media), als eine Kette von Zustimmungen zu beenden durch Postings wie zum Beispiel: »Was macht ihr da für einen Blödsinn? Hört damit auf!« Genau das sollte daher gelernt und in Rollenspielen erprobt werden. Generell erfordert die durch die Digitalisierung veränderte soziale Welt – eine Mischung aus Distanz und großer Nähe in den Social Media, in denen man sehr private Dinge mit Menschen, die man nicht persönlich kennt, teilt – auch spezielle SOZIALE KOMPETENZEN. Auch (vielleicht sogar insbesondere) in einer digitalisierten Welt kommt sozialen Kompetenzen wie Empathie, Altruismus, Umgang mit Konflikten und Unterschiedlichkeit ein sehr hoher Stellenwert zu – sie sollten daher gezielt gefördert werden.

an evaluation of comprehension (what is true?) to an assessment of trust (whom can you believe?). The difficulty in evaluating information increases dramatically if it is only obtained from social networks. Science in these issues is performed in the DFG Collaborative Research Centre “*Wissenschaft und Öffentlichkeit (Science and the Public)*”.⁵

The use of digital sources of information instead of the own memory may appear practical. If however, our own memory is completely neglected, this gives rise to a fundamental problem: we live on our capacity to accumulate knowledge and to use this experience and knowledge in new situations. As the neurosciences have shown, the accumulation of knowledge is accompanied by the growth of neurons and changes to synapses. If, however, you always immediately go online to solve a problem, then it is not possible for this knowledge to settle and for information to be integrated into a knowledge structure. This applies similarly to multitasking, where it is mainly our “RAM” that is challenged: if you do many things at the same time (in particular while learning, e.g. checking your e-mails on your phone or checking Facebook on your tablet), this prevents the acquisition of new knowledge which you need to solve problems – in particular more complex problems. Children and young people should be taught about this danger to knowledge build-up – ideally illustrated with examples from own learning experiences. They should be encouraged to primarily search their own memory for information and solutions and to focus their attention while acquiring new knowledge in order to not handicap themselves with distractions.

Finally, young people (and not only they) must learn to handle not only information overload, but also the unpleasant consequences of digitisation such as e.g. hate postings or cyberbullying. This also needs to be taught as part of “*digital literacy*”: to not simply watch helplessly, but instead to try to turn such situations around. Many socio-psychological studies clearly show that it is much easier for us to join an opinion which has already been expressed by many (e.g. to make fun of embarrassing photos in social media) than to disrupt a chain of approvals with postings such as: “*What kind of nonsense are you doing there? Stop it!*” This is exactly what therefore needs to be learned and practised through role play. In general, the social world impacted by digitisation – a mix of distance and extreme closeness in social media through which you share very private things with people you do not know in person – also requires very specific SOCIAL SKILLS. And (maybe even in particular) in a digitalised world, social competencies such as empathy, altruism, conflict handling and coping with diversity are of great importance. They should therefore be systematically and actively promoted.

Flipped Classroom: Individualisiert mit Neuen Medien lernen

In der klassischen Form des schulischen Unterrichtes lernt man im Präsenzunterricht in der Klasse den neuen Stoff und übt diesen zuhause in Form von Hausübungen oder Vorbereitungen für Prüfungen oder Schularbeiten. »Flipped Classroom« bedeutet, dass dies »auf den Kopf gestellt« wird, das heißt, dass sich die Schülerinnen und Schüler den neuen Stoff selbst individuell anhand verschiedener Materialien (wie etwa Videoclips) erarbeiten (zuhause oder in der Schule) und dies in ein E-Portfolio eintragen. Dabei sollten die Unterrichtsmaterialien und Medien möglichst nicht auf ein bestimmtes Endgerät ausgelegt sein, sondern auf allen Geräten genutzt werden können – am besten auf jenen Endgeräten, die die Lernenden schon haben und mit denen sie vertraut sind (das spart sowohl Geld als auch Zeit).

Mit dieser Methode können die Vorkenntnisse der einzelnen Schülerinnen und Schüler sowie ihre individuellen Lerngeschwindigkeiten viel besser berücksichtigt werden. Man kann sich zum Beispiel eine Videosequenz einer Unterrichtseinheit noch einmal anschauen, wenn man etwas nicht verstanden oder sich nicht ausreichend konzentriert hat, oder einen Passus überspringen, wenn man einen Aspekt bereits kennt, und sich Themen widmen, die einem weniger liegen oder die einen auch besonders interessieren. Nach der individuellen Aufarbeitung des Stoffes tauscht man sich in der Schule gemeinsam darüber aus, was klar und nachvollziehbar war, was man nicht verstanden hat, wo die Probleme liegen, was man noch üben möchte. Ein zentraler Vorteil ist, dass die Lernmotivation deutlich höher ist. Beim klassischen Unterricht in der Klasse, wenn die Lehrperson den neuen Stoff präsentiert, fühlt sich im Normalfall ein Teil unterfordert und ein anderer überfordert. Für die Einen geht es zu langsam und für die Anderen zu schnell, denn die Lehrperson richtet ihren Unterricht an die fiktive Mitte. Aber wie viele sind in dieser fiktiven Mitte? Im Flipped Classroom kann das Lernen nach der individuellen Lerngeschwindigkeit erfolgen.

Eine wichtige Voraussetzung ist natürlich, dass genügend qualitativ hochwertige Lernmaterialien zur Verfügung stehen, die dieses individualisierte Lernen ermöglichen – dies sind beispielsweise Filme, die einen chemischen Prozess oder eine mathematische Formel in Einzelschritte zerlegen. Das ermöglicht auch Schülerinnen und Schülern ein Verständnis, die ansonsten Probleme haben. Die Erstellung solcher Materialien kann man natürlich nicht an Lehrerinnen und Lehrer delegieren, dafür braucht es professionelle Teams, die technisches, inhaltliches und didaktisches Wissen vereinigen. Die Materialien sollten – wie es auch für Österreichs Schulen geplant ist – in einer »*Eduthek*« gesammelt werden, wobei die Dokumentation auch Informationen über den didaktischen Einsatz, die notwendigen lernpsychologischen Voraussetzungen sowie Informationen über die notwendige technische Ausstattung enthalten sollte – und natürlich auch Angaben dazu, wie gut sich das Medium bereits bewährt hat. Da der freie Zugang zu Wissen eine ganz wesentliche Forderung ist, stellen sich dabei auch viele urheberrechtliche Fragen (Schlagwort: OER – »*OPEN Educational Resources*«).

Flipped Classroom: learning with new media in an individualised manner

In the classic form of school teaching, you learn new material in classroom sessions and then practice it at home in the form of homework or preparation for tests or exams. In "flipped classrooms", this method is "turned upside down". This means that students study new subjects on their own (either at home or at school), based on different materials (such as e.g. video clips) and enter this into an ePortfolio. In this case, the teaching materials and media should not be designed for a specific end device. Instead, it should be possible to use them on any device – ideally on end devices which the learners already have and are familiar with (this saves both time and money).

In this way, the existing knowledge of the individual students as well as their personal learning speeds can be taken into account in a much better way. For example, you can have another look at a video sequence from a lesson if there is something you did not understand or if you were not concentrating sufficiently. Or you can skip a passage, if you already know an aspect and want to focus on issues you are less familiar with or which are of particular interest to you. After having covered the materials individually, you then go to school for an exchange about what was clear and comprehensible and what you didn't understand, topics where you still see problems and areas you would like to practice. A key advantage is that a student's motivation to learn is considerably higher. Traditional classroom teaching where the teacher presents new materials usually has the effect that some students feel insufficiently challenged, while others again are overwhelmed. For some students, the pace is too slow, for others it is too fast, because the teacher aligns their teaching methods with a fictitious mean. But how many students actually match this fictitious mean? In a flipped classroom, learning can occur based on a student's individual learning speed.

An important prerequisite is, of course, that sufficient high-quality learning materials are available, allowing such individualised learning. This includes, for example, videos which deconstruct a chemical process or a mathematical formula into its individual steps. This allows students who otherwise would have trouble with the subject matter to better understand it. The creation of such materials can, of course, not be delegated to teachers. For this, you need professional teams which combine technical, subject-related and didactic knowledge. As is planned for Austria's schools, such materials should be compiled in an educational library ("Eduthek"). The according documentation should also include information on its didactic use, the necessary psychological prerequisites for learning, as well as information on the required technical equipment. And, of course, information regarding the degree to which the media has already proven

Im Flipped Classroom ändert sich damit auch die Rolle der Lehrpersonen. Sie sind Coaches sowie Mentorinnen und Mentoren, die beraten, wenn etwas nicht verstanden wurde, oder bei Motivationsproblemen unterstützen. In solchen »auf den Kopf gestellten« Klassen und Schulen ist es auch möglich, dass Schülerinnen und Schüler individuell Schularbeiten oder Prüfungen machen, wenn sie ihrer Ansicht nach den Stoff ausreichend beherrschen. All dies erfordert neben Motivation auch die bereits angesprochene hohe Selbstorganisation im Lernen sowie eine hohe Selbstdisziplin. Diese gilt es zu sichern und zu fördern, damit die Vorteile der neuen Lehr- und Lernformen nutzbar gemacht werden können. Die Digitalisierung in differenzierter Form auch in kompetenzorientierte Prüfungen bzw. generell in Leistungsfeststellungen aufzunehmen, stellt dabei eine besondere Herausforderung für Lehrende dar.

Das Konzept des Flipped Classroom ist nur ein Beispiel für die didaktisch konsequente Umsetzung neuer Konzepte, die in einer digitalisierten Welt vielversprechend sein können. Es ist nicht nur ein Modell für Schulen, das auch bereits an einer Reihe von Standorten realisiert wird, sondern kann (und wird auch schon) in der Hochschullehre erfolgreich eingesetzt. Dadurch, dass digitale Medien omnipräsent und ubiquitär sowie interaktiv einsetz- und manipulierbar sind, ermöglichen sie Hochschulen, neue Zielgruppen durch Fernlehre zu erreichen und das Lernen gleichzeitig individualisierter und kollaborativer zu gestalten.

Die Potenziale von E-Learning nutzen – Digitalisierung in Bildungsinstitutionen integrieren

In der ersten euphorischen Welle des E-Learnings (in Österreich um die Jahrtausendwende) standen technische und ökonomische Aspekte im Vordergrund – getragen von der Erwartung, dass der Einsatz von E-Learning den Lehrenden und den Bildungsinstitutionen Zeit und Ressourcen sparen wird. Als sich die erwarteten Effekte nicht zeigten, kam es rasch zu einer Ernüchterung und zu einem deutlichen Rückgang des Engagements beim E-Learning. Mit den MOOCs (»Massive Open Online Courses«) startete eine weitere E-Learning-Welle. Aber auch dieser Enthusiasmus ließ bald nach, weil nur ein sehr geringer Teil der Studierenden, die sich eingeschrieben hatten, auch die entsprechende Prüfung ablegte.

Auch international zeigte sich, dass das Bereitstellen der Technik nicht ausreicht. Eine Nachanalyse von PISA-Daten durch Thomas Fuchs und Ludger Woessmann⁶ ergab, dass – nach Kontrolle von familiärem Hintergrund und Schulcharakteristika – die Beziehung zwischen dem Zugang zu Computern in der Schule und der Leistung der Schülerin bzw. des Schülers nicht signifikant war, die Beziehung zwischen Computern zuhause und der Leistung der Schülerin/des Schülers dagegen sogar negativ. Diese Befunde sind nicht verwunderlich, wenn man sich die Daten zur Verfügbarkeit digitaler Medien und deren Nutzung im Unterricht ansieht. Wie im *Nationalen Bildungsbericht Österreich 2015*⁷ nachzulesen, ist Österreich in der Verfügbarkeit digitaler Medien im Unterricht im Spitzenfeld der EU-Länder, in der Nutzung jedoch an drittletzter Stelle. Mehr als 90 Prozent der Lehrpersonen nutzen zwar die neuen Medien für die eigene Unterrichtsvorbereitung, aber sie bringen das nicht in die Didaktik ihres Unterrichtes ein. Anders als man vielleicht vermuten würde, ist das aber kein Generationenproblem: Es gibt diesbezüglich keine

itself. As free access to knowledge is a very central requirement, this also entails many questions regarding copyright laws (the keyword here is: OER – “OPEN Educational Resources”).

A flipped classroom also alters the role of the educators. They become coaches and mentors who advise if something is not understood or provide support in the case of motivational problems. In such an “upside down” classroom or school, it is also possible for students to take tests or exams on their own, once they believe that they have adequately mastered the materials. Apart from motivation, this also requires the mentioned high degree of self-organisation in learning, as well as considerable self-discipline. This needs to be ensured and promoted, so that the benefits of these new forms of teaching and learning can actually be realised. To also include digitisation in its differentiated form in competence-oriented tests or generally in performance appraisals constitutes a special challenge for teachers.

The concept of a flipped classroom is only one example for the didactically consistent implementation of new concepts which could prove promising in a digitised world. This is not only a model for schools – which is currently already being implemented in several facilities – but can be (and already is) used successfully in higher education, as well. The fact that digital media are omnipresent and ubiquitous and can be deployed and manipulated interactively allows universities to reach new target groups through distance learning and to make learning both more individualised and more collaborative.

Making the most of the potential of eLearning – integrating digitisation into educational institutions

During the first euphoric wave of eLearning (in Austria around the turn of the millennium), the main focus was on technical and economic aspects – based on the expectation that the use of eLearning would save the educators and educational institutions both time and resources. As the expected effects did not materialise, disillusionment quickly followed, resulting in a significant decline in involvement in eLearning efforts. The MOOCs (Massive Open Online Courses) then triggered a further eLearning wave. This enthusiasm, however, also ebbed off quickly, as only a very small share of enrolled students actually went on to take the final exams.

International findings have also shown that providing technology alone is not sufficient. A post-analysis of the PISA data by Thomas Fuchs and Ludger Woessmann⁶ showed that – when controlled for family background and school characteristics – the relationship between access to computers at school and student performance was not significant, while the relationship between student performance and computers at home was actually even negative. These findings are not surprising if you

Unterschiede zwischen jüngeren und älteren Lehrpersonen. Dieses Problem wird sich also nicht von selber lösen, wenn ältere Lehrpersonen in Pension gehen und jüngere nachrücken. Daher muss bei der Aus- und Fortbildung von Lehrpersonen vermehrt pädagogisch-fachdidaktische Medienkompetenz vermittelt werden. Wie erfolgreiche Beispiele zeigen, funktioniert E-Learning dann, wenn es lernpsychologisch fundiert ist, didaktisch aufbereitet wird und den technischen und administrativen Rahmenbedingungen angepasst ist. Dadurch kann ein sichtbarer Mehrwert entstehen, der mit traditioneller Lehre nicht möglich ist. Für einen erfolgreichen Einsatz sind jedoch auch entsprechende Medien- und Methodenkompetenzen aufseiten der Lehrenden und Lernenden notwendig.

Ohne Zweifel bedeutet dies einen beachtlichen Mehraufwand für Lehrende, egal in welchen Bildungsinstitutionen sie tätig sind. Es ist daher notwendig, diese in Aus- und Fortbildungen entsprechend zu qualifizieren, Anreizsysteme für digitalisierte Lehre zu schaffen, die notwendigen (auch personellen) Ressourcen bereitzustellen sowie Forschungsaktivitäten zu E-Learning auszubauen. Es wird auch notwendigerweise zu einer Rollendifferenzierung in den Lehrkörpern von Schulen und Hochschulen kommen müssen, denn man kann nicht Expertin oder Experte in »*allem*« sein.

Digitalisierung ist jedoch nicht nur ein Thema der Lehre bzw. einzelner Lehrender. Sie berührt Kernprozesse von Schulen und Hochschulen. Daher sind diese herausgefordert, Digitalisierung in ihre Mission aufzunehmen, als strategischen Prozess zu planen und für Qualitätssicherung Sorge zu tragen. Im Jahr 2016 hatten gemäß einer österreichweit durchgeführten Erhebung nur zwei österreichische Hochschulen eine strategische Ausrichtung hinsichtlich Digitalisierung.⁸ Mit Blick auf neue Zielgruppen, die bereits berufstätig sind und sich berufs begleitend weiterbilden wollen, wird es in diesem Zusammenhang auch notwendig sein, Überlegungen anzustellen, wie informell und non-formal erworbene Kompetenzen festgestellt und anerkannt werden können. Mit Blick auf Open Educational Resources gilt es jedoch auch, vermehrt die Kooperation über Standorte und Sektoren hinweg zu suchen und zu fördern. Dann ist zu erwarten, dass sich längerfristig auch Effizienzeffekte einstellen.⁹ Es gibt bereits entsprechende Netzwerke von Schulen und Hochschulen, die das belegen.

consider the data on the availability of digital media and their use in the classroom. The *National Report on Education Austria 2015*⁷ shows that while Austria is among the top EU countries in terms of availability of digital media in classrooms, it is last but not two when it comes to actually using them. While more than 90 percent of the educators use new media for their own lesson preparation, they do not include them as didactical instruments in their teaching efforts. Contrary to what you might believe, however, this is not a generational problem: in this regard, there are no differences between younger and older teachers. So this problem will not solve itself when older teachers retire and younger ones take their place. Therefore, pedagogical and didactic media competency needs to be increasingly included in the training and further education of teachers. As successful examples show, eLearning works when it is based on learning psychology; when it is didactically prepared and adapted to technical and administrative framework conditions. This can result in tangible value added which is not achievable through traditional teaching methods. Successful implementation, however, also requires according media-related and methodological competency on behalf of both educators and learners.

Without a doubt, this means considerable additional effort for teachers – regardless of the educational institution in which they are active. It is therefore necessary to qualify them accordingly during their training and further education, to create incentive schemes for digitised teaching, to provide the required resources (including human resources) and to intensify research activities regarding eLearning. There will also need for a differentiation regarding the roles of teaching staff in schools and universities, because they cannot be expected to be an expert in "everything".

However, digitisation is not just an issue for teaching or individual teachers. It also affects the core processes of schools and universities. That is why they are called upon to include digitisation in their missions, to plan it as a strategic process and to ensure according quality assurance. Based on a survey conducted throughout Austria in 2016, only two Austrian universities had a strategic orientation regarding digitisation.⁸ With regard to new target groups which have already started their career and want to enhance their professional qualifications while working, it will be necessary to consider how competencies which have been acquired in an informal and non-formal manner can be evaluated and acknowledged. In terms of open educational resources, cooperation between different locations and sectors should be sought and promoted, as it should result in the realisation of long-term efficiencies.⁹

Die Politik wiederum ist gefordert, die entsprechenden Rahmenbedingungen zu schaffen und damit die Institutionen zu befähigen, diese Leistungen zu erbringen. In Österreich sind dazu durch die »Digital Roadmap Austria«¹⁰ der Bundesregierung sowie die Strategiepläne von Bildungs- und Wissenschaftsministerium zur Digitalisierung bereits zentrale Weichen gestellt, die in die richtige Richtung weisen. Gezielte Pilotprojekte, in denen didaktische Nutzungsmuster entwickelt, erprobt und evaluiert werden, helfen dabei, wichtige Erfahrungen zu sammeln (was teilweise bereits geschieht). Basierend auf diesen Erfahrungen muss überlegt werden, wie man die Digitalisierung in Schulen und Hochschulen in die Breite bringen kann. Nötig sind Implementierungspläne, die alle Stakeholder aktiv einbeziehen und die durch eine Evaluierung begleitet werden, um bei Bedarf gegensteuern zu können. Die meisten Strategien und Pläne werden derzeit für eine ideale Welt und für ideale Personen gemacht. Ein guter Implementierungsplan muss dagegen schon prophylaktisch überlegen, wo die möglichen Störfaktoren sein könnten – und wo man auch unter negativen Startbedingungen ansetzen kann.

Dies alles sind ohne Zweifel gewaltige Herausforderungen für die Lehrenden und Lernenden, die Bildungsinstitutionen sowie die einschlägige Politik. Aber mit Blick auf die Zukunft sollten wir uns bewusst diesen Herausforderungen stellen und die Chancen darin aktiv und systematisch nutzen und gestalten. Dabei wird aus bildungspsychologischer Sicht neben technischer Kompetenz vor allem die Förderung von Motivation, Selbstverantwortung und SOZIALER KOMPETENZ in neuer und erweiterter Form nötig sein. ✕

Policy on the other hand will need to create the according framework conditions and therefore empower the institutions to provide such services. In Austria, the federal government's Digital Roadmap¹⁰ as well as the strategic digitisation plans developed by the Ministries of Education and Science already plot a course in the right direction. Targeted pilot projects in which didactic usage patterns are developed, tested and evaluated help in gaining important experience. (In some areas, such initiatives are already being implemented.) Based on this experience, we need to contemplate how to roll out digitisation concepts to schools and universities on a larger scale. We need implementation plans which actively involve all stakeholders and are supported by evaluations in order to be able to take appropriate countermeasures if necessary. Most strategies and plans are currently being made for an ideal world with ideal people. A good implementation plan must therefore prophylactically consider where there may be disruptive elements – and how to handle implementation even where the conditions are initially negative.

Without doubt, these are all considerable challenges for teachers and students, as well as for educational and related political institutions. But looking ahead, we should consciously face these challenges and actively and systematically use and shape the opportunities arising therefrom. From a learning psychology perspective, this will require not only technical competencies, but also a promotion of motivation, individual responsibility and SOCIAL COMPETENCE in a new and extended form. ✕

¹ Wikipedia (2017): *Digitalisierung*.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Digitalisierung>.

² Vilsbeck, C. (2014): *Studie von EMC: Datenmengen explodieren durch Sensordaten*, in: Computerwoche TEC Workshop vom 09.04.2014.

<https://www.tecchannel.de/a/datenmengen-explodieren-durch-sensordaten,2056615>.

³ Statista (2017): *Anzahl der Artikel bei Wikipedia in den Jahren 2002 bis 2017*. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/195081/umfrage/anzahl-der-artikel-auf-wikipedia-weltweit/>.

⁴ IWM – Leibniz-Institut für Wissensmedien Tübingen (2017). <https://www.iwm-tuebingen.de/www/de/index.html>.

⁵ Wissenschaft und Öffentlichkeit (s.a.).

<http://wissenschaftundoeffentlichkeit.de/>.

⁶ Fuchs, T./Woessmann, L. (2004): *Computers and Student Learning: Bivariate and Multivariate Evidence on the Availability and Use of Computers at Home and at School*, in: cesifoWorking Paper No. 1321.

http://www.cesifo-group.de/DocDL/cesifo1_wp1321.pdf.

⁷ Bruneforth, M./Eder, F./Krainger, K./Schreiner, C./Seel, A./Spiel C. (eds.) (2016): *Nationaler Bildungsbericht Österreich 2015. Bd. 2: Fokussierte Analysen bildungspolitischer Schwerpunktthemen*. Graz: Leykam, 98. DOI: 10.17888/nbb2015-2.

⁸ Bratengeyer E. et al. (2016): *Die österreichische Hochschul-E-Learning-Landschaft*. http://www.fnm-austria.at/fileadmin/user_upload/documents/Studie/E-Learning-Studie_2016.pdf.

⁹ ÖFG – Österreichische Forschungsgemeinschaft (s.a.):

Hochschul- und bildungspolitische Veranstaltungen. <http://www.oefg.at/oefentlichkeit/publikationen/online/hochschul-und-bildungspolitische-veranstaltungen>.

¹⁰ Bundeskanzleramt/Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (s.a.): *Digital Roadmap Austria. Die digitale Strategie der österreichischen Bundesregierung*. <https://www.digitalroadmap.gv.at/>.

»Soziale Prozesse sind die Ursache der Veränderungen«

“Not technology, but social processes are the cause of changes”



Jörg Flecker im Gespräch mit
in an interview with
Martin Kugler

Univ.-Prof. Dr. Jörg Flecker, geb. 1959, ist seit 2013 Professor für Allgemeine Soziologie am Institut für Soziologie der Universität Wien. Von 1991 bis 2013 war er wissenschaftlicher Leiter und seit 2013 ist er Obmann der Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt (FORBA) in Wien. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen unter anderem Arbeit und Beschäftigung, Digitalisierung und Arbeit, industrielle Beziehungen, Arbeit in transnationalen Wertschöpfungsketten, öffentliche Dienstleistungen in europäischen Wohlfahrtsstaaten sowie sozio-ökonomischer Wandel und die extreme politische Rechte. Aktuelle Buchpublikation: Flecker, Jörg (ed.) (2016): *Space, Place and Global Digital Work*. London: Palgrave Macmillan.

Univ.-Prof. Dr. Jörg Flecker, born 1959, has been a professor of general sociology at the University of Vienna's Institute for Sociology since 2013. From 1991 to 2013, he was the scientific director of the Forschungs- und Beratungsstelle Arbeitswelt (FORBA) (Working Life Research Centre) in Vienna, before assuming his current position as the Chairman in 2013. His research focuses on areas such as work and employment, digitisation and work, industrial relations, work in transnational value chains, public services in European welfare states, as well as socio-economic change and the extreme political right. Current book publication: Flecker, Jörg (2016) (ed.): *Space, Place and Global Digital Work*, London: Palgrave Macmillan.

Der Wiener Soziologe Jörg Flecker fordert, dass wesentlich mehr über die GESELLSCHAFTLICHEN Ziele diskutiert werden sollte, die man mithilfe von Technologien erreichen will – und nicht ausschließlich über die Folgen der Einführung neuer Technologien.

Wie wird die vielzitierte »Arbeitswelt 4.0« aussehen?

Jörg Flecker Man kann nicht wirklich seriös Prognosen machen. Wir haben schon mehrere Automations- und Technisierungswellen erlebt mit oft wenig erfolgreichen Vorhersagen. Das hat ja in Wirklichkeit schon in den 1950er-Jahren begonnen, schon damals gab es die ersten Debatten über Automation in der Industrie. In den 1980er-Jahren kam es dann zu intensiven Diskussionen über elektronische Datenverarbeitung – mit allen möglichen Befürchtungen, was die Zahl der ARBEITSPLÄTZE und die Qualifikationsanforderungen betrifft, die Überwachung, den Datenschutz oder die Gesundheitsgefahren durch Bildschirmarbeit. In den 2000er-Jahren gab es dann einen Hype um Internet und »New Economy«. Bei der Diskussion ist man sehr daneben gelegen: Man hat geglaubt, es gibt eine New Economy, die nicht den Regeln der alten entspricht, und es wird keine Krisen mehr geben. 2008 hat es dann sehr anders

According to Viennese sociologist Jörg Flecker, we should focus our discussions more on the SOCIAL objectives which are to be achieved with the help of technologies – and not only on the consequences of introducing new technologies.

What will the frequently cited “Working World 4.0” look like?

Jörg Flecker It is not really possible to make serious forecasts. We have already experienced several waves of automation and mechanisation, and the forecasts have usually proven to be fairly inaccurate. In reality, this started in the 1950s. Back then, we already had our first debates on automation in industry. In the 1980s, this was then followed by intensive discussions on electronic data processing – with all kinds of fears regarding the number of JOBS and the qualification requirements, surveillance, data protection and health risks posed by screen work. In the 2000s, there was the hype about the Internet and the “new economy”. That debate turned out to be very flawed: it was assumed that there was a “new economy” to which the rules of the old one didn't apply, and that there would be no more crises. 2008 then proved that this was most

ausgeschaut. Insofern ist das mit den Prognosen immer so eine Geschichte. Aber was man schon sehen kann, ist, dass sich in der Arbeitswelt über einen längeren Zeitraum enorm viel verändert hat. Das waren eher aufeinander aufbauende Prozesse als plötzliche Umbrüche. Technologien und Organisationsformen haben sich entwickelt, über die Jahre entstanden dann neue Strukturen: Büroautomatisierung, neue Wertschöpfungsketten, Auslagerungen, die Nutzung des Internets durch Konsumentinnen und Konsumenten – das baut alles aufeinander auf. Insofern hat man einen komischen Diskurs. Die eine Sichtweise ist, dass Digitalisierung nichts Neues ist: Das kenne man ja sehr gut, nun komme einiges dazu und es gehe in die und die Richtung weiter. Der andere Diskurs wird hingegen über disruptive Technologien geführt: Es werde alles umgeworfen, alles werde neu und alles werde anders; in Zukunft würden Maschinen und ROBOTER dominieren – und wo bleibt da der Mensch? Diese zweite Sichtweise würde ich als »Science-Fiction-Diskurs« bezeichnen, den wir in jeder dieser Debatten immer schon gehabt haben.

Wieso finden Sie diesen Diskurs komisch?

JF Das Problem ist der grundlegende Zugang zu glauben, dass die Technologie die Ursache der Veränderung ist. Das ist aber nicht der Fall: Es sind soziale Prozesse, es sind gesellschaftliche Beziehungen, die bewirken, dass Technologie als Mittel eingesetzt und dafür genutzt wird, um etwas zu automatisieren, um neue Geschäftsmodelle aufzumachen oder um Sozialbeziehungen zu verändern.

Wenn die Technologie Ihrer Meinung nicht die Ursache der Veränderungen ist: Ist sie zumindest ein Katalysator oder ein Beschleuniger?

JF Die Technologie ist sicher nicht die Ursache. Sie wurde zum Beschleuniger, insbesondere dadurch, dass gesellschaftliche Akteure diese technologischen Entwicklungen sehr stark gepusht haben. »INDUSTRIE 4.0« ist nicht technisch entstanden, sondern wurde von Forschungsinstituten, Beratungsfirmen und Industrieunternehmen als Thema gepusht. Irgendwann hat das so ein Momentum entwickelt, dass sich andere dem schwer entziehen konnten. Und wenn dann alle mittun, geht es wirklich in diese Richtung. Dann bekommt es eine Dynamik. Wenn man darüber nachdenkt, in welche Richtung eine Entwicklung geht, muss man sich immer auch fragen: Wer hat denn woran ein Interesse? Wer sind die Player? Und wer hat welchen Einfluss?

certainly not the case. So forecasts should always be taken with a pinch of salt. But one thing we can indeed see is that in the world of work, there have been enormous changes over longer periods of time. These were mostly successive, interrelated processes rather than sudden disruptions. Technologies and forms of organisation developed, and over the years, new structures emerged: office automation, new value chains, outsourcing, the use of the Internet by consumers – all of this is based one on the other. The result is that we now have a somewhat strange discourse. One view is that digitisation is nothing new: that it is something we already know very well, and that now merely new elements are added, leading us in such and such a direction. The other discourse, meanwhile, focuses on disruptive technologies: everything will be overturned, everything will be new, and everything will be different. In the future, machines and ROBOTS will dominate – and what role remains for humans? I would call this second perspective a “science fiction discourse,” which we have always had in each one of these debates.

Why do you consider this discourse strange?

JF The problem lies in the basic assumption that technology is the cause for change. But that is not the case. Social processes and societal relationships are what result in technology being used as a means, for the purpose of automating something, creating new business models or changing social relationships.

If in your view technology is not the reason for change: is it at least a catalyst or an accelerant?

JF Technology is most certainly not the cause. It has become an accelerant, in particular because of the fact that social actors have pushed strongly for these technological developments. “INDUSTRIE 4.0” did not occur because of technology, it was pushed as a topic by research institutes, consulting firms and industrial enterprises. At some point, a certain momentum arose, and it became hard for others to escape. And if everybody joins in, then the movement truly goes in this direction. It acquires its own dynamic. If you think about the direction in which a development is moving, you must also always ask yourself: who is interested in what? Who are the players? And who has what influence?

Nehmen wir ein anderes Beispiel: Entwicklungen im Zusammenhang mit KÜNSTLICHER INTELLIGENZ sind wohl nicht von Interessen getrieben, sondern entstanden durch Grundlagenforschung in Forschungslabors.

JF Auch da gibt es gesellschaftliche Entscheidungen, welche Grundlagenforschung betrieben wird. Und es sind aber immer noch zwei verschiedene Dinge, ob eine derartige Entwicklung in den Labors bleibt oder ob sie von jemandem angewendet wird. Der Einsatz von Technologien erfordert ja auch organisatorische Veränderungen, verlangt die Anpassung von Abläufen, verlangt die Bereitschaft der anderen Arbeitenden, darauf einzusteigen. Und er verlangt die Bereitschaft von Kundinnen und Kunden, mit einer anderen Dienstleistungsqualität zufrieden zu sein. Es ist ein Unterschied, ob man einen Menschen am Telefon hat oder ob eine Anfrage von einem Chatbot beantwortet wird. Der größere Entwicklungsschritt, der es ermöglicht, die gesellschaftliche Rationalisierung voranzutreiben, ist, dass sich die Menschen in ein standardisiertes System einfügen. Das wurde als »*McDonaldisierung der Gesellschaft*« beschrieben, dass man sich also auch als Kundin oder Kunde, als Bürgerin oder Bürger in standardisierte Abläufe einfügt.

Und zwar freiwillig einfügt...

JF Ja – soweit es Freiwilligkeit aus soziologischer Sicht geben kann, denn es gibt immer gewisse Zwänge oder gewisse Verlockungen. Wenn man ein entsprechend günstiges Angebot bekommt und sich nichts Besseres leisten kann, dann wird man mit so einem Angebot auch zufrieden sein.

Wie kann man die gesellschaftliche bzw. die technologische Entwicklung steuern?

JF Steuern ist ein großes Wort, weil solche Prozesse grundsätzlich ungeplant und ungesteuert laufen. Sie werden von manchen Akteuren stärker beeinflusst und von anderen weniger stark. Große globale Unternehmen mit großer Marktmacht haben etwa die Möglichkeit, Standards zu setzen, sie haben mit ihren Marketingausgaben die Möglichkeit, die Konsumentinnen und Konsumenten auf ihre Seite zu ziehen. Aber es ist nicht gesagt, dass nicht auch etwas ein Flop wird, wo viele Millionen Dollar dahinterstehen. Und es ist auch nicht gesagt, dass zum Beispiel Facebook das soziale Medium bleibt, das am meisten benutzt wird. Da gibt es immer wieder ein Auf und Ab. Einzelne können das nicht steuern, sondern das sind Prozesse, wo viele in Konkurrenz stehen – in einem Kampf sind, wie Max Weber gesagt hat. Die

Let us take a different example: developments related to ARTIFICIAL INTELLIGENCE are probably not driven by interests, but are rather the result of fundamental research in research laboratories.

JF Here, too, there are social decisions which determine which forms of fundamental research are carried out. And there is always a difference as to whether such developments remain in the labs or if they are applied by somebody. The use of technology also requires organisational changes, the adaptation of processes, and the willingness of the other employees to get on board. And it requires the willingness of customers to be satisfied with a different quality of service. There is a difference between talking to a real person on the telephone and having a request answered by a chat bot. The larger development step which makes it possible to advance social rationalisation is that humans adjust to fit into a standardised system. This has been described as the "*McDonaldisation of society*", i.e. that even as a customer or citizen you adapt to standardised processes.

And that you do it voluntarily...

JF Yes – in as much as there can be voluntariness from a sociological point of view. Because there are always certain pressures or certain temptations. If you receive an attractive offer and cannot afford anything better, then you will also be satisfied with such an offer.

How can you guide social or technological development?

JF "*Guide*" is a big word, as such processes basically occur in an unplanned and unguided fashion. They are influenced more by certain actors and less by others. Large global companies with considerable market power, for example, are able to set standards. They can use their marketing expenditures to bring consumers over to their side. But it is not guaranteed that if you spend millions of dollars, something will not turn out to be a flop. And it is also not certain that, for example, Facebook will remain the most-used social medium. There are always ups and downs in this respect. Individuals cannot control this – these are processes where there is a competition – a fight, as Max Weber said – among many. Social development is shaped purely by people. There is no natural necessity, nor a technical necessity. Rather, these are social processes and decisions – and it is also possible to reflect on them. You can consider whether the

gesellschaftliche Entwicklung wird rein vom Menschen gemacht. Da gibt es keine natürliche Notwendigkeit, auch keine technische Notwendigkeit, sondern das sind gesellschaftliche Prozesse und Entscheidungen – und die können auch reflektiert werden: Man kann sich überlegen, ob das die richtige Richtung ist. Darüber kann gestritten werden, und man kann Änderungen wollen. Das beginnt bei der Frage, in welche Richtung Technologieentwicklung gehen soll und in welche sie nicht gehen soll. Bei vielen grundlegenden Technologieentwicklungen sind ja auch sehr viele öffentliche Förderungen drinnen, die wurden von den Staaten stark vorangetrieben. Insofern könnte man auch nach der demokratischen Legitimation fragen.

Gibt nicht in erster Linie die Forschung vor, in welche Richtung Technologien weiterentwickelt werden?

JF Das ist die Debatte des »*social shaping of technology*«: Technologie ist auch gesellschaftlich bestimmt, es laufen Auseinandersetzungen, wo es langgehen soll. So zu tun, als ginge es technisch notwendig in eine bestimmte Richtung, ist ein Kampfmittel in dieser Auseinandersetzung. Das ist ein Trick in der Auseinandersetzung, das ist keine Notwendigkeit. Es wird nicht gefragt, welche Zukunft wir wollen und welche Technologie wir dafür brauchen, sondern es wird vielfach argumentiert: Digitalisierung passiert und wir müssen schauen, dass wir dran bleiben und dass zum Beispiel die jungen Leute rechtzeitig lernen, was man in Zukunft brauchen wird. Das ist ein bestimmtes Denken, das von denen beeinflusst wird, die mit der Technologie ein Geschäft machen wollen – um es ganz banal zu sagen.

Sie meinen also, dass zu wenig Diskurs über diese Themen geführt wird?

JF Genau. Es wird von vornherein davon ausgegangen, dass die Digitalisierung beschleunigt weitergeführt wird, und es wird nicht mehr über die Notwendigkeit und über den Zweck diskutiert. Es wird auch nicht diskutiert, welche gesellschaftlichen Ziele damit verfolgt werden sollen, sondern es werden die Folgen diskutiert. Bei der Entwicklung konkreter Technologien für die Arbeitswelt beginnt man zum Beispiel nicht damit, dass man die gesundheitsbelastetsten Arbeitsplätze, Nachtarbeit oder repetitive, geisttötende Arbeiten überwinden will – damit es solche Tätigkeiten einfach nicht mehr gibt –, sondern man entwickelt eine Technologie und wenn es ökonomisch rentabel ist, dann wird sie umgesetzt. Gesellschaftliche Zielsetzungen wie etwa Gesundheit oder unser Zusam-

current direction is the right one. You can debate about it, and you can want change. This starts with the question regarding the direction in which technology should develop – and which direction should better be avoided. Many fundamental technological developments are achieved through public funding. The states have done a lot to advance them. Therefore, you could also ask about their democratic legitimacy.

Isn't it primarily research that determines in which direction technologies evolve?

JF This is the debate about “*social shaping of technology*”: technology is also determined by society. There are conflicts as to its intended direction. Pretending as if there is a technical necessity to move in a certain direction is no more than a weapon in this debate. It is a mere debate trick, not a necessity. Nobody asks which future we want and which technology we need for it. Instead, it is usually argued that digitisation is happening, and we need to make sure that we keep up and that, for example, young people learn in good time what will be needed in the future. Put into simple words: this is a certain way of thinking influenced by those who want to make money with technology.

So you are saying that there is not enough debate about these issues?

JF Exactly. From the outset, it is assumed that digitisation will continue at an accelerated pace, while there is no longer a debate about its actual need and purpose. It is also not being discussed which social objectives are to be achieved. Instead, we focus only on the consequences. When it comes to the development of concrete technologies for working environments, for example, we do not start with the idea that we want to eliminate workplaces which are the most hazardous to health, night work or repetitive, mind-numbing tasks – simply so that these tasks no longer exist. Instead, we develop a technology, and if it is economically viable, then it gets implemented. Social objectives such as, for example, health or the way we live together, are only considered once you look at the expected consequences. So the discussion centres on the consequences, not the objectives. If you are going to have serious discussions about the impact, you would also need to draw the consequences: if we no longer have a workplace for those who lose their jobs, will we do it anyway? Or maybe not? But this question is never asked.

menleben kommen erst dann in den Blick, wenn man sich anschaut, mit welchen Folgen man rechnen muss. Man diskutiert also über die Folgen und nicht über die Ziele. Wenn man schon ernsthaft über die Folgen diskutiert, dann müsste man auch Konsequenzen daraus ziehen: Wenn wir keine Arbeitsplätze mehr für die haben, deren Jobs wegfallen, dann machen wir es trotzdem – oder doch nicht? Diese Frage wird aber nicht aufgeworfen.

Was halten Sie von den jüngst publizierten Studien, laut denen in den nächsten Jahren mehr als die Hälfte aller Jobs durch Digitalisierung wegfallen könnte?

JF Die Vorgangsweise bei diesen Studien – dass man sich anschaut, in welchem Ausmaß Arbeitsplätze automatisierbar sind, und dann einen Prozentsatz berechnet – greift zu kurz. So weiß man zum Beispiel nicht, ob irgendwer überhaupt ein Interesse hat, dass etwas automatisiert wird. Weiters gibt man für AUTOMATISIERUNG auch Geld aus, daher stellt sich die Frage, ob nicht eine Arbeitskraft dann doch billiger ist? Und die andere Seite ist: Gibt es nicht andere Jobs, die dafür entstehen – so wie es bisher immer der Fall war?

Also ist Alarmismus, dass durch die Digitalisierung ein großer Teil der heutigen Arbeitsplätze wegfallen könnte, Ihrer Meinung nach nicht angebracht?

JF Nicht wegen der Digitalisierung allein. Aber wenn man ernst nimmt, welche verschiedenen Trends heute zusammenwirken, dann ist ein bisschen Alarmismus schon angesagt. Es gibt zum Beispiel immer mehr Kundenselbstbedienung – etwa im Bankwesen, in Reisebüros, jetzt auch in Supermärkten. Dann gibt es andere unbezahlte Arbeit, etwa dass Blogger Journalistinnen und Journalisten ersetzen oder dass gewisse Arbeiten in Spiele verwandelt werden, damit Internet-User etwas tun, was Spaß macht, das aber Arbeit auf einer anderen Seite erspart. Es gibt eine Reihe von Beispielen, wo bezahlte Arbeit in unbezahlte verwandelt wird, auch durch den Einsatz digitaler Technologien. Das sind Trends, die zusammengenommen in einer Zeit des sehr niedrigen Wirtschaftswachstums – von dem nicht zu erwarten ist, dass es rasch wieder anzieht – darauf hinauslaufen, dass die bezahlte Arbeit stark zurückgeht und dass in Zukunft weniger Erwerbschancen da sein werden. Früher war es so, dass mit den neuen Technologien neue Geschäftsmodelle und neue Arbeitsplätze entstanden sind sowie neue Produkte entwickelt und verkauft wurden. Das funktioniert, solange jemand diese Produkte und Dienste auch kauft.

What do you think about the recently published studies according to which over the next few years more than half of all existing jobs could be eliminated through digitisation?

JF The approach applied in these studies – to look at the extent to which jobs can be automated and then calculate a percentage – has serious shortcomings. For example, you don't know if anybody is actually interested in automating something. In addition to this, AUTOMATION also costs money. So the question arises whether labour could not actually be cheaper. And the flip side is: aren't there other jobs which are created in the process – just as has always been the case?

So in your opinion alarmism that a large share of today's jobs could be eliminated through digitisation is not appropriate?

JF Not because of digitisation alone. But if you take a serious look at the different interdependent trends in effect today, a certain degree of alarmism is indeed justified. For example, there is more and more customer self-service – in the banking sector, in travel agencies, and now also in supermarkets. Then, there is other unpaid work, with bloggers replacing journalists, for example. Or that certain tasks are converted into games so that Internet users have something to do that is fun, but which on the other side saves work for somebody else. There are quite a few examples for areas where paid work is being transformed into unpaid work, including through the use of digital technologies. These are trends which in combination and in a time of very low economic growth – and it cannot be expected that it will rebound anytime soon – result in a decline in paid work, meaning that in the future, there will be fewer employment opportunities. It used to be that new technologies were used to create new business models and new jobs and to develop and sell new products. This works – as long as there is somebody out there to buy these products and services. But for this, purchasing power is required – and that also depends on its distribution within society. Since Thomas Piketty, economists have been saying that the distribution of wealth within society has become so skewed that we can no longer expect sufficient mass demand. This unequal distribution stifles economic growth, and there is no sign of any political development aimed at massive redistribution which would allow us to set a new economic course. If you look at all of

Dafür braucht es Kaufkraft – und das hängt auch von der Verteilung in der Gesellschaft ab. Ökonomen und Ökonomen sagen seit Thomas Piketty, dass die Verteilung des Reichtums in der Gesellschaft so schief geworden ist, dass wir keine ausreichende Massennachfrage mehr erwarten können. Die Ungleichverteilung würgt das Wirtschaftswachstum ab und es ist keine politische Entwicklung einer massiven Umverteilung zu sehen, damit das ökonomisch wieder in die andere Richtung gehen könnte. Wenn man das alles gemeinsam betrachtet, dann schaut es düster für die Arbeitsplätze aus. Das kann aber natürlich in zehn Jahren wieder anders sein.

Also haben Sie doch große Sorgen ...

JF Solche Prognosen haben natürlich auch den Sinn aufzurütteln, damit sie nicht eintreffen. Daher denke ich, dass es schon wichtig ist, sich darüber Gedanken zu machen. Man könnte das ja nicht nur unter negativen Vorzeichen sehen, sondern auch sagen: Das ist super, dass so viel Arbeit eingespart wird, dann muss man weniger arbeiten. Das kann ja auch eine positive Nachricht sein. Aber dann ist die Frage, was politisch geschehen muss, damit das eine positive Nachricht wird. Denn das kann es nur werden, wenn die Menschen trotzdem ausreichend an der Erwerbsarbeit beteiligt werden können – weil die Erwerbsarbeit nicht nur für das Materielle, für das Einkommen zentral ist, sondern auch für nicht-materielle Dinge wie Anerkennung und Teilhabe an der Gesellschaft.

Eine Antwort, die derzeit stark diskutiert wird, ist ein »Bedingungsloses Grundeinkommen«. Was ist aus sozialwissenschaftlicher Sicht dazu zu sagen?

JF Das Grundthema ist: Wie geht die Gesellschaft damit um, dass nicht mehr so viel Arbeit nötig ist. John Maynard Keynes hat gesagt: Technologische Arbeitslosigkeit entsteht, wenn wir schneller dabei sind, arbeitssparende Technologien zu erfinden als uns Verwendungen für Arbeit auszudenken. Wenn das nun der Fall ist und wir keine Ideen haben, wie wir uns den ganzen Tag beschäftigen, dann entsteht diese Lücke. Eine mögliche Antwort darauf ist das »Bedingungslose Grundeinkommen«. Das heißt aber letztlich, dass Menschen zwar materiell versorgt werden, aber dass sie aus den gesellschaftlichen Abhängigkeiten und Verflechtungszusammenhängen, die die Erwerbswelt bedeutet, draußen sind und damit auch Anerkennung verlieren. Unsere Gesellschaft ist eine Arbeitsgesellschaft. Mehr noch: eine Erwerbsarbeitsgesellschaft. Der Erwerbsarbeit wird – neben

this together, the outlook for jobs looks bleak. But then again, the situation may be completely different again in ten years.

So you do have major concerns ...

JF Of course, such forecasts are meant to make you worry, so that they do not become reality. That is why in my view it is important to think about these developments. And they don't necessarily need to be seen as a negative. We could also say: it's great that so much work can be saved – then we get to work less. This could most certainly also be good news. But then you have the question as to what needs to happen on a political level to ensure that it becomes good news. Because that will only happen if people can still participate in gainful employment to a sufficient degree – because work is not only essential from a material perspective, i.e. regarding income, but also for non-material aspects such as recognition and participation in society.

One answer that is currently being widely discussed might be “unconditional basic income.” What can you say about this concept from a social scientific perspective?

JF The core issue is: how does society deal with the fact that so much work is no longer necessary? John Maynard Keynes said: technological unemployment arises if we are faster at inventing labour-saving technologies than we are at thinking of new uses for labour. If that is now the case and we have no ideas on what to do all day long, then this gap arises. One possible solution for this is “unconditional basic income.” Ultimately, this means, however, that while people are provided with the physical means they need, they are outside of the social dependencies and interdependencies of the working world, meaning that they also lose recognition. Our society is a work-oriented society. Even more: a society focused on gainful employment. Greater importance is attached to gainful employment than to any other form of work, such as volunteer work, charity work or domestic work. Therefore, the recognition and appreciation members of society receive also depend on the service they render to society in the form of gainful employment. If you have no opportunity to do this, then it becomes something that you will miss dearly in terms of your self-worth and identity. This is not something that can be replaced through an “unconditional basic income.” We see that un-

anderen Formen der Arbeit wie Freiwilligenarbeit, ehrenamtlicher Arbeit oder Hausarbeit – die größte Bedeutung eingeräumt. Damit hängen auch die Anerkennung und die Wertschätzung der Gesellschaftsmitglieder an der Leistung, die sie für die Gesellschaft in Form von Erwerbsarbeit erbringen. Wenn man keine Möglichkeit dazu hat, dann fehlt einem das sehr stark für den Selbstwert, für die Identität. Das kann kein »Bedingungsloses Grundeinkommen« ersetzen. Wir sehen, dass arbeitslose Menschen in der Regel auch weniger ehrenamtlich tätig sind. Arbeitslosigkeit führt zu sozialer Isolation: Sie ist stigmatisiert, sie ist mit Scham behaftet, daher ziehen sich die Leute eher zurück und können nicht an der Gesellschaft teilhaben – auch wenn sie es materiell könnten. Das ist für ein »Bedingungsloses Grundeinkommen« keine gute Aussicht.

Gibt es eine andere Alternative?

JF Wenn man den Zusammenhalt in der Gesellschaft hochhalten will und möglichst wenig Leid in der Gesellschaft haben will, wäre es besser, die Arbeitszeitverkürzung, die bis in die 1980er-Jahre schrittweise durchgeführt wurde, wieder aufzugreifen. Wenn wir uns eine Wochenarbeitszeit von 30 oder 25 Stunden vorstellen, dann ist da noch Spielraum für Automation drinnen. Eine Umverteilung der vorhandenen Arbeit durch eine Arbeitszeitverkürzung wäre jedenfalls ein Weg, der weniger soziales Leid verursacht, als die Überzähligen durch ein Grundeinkommen durchzufüttern.

Das sind alles eminent politische Fragen, die extrem ideologiebehaftet sind.

JF Zum Teil sind technische Fragen damit verbunden, die dann ideologisiert werden. Nehmen wir als Beispiel die Wertschöpfungsabgabe: Die Sozialversicherung wird durch Beiträge alimentiert, die auf Löhnen beruhen. Weil der Anteil der Löhne zurückgeht, da ein größerer Teil der Wertschöpfung durch Maschinen geschieht, hat der damalige Sozialminister Alfred Dallinger in den 1980er-Jahren eine Wertschöpfungsabgabe vorgeschlagen – um diese Verschiebung auszugleichen und um nicht jene Branchen überdurchschnittlich zu belasten, die viele Arbeitsplätze bieten. Das konnte nicht durchgesetzt werden. Das wird auch heute ideologisch gesehen – obwohl es eigentlich eine technische Anpassung der Sozialversicherungs-Alimentierung an die Veränderung in der Wertschöpfung ist. ✘

employed people tend to volunteer less. Unemployment results in social isolation: it is stigmatised, a matter of shame, so these people tend to withdraw, and they cannot participate in society, even if from a purely material point of view they would be able to do so. That does not portend well for “*unconditional basic income*.”

Is there an alternative?

JF If you want to maintain a high degree of cohesion within society and have as little suffering in society as possible, it would be better to revive the idea of reducing working time which had already been successively implemented up until the 1980s. If we were to imagine a weekly working time of 30 or 25 hours, that would offer plenty of room for automation. A redistribution of the available work through a reduction in working time would at least be a path which causes less social suffering than feeding the redundant by means of a basic income.

These are all eminently political questions with an extremely high ideological component.

JF In some cases, there are related technical questions which are then ideologised. Let us take, for example, the value creation fee: social security is financed through contributions which are based on wages. If the share of wages declines, because a greater amount of value creation is achieved through machines, Minister Dallinger in the 1980s suggested the introduction of a value creation fee – in order to compensate for this shift and in order to not place an above-average burden on industries which offer many jobs. At the time, it was not possible to implement this idea. Today, again, it is seen from an ideological point of view – even though it is actually a technical adjustment of the financing of social insurance based on the changes in value creation. ✘

Martin Kugler

Arbeitswelt 4.0 – Wie sich Jobs und Arbeitsabläufe verändern

Working World 4.0 – How jobs and workflows are changing

Berufe verändern sich immer schon: Alte Jobs verschwinden, neue entstehen. In der aktuellen Automatisierungswelle häufen sich aber die Sorgen, dass die Zahl der ARBEITSPLÄTZE erstmals seit Menschengedenken zurückgehen könnte. Die Digitalisierung und Automatisierung verändern zudem die Rahmenbedingungen und die Art der Arbeit. Eine Übersicht.

Anfang 2017 geisterte die Meldung durch viele Medien, dass bis zum Jahr 2030 durch Digitalisierung und AUTOMATISIERUNG 40 bis 50 Prozent aller Jobs verlorengehen könnten. Verständlicherweise löste das viele Befürchtungen und hektische Diskussionen aus – aber auch den Aufruf von Expertinnen und Experten, die Debatte doch bitte sachlicher zu führen. Denn: Die kolportierten Zahlen sind alles andere als wissenschaftlich abgesichert. Sie entstammen vielmehr, wie es die ZEIT am 23. März 2017 formulierte, einer »Pi-mal-Daumen-Studie«¹. Demnach haben sich der schwedische Ökonom Carl B. Frey und der Informatiker Michael A. Osborn vor nunmehr vier Jahren in Oxford zusammengesetzt und erst einmal eine Liste von 702 Berufen in den USA zusammengestellt. Dann haben sie zehn Robotik- und Computerforscherinnen und -forscher zu einem Workshop eingeladen, bei dem diskutiert wurde, welche Berufe automatisierbar wären und welche

Jobs have always changed: old jobs disappear, new ones are created. The current wave of automation is causing more and more concerns: is it possible that for the first time in living memory, the number of jobs could sink? Digitisation and automation are also changing both the framework conditions and the nature of work itself. An overview.

At the beginning of 2017, more and more media outlets started reporting that by the year 2030, 40 to 50 percent of all existing jobs would disappear due to digitisation and AUTOMATION. Understandably, this triggered many fears and hectic discussions – but also a call from experts to keep the debate objective. Because: the numbers circulated are anything but scientifically proven. Instead, they come from a “rough guesstimate study”, as the ZEIT put it in an article published on 9 March 2017¹. According to this report, the Swedish economist Carl B. Frey and the computer scientist Michael A. Osborn got together in Oxford four years ago and compiled a list of 702 occupations in the United States. Next, they invited ten robotics and computer researchers to a workshop and held a discussion as to which jobs could possibly be automated. The experts agreed on only 70 jobs where they felt

eher nicht. Nur bei 70 Jobs waren sich die Expertinnen und Experten ziemlich sicher, beim Rest hingegen nicht. Frey und Osborn versuchten daraufhin zu beziffern, wie viel Kreativität, **SOZIALE KOMPETENZ**, Fingerfertigkeit und Routinearbeit in diesen 70 Berufen steckt – und haben diese Überlegungen mit statistischen Überlegungen auf alle 702 Berufe der Liste verallgemeinert. Fertig.

Die so ermittelte Schätzung, dass in den USA 47 Prozent aller Jobs durch Automatisierung wegfallen könnten, wurde 2013 erstmals als Thesenpapier ins Internet gestellt.² Es wurde schon damals vielfach zitiert. In einer Fachzeitschrift erschienen ist das Papier allerdings erst zu Jahresbeginn 2017.³ Und das löste den aktuellen Hype um diese Zahlen aus. Beratungsunternehmen machten sich daran, auf Basis dieser Methodik auch Zahlen für andere Länder zu berechnen. Für Österreich kam man dabei auf eine Prognose, dass 44 Prozent der Arbeitsplätze bedroht seien.

Verschiedene Berechnungsmethoden

Die Tatsache, dass diese Zahlen-Suppe wissenschaftlich sehr dünn ist, rief seriöse Ökonominnen und Ökonomen auf den Plan. Etwa jene vom deutschen Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (zew): Diese argumentierten, dass die Annahme von Frey und Osborne falsch sei, dass alle Beschäftigten in einer Berufsgruppe auch die gleiche Tätigkeit ausübten. Vielmehr zogen die Forscherinnen und Forscher um Holger Bonin die individuellen Tätigkeitsstrukturen der Erwerbstätigen anhand ihrer Tätigkeitsbeschreibungen für die Bewertung heran. Das Ergebnis ihrer Berechnung: In Deutschland seien zwölf Prozent der Jobs automatisierbar.

In der Folge wurde diese Bewertungsmethode von Ökonomen des Institutes für Höhere Studien (IHS) im Auftrag des Sozialministeriums auch auf die Situation in Österreich angewendet. Und siehe da: In Österreich sind demnach »nur« neun Prozent der Jobs durch Automatisierung gefährdet – und nicht 44 Prozent, wie sich aus der Methodik von Frey und Osborne ergeben würde. IHS-Chef Martin Kocher beeilte sich allerdings, bei der Präsentation dieser Zahlen hinzuzufügen, dass das »keine Entwarnung für den Arbeitsmarkt, was die Digitalisierung betrifft«, bedeute, berichtete die Presse am 13. April 2017⁴. In absoluten Zahlen entspricht der errechnete Prozentsatz rund 360.000 Arbeitskräften. Hautbetroffen sind laut den IHS-Zahlen Personen, die nur über einen Pflichtschulabschluss verfügen, also etwa Hilfsarbeiterinnen und Hilfsarbeiter sowie Handwerkerinnen und Handwerker; eine geringe Automatisierungswahrscheinlichkeit gebe es hingegen bei Führungskräften, Akademikerinnen und Akademikern sowie Technikerinnen und Technikern.

Wie richtig oder falsch, wie unter- oder übertrieben solche Berechnungen auch immer sein mögen: Es gibt mittlerweile eine Vielzahl ähnlicher Abschätzungen, deren Ergebnisse irgendwo zwischen den oben beschriebenen Extremwerten liegen. Diese Zahlen bilden allerdings nur einen Teil der Auswirkungen ab, die digitale Technologien auf die Arbeitswelt haben werden. Völlig ausgeklammert ist dabei beispielsweise, wie viele neue Berufsfelder und Jobs durch die Digitalisierung entstehen könnten. Auch dazu gibt es so manche Abschätzungen, diese gelten in der Fachwelt aber als noch unsicherer, da dabei sehr viele kaum vorhersehbare Einflussfaktoren eine große Rolle spielen – von der Konjunkturentwicklung über den weiteren Verlauf der Globalisierung und die demografische Entwicklung bis hin zu unseren künftigen kulturellen Werten (etwa welchen Wert wir der Erwerbsarbeit oder der Freizeit beimessen werden).

fairly certain – with regard to the rest, however, not so much. Frey and Osborn then tried to quantify how much creativity, **SOCIAL SKILLS**, dexterity and routine work these 70 jobs comprise – and then used statistical calculations to generalise these reflections for all 702 occupations on the list. That was it.

The resulting estimate that 47 percent of all jobs in the United States would disappear due to automation initially appeared online in a position paper published in 2013.² Already at this time, it was quoted frequently. However, the study was not published in a professional journal until the beginning of the year 2017.³ And that was when it stirred up the current hype surrounding these figures. Consulting firms started calculating figures for other countries based on this methodology. For Austria, the resulting forecast claimed that 44 percent of all existing jobs were threatened.

Different calculation methods

The fact that from a scientific point of view the basis for this jumble of numbers is very thin caught the attention of serious economists, including those at the Centre for European Economic Research (ZEW) in Germany. They argued that Frey and Osborne's main assumption – that all employees within an occupational group carry out the exact same activities – is wrong. Instead, the researchers under the guidance of Holger Bonin drew upon current job descriptions to evaluate the individual activity structures of employees. The result of their calculation: in Germany, twelve percent of the jobs could possibly be automated.

Subsequently, on behalf of the Ministry of Social Affairs, the economists at the Institute for Advanced Studies (IHS) also applied this assessment method to the situation in Austria. And lo and behold: in Austria, "only" nine percent of the jobs are threatened by automation – not 44 percent, as had been calculated based on Frey and Osborne's methodology. When presenting these figures, Martin Kocher, Head of the IHS, was quick to add, however, that this by no means constitutes an "all-clear for the labour market with regard to digitisation", as the "Presse" reported on 13 April 2017⁴. In absolute numbers, the calculated percentage corresponds to approximately 360,000 workers. According to the numbers calculated by the IHS, the persons most affected are those who have completed no more than compulsory education, i.e. unskilled workers and craftsmen. For executives, academics and technicians, however, the probability of automation is low.

No matter how right or wrong, or how understated or exaggerated such calculations may be: many similar estimates have been developed in the meantime, and their results tend to lie somewhere between the above extremes. However, these figures only illustrate one part of the impact that digital technologies will have on the working world. An aspect that is completely neglected, for example, is the number of new occupational fields and jobs created through digitisation. In this regard, there are also quite a few estimates, but most experts agree that they are still

Viele Expertinnen und Experten verweisen auf die historische Erfahrung: Bei allen bisherigen Automatisierungswellen – seien es Dampfmaschine oder motorisierte Verkehrsmittel, seien es die Erfindung des Fließbandes, die Mechanisierung in der Landwirtschaft oder die Einführung von Computern – fielen zwar viele Jobs weg, aber gleichzeitig entstanden noch viel mehr neue Jobs. Die Zahl der Beschäftigten steigt jedenfalls von Jahr zu Jahr auf immer neue Höchststände. Ob das nun auch bei der aktuellen Automatisierungswelle so sein wird, ist eine völlig offene Frage. Die Frage nach der Zahl der künftigen Jobs ist allerdings höchstens die Spitze des sprichwörtlichen Eisberges –, denn der Einfluss von Digitalisierung und Automatisierung auf die Arbeitswelt reicht viel weiter: So gut wie alle bestehenden Berufe und Tätigkeiten werden sich durch den vermehrten Einsatz von digitalen Technologien verändern. Hier eine Auswahl von in der Diskussion häufig genannten Punkten:

Unternehmens- und Arbeitsorganisation

Durch digitale Technologien wird eine neue Organisation der Arbeit möglich. So können etwa Arbeitsabläufe neu strukturiert oder in kleinere, standardisierte Abläufe zerlegt werden. Das kann auch betriebliche Reorganisationen zur Folge haben: Bestimmte Aufgaben können aus bestehenden Abteilungen herausgelöst und zentralisiert werden, manche Aufgaben können ausgelagert werden (Outsourcing bzw. Offshoring). Je nachdem, wie die Arbeit reorganisiert wird, könnten interessantere Jobs mit erhöhten Handlungsspielräumen entstehen – oder »degradierte« Arbeitsplätze mit ausschließlich standardisierten Tätigkeiten. Digitale Technologien können aber auch dazu beitragen, hierarchische Unternehmensstrukturen in flachere und flexiblere zu transferieren.

Interaktion Mensch – Maschine

Neue Technologien wie KÜNSTLICHE INTELLIGENZ, MASCHINELLES LERNEN, Sprach- oder Bilderkennung bringen eine neue Aufgabenteilung zwischen Mensch und digitalen Systemen mit sich. Das kann vielfältige Folgen haben: So ist es etwa möglich, Arbeit und Produktionsprozesse neu zu gestalten, sodass Menschen von Routinetätigkeiten, von physisch anstrengenden oder von psychisch belastenden Arbeitsschritten entlastet werden. Eine altersgerechte Gestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion kann beispielsweise zur Sicherung der Fachkräftebasis beitragen, indem Menschen länger beschäftigt werden können. Mithilfe von Assistenzsystemen können zudem Personen mit körperlichen oder sensorischen Einschränkungen in das Arbeitsleben integriert werden. Andererseits steigt durch den Einsatz digitaler Technologien die Kontrollierbarkeit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer. Vielfach geht damit auch eine Beschleunigung der Berufswelt einher.

Qualifikation

Die Nutzung von digitalen Technologien erfordert typischerweise eine höhere Qualifikation der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, und zwar nicht nur in technischer Hinsicht, sondern auch was Methodenwissen, Problemlösungs- oder Kommunikationskompetenz anbelangt. Allerdings trifft das nicht für alle Jobs zu: Arbeitsprozesse, die hoch standardisiert sind und von intelligenten digitalen Systemen gesteuert werden, müssen nicht unbedingt automatisiert werden, sondern könnten auch von billigen angelernten

very uncertain, as many factors which are currently very hard to predict will play an important role – from economic development to the further course of globalisation, from the demographic development to our future cultural factors (for example, the value we ascribe to work and leisure time).

Many experts point to historical experiences: during all previous waves of automation many jobs were eliminated. But at the same time, many more jobs were created. In any case, the number of persons employed continues to rise to new record highs from year to year. Whether this will also be the case with the current wave of automation remains to be seen. The question regarding the number of future jobs, however, is merely the tip of the proverbial iceberg – because the influence of digitisation and automation on the world of work reaches much further: virtually every existing profession and activity will change due to the increased use of digital technologies. Here is a selection of issues frequently mentioned during discussions of this topic:

Organisation of companies and workflows

Digital technologies allow for new ways of organising work. They make it possible, for example, to restructure workflows or to break them down into smaller, more standardised procedures. This can also result in an operational reorganisation. Certain functions can be withdrawn from existing departments and centralised, while other tasks can be outsourced altogether (outsourcing or offshoring). Depending on how the work is reorganised, this could result in more interesting jobs with a greater degree of freedom and a wider scope of action – or in “degraded” jobs with exclusively standardised activities. Digital technologies can also help to make hierarchical corporate structures flatter and more flexible.

Interaction between humans and machines

New technologies such as ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MACHINE LEARNING, and voice or image recognition entail a completely new division of tasks between humans and digital systems. This can have many different consequences: for example, it is possible to redesign work and production processes so that humans are freed from routine activities, or from physically exhausting or mentally stressful work steps. An age-appropriate design of the interaction between humans and machines can, for example, contribute to maintaining a solid basis of skilled employees, as people remain employable for a longer period of time. The use of assistance systems furthermore allows persons with physical or sensory limitations to be integrated into working life. On the other hand, the use of digital technology also increases the controllability of employees. In many cases, this goes hand in hand with an acceleration of the professional world.

Arbeitskräften durchgeführt werden. In der Wissenschaft geht man jedenfalls davon aus, dass der Arbeitsmarkt für niedrig Qualifizierte stärker unter Druck gerät als jener für höher Qualifizierte. Höherqualifizierung und lebenslangem Lernen wird daher hohes Gewicht für die künftige BILDUNGS- und Sozialpolitik beigemessen.

Zeitliche und örtliche Flexibilität

Die Digitalisierung macht eine höhere zeitliche und räumliche Flexibilität bei der Erbringung der Arbeitsleistung möglich. Viele Arbeiten lassen sich zu jeder Tages- und Nachtzeit und durch mobile Kommunikation auch ortsunabhängig erledigen. Das kann zum Beispiel Menschen entgegenkommen, die lieber von zuhause arbeiten wollen oder dies aufgrund körperlicher Einschränkungen oder zwecks Kinderbetreuung müssen (Homeoffice). Immer mehr Menschen wollen sich ihren Tagesablauf selbst einteilen – das kann eine Chance für eine bessere Vereinbarkeit von Arbeit und Leben bieten. Andererseits verschwimmen dadurch die Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit, zwischen Büro- und Freizeitumgebung. Zudem wird aufgrund der neuen technischen Möglichkeiten immer häufiger erwartet, dass Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer ständig erreichbar sind und mobil arbeiten.

Neue Arbeitsformen

Das sogenannte »CROWDWORKING« hat in manchen Branchen wie etwa der Kreativwirtschaft schon heute große Auswirkungen. Dabei lagern Unternehmen gewisse Aufgaben aus, indem sie sie über eine Internet-Plattform ausschreiben. Die Crowdworker agieren dabei als Selbstständige: Sie haben zum einen eine hohe Selbstbestimmtheit, zum anderen aber eine hohe Beschäftigungs- und Einkommensunsicherheit. Zudem sind sie weitgehend abhängig von den Regeln der Plattformen, sie haben kaum bis gar keine Mitbestimmungsrechte. Crowdworking-Plattformen können daher einer Ausweitung von atypischen oder prekären Beschäftigungsverhältnissen Vorschub leisten. Andererseits bieten solche Formen der Arbeit neue Beschäftigungsmöglichkeiten für Menschen, die bisher kaum Zugang zum Arbeitsmarkt hatten – etwa körperlich beeinträchtigte Personen oder solche, die in peripheren Regionen leben.

Reformen von Regulierungen

Manche Veränderungen im Arbeitsleben werden in Zukunft Gesetzesreformen notwendig machen. In Deutschland wurden solche Fragen in dem 2015 gestarteten Dialog »Arbeit 4.0« systematisch diskutiert. Die Ergebnisse liegen nun als *Weißbuch Arbeiten 4.0*⁵ vor. Die Vorschläge in diesem mehr als 200 Seiten starken Papier sind zum Teil sehr detailliert. So sollte zum Beispiel die Unterstützung von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern präventiv ausgerichtet werden: Diese sollte nicht nur bei geringer Qualifikation, am Ende der Erwerbsbiografie oder bei unmittelbar drohendem Arbeitsplatzverlust greifen – daher sollte, so der Vorschlag, die Arbeitslosenversicherung schrittweise zu einer Arbeitsversicherung ausgebaut werden. Angestrebt werden sollte weiters ein Recht auf Weiterbildung sowie auf befristete Teilzeit – letzteres, um dem wachsenden Bedürfnis vieler Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer nach Selbstbestimmung und Zeitsouveränität nachzukommen. Im Arbeitsschutz sollten neben den physischen auch die psychischen Beanspruchungen von Arbeit

Qualification

The use of technologies typically requires a higher degree of qualification on behalf of the employees – not only in a technical sense, but also with regard to methodological knowledge as well as problem-solving or communication skills. However, this does not apply to all jobs: work processes which are highly standardised and controlled by intelligent digital systems do not necessarily need to be automated, but could also be performed by cheap trained workers. In any case, scientists are assuming that the labour market for low-skilled workers will be under more pressure than the one for those with higher qualifications. That is why an enhancement of existing skills and life-long learning are among the top priorities for our future EDUCATION and social policy.

Flexibility with regard to time and location

Digitisation allows for a greater degree of flexibility as to when and where work is performed. Many tasks can be carried out at any time of the day or night, while mobile communication allows them to be performed at any location. This can be beneficial for people who prefer or – due to physical limitations or in order to care for children – need to work from home. More and more people want to organise their daily routines themselves. This can be an opportunity to enhance our work-life balance. The boundaries between work and leisure time, between office and leisure environment are becoming blurred. Due to new technical possibilities, it is furthermore increasingly expected that employees be available at any time and work on a mobile basis.

New forms of working

So-called "CROWD WORKING" has already had a considerable impact on certain industries, such as e.g. the creative sectors. Here, companies outsource certain tasks by tendering them via Internet platforms. The crowd workers act as self-employed persons: on the one hand, they have a high degree of self-determination, on the other hand, however, they must accept a considerable amount of uncertainty with regard to their employment and income. In addition to this, they are largely dependent on the rules of the platforms, and they have few or no participation rights. Crowd working platforms can therefore promote the spreading of atypical and precarious employment conditions. On the other hand, such forms of work offer new employment opportunities for people who up until now have hardly had access to the labour market – e.g. physically handicapped persons or people living in peripheral regions.

Reform of regulations

Some changes in working life will require future legislative reforms. In Germany, these issues are being discussed systematically through the "Work 4.0" dialogue which was launched in 2015. The results are now available as the *Weißbuch Arbeiten 4.0*⁵. Some of the proposals in this paper, which is more than 200 pages

stärker berücksichtigt werden. Handlungsbedarf wird zudem im Beschäftigten-datenschutz oder bei der Verbesserung der Rahmenbedingungen für Selbstständige und Start-ups gesehen.

Auch in der Schweiz wurde die Regierung bereits tätig: Im Jänner 2017 wurde vom Bundesrat ein umfassender *Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft*⁶ vorgelegt, der neben anderen Politikbereichen auch das Arbeits- und Sozialrecht behandelt. Ausführlich diskutiert werden dort unter anderem neue Formen der Flexibilisierung, offene Fragen der Sozialversicherung oder eine adäquatere Form von Vertragsabschlüssen im Crowdfunding.

In Österreich gibt es bislang keine systematischen Überlegungen für etwaige Anpassungen an die »Arbeitswelt 4.0«. Immerhin wurde in den aktuellen Sozialbericht 2015 – 2016⁷ erstmals ein eigenes Kapitel zum Thema »Arbeit 4.0 – Auswirkungen technologischer Veränderungen auf die Arbeitswelt« aufgenommen. In diesem Text werden einige zentrale Aspekte wie etwa Umstrukturierung, Verteilung der Arbeit oder der Schutz personenbezogener Daten diskutiert – es werden daraus aber keine konkreten Maßnahmen abgeleitet. Ähnlich ist das beim Handlungsfeld »Arbeit und Arbeitsplätze« in der »Digital Roadmap Austria«⁸: Dort werden zwar elf Maßnahmen aufgelistet, diese sind allerdings zum größten Teil sehr allgemein formulierte Zielsetzungen zu Themen wie Qualifizierung, soziale Absicherung oder Einbindung der Belegschaft in Innovations- und Digitalisierungsprozesse. ✕

strong, are very detailed. For example, it calls for a preventative support of employees: the measures should not only apply in cases of low qualification levels, at the end of one's occupational career or when there is an imminent risk of losing one's job. Instead, the proposal calls for a gradual expansion of the unemployment insurance system, allowing it to evolve to become an employment insurance. Another aspired goal is the establishment of the right to continued education as well as fixed-term part-time work – the latter in order to accommodate the growing need for self-determination and time sovereignty among many employees. With regard to occupational safety, the proposals advocate a stronger focus on not only the physical, but also the mental stress of work. The need to take action is also seen with regard to the protection of employee data, as well as an improvement of the framework conditions for both self-employed individuals and start-ups.

The Swiss government has also already taken action: in January of 2017, the Federal Council presented a comprehensive *report on the central framework conditions for a digital economy*.⁶ In addition to other policy areas, it also focuses on labour and social law. The report includes an extensive discussion of, among other things, new forms of flexibilisation, open questions regarding social security and a more adequate form of concluding contracts in crowd working situations.

In Austria, there have not yet been any systematic considerations regarding possible adjustments to the "Working world 4.0". The current social report for 2015 – 2016⁷ at least includes, for the very first time, a separate chapter on the subject of "Work 4.0 – impact of technological change on the working world". In this text, some of the central aspects such as e.g. restructuring, distribution of work, and protection of personal data are discussed. However, no concrete measures are derived from the findings. A similar situation can be found with regard to the chapter "Work and jobs" in the "Digital Roadmap Austria"⁸: while eleven measures are listed, they are, for the most part, very generally formulated objectives regarding issues such as qualification, social security or involvement of the workforce in innovation and digitisation processes. ✕

¹ Rauner, M. (2017). *Die Pi-mal-Daumen-Studie*, in: Die Zeit 11 vom 23.03.2017.

² Frey, C. B./Osborne, M. A. (2013). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?* http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.

³ Frey, C. B./Osborne, M. A. (2017). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?*, in: *Technological Forecasting and Social Change* 114, 254–280. DOI: 10.1016/j.techfore.2016.08.019.

⁴ Höller, C. (2017). *Roboter machen iHS wenig Sorgen*, in: Die Presse vom 12.04.2017 (Print-Ausgabe vom 13.04.2017). <http://diepresse.com/home/wirtschaft/economist/5200303/Roboter-machen-iHS-wenig-Sorgen>.

⁵ Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2017). *Weißbuch Arbeiten 4.0*. http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/a883-weissbuch.pdf?__blob=publicationFile&v=4, 6

Schweizerische Eidgenossenschaft (2017). *Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft*. <https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/46892.pdf>.

⁷ Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz (2017). *Sozialbericht. Sozialpolitische Entwicklungen und Maßnahmen 2015–2016. Sozialpolitische Analysen*. <https://broschuerenservice.sozialministerium.at/Home/Download?publicationId=372>.

⁸ Bundeskanzleramt / Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (2016). *Digital Roadmap Austria*. https://www.digitalroadmap.gv.at/fileadmin/downloads/digital_road_map_broschuere.pdf. – Bundeskanzleramt / Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (s. a.): *Digital Roadmap Austria. Die digitale Strategie der österreichischen Bundesregierung*. <https://www.digitalroadmap.gv.at/>.

Der Einzug von intelligenten, selbstständig agierenden Maschinen in unseren Alltag ist längst mehr als fantastische Utopie. Als ein Herzstück der VIENNA BIENNALE 2017: *Roboter. Arbeit. Unsere Zukunft* lädt die umfassende Ausstellungskooperation *Hello, Robot. Design zwischen Mensch und Maschine* zur Begegnung mit der immer allgegenwärtigeren Spezies Roboter. Mehr als 200 Exponate aus Kunst, Design und Architektur sowie Beispiele aus Technologie, Film, Literatur, Mode, Wissenschaft und Populärkultur untersuchen den unaufhaltsamen Hype intelligenter Maschinen und die entscheidende Rolle, die Design dabei spielt.

The incursion into our daily lives of intelligent machines capable of acting independently has long been more than a fantastical utopia. A centerpiece of the VIENNA BIENNALE 2017: *Robots. Work. Our Future*, the comprehensive exhibition alliance *Hello, Robot. Design between Human and Machine* invites encounters with the always omnipresent species robot. More than 200 exhibition objects from the realms of art, design, and architecture, as well as examples from technology, film, literature, fashion, science, and pop culture examine the inexorable hype around intelligent machines and the crucial role played by design.

HAVE YOU EVER MET A ROBOT?





SHOULD YOU LIVE
IN A ROBOTIC?



DO YOU BELIEVE IN THE AND REBIRTH OF THE



HOW DO YOU FEEL ABOUT
OBJECTS HAVING FEELINGS?



HELLO, ROBOT.

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
MUSEUM OF ART AND ARCHITECTURE
1100 EAST 58TH STREET
CHICAGO, IL 60637

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
MUSEUM OF ART AND ARCHITECTURE
1100 EAST 58TH STREET
CHICAGO, IL 60637



Martin Kugler

Die Politik ist in ungeheuer vielen Bereichen gefordert

Policy needs to address an enormous number of areas

Viele Staaten versuchen, die Chancen der aktuellen Digitalisierungswelle durch klare Strategien bestmöglich zu nutzen. Dabei steht in den meisten Fällen die Stärkung der Industrie im Vordergrund. Die OECD stellt indes fest, dass die Technologien bei weitem nicht in dem Ausmaß umgesetzt würden, wie dies möglich wäre.

Die Digitalisierung verändert Wirtschaft und ARBEITSWELT, und kaum ein Bereich bleibt davon unberührt: Dieser Satz, der vor einigen Jahren noch von vielen Menschen als schwere Übertreibung eingeschätzt wurde, ist mittlerweile »*common sense*« – zumindest in der Wirtschaftspolitik vieler Staaten. Im deutschsprachigen Raum wurde dafür vor drei Jahren der Begriff »INDUSTRIE 4.0« eingeführt. Dieser Name symbolisiert, dass es sich dabei um eine vierte Industrielle Revolution handle, die ebenso große Auswirkungen auf Wirtschaft und GESELLSCHAFT habe wie die früheren Umwälzungen: Nach der Erfindung der Dampfmaschine, der Einführung von Elektrizität und Fließbandproduktion und dem Einzug von Computersteuerungen in die Produktion sind nun Netzwerktechnologien und Big Data drauf und dran, einen nächsten großen Entwicklungsschub auszulösen bzw. zu ermöglichen. Während es in der ersten Phase der Digitalisierung vorwiegend darum ging, repetitive Ar-

Many countries are trying to make the best possible use of the opportunities offered by the current wave of digitisation. In most cases, the main focus is on strengthening the industry. The OECD notes, however, that the technologies are by far not being implemented to the extent that would be possible.

Digitisation changes the economy and the WORKING WORLD, and there is hardly an area that remains untouched. This sentence, which only a few years ago would have been considered a serious exaggeration by many, has by now become "*common sense*" – at least in the economic policies pursued by many countries. Three years ago, the term "INDUSTRY 4.0" was coined for this phenomenon in the German-speaking region. The name symbolises that this is a fourth industrial revolution. Its impact on the economy and SOCIETY will be as large as that of earlier revolutions: after the invention of the steam engine, the introduction of electricity and assembly line production and the advent of computer controls in manufacturing, it is now network technologies and "*big data*" that are about to trigger or enable the next big step forward. While during the first phase of digitisation the main focus was on automating repetitive work and business processes through information

beiten und Geschäftsprozesse mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien zu automatisieren, ist nun absehbar, dass Technologien wie Cloud Computing, Machine Learning oder das Internet der Dinge auch in viele andere Bereiche, über die Produktion hinaus, vorstoßen. Manche Beobachterinnen und Beobachter sprechen gar von einer »Digitalisierung von allem« – inklusive jenen Prozessen, die höhere kognitive Fähigkeiten wie Kreativität erfordern.

In Fachkreisen wird bereits seit einigen Jahren, teilweise auch unbemerkt von der breiten Öffentlichkeit, über diese Themen diskutiert. Dabei steht vor allem die Frage im Vordergrund, wie man die Chancen und Potenziale der Digitalisierung bestmöglich nutzen könne. Dazu wurden und werden in vielen Staaten mehr oder weniger umfassende Strategien zur Umsetzung ausgearbeitet. Die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) hält nun allerdings in dem Bericht *The Next Production Revolution*¹ fest, dass die digitalen Technologien bei weitem nicht in dem Ausmaß umgesetzt würden, wie dies möglich wäre.

Steigerung der Produktivität

Derzeit würden viele Chancen, die PRODUKTIVITÄT der Wirtschaft zu steigern, liegen gelassen, lautet die zentrale Argumentation der OECD. Die Produktivitätssteigerung war und ist laut gängigen Wirtschaftstheorien die wichtigste Quelle von Wirtschaftswachstum, von höherer Wettbewerbsfähigkeit, steigenden Einkommen, einer wachsenden Zahl von Arbeitsplätzen und von höherer Wohlfahrt. Neue Technologien nehmen über viele verschiedene Wege Einfluss auf die Produktivität – etwa indem sie die Produktion verbilligen, indem sie bessere Produkte und Dienstleistungen ermöglichen oder indem sie den Strukturwandel antreiben. Die weitere Steigerung der Produktivität ist in den Augen vieler Expertinnen und Experten zudem ein Schlüssel, um die Herausforderungen der alternden Bevölkerung in Industrieländern bewältigen zu können. Und schließlich gilt die Produktivität als entscheidender Faktor, ob eine Re-Industrialisierung Europas, wie sie derzeit politisch angestrebt wird, gelingen kann.

Um die Potenziale der digitalen Technologien ganz heben zu können, sei ein sehr breiter Blick erforderlich, so die OECD-Expertinnen und -Experten. In der Folge beschreiben sie eine Reihe von Politikfeldern, denen größere Aufmerksamkeit geschenkt werden müsse.

Strukturwandel

Es sei unvermeidbar, schreiben die Expertinnen und Experten, dass der technologische Wandel für die heutige Industrie »DISRUPTIV« sei – dass also neu auftretende Unternehmen die bestehende Wirtschaftsstruktur massiv herausfordern und umzustürzen drohen. Deutlich zu sehen ist das an der Automobilindustrie: Entwicklungen von autonom fahrenden Fahrzeugen zum Beispiel kommen in den meisten Fällen von Unternehmen außerhalb der klassischen Auto-Branche. Wie der Strukturwandel im Einzelnen ablaufen wird, sei derzeit nicht vorhersehbar. Sicher sei jedenfalls, so die OECD-Expertinnen und -Experten, dass jene Staaten resilienter seien, die durch vorausschauende Politik besser darauf vorbereitet sind – etwa durch besser funktionierende Institutionen, durch besser gebildete und informierte Bürgerinnen und Bürger sowie durch höhere technologische Fähigkeiten.

and communication technologies, it is now foreseeable that technologies such as “cloud computing”, “machine learning” or the “Internet of Things” will also be pushing into other areas outside of manufacturing. Some observers even speak of a “digitisation of everything” – including processes requiring higher cognitive skills such as creativity.

Experts have been discussing these issues for years, in some cases unnoticed by the general public. The main question is: how can you make the best possible use of the opportunities and potential offered by digitisation? In order to address this topic, many countries have developed or are currently developing more or less comprehensive implementation strategies. In its report *The Next Production Revolution*¹, however, the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) comes to the conclusion that digital technologies are by far not being implemented to the extent that would be possible.

Increase in productivity

The OECD’s central argument is that many are neglecting the existing opportunity to enhance the PRODUCTIVITY of the economy. Based on common economic theory, an increase in productivity is the most important source of economic growth, greater competitiveness, increases in income, a growing number of jobs and greater prosperity. New technologies influence productivity in many different ways – for example by making production cheaper, by allowing for better products and services, or by driving structural change. In the eyes of many experts, a further increase in productivity is also a key to overcoming the challenges posed by the aging population in industrialised countries. And finally, productivity is considered a decisive factor as to whether a re-industrialisation of Europe, as it is currently being sought by politicians, will succeed.

According to the OECD experts, a very broad view is required in order to exploit the full potential of digital technologies. They then go on to describe a number of policy areas currently requiring greater attention.

Structural change

According to the experts, it is inevitable that technological change will be “DISRUPTIVE” to our current industry – i.e. that newly evolving companies will pose a massive challenge to the existing economic structure and threaten to overturn it. This is clearly visible in the automotive industry: developments in the area of autonomous vehicles, for example, have in most cases come from companies outside of the traditional automotive industry. How exactly the structural change will occur in individual cases is currently not foreseeable. The one thing that is certain, in the eyes of the OECD experts, is that states which pursue a forward-looking policy in order to be better prepared – e.g. through better functioning institutions, more educated and better-informed citizens and a higher level of technological skills – are also more resilient.

Schnellere Diffusion der Technologien

Für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und Volkswirtschaften sei entscheidend, wie rasch sich neue Technologien ausbreiten. Das betrifft sowohl neue Unternehmen, die innovative Technologien auf den Markt bringen, als auch bestehende Unternehmen, die die neuen Techniken anwenden. Die Diffusion von Technologien verlaufe in jenen Staaten rascher, die wettbewerbsintensivere Produktmärkte, weniger stark regulierte Arbeitsmärkte und intensivere Beziehungen zwischen Unternehmen und der Wissenschaft hätten. Um die Diffusion zu beschleunigen, könnte auch die Einrichtung von spezialisierten Institutionen helfen, die beim Wissenstransfer behilflich sind. Insbesondere KMUs würden einen leichteren Zugang zu Informationen und zu Know-how benötigen.

Arbeitsmarkt

Die OECD-Expertinnen und -Experten sprechen klar aus, dass die Anpassung der Arbeitsmärkte an die sich verändernden Produktionsbedingungen »schmerzvoll« verlaufen könnte. Die historischen Erfahrungen bei der Einführung neuer Technologien sei zwar stets positiv gewesen – so sei der Wegfall bestehender Jobs bisher immer durch das Entstehen neuer Arbeitsplätze zumindest ausgeglichen oder sogar überkompensiert worden. In den USA beispielsweise seien im Zuge der Einführung von Computern in den 1980er-Jahren rund 1.500 neue Berufsbilder, die es vorher nicht gab, entstanden. Verwiesen wird in diesem Zusammenhang zudem auf die Wirkung einer steigenden Produktivität: Dadurch würden sich die Kaufkraft und die Nachfrage erhöhen, wodurch wiederum mehr Jobs geschaffen würden. Ob diese Entwicklungen jedoch auch diesmal so eintreten werden, ist eine völlig offene Frage. Die OECD-Expertinnen und -Experten raten den Regierungen jedenfalls dazu, die Entwicklung genau zu beobachten – und sich auf die Möglichkeit einer wachsenden Ungleichverteilung der Einkommen »vorzubereiten«.

Bildung/Digital Skills

Neu entstehende Arbeitsplätze werden tendenziell eine bessere Ausbildung erfordern. Dabei werden insbesondere jene Fähigkeiten wichtiger, die komplementär zu denen von Robotern und IT-Systemen sind – also deren Fertigkeiten ergänzen. Dazu zählen unter anderem Methodenwissen oder SOZIALE KOMPETENZ. In der Ausbildung werde zudem die Interdisziplinarität wichtiger. Parallel zur Erhöhung der Qualifikation und zum Aufbau von Systemen für lebenslanges Lernen müsse aber auch sichergestellt werden, dass die gesamte Bevölkerung Grundkenntnisse im Lesen, Rechnen und Problemlösen hat.

Branchenübergreifender Blick

Die Entwicklungen bei digitalen Technologien laufen parallel zu vielen anderen Neuerungen in der Güterproduktion – etwa Biotechnologie, Bioökonomie, Nanotechnologie, 3D-Druck (»*Additive Manufacturing*«) oder neue Materialien. Dabei gebe es viele Wechselwirkungen und gegenseitige Beeinflussungen: So manche Entwicklungen würden sich wechselseitig verstärken, woraus sich Synergien ergeben, betonen die OECD-Expertinnen und -Experten. Ein Beispiel: Digitalisierung ist die Voraussetzung für den 3D-Druck – und dieser kann nur dann umweltfreundlicher werden, wenn neue Materi-

Faster diffusion of technologies

According to the report, a crucial factor for the competitiveness of companies and economies is how fast new technologies spread. This applies to both new companies launching innovative technologies on the market and existing companies putting new technologies to use. The diffusion of technologies reportedly occurs faster in countries with more competitive product markets, less strict labour market regulations and closer ties between business and science. In order to accelerate diffusion, the establishment of specialised institutions which support the transfer of knowledge could help. In particular SMEs would need easier access to information and know-how.

Labour market

The OECD experts clearly state that the adaptation of the labour markets to changing manufacturing conditions could very well be "painful". History has shown that the introduction of new technologies has always had a positive effect: the loss of existing jobs has always been offset or even overcompensated by the creation of new jobs. In the United States, for example, the introduction of computers in the 1980s created approximately 1500 new job profiles which had previously not existed. In this context, the authors of the report point to the effects of rising productivity: it enhances purchasing power and demand, which in turn creates more jobs. Whether these developments will repeat themselves this time remains to be seen. In any case, the OECD experts advise governments to keep a close eye on the developments – and to "prepare" for the possibility of increasing inequality regarding the distribution of incomes.

Education / digital skills

Newly created jobs will tend to require a higher skill level. In particular skills which are complementary to those of robots and IT systems will increase in importance. These include, among other things, methodological knowledge and SOCIAL SKILLS. Furthermore, the importance of educational interdisciplinarity will likely increase. In addition to the enhancement of qualifications and the establishment of systems for lifelong learning, it must also be ensured that the entire population has basic knowledge in areas such as reading, math and problem-solving.

Cross-sectoral perspective

The developments in the area of digital technologies are occurring in parallel to many other innovations affecting the manufacturing of goods, such as biotechnology, bioeconomy, nanotechnology, 3D printing ("*additive manufacturing*") and new materials. This results in numerous interrelations and mutual influences: according to the OECD experts, quite a few developments are mutually reinforcing, resulting in synergies. An example: digitisation is the prerequisite for 3D printing – which

alien entwickelt werden, die beispielsweise auf Naturstoffen basieren; zur Entwicklung dieser Substanzen sei wiederum eine intensivere Nutzung von digitalen Technologien notwendig.

Forschung und Entwicklung

Viele Technologien, die heute unser Leben verändern, wurden in öffentlich finanzierten Forschungsprogrammen entwickelt – zum Beispiel alle Basistechnologien in modernen Smartphones (von Touchscreens bis hin zur Spracherkennung). Die Förderung der Grundlagenforschung und der Aufbau von Forschungskapazitäten werden daher als staatliche Aufgabe angesehen. Als ebenso wichtig erachten die OECD-Expertinnen und -Experten aber auch die Verknüpfung von öffentlichen und privaten Forschungsanstrengungen. Als zunehmend wichtig wird die Multidisziplinarität von Forschungsprogrammen angesehen.

Intellectual Property Rights

Die Zukunft neuer Technologien wird auch von den Regeln für geistiges Eigentum und vom Patentsystem mitbeeinflusst. Regierungen müssten diesen Punkt stärker beachten und sicherstellen, dass die Regeln an den raschen technologischen Wandel angepasst seien. Das betrifft sehr viele Bereiche – von der Musikindustrie bis hin zum Kopieren von Gegenständen mit [3D-DRUCKERN](#).

Akzeptanz neuer Technologien

In der Vergangenheit sind neue Technologien wiederholt an mangelnder Akzeptanz durch die Bevölkerung gescheitert – etwa manche Entwicklungen in der Energie- oder Biotechnologie (ob sich diese Entscheidungen bewährt haben, kann im Einzelfall natürlich unterschiedlich diskutiert werden). Die OECD-Expertinnen und -Experten bemerken nun ein schwindendes Vertrauen in wissenschaftliche und regulatorische Autoritäten. Die Folgen seien wachsende Unsicherheit und Angst vor Neuem. Daher fordern die Expertinnen und Experten, dass die Politik realistische Erwartungen über die Technologien und deren Folgen formulieren und dabei auch alle Unsicherheiten der Entwicklung ansprechen müsse. Zur Unterstützung schlägt die OECD vermehrt Foresight-Prozesse vor, in denen partizipativ alle relevanten Gruppen und Stakeholder ihre Meinungen, Befürchtungen und Vorschläge einbringen können. Das könne auch zu einer besseren Vernetzung der Akteure beitragen und einer besseren Koordination der politischen Maßnahmen dienen.

Langzeitdenken

Zusätzlich zu Debatten über aktuelle Problemstellungen müsse bei der Industrie, im Bildungswesen, bei Gewerkschaften und Regierungen auch die Bereitschaft bestehen, langfristige Entwicklungen zu begleiten, die über typische Wahlzyklen hinausreichen.

in turn can only become more environmentally friendly if new materials are developed which are based on e.g. natural substances. In order to develop these substances, however, a more intensive use of digital technologies is required.

Research and development

Many technologies which are currently changing our life were developed through publicly financed research programmes. This includes, for example, all basic technologies used in modern smartphones (from touch screens to voice recognition). The promotion of basic research and the development of research capacities are therefore seen as a responsibility of the state. But the OECD experts consider it equally important to connect public and private research efforts. Multidisciplinary of research programmes is considered more and more important.

Intellectual property rights

The future of new technologies is also influenced by the rules applying to intellectual property, as well as the patent system. Governments need to pay more attention to this point and ensure that the rules are adapted to the rapid technological change. This applies to very many areas – from the music industry to copying objects via [3D PRINTERS](#).

Acceptance of new technologies

In the past, new technologies have repeatedly failed due to a lack of acceptance among the population. This includes, for example, certain developments in energy or biotechnology (whether or not these decisions have proven themselves in individual cases can, of course, be subject to discussion). The OECD experts note a waning trust in scientific and regulatory authorities. The consequences are growing insecurity and fear of anything new. The experts therefore demand that politics should formulate realistic expectations regarding technologies and their consequences, addressing all uncertainties related to their development in the process. In order to support this, the OECD recommends a stronger emphasis on foresight processes in which all relevant groups and stakeholders can participate and express their opinions, fears and suggestions. This could also result in better networking between the players and a better coordination of political measures.

Long-term thinking

In addition to debates on current problems, industry, the education system, trade unions and governments should also be willing to support long-term developments which surpass the typical election cycles.

Regionalpolitik

Während es in den vergangenen Jahrzehnten tendenziell zu einer Angleichung von Einkommen und Lebensstandard zwischen verschiedenen Regionen – auch zwischen Stadt und Land – gekommen ist, scheint die digitale Wirtschaft diese Entwicklung gestoppt zu haben. Vielmehr würden sich, so führen die OECD-Expertinnen und -Experten aus, die bestehenden Unterschiede derzeit wieder verstärken. Als Gegenstrategie seien vor allem Investitionen in die Ausbildung und in Technologien erforderlich.

Große Pläne in den USA und in China

Dieser umfassende Katalog an wichtigen Themen ist in keiner der vielen bisher ausgearbeiteten Digitalisierungsstrategien im vollen Umfang berücksichtigt. In den meisten Ländern, die diesbezügliche Aktivitäten gestartet haben, liegt der Schwerpunkt eindeutig auf der Technologie im Produktionssektor. In den USA beispielsweise wurde der Fokus auf die Re-Industrialisierung des Landes mithilfe moderner Produktionsmethoden gelegt. Im Laufe der 2000er-Jahre waren in den USA 64.000 Fabriken zugesperrt worden, die Belegschaft im Produktionssektor ging um rund ein Drittel zurück. Dieser Trend soll unter anderem durch die Stärkung des National Network for Manufacturing Innovation (2016 umbenannt in Manufacturing USA) umgekehrt werden. Zu Jahresbeginn 2017 umfasste das Netzwerk 14 Institute, die vom Verteidigungs- und Energieministerium sowie vom National Institute for Standards and Technology (NIST) getragen werden. Thematisch sind diese Institute sehr breit aufgestellt, das Spektrum reicht von 3D-Druck bis Photonik, von neuen Materialien bis hin zu Hybridelektronik. Welche Rolle die vom neuen US-Präsidenten angekündigte »America First«-Politik bei der Re-Industrialisierung der USA wirklich spielen wird, bleibt abzuwarten.

China hat im Jahr 2015 ein Programm namens »Made in China 2025« gestartet, und zwar als Teil einer auf 30 Jahre angelegten Strategie, mit der die Güterproduktion gestärkt werden soll. Der Plan konzentriert sich auf zehn definierte Industriefelder – von »Next Generation IT« und Robotik bis hin zur Luftfahrt und Hightech-Landwirtschaft. Schon in den vergangenen Jahren steigerte China beispielsweise die Produktion von Industrierobotern um jährlich 36 Prozent, der Absatz von 3D-Druckern wurde von 2013 auf 2014 fast verdoppelt; 3D-Drucker sollen sogar beim Bau des ersten kommerziellen chinesischen Flugzeuges (Comac C919) eingesetzt werden. Um die zunehmende Knappheit von qualifizierten Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern zum Teil auszugleichen, wurde ein »Robots replace Humans«-Programm ins Leben gerufen. Die OECD verweist indes auf viele offene Baustellen in China: etwa eine neue Arbeitsmarktpolitik, eine Stärkung von Selbstständigkeit und Entrepreneurship, die Ermunterung privater Investitionen oder eine Effizienzsteigerung der Märkte. Der Staat ist derzeit in China der stärkste Spieler bei neuen Technologien – so wird beispielsweise rund die Hälfte aller Robotik-Patente von staatlichen Organisationen gehalten.

Regional politics

While over the past decades incomes and the standards of living have tended to align between different regions (as well as between cities and rural areas), the digital economy seems to have caused this development to stop. Instead, the OECD experts explain, the existing differences are currently increasing again. As a counter-strategy, investments in education and technologies are required.

Big plans in the United States and China

This comprehensive catalogue of important topics is not fully taken into consideration in any of the digitisation strategies which have so far been developed. In most countries that have initiated according activities, the focus is clearly on technology in the manufacturing sector. In the United States, for example, the main emphasis has been on the re-industrialisation of the country through modern production methods. During the 2000s, 64,000 factories were closed in the United States, while the number of employees in the manufacturing sector declined by about one third. The aim is to reverse this trend, among other things by strengthening the National Network for Manufacturing Innovation (renamed Manufacturing USA in 2016). At the beginning of 2017, the network included 14 institutes which are supported by the Department of Defense and Energy as well as the National Institute for Standards and Technology (NIST). Thematically, these institutes cover a broad range of topics, from 3D printing to photonics, and from new materials to hybrid electronics. What role the "America First" policy announced by the new US president will actually play in the re-industrialisation of the United States remains to be seen.

In 2015, China launched a programme named "Made in China 2025", which is part of a 30-year strategy aimed at strengthening the manufacturing of goods. The plan focuses on ten defined fields of industry, from "next generation IT" and robotics to aviation and high-tech agriculture. Over the past few years, China has, for example, already increased its production of industrial robots by 36 percent per year. From 2013 to 2014, the sales of 3D printers nearly doubled, and 3D printers are even planned to be used for the construction of the first commercial Chinese airplane (Comac C919). In order to compensate for the increasing scarcity of qualified workers, a "Robots replace Humans" programme has been initiated. The OECD, however, points to many unsolved issues in China, such as a new labour market policy, the enhancement of self-employment and entrepreneurship, the encouragement of private investments and an improvement of the efficiency of the markets. In China, the state is currently the strongest player in the area of new technologies. As an example: approximately half of all robotics patents are held by public organisations.

In der Schweiz wurde ein wesentlich breiterer Zugang zu dem Thema gewählt: Zu Jahresbeginn wurde der *Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft*² veröffentlicht, der systematisch die Bereiche Arbeitsmarkt, Forschung und Entwicklung, Sharing Economy, Digital Finance und Wettbewerbspolitik nach Veränderungsbedarf untersucht. In manchen Bereichen wie dem Finanz- und Verkehrssektor wurde bereits konkreter Regulierungsbedarf identifiziert – so sollen zum Beispiel Markteintrittshürden für innovative Geschäftsmodelle gesenkt werden. In den anderen Bereichen Arbeitsmarkt, Bildung und Forschung sollen weitere vertiefende Analysen folgen.

Breiter Zielkatalog, wenige Antworten

In Österreich wurde im Vorjahr die *»Digital Roadmap Austria«*³ verabschiedet, an deren Ausarbeitung mehr als 100 Expertinnen und Experten aus Ministerien, Bundesländern, Städten, Gemeinden, Sozialpartnern und anderen Institutionen beteiligt waren. Ziel war es, sich einen Überblick über aktuelle Herausforderungen sowie über bestehende und geplante Maßnahmen und Aktivitäten zu verschaffen – und zwar anhand von zwölf Leitprinzipien für die Gestaltung der Digitalisierung in Österreich. Diese Leitprinzipien sind:

1. Jeder Mensch in Österreich soll an der Digitalisierung teilhaben können. Wir wollen die digitale Kluft schließen.
2. Digitale Bildung soll möglichst früh beginnen. Kein Kind soll ohne digitale Kompetenzen die Schule verlassen.
3. Grund- und Menschenrechte gelten auch in der digitalen Welt. Wir wollen die digitale Eigenverantwortung und Zivilcourage stärken.
4. Der Zugang zum Internet durch eine gut ausgebaute und leistbare digitale Infrastruktur ist für die Bürgerinnen und Bürger wie auch die Unternehmen in Österreich essenziell und soll sichergestellt werden.
5. Wir wollen durch die Digitalisierung mehr und bessere Arbeitsplätze schaffen und die Menschen dafür entsprechend bilden und qualifizieren.
6. Durch die Digitalisierung entstehen auch neue Geschäfts- und Arbeitsmodelle. Dafür wollen wir moderne gesetzliche Rahmenbedingungen schaffen.
7. Österreich soll zu den international führenden digitalen Wirtschaftsstandorten gehören. Dazu müssen wir Unternehmen bei der digitalen Transformation unterstützen.
8. Wissenschaft und Forschung sollen bei der Entwicklung neuer digitaler Möglichkeiten gestärkt werden, damit Österreich in Zukunft zu den *»Innovation Leader«* zählt.
9. Wir werden den europäischen digitalen Binnenmarkt aktiv mitgestalten.
10. SICHERHEIT im digitalen Raum sehen wir als gemeinsame Verantwortung von öffentlichen Institutionen, Wirtschaft sowie Bürgerinnen und Bürgern. Österreich soll weiterhin hohe Datenschutzstandards haben.
11. Wir wollen eine respektvolle Diskussionskultur im Netz und qualitative journalistische Arbeit auch in der digitalen Welt sicherstellen und fördern.
12. Die öffentliche Hand sieht sich auch als Innovationsmotor für Österreich. Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen haben das Recht auf eine komfortable, einfache und barrierefreie elektronische Kommunikation mit der öffentlichen Verwaltung.

In Switzerland, a much wider approach to the topic was chosen: at the beginning of the year, the *Report on the central framework conditions for a digital economy*² was published, which includes a systematic investigation of the need for change in areas such as the labour market, research and development, the sharing economy, digital finance and competition policy. In many areas, such as the financial and transport sector, a concrete need for regulation has already been identified. Here, it is planned, for example, to reduce the market entry barriers for innovative business models. In the other areas – the labour market, education and research – more in-depth analyses are planned.

Wide catalogue of objectives, but few answers

In Austria, the *»Digital Roadmap Austria«*³ was adopted in the past year. More than 100 experts from ministries, the federal states, cities, municipalities, social partners and other institutions were involved in its preparation. The objective was to obtain an overview of current challenges as well as existing and planned measures and activities – based on twelve guiding principles for the development of digitisation in Austria. These are:

1. Every person in Austria should be able to take part in digitization. We want to bridge the digital divide.
2. Digital education should begin as early as possible. No child should leave school without digital skills.
3. Basic and human rights apply in the digital world, too. We want to strengthen digital individual responsibility and civic courage.
4. Internet access via a well-developed and affordable digital infrastructure is essential to both citizens and businesses in Austria and should be guaranteed.
5. We want to create more and better jobs through digitization and to educate and train people accordingly.
6. Digitization leads to new business and working models, for which we want to create a modern legal framework.
7. Our aim is for Austria to be one of the world's leading digital business locations. To this end, we must provide support to businesses for their digital transformation.
8. Science and research should be helped to develop new digital opportunities to ensure that Austria becomes an innovation leader in the future.
9. We will play an active role in shaping the European Digital Single Market.
10. We consider SECURITY in the digital sphere to be the joint responsibility of public institutions, business and citizens. Austria should continue to have high data protection standards.

So zentral all diese Punkte für die Debatte und die Gestaltung der Politik auch sind: Konkrete Umsetzungsschritte finden sich in dem Papier kaum – die Umsetzung der Maßnahmen obliege den jeweils zuständigen Ministerien, heißt es vage am Ende des Berichtes. Eine der treibenden Kräfte ist dabei das Infrastrukturministerium (BMVIT), das zusätzlich zu den bestehenden Forschungsprogrammen die Einrichtung von einschlägigen Stiftungsprofessuren und Pilotfabriken fördert. Um die Entwicklung konkreter gestalten zu können, hat sich die Produktionswirtschaft in der »Plattform INDUSTRIE 4.0« zusammengetan, in der Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Medien vernetzt werden sollen. Im Einzelnen sollen wesentliche Handlungsfelder und Schwerpunkte definiert, prioritäre Forschungsfelder mit großer Hebelwirkung für die Industrie 4.0 entwickelt und Vorschläge für zielgerichtete Maßnahmen erarbeitet werden. Die Plattform will überdies als Drehscheibe zum Austausch von Erfahrungen, Ideen, Daten, Studien und Analysen fungieren. Allzuviel Konkretes war von dort bisher aber nicht zu vernehmen. ✘

11. We want to ensure and encourage a respectful online discussion culture and high-quality journalism in the digital world too.
12. The public sector also sees itself as a driving force for innovation in Austria. Citizens and businesses have the right to convenient, easy and accessible electronic communication with public administration.

As central as all of these points may be to the debate and the development of policy: concrete implementation measures are hard to find in the paper. At the end of the report, there is a vague statement declaring that the responsibility for the implementation of the measures lies with the respective ministries. One of the driving forces is the Ministry for Infrastructure (BMVIT), which in addition to the existing research programmes promotes the establishment of pertinent endowed professorships and pilot plants. In order to be able to shape the concrete development, the manufacturing sector has joined forces to create the "Platform INDUSTRY 4.0" which aims at creating tighter links between business, politics, science and media. Individual objectives include the definition of main areas of action and priorities, the establishment of high-priority research areas offering considerable leverage for the Industry 4.0 and the development of proposals for concrete, targeted measures. The platform will furthermore serve as a hub for the exchange of experiences, ideas, data, studies and analyses. So far, however, concrete results remain scarce. ✘

¹ OECD (2017): *The Next Production Revolution. Implications for Governments and Business*. Paris: OECD Publishing. DOI: 10.1787/9789264271036-en.

² Schweizerische Eidgenossenschaft (2017): *Bericht über die zentralen Rahmenbedingungen für die digitale Wirtschaft*. <https://www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/46892.pdf>.

³ Bundeskanzleramt/Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft (s. a.): *Digital Roadmap Austria. Die digitale Strategie der österreichischen Bundesregierung*. <https://www.digitalroadmap.gv.at/>.

Die 10 größten Hindernisse der Digitalisierung

<p>8</p> <p>Digitale Sicherheit: Immer mehr Menschen, Unternehmen und Staaten sorgen sich wegen zunehmender Probleme bei der digitalen Sicherheit. Je komplexer digitale Systeme werden, umso wichtiger werden neben technischen Aspekten auch wirtschaftliche und soziale.</p> <p>Digitale Sicherheit: Immer mehr Menschen, Unternehmen und Staaten sorgen sich wegen zunehmender Probleme bei der digitalen Sicherheit. Je komplexer digitale Systeme werden, umso wichtiger werden neben technischen Aspekten auch wirtschaftliche und soziale.</p>	<p>6</p> <p>10</p> <p>Juristische Probleme: Die Digitalisierung verändert die Welt wesentlich rascher, als Gesetzgeber und Rechtssysteme folgen können. Diese Probleme betreffen viele Bereiche – vom Wettbewerbsrecht bis hin zu Haftungsfragen.</p>
<p>1</p> <p>Zugang zu digitalen Technologien und Dienstleistungen: Es gibt eine Fülle von Barrieren, die den Zugang zu digitalen Technologien behindern können – von sozialen Barrieren über mangelhafte Infrastruktur bis hin zu fehlender Offenheit. Zur Überwindung dieser Probleme erarbeiten viele Staaten derzeit digitale Strategien.</p>	<p>7</p> <p>4</p> <p>Fehlende Standards: In vielen Bereichen, die für die Digitalisierung relevant sind – wie etwa Sicherheit, Privatsphäre, Energie- oder Ressourceneffizienz – fehlen allgemein etablierte Standards. Diese zu entwickeln erfordert mehr Zusammenarbeit und Mitarbeit einer Vielzahl von Playern.</p>
<p>3</p> <p>Finanzierung: Bei Investitionen in die digitale Infrastruktur bestehen viele Hürden – darunter hohe Kapitalkosten, die Empfindlichkeit gegenüber Marktstörungen oder der Mangel an zuverlässigen Daten. Der Zugang zu Finanzierungen ist auch für viele Unternehmen, die neue Geschäftsmodelle implementieren wollen, schwierig.</p>	<p>5</p> <p>Regulierung: Die fortschreitende Konvergenz von Festnetz, mobiler Kommunikation und Fernsehen macht eine Reform der Regulierung dieser Bereiche notwendig, um allen Marktteilnehmern dieselben Investitionsanreize und Wettbewerbsbedingungen zu geben. Dazu gibt es bisher kaum internationale Erfahrungen.</p>
<p>5</p> <p>Regulierung: Die fortschreitende Konvergenz von Festnetz, mobiler Kommunikation und Fernsehen macht eine Reform der Regulierung dieser Bereiche notwendig, um allen Marktteilnehmern dieselben Investitionsanreize und Wettbewerbsbedingungen zu geben. Dazu gibt es bisher kaum internationale Erfahrungen.</p>	<p>2</p> <p>Digitale Infrastruktur: Der Ausbau der Infrastruktur, etwa schnellerer Datenleitungen, ist eine unabdingbare Voraussetzung, damit die Chancen der Digitalisierung genutzt werden können. In vielen Staaten gibt es insbesondere beim Ausbau der Breitbandnetze in ländlichen Regionen Probleme.</p> <p>9</p> <p>Rechte der Konsumentinnen und Konsumenten: Eine Weiterentwicklung des Schutzes von Konsumentinnen und Konsumenten, zum Beispiel bei grenzüberschreitenden E-Commerce-Aktivitäten, ist nötig, um das Vertrauen der Menschen zu stärken und dadurch Wachstumsbarrieren für digitale Märkte abzubauen.</p>

The 10 biggest obstacles to digitisation

<p>7 Education and digital skills: In order to ensure that everybody can benefit from the opportunities offered by digitisation, a greater focus must be placed on the development of digital skills and digital literacy – but also on complementary skills such as social and emotional competence.</p>	<p>7</p>	<p>6 Digital security: More and more people, companies and states are worried about the increasing problems regarding digital security. The consequence of the increasing complexity of digital systems is that economic and social as well as technical aspects are becoming more and more important.</p>	<p>8 Digitisation in SMEs: There are considerable differences between large and small companies with regard to their use of digital technologies. SMEs face many hurdles, such as high initial investments or a lack of know-how within the companies. These problems threaten to undermine the economic momentum.</p>	<p>3 Funding: Investments in digital infrastructure face many hurdles – including high capital costs, sensitivity to market disruptions or a lack of reliable data. The access to funding is also difficult for many companies wanting to implement new business models.</p>
<p>5 Regulation: The continued convergence of fixed lines, mobile communication and television requires a reform of the regulations governing these areas, in order to offer the same investment incentives and competitive conditions to all market participants. So far, international experience in this regard is very limited.</p>	<p>5</p>	<p>10 Legal problems: Digitisation is changing the world a lot faster than legislators and legal systems can follow. These problems affect many areas – from competition law to matters of liability.</p>	<p>10</p>	<p>4 Lack of standards: In many areas which are relevant to digitisation, such as e.g. safety, privacy or energy and resource efficiency, there is a lack of generally established standards. Closer collaboration and cooperation among a large number of players is required for their development.</p>
<p>2 Digital infrastructure: The development of the infrastructure, e.g. faster data lines, is an essential prerequisite for the use of the opportunities offered by digitisation. In many countries, there are problems, in particular with regard to the development of broadband networks in rural regions.</p>	<p>2</p>	<p>1 Access to digital technologies and services: There are countless barriers which can impede the access to digital technologies – from social barriers to poor infrastructure or a lack of openness. Many countries are currently developing digital strategies aimed at overcoming these problems.</p>	<p>1</p>	
<p>9 Consumer rights: A further development of consumer protection, e.g. with regard to cross-border e-commerce activities, is required in order to enhance the people's trust and thereby eliminate barriers to growth in digital markets.</p>	<p>9</p>			

Digitalisierungsgrad im EU-Vergleich ²⁰¹⁷

Degree of digitisation in the EU ²⁰¹⁷

Der »*Digital Economy and Society Index*« (DESI), den die Europäische Kommission alljährlich erstellt, bewertet die Entwicklung der digitalen Wirtschaft und Gesellschaft anhand von fünf Dimensionen, hinter denen insgesamt 30 Einzelindikatoren stehen.

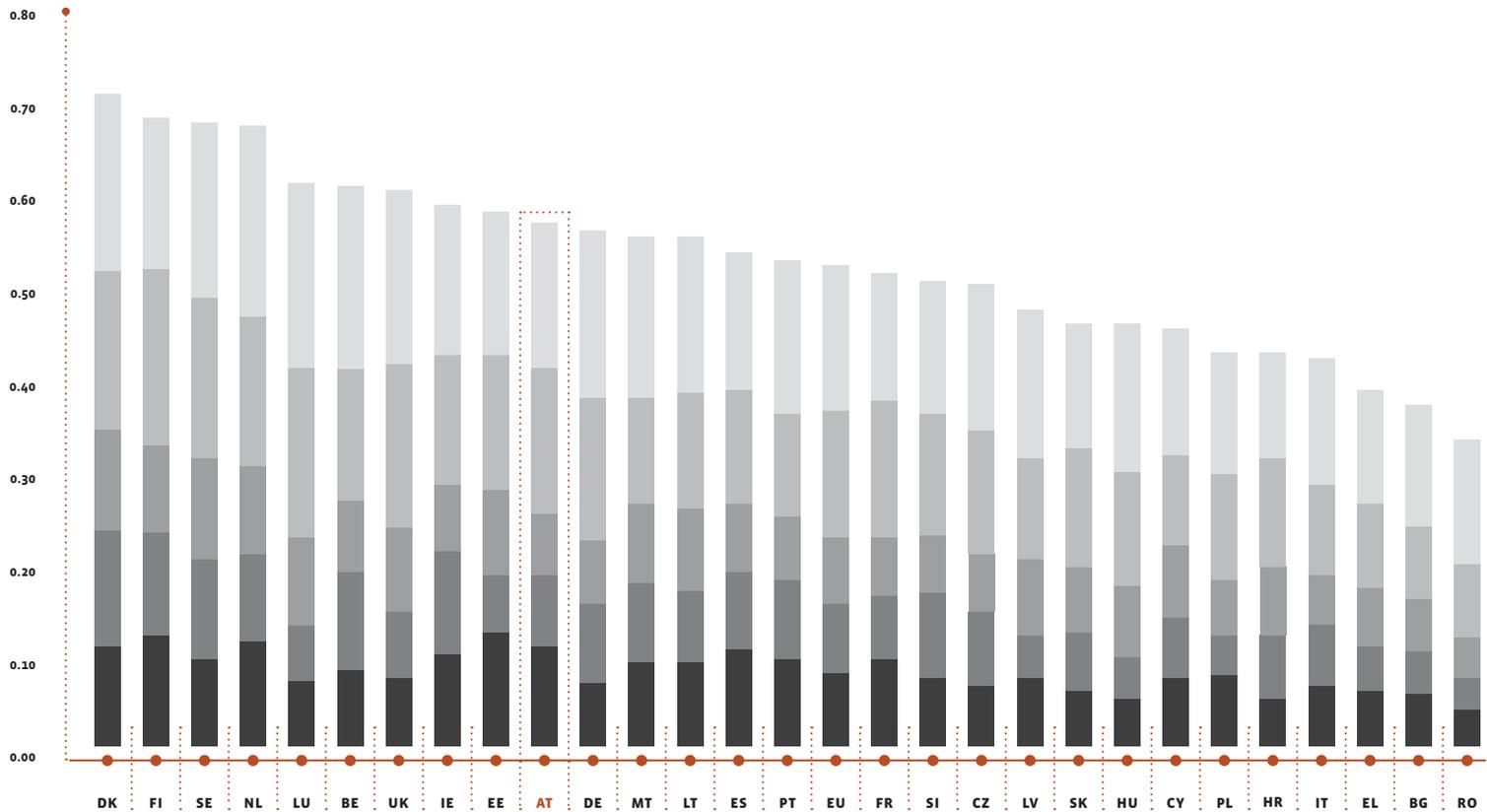
Wie Österreich abschneidet

Österreich nimmt im DESI 2017 wie im vergangenen Jahr Platz 10 ein. In den meisten Bereichen hat Österreich dem EU-Durchschnitt entsprechende Fortschritte vorzuweisen. Bei den digitalen öffentlichen Diensten, bei denen Österreich besonders gut abschneidet, gehört das Land nun zu den besten 5 in Europa. Die Nutzung von Internetdiensten ist etwas weniger fortgeschritten (Platz 20).

The Digital Economy and Society Index (DESI), published annually by the European Commission, evaluates the development of the digital economy and society based on five dimensions made up of a total of 30 individual.

Austria's performance

As in the previous year, Austria ranks 10th in DESI 2017. In most areas, it has made progress in line with the EU average. With regard to digital public services, where Austria scores particularly well, it is now among the Top 5 in Europe. The use of Internet services is somewhat less advanced (rank 20).



Werte zwischen 0 und 1: Je höher der Wert ist, umso größer ist die digitale Leistungsfähigkeit des Landes.

Values between 0 and 1: the higher the value, the higher a country's capabilities.

© Europäische Union, 1995–2017 | © European Union, 1995–2017

Der Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft ist ein zusammengesetzter Index zur Messung der Fortschritte im digitalen Bereich anhand von fünf Komponenten:

- 1. **Konnektivität:** Festnetz-Breitband, Mobilfunk-Breitband, Breitbandgeschwindigkeiten und -preise
- 2. **Humankapital:** Internetnutzung, grundlegende und fortgeschrittene digitale Kompetenzen
- 3. **Internetnutzung:** Nutzung von Inhalten, Kommunikation und Online-Transaktionen durch die Bürgerinnen und Bürger
- 4. **Integration der digitalen Technik:** Digitalisierung von Unternehmen und elektronischer Handel
- 5. **Digitale öffentliche Dienste:** elektronische Behördendienste (E-Government)

The “Digital Economy and Society Index” is a composite index measuring progress in the digital field on five components:

- 1. **Connectivity:** Fixed-line broadband, mobile broadband, broadband speed and prices
- 2. **Human Capital:** Internet usage, basic and advanced competencies
- 3. **Use of Internet:** Citizens’ use of contents, communication and online transactions
- 4. **Integration of Digital Technology:** Business digitisation and eCommerce
- 5. **Digital Public Services:** eGovernment

Erich Schweighofer



Rechtsfragen der Robotik

Legal issues in robotics

Erich Schweighofer ist außerordentlicher Universitäts-Professor und Leiter der Arbeitsgruppe Rechtsinformatik an der Universität Wien. Er lehrt in den Fächern Rechtsinformatik, Völkerrecht und Europarecht und forscht in diesen Bereichen, insbesondere Internet Governance, Datenschutz und Überwachungstechnologien, ICANN, juristisches Information Retrieval, juristische Ontologien sowie Recht und Sprache. Er ist Hauptorganisator des Internationalen Rechtsinformatik Symposions IRIS (<https://www.univie.ac.at/RI/IRIS17/>) sowie Co-Herausgeber der Zeitschrift Jusletter IT (www.jusletter-it.eu). Weitere Informationen: <http://rechtsinformatik.univie.ac.at>; <http://www.univie.ac.at/RI/ES/>.

Erich Schweighofer is associate professor and head of the working group for legal informatics at the University of Vienna. He teaches the subjects of legal informatics, international law and European law and also carries out research in these areas, with a particular focus on Internet governance, data protection and surveillance technologies, ICANN, legal information retrieval, legal ontologies and law and language. He is the main organiser of the international symposium for legal informatics IRIS (www.univie.ac.at/RI/IRIS2017) and co-editor of the Jusletter IT journal (www.jusletter-it.eu). <http://rechtsinformatik.univie.ac.at>; <http://www.univie.ac.at/RI/ES/>

Die Digitalisierung macht auch nicht vor dem Rechtssystem halt. Dies gilt sowohl für die Arbeitsmethoden (Rechtsinformation, AI & Recht, Legal Tech, E-Justice, E-Government etc.) als auch die neuen Rechtsfragen des Wissens- und Netzwerkzeitalters. Elektronische Person, elektronisches Dokument, elektronisches Handeln, ... Diese digitalen Derivate machen zwar (fast) das Gleiche wie Menschen, aber rechtlich muss doch differenziert werden.¹

Rechtsfragen mit ROBOTERN² stehen insbesondere durch den Bericht des Europäischen Parlaments (EP)³ im Fokus. Das EP hat eine EU-weite rechtliche wie ethische Regulierung für Roboter gefordert. Roboter werden nicht mehr nur für die Produktion in der Werkshalle, sondern auch zunehmend für Dienstleistungen eingesetzt. Roboter entwickeln sich damit zum sichtbaren Teil unserer GESELLSCHAFT. Man spricht nunmehr von selbstfahrenden Autos, von Zustellungsdrohnen – der Industrieroboter ist schon selbstverständlich.

Die Robotik ist als Teilgebiet der AUTOMATISIERUNG von Wirtschaft, Staat und Gesellschaft anzusehen. Die auf Rationalisierung bedachte Gesellschaft wünscht sich ein »*automationsgerechtes Recht*«. Rechtliche Normen sind zwar weitgehend technikneutral, weil die

The legal system is not being spared by digitisation. This applies to both working methods (legal information, AI & law, legal tech, eJustice, eGovernment, etc.) and the new legal issues created by the new knowledge and network era. Electronic persons, electronic documents, electronic actions... while these digital derivatives do (almost) the same things as people, a legal differentiation is required.¹

Legal issues involving ROBOTS² are a major focal point, in particular due to the report issued by the European Parliament³. The EP has called for an EU-wide legal and ethical regulation for robots. Robots are no longer used solely for manufacturing purposes in factory halls, but increasingly also for services. With this, robots are now becoming a visible part of our SOCIETY. Nowadays, there is talk of self-driving cars and delivery drones, while industrial robots are already considered a matter of course.

ROBOTICS must be considered a subdomain of the automation of the economy, the state and society. Society, striving for rationalisation, demands a "*law suitable for automation*". Legal standards are mostly technology-neutral, as the required further development is best achieved through judicial practice (interpretation of the "*state*

notwendige Weiterentwicklung besser durch gerichtliche Praxis (Interpretation des »Standes der Technik«) und technische Standards erfolgen kann. Die gesellschaftspolitische Frage – die Ersetzbarkeit des Menschen durch autonome Roboter – erfordert aber eine tiefgehende rechtliche und ethische Diskussion, die erst am Anfang steht.

Als EU-Mitglied verfolgt Österreich bei neuen Technologien ein liberal-dirigistisches Mischsystem, ein Zusammenspiel zwischen Gesetzgebung, Normungsorganisationen, der Wirtschaft und der Zivilgesellschaft. Privatautonomie, staatliche Genehmigungserfordernisse und Schadenersatznormen bilden die Grundlage für den Einsatz der Roboter. Es bedarf grundsätzlich keiner Zulassung, aber behördlicher Genehmigungen und Beachtung der Schadenersatzpflicht bei Nichteinhaltung des Prinzips des sorgfaltsgemäßen Einsatzes neuer Technik. Technologien mit Schadensneigung werden erst gar nicht auf den Markt gebracht oder dann relativ rasch eliminiert. Bei den anwendbaren Standards hat der Gesetzgeber eine wesentliche Gestaltungsrolle wahrzunehmen. Welche Rolle den Robotern in der Gesellschaft zukommen soll, ist eine Grundfrage, die von den Parlamenten nach intensiver gesellschaftlicher Diskussion gelöst werden muss.

Begriffsbestimmung des smarten Roboters

Roboter sind Maschinen, können aber viel mehr als diese. Sie handeln auch autonom, ohne menschlichen Auftrag nach einem vorgegebenen Programm; mit ihrer Sensorik nehmen sie ihre Umgebung wahr, analysieren diese und werden (in Zukunft) vielfach rascher und effizienter als ein Mensch entscheiden und handeln können.

Die Definition des smarten Roboters im Bericht des EP spricht von einer autonomen Maschine mit Sensoren und Steuerung sowie der Fähigkeit, mit der Umgebung sowie Menschen zu kommunizieren. Die folgenden Merkmale werden angeführt:

- »the capacity to acquire autonomy through sensors and/or by exchanging data with its environment (inter-connectivity) and the analysis of those data;
- the capacity to learn through experience and interaction;
- the form of the robot's physical support;
- the capacity to adapt its behaviour and actions to the environment.«⁴

Im Forschungsprojekt »Robotik – Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft« (1999 – 2001) wurde folgende Definition gewählt: »Roboter sind sensomotorische Maschinen zur Erweiterung der menschlichen Handlungsfähigkeit. Sie bestehen aus mechatronischen Komponenten, Sensoren und rechnerbasierten Kontroll- und Steuerungsfunktionen.«⁵ Die KOMPLEXITÄT eines Roboters unterscheidet sich deutlich von anderen Maschinen durch die größere Anzahl von Freiheitsgraden bei den Bewegungsmöglichkeiten und die Vielfalt und den Umfang seiner Verhaltensformen.

Aus juristischer Sicht ist der Grad der Autonomie, das heißt, der qualitative Grad des Ersatzes von menschlicher Leistung durch selbsttätige, also automatische Einrichtungen wesentlich. Der Roboter bestimmt Handlungen und Verhaltensweisen aus Gründen selbst.

of the art“) and technical standards. However, the sociopolitical issue – the substitutability of humans by autonomous robots – requires an in-depth legal and ethical discussion which is only just getting started.

As a member of the EU, Austria is pursuing a liberal-dirigiste mixed system with regard to new technologies, an interplay between legislation, standardisation bodies, the economy and civil society. Private autonomy, public approval requirements and standards for damages form the foundation for the use of robots. While in principle a licence is not required, regulatory approvals are necessary, as is fulfilling the obligation to pay damages in the event of non-compliance with the principle of due care in the use of new technology. Technologies which tend to cause damages are either not brought to market at all or are subsequently eliminated relatively quickly. With regard to the applicable standards, the legislator must assume an important role in shaping them. The role of robots in society is a fundamental question which must be answered by the parliaments after an intense public debate.

Definition of a smart robot

Robots are machines, but they are capable of much more. They also act autonomously, without human instruction, based on a predefined programme. With their sensors, they perceive their environment, analyse it and will (in the future) be able to decide and act much faster and more efficiently than humans.

The definition of smart robots in the EP report refers to an autonomous machine with sensors and controls, as well as the ability to communicate with its environment and humans. The following characteristics are listed:

- “the capacity to acquire autonomy through sensors and/or by exchanging data with its environment (inter-connectivity) and the analysis of those data;
- the capacity to learn through experience and interaction;
- the form of the robot's physical support;
- the capacity to adapt its behaviour and actions to the environment.”⁴

In the research project “Robotics – Perspectives for human activities in the society of the future” 1999 – 2001, the following definition was chosen: “Robots are sensorimotor machines for the expansion of the human ability to act. They consist of mechatronic components, sensors and computer-based monitoring and control functions.”⁵ A robot's COMPLEXITY differs strongly from that of other machines due to the larger degree of freedom in movement options and the variety and scope of its behaviours. From a legal point of view, the degree of autonomy, i. e. the qualitative degree of replacement of human performance by self-acting, i. e. automatic devices, is essential. A robot determines its actions and behaviours itself based on certain reasons.

Hierbei sind drei Stufen zu unterscheiden, wobei derzeit zunehmend Roboter mit Elementen der zweiten Stufe von Autonomie vorkommen:

1. Roboter sind physikalische Maschinen mit Werkzeugcharakter zur Erweiterung der menschlichen Handlungsfähigkeit.
2. Bestimmte Funktionen des Roboters werden selbstständig nach Programmen ausgeführt, wobei die Arbeitsweise durch vorbestimmte Lernverfahren modifiziert werden kann.
3. Roboter als künstlicher Mensch mit INTELLIGENZ. Autonome Roboter nähern sich mit ihrer Sensorik, mit den Programmen zur Interpretation der sensorischen Signale, mit ihrem Umgebungsmodell, mit Werkzeugfunktionen sowie mit der Ergänzung und Verfeinerung der Werkzeuge und des Weltbildes durch Lernverfahren dem Menschen an.

Ein Autonomiegrad der 3. Stufe bedeutet aber auch, dass das rechtliche und moralische Weltbild des Menschen auf die Maschine übertragen werden muss. Die selbstständige Ausführung von Funktionen muss mit einer ethisch vertretbaren Wertung im Einklang stehen. Diese Entwicklung solcher Systeme steht erst am Anfang.⁶ Der Weichenstellerfall ist ein schönes Beispiel für die moralischen Dilemmata, die bei der Konzeption und Programmierung gelöst werden müssen.⁷ Bei Menschen wird diese Ausnahmesituation mit Entscheidungsnotwendigkeit in Sekundenbruchteilen durch den Entschuldigungsgrund des übergesetzlichen Notstandes gelöst. Bei der Konzeption eines autonomen Fahrzeuges muss diese an sich unlösbare Pflichtenkollision aber ethisch vertretbar gelöst werden.

Wenn auch vornehmlich an humanoide Roboter gedacht wird, ist es juristisch wenig relevant, ob der Roboter wie ein Mensch, ein selbstfahrendes Auto oder ein Flugzeug mit Autopilot aussieht.

Bei der heutigen Bedeutung des Cyberspace als digitaler Aktionsraum des Menschen müssen auch die Softwareagenten, die nicht-körperlichen Roboter, berücksichtigt werden. Es ist heute nahezu unmöglich, zwischen Softwareagenten und Menschen im virtuellen Raum des Cyberspace zu unterscheiden. In dieser virtuellen Welt übernehmen diese Softwareagenten selbstständig Aufgaben des Menschen. Der Cyberspace ist technologisch ein wesentlich einfacherer Raum; er bedarf keiner ausgefeilten Mechatronik. Daher wird schon jetzt eine Vielzahl von immer mehr autonom agierenden Softwareagenten eingesetzt.

Cyborgs sind Mischwesen aus Menschen, das heißt lebenden Organismen, mit künstlichen Bauteilen. In der modernen Medizin, in der Biotechnologie, werden zunehmend technische Elemente in Menschen eingebaut und auch an das Biosystem angebunden (zum Beispiel Herzschrittmacher, Cochlea- bzw. Retina-Implantate). Roboter werden »*menschlicher*« und Menschen werden »*technischer*« – dies birgt weitere ethische Herausforderungen.

Maschinelle Rechtspersönlichkeit?

Die Rechtsordnung ist bis jetzt unverrückbar bei der Einteilung in natürliche Personen, juristische Personen und Sachen geblieben.⁸ Nur Personen sind rechtsfähig. Die zunehmende Autonomie des Roboters erfordert aber ein Überdenken des Modells. Das EP schlägt eine eigene Rechtspersönlichkeit vor:

In this context, three different levels must be distinguished, whereby currently more and more robots exhibit elements of the second level of autonomy:

1. Robots are physical, tool-like machines for the expansion of the human ability to act.
2. Certain functions of the robot are executed autonomously based on programmes, whereby the operating mode can be modified based on predetermined learning procedures
3. Robots as artificial humans with INTELLIGENCE. With their sensors, their programmes for an interpretation of sensory signals, their environmental models and their tool functions and by complementing and refining their tools and conception of the world through learning processes, autonomous robots becoming more like humans.

A degree of autonomy of the third level also means, however, that the legal and moral world view of humans must be transferred to the machine. The independent execution of functions must be consistent with an ethically acceptable assessment. The development of such systems is only just getting started.⁶ The switchman's case is a good example for the moral dilemmas that need to be solved during the design and programming phase.⁷ For humans, this exceptional situation with the necessity to decide in a fraction of a second is solved through the excuse of an extra-statutory emergency. When designing an autonomous vehicle, however, this intrinsically unsolvable conflict of duties must be solved in an ethically justifiable manner.

Even if one thinks primarily of humanoid robots, from a legal perspective it has little relevance whether the robot looks like a human, a self-driving car or an airplane with an autopilot.

With the current importance of cyberspace as a digital sphere of activity for humans, software agents – which are essentially non-physical robots – must also be taken into account. Nowadays, in the virtual reality of cyberspace, it is almost impossible to discern between software agents and humans. In this virtual world, these software agents independently assume human tasks. Technologically, cyberspace is a much easier space, as no sophisticated mechatronics are required. That is why already today a large number of software agents acting more and more autonomously is used.

Cyborgs are hybrid beings consisting of humans, i. e. living organisms, and artificial components. In modern medicine, in biotechnology, technical elements are increasingly being implanted into humans and connected to their biosystems (e. g. pace-makers, cochlear or retina implants). Robots are becoming more "*human*", while humans are becoming more "*technical*". This gives rise to further ethical challenges.

die elektronische Person. An Kritik an dieser Konzeption mangelt es nicht, weil die Menschenzentriertheit des Rechtssystems als grundlegend angesehen wird und daran nicht gerüttelt werden soll.⁹

Derzeit sind Roboter und Softwareagenten keine Personen und haben keine Rechtssubjektivität. Deren Verhalten muss einer Person zugerechnet werden. Solange das Handeln vorbestimmbar ist, kann mit dieser Lösung gelebt werden. Der Roboter übermittelt bzw. empfängt nur eine Nachricht; er handelt selbst nicht, sondern agiert als Bote in einer vorbestimmten Weise.

Werden diese Agenten KOMPLEXER, könnte man eine maschinelle Rechtspersönlichkeit andenken – ähnlich wie jene von juristischen Personen, wie dies vom niederländischen Robotikforscher Robert van den Hoven van Genderen vorgeschlagen wurde.¹⁰ Eine eigene Rechtspersönlichkeit ist schon sehr früh für juristische Personen geschaffen worden, um den Bedarf nach einer Identität und Haftung für Zweckgemeinschaften zu entsprechen. Ähnlich soll den Robotern für ihren jeweiligen Verwendungszweck eine maschinelle Rechtspersönlichkeit zuerkannt werden. Das Mandat und die Haftungsmasse wären festzulegen und auch in einem Register zu dokumentieren. Ein Beispiel: Ein Unterstützungsroboter für ältere Personen benötigt nur Vollmachten zur Haushaltsführung und Pflege, dazu ein geringes Eigenkapital als Haftungsmasse für die Tagesgeschäfte. Bei diesem Modell können sowohl das Außenverhältnis (Vollmachten) als auch das Innenverhältnis (Geschäftsführung) bedarfsgerecht gestaltet werden.

Schon vor längerer Zeit wurde das Modell einer Geschäftsfähigkeit ohne Rechtsfähigkeit angedacht.¹¹ Der Roboter kann damit zum Vertreter werden, er bleibt aber Maschine. Der Vorteil einer Rechtspersönlichkeit bzw. einer Geschäftsfähigkeit liegt in der Schaffung eines am Vorbild des Menschen orientierten Handlungs- und Sorgfaltsmaßstabes, wodurch Zurechnungs- und Haftungsfragen leichter gelöst werden könnten.

Haftung für Roboter

Als Sache ist der Roboter nicht für sorgfaltswidriges oder vorsätzliches Fehlverhalten verantwortlich. Ein Fehlverhalten muss – je nach Haftungsmaßstab – insbesondere beim Roboterhalter oder beim Roboterproduzenten gegeben sein. Als Grundsatz gilt, dass der Roboterhalter haftet, wenn der durch den Roboter verursachte Schaden auf ein Fehlverhalten des Roboterhalters – insbesondere durch mangelhafte Organisation, Bedienungs- und Wartungsfehler – zurückzuführen ist. Schwierigkeiten ergeben sich durch diffizilen Nachweis von Kausalität bzw. Fehlverhalten.

Eine Lösung für dieses Problem bietet die Gefährdungshaftung für Roboter bzw. ein verschuldensunabhängiges Eingestehen für den Robotergehilfen.¹² Das Privatrecht berücksichtigt damit, dass Roboter als hoch komplexe Maschinen der Mechatronik für die typische Bürgerin bzw. den typischen Bürger nicht mehr durchschaubar sind. Daher ist es billig, wenn der Roboterhalter als Nutznießer der Technologie erweiterte Haftungen für Fehlleistungen des Roboters zu übernehmen hat.

Machine-based legal personality?

Up until now, the legal system has held on to an unshakeable classification of natural persons, legal persons and objects.⁸ Only persons have legal capacity. The increasing autonomy of robots, however, makes it necessary to rethink this model. The EP proposes a separate legal personality: an electronic person. This conception has been widely criticised, as the human-centred nature of the legal system is considered essential and should not be subject to possible changes.⁹

Currently, robots and software agents are not persons and have no legal subjectivity. Their behaviour must be attributed to a person. As long as actions can be predefined, this solution works fine. The robot only transmits or receives a message. It does not act on its own, but rather as a messenger in a predetermined way. If these agents become more COMPLEX, you could consider a machine-based legal personality, similar to a legal person, as has been proposed by the Dutch robotics researcher Robert van den Hoven van Genderen.¹⁰ A separate legal personality was created very early on for corporate entities in order to meet the need for an identity and liability for partnerships of convenience. Similarly, the idea is to grant robots a machine-based legal personality for their respective intended use. The mandate and the recoverable assets would need to be determined and documented in a register. Example: A support robot for older people only needs powers for housekeeping and care, as well as a small amount of equity to meet liabilities from day-to-day operations. With this model, both the external relationship (powers) and the internal relationship (management) can be arranged as needed.

The model of contractual capability without legal capacity has been contemplated for quite some time.¹¹ It would mean that the robot becomes an agent, but remains a machine.

The advantage of a legal personality or contractual capability is that a reference for actions and the degree of care is created based on humans as a model, thereby allowing for an easier resolution of attribution and liability issues.

Liability for robots

As an object, a robot is not responsible for negligent or wilful misconduct. Any misconduct must be attributed in particular to either the holder or the manufacturer of the robot, depending on the applicable standard of liability. As a matter of principle, the robot holder is liable if the damage caused by the robot is due to wrongdoing on behalf of the robot holder, in particular because of inadequate organisation or operating or maintenance errors. Complications may arise from the difficulty in proving causality or misconduct.

A solution for this problem would be strict liability for robots or an assumption of liability regardless of negligence or fault for the robot assistant.¹² With this, civil law takes into consideration that robots, as highly complex mechatronics machines, are no

Verschuldenshaftung

Das Schadenersatzrecht oder Deliktsrecht wird von der Überlegung getragen, denjenigen zum Schadenersatz zu verpflichten, der geschützte Rechtsgüter rechtswidrig und schuldhaft verletzt. Man spricht vom vorwerfbaren Fehlverhalten des Schädigers (§1295 ABGB).¹³ Ist dies nicht gegeben, hat jeder grundsätzlich den Schaden selbst zu tragen (§1311 Satz 1 ABGB).

Roboter sind als Sachen nicht deliktsfähig. Führt eine kausale und rechtswidrige Handlung eines Roboters zu einem Schaden, so muss der Geschädigte beim jeweiligen Roboterhalter bzw. Roboterproduzenten Schadenersatz für vorwerfbares Fehlverhalten verlangen.

Die Verschuldenshaftung differenziert nach dem Sorgfaltsmaßstab: Der Einsatz des Roboters ist mangelhaft organisiert; die Wartung ist ungenügend; die Software – und zwar Algorithmus, Wissensbasis oder LERNVERFAHREN – ist unzureichend; in der Bedienung werden Fehler gemacht. Durch Schutzgesetze bestimmt der Gesetzgeber maßgeblich den Sorgfaltsmaßstab, wie jüngst für autonome Fahrzeuge mit der 33. KFG-Novelle 2016 (Kraftfahrzeuggesetz). Der Lenker darf nunmehr Fahraufgaben autonomen Fahrzeugen übertragen, aber er muss stets diese Fahraufgaben bei Notwendigkeit übernehmen können (§102 Abs. 3a und 3b KFG).¹⁴ Diese Systeme müssen den Anforderungen für Testzwecke entsprechen bzw. genehmigt sein. Ohne diese Neuregelung wäre die Sorgfaltspflicht des Fahrers immer verletzt, wenn er nicht jederzeit die Kontrolle über das Fahrzeug innehat. Eine nähere Festlegung des Sorgfaltsmaßstabes erfolgt auch durch einschlägige Normen, wissenschaftliche Veröffentlichungen und Vorschriften des Herstellers, die den jeweiligen Stand der Technik wiedergeben.

Ein ebenfalls wichtiger Aspekt ist die Verteilung der Beweislast. Da der vom Roboter Geschädigte das Fehlverhalten des Roboterhalters nachweisen muss, eröffnet sich hier eine effektive Exkulpierung des Roboterhalters. Durch geschickte Verteilung von Organisationsverantwortung durch den Roboterhalter kann der Geschädigte nur sehr schwer nachweisen, welcher Schädiger in der Organisation des Roboterhalters für das Fehlverhalten kausal, rechtswidrig und schuldhaft verantwortlich ist. Eine Beweislastumkehr für Verschulden erleichtert daher wesentlich die Rechtsverfolgung.

Die Rechtsordnungen begünstigen die Verletzung von Vertragspflichten gegenüber der Verletzung von deliktischen Pflichten durch die erweiterte Haftung für Gehilfen sowie in der Beweislastumkehr für das Verschulden (§1398 ABGB). Abgesehen vom Vertrag mit Schutzwirkung zugunsten Dritter gilt bei Dritten deliktische Haftung; hier ist nur für untüchtige und gefährliche Gehilfen des Roboterhalters einzugestehen (§1315 ABGB). Zusätzlich obliegt der Beweis hierfür dem Geschädigten. Roboter sind aber Maschinen und keine Gehilfen – diese an sich wenig hilfreiche Möglichkeit scheidet daher aus.

Die Schwierigkeit des Nachweises von Fehlverhalten und Kausalität führt bei einem komplexen mechatronischen System dazu, dass das traditionelle Schadenersatzrecht unzureichend ist, weil der Schaden vom Geschädigten getragen werden müsste. Die vorgeschlagene Gehilfenhaftung für Roboter bietet hier Abhilfe.

longer easily understandable for typical citizens. It is therefore equitable if the robot holder, as the beneficiary of the technology, must assume the extended liability for failures on behalf of the robot.

Fault-based liability

Tort law is based on the idea that whoever unlawfully and culpably damages protected legal assets should be liable for compensation. This concept is also referred to as “*culpable misconduct by the damaging party*” (§1295 ABGB).¹³ If this is not the case, each party generally has to bear their own damages (§1311 sentence 1 ABGB).

As objects, robots have no liability for torts. If causal and unlawful actions by a robot result in damages, the aggrieved party must demand compensation for culpable misconduct from the robot’s holder or manufacturer.

Fault-based liability differentiates based on the respective standard of care. The use of the robot is inadequately organised. Maintenance is insufficient. The software – i.e. algorithm, knowledge base and LEARNING PROCEDURE – is insufficient. An operating error was made. Through protective laws, the legislator largely determines the standard of care, as seen recently in the case of autonomous vehicles, with the 33rd amendment to the Motor Vehicles Act (KFG) in 2016. The driver can now transfer driving tasks to autonomous vehicles, but must always be able to take over these driving tasks if required (§102 para. 3a and 3b KFG).¹⁴ These systems must meet the requirements for test purposes or have been approved. Without this new arrangement, the driver would always violate his or her duty of care if he or she did not have full control over the vehicle at all times. A more detailed specification of the standard of care is also provided by pertinent standards, scientific publications and manufacturers’ instructions which reflect the state of the art.

Another important aspect is the assignment of the burden of proof. As the party injured by the robot must prove the robot holder’s misconduct, this gives rise to an effective exculpation of the robot holder. In the case of a clever distribution of the organisational responsibility by the robot holder, it becomes very difficult for the injured party to prove which injuring party in the robot holder’s organisation is causally, unlawfully and culpably responsible for the misconduct. A reversal of the burden of proof therefore facilitates prosecution considerably.

The legal systems favour a breach of contractual obligations over a breach of tortious obligations through the extended liability for agents, as well as the reversal of the burden of proof for culpability (§1398 ABGB). Apart from a contract with protective effect to the benefit of third parties, tortious liability applies to third parties. Here, liability only applies in the event the robot holder’s abettors are inept and dangerous (§1315 ABGB). Additional-

Gefährdungshaftung

Bei der Gefährdungshaftung ist für alle kausalen und rechtswidrigen Schäden einzugestehen, wobei verschiedene Entlastungsbeweise (insbesondere höhere Gewalt, Nachweis jeder erdenklichen Sorgfalt) zulässig sind. Der Unglücksschaden wird von einem auf andere (viele) umverteilt. Diejenigen, die den Nutzen einer gefährlichen Sache haben, müssen auch die daraus entstehenden Nachteile tragen.

Grundsätzlich entscheiden die Gesetzgeber, welche gefährlichen Sachen einer Gefährdungshaftung unterliegen sollen. Im österreichischen Recht wäre eine Analogie zu den bestehenden Gefährdungshaftungen grundsätzlich möglich. Dies wird jedoch abgelehnt, weil Roboter keine Gefahrenquelle darstellen, die den gesetzlich geregelten entspricht.¹⁵

Bei autonomen Fahrzeugen besteht wie für andere Kraftfahrzeuge die Gefährdungshaftung nach dem Eisenbahn- und Kraftfahrzeug-Haftpflichtgesetz (EKHG)¹⁶. Der Roboterhalter und dann auch Fahrzeughalter und muss für alle kausalen und rechtswidrigen Schäden eingestehen. Zwischen Versicherungsunternehmen und Versichertem wird zu regeln sein, inwieweit noch vom programmierten Fahrverhalten des autonomen Fahrzeuges abgewichen werden darf. In der Literatur wird hierfür ein »*ethischer Knopf*« vorgeschlagen. Der Fahrer könnte dann – bei gegebenem Versicherungsschutz – zwischen mehreren Einstellungen wählen (Standard, Altruist, Egoist etc.).¹⁷

Produkthaftung

Der Produkthaftung liegt das Integritätsinteresse zugrunde, wonach jemand nicht durch ein Produkt Schaden an seinen übrigen Rechtsgütern erleiden soll.¹⁸ Für »*Folgeschäden*« an Leben, Gesundheit und Eigentum, aber nicht für die Mangelhaftigkeit der Leistung selbst, soll Ersatz gewährt werden. Ersetzt werden Personen- und Sachschäden, die durch Fehler verursacht werden, die das Produkt beim Inverkehrbringen durch den Haftpflichtigen hatte. Der »*Fehler*« ist das zentrale Kriterium der Produkthaftung, wobei zwischen Fabrikations-, Konstruktions- und Instruktionsfehlern unterschieden wird. Die Produkthaftung trifft nicht den Halter, sondern den Hersteller (bzw. Importeur) des Roboters.

Roboter sind körperliche, bewegliche Produkte im Sinne der Produkthaftung. Ein Produkt ist »*fehlerhaft*«, wenn es nicht die Sicherheit bietet, die man unter Berücksichtigung aller Umstände zu erwarten berechtigt ist. Die Erwartungen orientieren sich an der Darbietung der Sache, dem Gebrauch, mit dem billigerweise gerechnet werden kann, und dem Zeitpunkt des Inverkehrbringens. Dies gilt sowohl für die mechanischen wie elektronischen Bauteile als auch die in der Software festgelegten Instruktionen, Handlungslogiken und eventueller Lernverfahren. Maßgeblich ist der Stand der Wissenschaft und Technik, also der höchste erreichbare Kenntnisstand.

Durch die Beweislastumkehr wird der Produkthaftung besondere Strenge verliehen. Der Geschädigte muss nur den Schaden und die kausale Verursachung durch den Produktfehler nachweisen. Der Produzent hat die volle Beweislast für alle Vorgänge in seiner Einflussosphäre. Der Entlastungsbeweis ist schwierig, weil hohe Anforderungen an Organisation und Dokumentation gestellt werden.

ly, the burden of proof for this lies with the injured party. But robots are machines, not agents. So this possibility, which per se is not very useful, therefore does not apply.

In the case of a complex, mechatronic system, the difficulty in proving misconduct and causality results in traditional tort law being inadequate, as the damage would have to be borne by the injured party. The proposed vicarious liability for robots offers a remedy to this.

Strict liability

Strict liability entails liability for all causal and unlawful damages, although various forms of exculpatory evidence (in particular force majeure, proof of utmost care) are permitted. The damage is redistributed from one to others (many). Those who benefit from something hazardous must also bear the disadvantages resulting therefrom.

In principle, the legislators decide which hazardous objects should be subject to strict liability. In Austrian law, an analogy to existing cases of strict liability would generally be possible. This is rejected, however, as robots do not constitute a source of danger equivalent to the ones regulated by law.¹⁵

For autonomous vehicles, as for other motor vehicles, strict liability applies based on the Railway and Motor Vehicle Liability Act (EKHG)¹⁶. The robot holder and then also the vehicle holder must assume responsibility for all causal and unlawful damages. It will have to be determined between insurance companies and the insured to what degree it will be allowed to deviate from the autonomous vehicle's programmed driving behaviour. In the literature, an according "*ethical button*" is proposed. The driver could then – if insurance coverage is provided – choose between several settings (standard, altruist, egoist, etc.).¹⁷

Product liability

Product liability is based on the principle of restitutio in integrum, according to which a product should not cause a person to suffer damage to his or her other legal assets.¹⁸ Compensation should be paid for "*consequential damages*" to life, health and property, but not for the deficiency of the service itself. Compensation applies to injury to persons and damage to property caused by defects which the product had when it was put into circulation by the liable party. The defect is the central criterion for product liability, and a differentiation is made between manufacturing, design and instruction defects. Product liability does not apply to the holder, but the manufacturer (or importer) of the robot.

Robots are physically mobile products under product liability law. A product is "*defective*" if it does not provide the safety which one could justifiably expect when taking all circumstances into account. The expectations are based on the presentation of the object, the use which can reasonably be expected and the time it is put into circulation. This applies not only to the mechanical and electronic components, but also to

Probleme ergeben sich durch das Abstellen auf den Zeitpunkt des Inverkehrbringens als auch die wesentliche Rolle der Software. Es ist noch nicht abschließend geklärt, ob Produkthaftung auf Software anwendbar ist.

Gehilfenhaftung für Roboter

Von Helmut Koziol wird eine mit der Gefährdungshaftung verwandte Einstandspflicht für technische Hilfsmittel vertreten. Da eine Gehilfenhaftung für Maschinen ausgeschlossen ist, soll eine Haftung bei Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen als Gehilfen eintreten, die ausgeschlossen ist, wenn der Schaden durch ein unabwendbares Ereignis verursacht wird, das weder auf einen Fehler der Beschaffenheit noch auf einem Versagen der Mittel der Anlage beruht.¹⁹ Im Ergebnis bedeutet dies, dass wie nach § 9 EKHG Mängel des Roboters stets vom Roboterhalter zu vertreten sind, außer wenn dieser jede erdenkliche Sorgfalt angewendet hat.²⁰ Nach Eva Ondreasova gilt diese Analogie nur bei Vertragshaftung, nicht jedoch für den deliktischen Bereich.²¹ Für Elisabeth Stauderger reicht die Verschuldenshaftung, weil ein Fehler eines technischen Hilfsmittels immer auf das Verschulden eines Menschen zurückführbar sei.²² Beide Meinungen berücksichtigen aber unzureichend die Tatsache, dass der schwierige und oft unmögliche Verschuldensnachweis zu unbilligen Ergebnissen führt. Eine gesetzliche Klarstellung einer Gehilfenhaftung für Roboter wäre die notwendige Konsequenz aus dem wesentlich umfangreicheren und in Zukunft unabsehbaren Einsatzmöglichkeiten.

Vorschlag für Einführung einer verschuldensunabhängigen Haftung für Roboter als Gehilfen mit ergänzendem Versicherungsmodell

Im Projekt »Robotik« wurde ein verschuldensunabhängiges Eingestehen für den Roboter als technisches Hilfsmittel empfohlen. Diese der Gefährdungshaftung verwandte Haftung ist eine erweiterte Haftung für Sachen. Die Haftung ist ausgeschlossen, wenn der Schaden durch ein unabwendbares Ereignis verursacht wird, das weder auf einen Fehler in der Beschaffenheit noch auf einem Versagen der Mechatronik des Roboters beruht.²³

Schlussfolgerungen

An sich ist das Privatrecht bei Festlegung von wesentlichen Sicherheits- und Verbraucherschutzanforderungen ausreichend, um unerwünschte Technikfolgen durch Roboter zu vermeiden. Verschuldenshaftung, Gefährdungshaftung und Produkthaftung verhindern den Einsatz fehlerhafter Roboter durch Schadenersatzpflichten.

Der Roboterhalter haftet grundsätzlich nur bei eigenem Verschulden (oder dem seiner Gehilfen) für durch den Roboter verursachte Schäden. Dieses Fehlverhalten betrifft insbesondere mangelhafte Organisation, Bedienung und Wartung durch den Roboterhalter. Mit der Anerkennung einer Gefährdungshaftung für Robotergehilfen könnten die wesentlichen Problemstellungen abgedeckt werden. Bei autonomen Fahrzeugen ist eine Gefährdungshaftung durch das EKHG gegeben. Der Roboterproduzent hat für Fabrikations-, Konstruktions- und Instruktionsfehler im Rahmen der Produkthaftung einzugestehen.

the instructions, the logic of action and possible learning mechanisms defined by the software. The relevant factor is the state of the art of science and technology, i. e. the highest possible level of knowledge.

The reversal of the burden of proof makes product liability particularly strict. The injured party needs to prove only the damage and the causal link to the product's defect. The producer bears the full burden of proof for all activities in its sphere of influence. A proof of exoneration is difficult, as there are high demands with regard to organisation and documentation. Problems result from the reference to the time a product is put into circulation, as well as the essential role of software. It remains to be finally resolved whether product liability applies to software.

Vicarious liability for robots.

Koziol advocates an obligation to assume the liability for technical aids which is related to strict liability. As vicarious liability is excluded for machines, the aim is to apply liability when data processing equipment is used as an abettor. Such liability is to be excluded if the damage is caused by an inevitable event which is based on neither a defect in the condition nor a failure of the means of the equipment.¹⁹ In effect this means that the robot's holder is always responsible for defects of the robot, as per 9 EKHG, unless he or she has applied every possible care.²⁰ According to Ondreasova, this analogy applies only to contractual liability, but not to tortious acts.²¹ For Stauderger, fault-based liability is sufficient, as a technical tool's error can always be traced back to the fault of a human being.²² Both opinions, however, fail to have sufficient regard to the fact that the difficult and frequently impossible proof of fault leads to inequitable results. A legal clarification regarding a vicarious liability for robots would be the necessary consequence of the much more extensive and unpredictable future possibilities for application.

Proposal for the introduction of strict liability for robots as vicarious agents with a complementary insurance model

In the "Robotics" project, an assumption of liability regardless of negligence or fault was recommended for robots as a technical tool. This liability, which is related to strict liability, constitutes an extended liability for objects. Liability is excluded if the damage is caused by an inevitable event which is based on neither an error in the condition nor a failure of the mechatronics of the robot.²³

Conclusions

In principle, when it comes to determining the essential safety and consumer protection requirements, private law is sufficient to avoid unwanted technological consequences of robots. Fault-based liability, strict liability and product liability prevent the use of defective robots through indemnification obligations.

De lege ferenda wäre die Einführung einer verschuldensunabhängigen Haftung für Robotergehilfen als Gefährdungshaftung mit Einrede des unabwendbaren Ereignisses empfohlen. Durch Haftungsgrenzen sollte die Versicherbarkeit erleichtert werden.

Roboter sind Sachen und keine Personen im Rechtssinne. Mittel- und langfristig wäre es zweckmäßig, eine maschinelle Rechtspersönlichkeit einzuführen, womit auch eine bessere Identifikation und Registrierung verbunden sind. Der Vorteil liegt in der einfacheren Zurechnung von Willenserklärungen und von Fehlverhalten. ✕

As a matter of principle, the robot holder is only liable for damages caused by the robot in the event of his or her own fault (or that of an agent). Such misconduct exists in particular in the event of inadequate organisation, operation and maintenance on behalf of the robot holder. The acceptance of a strict liability for robot assistants would cover the main issues. For autonomous vehicles, strict liability is proscribed by the ЕКНГ. The robot producer is liable for manufacturing, design and instruction defects under product liability law.

De lege ferenda, the introduction of a liability for robot assistants regardless of culpability as a strict liability with the possibility for objection on the basis of an inevitable event is recommended. Limits of liability should facilitate insurability.

Robots are objects and not persons in the legal sense. In the medium and long term, it would be expedient to introduce a machine-based legal personality, which would also include better identification and registration. The advantage lies in the easier attribution of declarations of intent and misconduct. ✕

¹ Vgl. für die laufende Diskussion zum Recht im Wissenszeitalter die Tagungsbände des Internationalen Rechtsinformatik Symposiums IRIS: Schweighofer, E./Kummer, F./Hötzdorfer, W./Sorge, C. (eds.) (2017): *Trends und Communities der Rechtsinformatik. Tagungsband des 20. Internationalen Rechtsinformatik Symposiums IRIS 2017*. Wien: Österr. Computer Gesellschaft (= books@ocg.at. 326). <http://jusletter-it.weblaw.ch/issues/2017/IRIS.html>. – Schweighofer, E./Kummer, F. (eds.) (2017): *Jusletter IT. 18. Mai 2017: E-Justiz und Technologiefortschritte*. <http://jusletter-it.weblaw.ch/issues/2017/18-Mai-2017.html>.

² Aktualisierte und stark gekürzte Version des Beitrages: Schweighofer, E. (2001): *Rechtliche Aspekte der Robotik*, in: Christaller, T. et al.: *Robotik. Perspektiven des menschlichen Handelns in der zukünftigen Gesellschaft. Mit 11 Tabellen*. Berlin: Springer, 135–172 mwN. – Vgl. die Beiträge zur Robotik in: Schweighofer et al. (2017), *Tagungsband IRIS 2017*, 161–199. – Asimov, I. (1986): *Robot Dreams*. New York: ACE Books. – Köhler, H. (1982): *Die Problematik automatisierter Rechtsvorgänge, insbesondere von Willenserklärungen*, in: Archiv für die civilistische Praxis 182 (1/2), 126–171. – Philipps, L. (1989): *Gibt es ein Recht auch für ein Volk von künstlichen Wesen, wenn sie nur Verstand haben?* in: Philipps, L./Scholler, H. (eds.): *Jenseits des Funktionalismus. Arthur Kaufmann zum 65. Geburtstag*. Heidelberg: Decker & Müller (= Heidelberger Forum 61), 119–126. – Hilgendorf, E./Günther, J.-Ph. (eds.) (2013): *Robotik und Gesetzgebung. Beiträge der Tagung vom 7. bis 9. Mai 2012 in Bielefeld*. Baden-Baden: Nomos (= Robotik und Recht 2). – Die sehr interessante us-amerikanische Diskussion wird aus Platzgründen nicht berücksichtigt.

³ European Parliament (2017): *Report with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics* (2015/2103(INL)). A8-0005/2017, 27.1.2017.

⁴ EP (2017), *Report*.

⁵ Christaller et al. (2001), *Robotik*, 5.

⁶ Vgl. Hilgendorf, E. (ed.) (2014): *Robotik im Kontext von Recht und Moral*. Baden-Baden: Nomos (= Robotik und Recht 3).

⁷ In der ursprünglichen Fassung von Hans Welzel (1951): Ein Güterzug droht wegen falscher Weichenstellung auf einen vollbesetzten stehenden Personenzug aufzufahren. Ein Weichensteller erkennt die Gefahr und leitet den Güterzug auf ein Nebengleis um, so dass dieser in eine Gruppe von Gleisarbeitern rast, die alle zu Tode kommen. Wie ist die Strafbarkeit des Weichenstellers zu beurteilen? – Vgl. zum Einstieg Wikipedia (2017): *Trolley-Problem*. <https://de.wikipedia.org/wiki/Trolley-Problem>.

⁸ Allgemeines bürgerliches Gesetzbuch für die gesamten deutschen Erbländer der Österreichischen Monarchie, JGS Nr. 946/1811, idF. BGBl. I Nr. 59/2017. – Welsch, R./Zöchling-Jud, B. (2015): *Grundriss des bürgerlichen Rechts. Bd. II. Schuldrecht Allgemeiner Teil, Schuldrecht Besonderer Teil, Erbrecht*. 14. Aufl. Wien: Manz.

⁹ Vgl. für viele die Stellungnahme der Katholischen Kirche: comece (2017): *comece-Beitrag zum Rechtsstatus von Robotern*. Webnews vom 03.05.2017. <http://www.comece.eu/comece-beitrag-zum-rechtsstatus-von-robotern>.

¹⁰ van den Hoven van Genderen, R. (2017): *Robot as a Legal Entity, Legal Dream or Nightmare?* in: Schweighofer et al. *Tagungsband IRIS 2017*, 161–170.

¹¹ Schwarz, G. (2001): *Die rechtsgeschäftliche Vertretung durch Softwareagenten*. Wien, Univ., Diss.

¹² Schweighofer (2001), *Robotik*, in: Christaller et al., 135 ff. – Haft, F. (1999): *Haftung für Automaten*. In: Decker, M. (ed.): *Robotik. Einführung in eine interdisziplinäre Diskussion*. Bad Neuenahr-Ahrweiler: Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen (= Graue Reihe 16), 55–66. https://www.ea-aw.de/fileadmin/downloads/Graue_Reihe/GR_16_Robotik_091999.pdf.

¹³ Schweighofer (2001), *Robotik*, in: Christaller et al., 135 ff.

¹⁴ 33. KFG-Novelle, BGBl. I Nr. 67/2016.

¹⁵ Schweighofer (2001), *Robotik*, in: Christaller et al., 135 ff.

¹⁶ Eisenbahn- und Kraftfahrzeughaftpflichtgesetz (EKHG), BGBl. Nr. 48/1959 idF. BGBl. I Nr. 19/2017.

¹⁷ Liu, H.-Y./Zawieska, K. (2017): *A New Human Rights Regime to Address Robotics and Artificial Intelligence*, in: Schweighofer et al., *Tagungsband IRIS 2017*, 179–189.

¹⁸ Produkthaftungsgesetz, BGBl. Nr. 99/1988, idF. BGBl. Nr. 95/1993. – Richtlinie 85/374/EWG, ABl. L 210/1985, 29 ff., geändert: Richtlinie 99/34, ABl. L 141/1999, 20f.

¹⁹ Koziol, H. (1987): *Die Haftung der Banken bei Versagen technischer Hilfsmittel*, in: Österreichisches Bank Archiv 3, 3.

²⁰ Koziol, H. (1997): *Österreichisches Haftpflichtrecht. Bd. I: Allgemeiner Teil*. 3., neubearb. Aufl. Wien: Manz, 6–8.

²¹ Ondreasova, E. (2015): *Haftung für technische Hilfsmittel de lege lata*, in: OJZ 10, 443–449.

²² Staudegger, E. (2016): *Gesetzgebungsmonitor – Rechtsrahmen für Robotik*, in: jusIT 90(5), 190–194 mwN.

²³ Schweighofer (2001), *Robotik*, in: Christaller et al., 135 ff.

Christoph Thun-Hohenstein



Vernunft und Gefühl im digitalen Zeitalter: Wachen wir auf und handeln wir! Sense and sensibility in the digital age: let us wake up and take action!

Christoph Thun-Hohenstein (geb. 1960) ist seit 1. September 2011 Direktor des MAK – Österreichisches Museum für angewandte Kunst/ Gegenwartskunst. Für das Bundesministerium für auswärtige Angelegenheiten der Republik Österreich hatte er Auslandsposten in Abidjan, Genf und Bonn inne. Von 1999 bis 2007 war er Direktor des Austrian Cultural Forum New York, danach fungierte er als Geschäftsführer von departure, der Kreativagentur der Stadt Wien. Christoph Thun-Hohenstein publizierte insbesondere zur Europäischen Integration sowie zu Themen zeitgenössischer Kultur und Kunst und hielt in diesen Bereichen auch zahlreiche Vorträge. Er hat Ausstellungen zeitgenössischer Kunst kuratiert und übt regelmäßig Jury-Tätigkeiten aus.

Christoph Thun-Hohenstein (born 1960) assumed direction of the MAK – Austrian Museum of Applied Arts / Contemporary Art on 1 September 2011. While working for the Austrian Foreign Ministry he held posts in Abidjan, Geneva, and Bonn. He was director of the Austrian Cultural Forum New York from 1999 to 2007, after which he served as managing director of departure – the Creative Agency of the City of Vienna, until August 2011. Christoph Thun-Hohenstein has published on topics dealing above all with European integration and with contemporary culture and art, and has held numerous lectures on these topics. He has also curated exhibitions of contemporary art, and he regularly serves on selection juries.

Seit 2007, dem Geburtsjahr des Smartphones, leben wir in einer neuen, von Robotik und BIG DATA geprägten Moderne, der sogenannten »Digitalen Moderne«. Die smarte Verbindung von SENSOREN, INTELLIGENZ und Antriebselementen (Aktoren) macht fast unsere gesamte Umgebung zu ROBOTERN: Städte, ländliche Räume, öffentliche Einrichtungen, Fabriken und Bürogebäude, Häuser und Wohnungen, Smartphones und unzählige andere digitale Werkzeuge und Systeme. Zugleich hinterlassen wir riesige Datenspuren, die zur laufenden algorithmischen Optimierung unserer Existenz verarbeitet werden. Die Grenzen zwischen Mensch (als ein mit Bewusstsein ausgestattetes biologisches Wesen) und digitaler Maschine lösen sich zunehmend auf...

Die unerträgliche Leichtigkeit unseres algorithmischen Seins

Bestehen wir Menschen wirklich nur aus Algorithmen, wie uns weite Teile der Wissenschaft heute weismachen? Ist unser ganzer Körper nichts anderes als Algorithmen, die sich mühelos digital berechnen lassen? Sind unsere Gefühle, Emotionen, Stimmungen, Sehnsüchte und unsere Empathie tatsächlich perfekt algorithmisch erfassbar und darstellbar? Ist unser Geist in seiner Gesamtheit bloß ein Super-Algorithmus, der sich digital abbilden lässt? Ist selbst unsere Seele

Since 2007, the year the smartphone was born, we have been living in a new Modernist Age, one characterized by robotics and BIG DATA – so-called “Digital Modernity”. The smart linking of SENSORS, INTELLIGENCE, and drive elements (actuators) has turned almost our entire living environment into ROBOTS, including cities, rural districts, public institutions, factories and office buildings, houses and apartments, smartphones and countless other digital tools and systems. At the same time, we leave massive data trails to be processed into algorithms that constantly optimise our lives. The boundary between humans (as biological creatures equipped with consciousness) and digital machines is gradually dissolving...

The unbearable lightness of our algorithmic being

Do we humans really consist only of algorithms, as many scientists today would have us believe? Does our entire body consist of nothing but algorithms that can be effortlessly subjected to digital calculation? Can our feelings, emotions, moods, yearnings, and empathies really be exactly measured and represented in algorithms? Is our mind in its totality simply a super-algorithm that can be represented

(für jene, die an deren Existenz glauben) algorithmisch vermessbar? Wenn all dem so wäre, bräuchten wir uns vor intelligenten ROBOTERN nicht zu fürchten, denn sie wären unsere algorithmischen Geistesverwandten. Der weitere Weg wäre vorgezeichnet: Schon jetzt verstärken wir Menschen uns mit künstlichen Werkzeugen (von Smartphones bis Herzschrittmacher) und die vollkommene Verschmelzung unserer biologischen Existenz und unseres Bewusstseins mit KÜNSTLICHER INTELLIGENZ wäre nur mehr eine Frage der Zeit. Daraus entstehende Supermenschentypen hätten mit unserer gegenwärtigen Verfasstheit so viel zu tun wie wir mit Haustieren.

Die Industrielle Moderne – der größte Innovationsschub seit der Erfindung des Buchdruckes – hatte einen kapitalen Konstruktionsfehler: die Abwälzung von Umweltkosten auf nachfolgende Generationen. Die digitale Revolution hätte daher zur Kernaufgabe, diesen Fehler rückgängig zu machen; stattdessen wird sie verheizt, um die Massenkonsumspirale noch stärker zu befeuern. Ähnliches gilt für das Versagen einer gerechteren Verteilung des Gewinnes aus technischen Errungenschaften; auch hier deutet alles auf eine Verschärfung der Ungleichheit hin.

Die Digitale Moderne hat ihrerseits einen kapitalen Konstruktionsfehler: die totale algorithmische Vermessung der Menschen, die uns an die »Denkweise« intelligenter Roboter angleicht und alle nicht wirtschaftlich verwertbaren Wesenszüge der Menschen verkümmern lässt. Die Fans des sogenannten »*Techno-Humanismus*« wollen diesen Weg bewusst gehen und so rasch wie möglich durch Upgrades verbessert und damit gleichsam göttlich werden (wie es Yuval Noah Harari in seinem Bestseller *Homo Deus* kritisch beschreibt). Innovationssuperstars der us-Westküste wie Elon Musk sehen zugleich in der direkten Verknüpfung des menschlichen Hirns mit dem Computer (das Ziel von Musks Unternehmen Neuralink) den besten Weg, um mit einer künftigen digitalen Superintelligenz mitzuhalten. Viele gehen noch einen Schritt weiter und definieren den exponentiellen Anstieg von Datenmengen und deren hyper-effiziente Nutzung als höchstes Ziel menschlicher Zivilisation. Für die Fans eines solchen »*Dataismus*« ist der Mensch nur Übergang zum Endziel allumfassender Information in einer superintelligenten Moderne. Mit »*Superintelligenz*« ist künstliche allgemeine Intelligenz (Artificial General Intelligence – AGI) gemeint, die der Menschheit überlegen ist und sie austricksen kann.

Warum züchten wir eine Superintelligenz?

Niemand kann das Verhalten einer künftigen Superintelligenz vorhersagen. Warum sollte sich eine Superintelligenz die Gattung Mensch überhaupt antun? Sie könnte genauso gut diesen von der Industriellen Revolution ver-seuchten Planeten gänzlich von Menschen befreien. Die gegenwärtige aktive Förderung oder zumindest Duldung des Heranreifens einer Superintelligenz entspricht in ihrer Tragweite der Förderung bzw. Duldung der Entwicklung atomarer Waffen durch Forschungslabors in aller Welt, bezüglich derer erst nach nuklearer Verwüstung der Erde überhaupt Kontrollbedarf gesehen würde ... Viel vernünftiger wäre es doch, einen Wettlauf von Superintelligenzen gar nicht zuzulassen!

entirely in digital terms? Is even our soul (for those of us who believe in its existence) a measurable algorithm? If such were the case, then we need not be afraid of intelligent ROBOTS, as algorithmically speaking, we and they would be kindred spirits. The way forward would be clearly mapped out: even now we humans use artificial tools – from smartphones to pacemakers – to extend our intellectual and physical powers, and it would only be a question of time before our biological and conscious selves became fully integrated with ARTIFICIAL INTELLIGENCE. The super-humans that would thereby be created would be as different from us as we are from household pets.

Industrial Modernity – the greatest innovative boost to human development since the invention of letterpress printing – had one major design flaw: it passed its environmental costs on to future generations. So a central task of the digital revolution might logically be to reverse this error. But instead, this revolution is being used to further fuel the exponential growth of mass consumption. Similarly, it has failed to more fairly distribute the benefits of technological innovation. Here, too, everything points to an intensification of social inequality.

Digital Modernity in its turn has a major design flaw: the complete algorithmic quantification of the human being – as a result of which our “mindset” approaches that of intelligent robots, while all other human traits that cannot be turned into cash are left to atrophy. Aficionados of so-called “*techno-humanism*” explicitly advocate this course and – through constant upgrades – aspire as rapidly as possible to the status of gods, as depicted by Yuval Noah Harari in his critical bestseller *Homo Deus*. And innovation superstars of the American West Coast such as Elon Musk consider the direct coupling of human brains with computers (the goal of Musk’s company Neuralink) the best way of keeping up with a digital superintelligence of the future. Many go a step further and acclaim the exponential rise in data volume, coupled with its hyper-efficient use, to be the greatest goal of human civilization. For advocates of such “*dataism*,” the human being is nothing but a means towards the end of creating an all-embracing information system in an age of digital superintelligence. Such a “*superintelligence*” would take the form of an “*Artificial General Intelligence*” (AGI) system far superior to human intelligence and thus able to manipulate it.

Why are we creating a superintelligence?

Nobody can predict how a hypothetical superintelligence would act. Why should a superintelligence even bother with the species homo sapiens? It could just as well rid this planet, contaminated as it is by the Industrial Revolution, of human beings completely. Current active support for – or at least tolerance of – developing a superintelligence is analogous to promoting or allowing the development of atomic weapons in the world’s research laboratories, or of recognizing the need

Humane Überlebensstrategie

Um die Abschaffung von uns Menschen (beziehungsweise unsere Reduzierung zu Haustieren) zu vermeiden, müssen wir endlich aufwachen und handeln.

Auf globaler Ebene braucht es ein strenges Kontroll- und Nichtverbreitungsregime für künstliche allgemeine Intelligenz, die in eine Superintelligenz münden könnte. Auch wenn es ungleich schwieriger ist, Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet künstlicher allgemeiner Intelligenz strikt zu überwachen, als die Entwicklung nuklearer Waffen, sollte das Schicksal der Menschheit doch den ernsthaften Versuch wert sein, ein solches Übereinkommen im Rahmen der Vereinten Nationen unter Einschluss der großen Digital-Monopole anzustreben.

Was bisher teure Schönheitschirurgie war, ist künftig das hochwertige Upgrading zum Supermenschen (wie die Verstärkung des Hirns durch künstliche allgemeine Intelligenz oder der Ersatz gesunder Beine durch hochgerüstete Prothesen) – mit dem Unterschied, dass Supermenschen immer weniger Mensch sein werden. Machen wir gegen Upgradings zu Supermenschen mobil! Viele Grenzen wurden bereits überschritten: Finden wir endlich den Mut, eine unumstößliche Grenze dort zu ziehen, wo Menschen Verbesserungen ihres Hirns bzw. sonstigen Körpers – ausgenommen, sie sind medizinisch veranlasst, einschließlich notwendiger Prävention – mit dem Ziel anstreben, dadurch übermenschliche geistige oder körperliche Fähigkeiten zu erlangen.

Sehnsucht nach Arbeit

Im Zuge der Industriellen Revolution ist ARBEIT zum bestimmenden Faktor unserer Identität, sozialen Stellung und gesellschaftlichen Aufstiegsmöglichkeiten geworden. Die digitale Revolution hat durch die enormen Fortschritte SELBSTLERNENDER intelligenter Roboter das Schreckgespenst der AUTOMATISIERUNG erschaffen, die menschliche Arbeit zunehmend ersetzt. Während sich die Forschungsinstitute über Ausmaß und Tempo der Automatisierung streiten, bastelt die Wirtschaft unter dem hohen Kostendruck in beinahe allen Sektoren an hypereffizienten Modellen der »Industrie 4.0«, für die wir Menschen nur mehr als Konsumentinnen und Konsumenten interessant sind. Wie beim Techno-Humanismus praktizieren unsere Gesellschaften auch hier einen Schein-Humanismus, der direkt in die Sinnentleerung menschlicher Existenz führt.

Solange keine besseren Mechanismen für sozialen Aufstieg erfunden werden, brauchen wir sinnstiftende menschliche Arbeit. Niemand wird ernsthaft behaupten, wir sollten um jeden Preis sinnlose Tätigkeiten, die von Robotern besser erledigt werden können, für Menschen reservieren. Aber hören wir auf, sinnstiftende Arbeit Robotern anzudienen, wenn sie von Menschen nachhaltiger und resonanter gemacht werden kann und einen wesentlichen Teil menschlicher Lebensgestaltung bildet! Der Kostendruck und die fehlende Konkurrenzfähigkeit humaner Produkte sind vielfach Scheinargumente, die nur deshalb ziehen, weil unsere Wirtschaften weiterhin auf quantitatives Wachstum programmiert sind und die dringend notwendige Umstellung auf nachhaltiges Qualitätswachstum noch immer nicht vollzogen haben.

Huldigen wir nicht mehr dem Massenkonsum (von dem globale Monopolunternehmen am meisten profitieren), sondern fordern wir nachhaltige, langlebige Qualitätsprodukte! Nutzen wir unsere Macht als Verbraucherinnen und Verbraucher und unterstützen wir Modelle der Kreislaufwirtschaft! Setzen wir uns dafür ein, dass der Sozialstaat die Anschaffung nachhaltiger Produkte unterstützt!

for their control only after the planet has been subjected to nuclear devastation... It would make far better sense to prevent competition between superintelligences in the first place!

A human strategy for survival

In order to prevent our elimination (or our reduction to the status of household pets), it is high time for us humans to wake up and take action.

On the global level, we need strict control mechanisms to prevent the spread of the kind of AGI that could develop into a superintelligence. Even if it is immeasurably more difficult to control research in the AGI field than it is to control the development of nuclear weapons, the very fact that the fate of the human race is at stake should prompt us to make an earnest effort to reach such an agreement – within the framework of the United Nations and with the inclusion of all major digital monopolies.

What has hitherto been merely expensive cosmetic surgery will in future take the form of sophisticated upgrading to superhuman status (for instance increasing brain power through AGI or replacing perfectly healthy legs with high-powered artificial limbs) – the difference being that superhumans will become increasingly less human. Let's take a stand against upgrading humans to superhumans! Already, too many red lines have been crossed. Let us find the courage to draw a non-negotiable line that prevents human beings from striving for improvement of their minds or other parts of their bodies with the aim of attaining superhuman mental or physical powers – except where such improvement is medically induced (including necessary preventive measures).

Yearning for work

As a result of the Industrial Revolution, WORK has become the key factor in determining our identity, social status, and opportunities for upward mobility. Through the enormous advances made in intelligent, SELF-LEARNING robotics, the Digital Revolution has created the spectre of human labour being increasingly made redundant through AUTOMATION. As research institutes debate over the exact extent and speed of automation, nearly all sectors of the world's economies – driven by the constant pressure to lower costs – have been working on hyper-efficient versions of Industry 4.0, whose only interest in us human beings is our role as consumers. As is the case with techno-humanism, here, too, society is merely practicing a form of pseudo-humanism that leads directly to an existence devoid of meaning.

Selbstlernende Zukunft und Aufstieg der Commons

Immer mehr Menschen leben in »Smart Cities«. Eine Smart City ist ein großer Roboter, der Urbanität algorithmisch optimiert. – Aber aus wessen Perspektive? Und entspricht diese Optimierung überhaupt den Interessen der Bürgerinnen und Bürger? Die Smart City ist zugleich ein »Commons«, also öffentlich benutzbares Gemeingut, an dessen höchstmöglicher Qualität alle darin lebenden Menschen interessiert sind oder sein sollten. In der Verknüpfung von intelligenter Robotisierung und Gemeinwohl liegt eine zentrale Herausforderung für das Design, die Architektur und die bildende Kunst der Zukunft. Avantgarden dieser Sparten agieren bereits als effektive Vermittler zwischen Mensch und digitaler Maschine, um sicherzustellen, dass Menschen weder robotisiert werden noch einen sinnlosen Kampf gegen Roboter führen, sondern mit ihnen kreativ, nachhaltig und gemeinwohlorientiert zusammenarbeiten. In der Kooperation mit »Cobots« (*COLLABORATIVE robots*) liegt die Zukunft!

Das Beispiel der Smart City (das sich auf ländliche Räume übertragen lässt) zeigt, dass wir weniger globale Digital-Monopole und mehr regionale und lokale Innovation brauchen. Huldigen wir daher nicht ausschließlich Start-ups, die mit exponentiellem Wachstum eine globale Monopolstellung anpeilen, sondern fördern wir die Dezentralisierung der Digitalen Moderne! Wir brauchen Entrepreneurs mit innovativen regionalen und lokalen Geschäftsideen, die einen überschaubaren Markt nachhaltig betreuen und damit vielfältiges Qualitätswachstum ermöglichen.

Die Vision der Commons steht für Kooperation statt Konflikt; sie rückt nicht individuelle Gewinnmaximierung, sondern die Menschen als kooperationsfähige soziale Wesen in den Mittelpunkt. Sie ist der Schlüssel für eine humane Gestaltung der Digitalen Moderne. Nützen wir digitale Tools, um Werte und Grundsätze der Commons wie Qualität, Teilen, Sorgen, Reparieren, Fairness, Dezentralität und Vielfalt auch in der Gewinnlogik der ökosozialen Marktwirtschaft effektiv und nachhaltig zu verankern! Setzen wir Algorithmen ein, um den Human- und Ökologiefaktor von wirtschaftlichen Akteuren vergleichbar zu machen: Welches Unternehmen hat den höheren Gemeinwohlfaktor, welche Dienstleistung ist in der Hand von Menschen, welches Produkt verdient das Gütesiegel »Made by Humans«?

»BürgerInnen 4.0« für eine (Europäische?) Human-Union

Es gibt viele Wege, die Prophezeiung des bekannten Silicon-Valley-Investors Peter Thiel zu interpretieren, wonach die erfolgreichsten Unternehmen der Zukunft jene sein werden, die die Menschen ermächtigen, statt sie obsolet zu machen. Ähnliches gilt für die Herausforderung an die Politik auf allen Ebenen. Die Stärkung der Menschen im digitalen Zeitalter braucht nachhaltige Werte, einen großen Binnenmarkt, starkes Kulturbewusstsein, das Vielfalt fördert, herausragende kulturelle, künstlerische und kreative Qualität, verantwortungsvolles Unternehmertum sowie leidenschaftliches Bottom-up-Engagement der Bevölkerung. Von allen großen Wirtschaftsräumen der Welt verfügt vermutlich die EU über die besten Voraussetzungen, ein solches humanistisches Modell der Digitalen Moderne zu entwickeln. Die politische Vision einer Europäischen Human-Union kann aber nur mit der Wirtschaft (und nicht gegen sie) realisiert werden; sie eröffnet ein weites Feld für unternehmerische Innovationen sowohl im gewinnorientierten als auch im Not-for-Profit-Bereich.

As long as no better mechanism for social advancement exists, we humans need meaningful employment. Whereas nobody would seriously claim that we should at all costs reserve mindless activities better accomplished by robots for humans to do, let us stop delegating to robots work that can be accomplished more sustainably and meaningfully by humans – work that gives significance and meaning to our lives! Arguments about lowering costs and about the uncompetitive nature of human-made products are often pseudo-arguments. They are listened to only because our economies are programmed to maximize quantitative growth – they still have not completed the urgently necessary transition to sustainable qualitative growth.

Let us stop rendering homage to mass consumption (whose main beneficiaries are global monopolies) and demand sustainable, durable, high-quality products! Let us use our power as consumers to support circular economic models! Let us demand that the welfare state subsidize the purchase of sustainable products!

A future of self-learning and the rise of the commons

More and more people live in "smart cities". A smart city is a large robot that algorithmically optimizes the urban environment – but from whose perspective, and does this optimization meet the needs of the city's inhabitants? The smart city is at the same time a "Commons" – it is property held and used in common – and everybody living therein has (or ought to have) an interest in its being of the highest possible quality. A key challenge facing design, architecture, and fine art in the future will be to successfully link intelligent robotisation and the common good. Pioneers in this field are already working on mediating effectively between humans and digital machines – to ensure that humans are neither turned into robots, nor forced to fight a senseless battle against robots, but instead work together with them creatively, sustainably, and for the common good. Cooperating with "cobots" ("COLLABORATIVE robots") is the future!

The example of smart cities – applicable also to rural districts – indicates that we need fewer global digital monopolies and more regional and local innovation. So let's stop glorifying start-ups – whose ultimate goal is a global monopoly through exponential growth – as the only answer. Let us rather strive for a decentralized Digital Modernity! We need entrepreneurs with innovative regional and local business ideas, who sustainably foster manageably small markets – thus facilitating growth characterized by diversity and quality.

The vision of the Commons stands for cooperation, not conflict; it focuses not on individual profit maximization, but on human beings as social creatures capable of cooperative action. It is the key to the humane shaping of Digital Modernity. Let us use digital tools to effectively and sustainably anchor fundamen-

Lasst uns als aufgeklärte Konsumentinnen und Konsumenten sowie aktive »BürgerInnen 4.0« der Politik und Wirtschaft zeigen, welchen Weg wir gehen wollen! Treten wir gemeinsam der Auffassung entgegen, dass Menschen bloße Algorithmen sind! Pflegen wir ganz bewusst jene Bereiche unseres Menschseins, deren algorithmische Vermessung wir eigentlich nicht wollen, wie Gefühle, Resonanz im persönlichen Umgang miteinander, Freude, Liebe, sexuelle Erfüllung, aktives Geistes- und Kulturleben, künstlerisches Schaffen in verschiedensten Sparten, Kreativität, Sehnsucht, Harmonie, Würde, Empathie und viele andere MENSCHLICHE KOMPETENZEN. Erfinden wir neue menschliche ARBEIT und Jobs, die diesen Freiräumen Lebensqualität verleihen! Beschränken wir die Algorithmen auf jene Aufgaben, durch die sie unser Leben wirklich verbessern können, wie dies vor allem im Gesundheits- und Bildungsbereich sowie zum Schutz der Umwelt der Fall ist!

Drei prohumane Roboter-Gesetze

Aus dem Vorstehenden lassen sich drei prohumane Gesetze der Robotik ableiten:

1. Intelligente Roboter haben dem menschlichen Gemeinwohl zu dienen und uns Menschen darin zu unterstützen, ein ökologisch, sozial, kulturell und wirtschaftlich nachhaltiges Leben zu führen.
2. Intelligente Roboter dürfen menschliche Arbeit nur insoweit ersetzen, als dies mit Sinnstiftung, Würde, Kultur und kreativer Entfaltung der Menschen vereinbar ist – es sei denn, dies kollidiert mit Regel 1. (Anmerkung: Ein Widerspruch mit Regel 1 liegt insbesondere dort vor, wo intelligente Roboter durch die Respektierung menschlicher Arbeit effektiv daran gehindert werden, dem menschlichen Gemeinwohl zu dienen und uns Menschen darin zu unterstützen, ein ökologisch, sozial, kulturell und wirtschaftlich nachhaltiges Leben zu führen; dies ist bewusst als ein Druckmittel auf uns Menschen gestaltet, ein solches Leben anzustreben.)
3. Intelligente Roboter müssen als kooperative Maschinen programmiert und selbstlernend sein und stets kooperativ agieren – es sei denn, dies kollidiert mit Regel 1 oder Regel 2.

tal values of the Commons – values such as quality, sharing, caring, repairing, fairness, decentralism and variety – in the logic of an ecosocial market economy! Let us use algorithms to compare the human and ecological factors of economic participants: which company has the higher common good factor; which service is in the hands of humans; which product deserves the hallmark “*Made by Humans*”?

Citizens 4.0 for a (European?) Human Union

There are many possible interpretations of the prophecy made by the well-known Silicon Valley investor Peter Thiel, according to which the most successful businesses of the future will be the ones that empower humans rather than making them obsolete. Politics is facing similar challenges at every level. Empowering human beings in the Digital Age requires sustainable values, a large internal market, a strong cultural consciousness that fosters variety, outstanding cultural, artistic, and creative qualities, responsible entrepreneurship, and passionate bottom-up commitment from the public. Of all the world's major economic regions, the EU probably possesses the best prerequisites for developing such a humanistic model of Digital Modernity. Such a political vision of a European Human Union can be realized only in cooperation with (and not in opposition to) business. It opens up broad opportunities for entrepreneurial innovations in both for-profit and not-for-profit sectors.

Let us as enlightened consumers and active citizens 4.0 show politicians and entrepreneurs which road we want to take! Let us together resist the notion that humans are merely algorithms! Let us consciously nurture those aspects of our humanity that we really do not want to be subjected to algorithmic calculation – our emotions, the resonance of our personal relationships, joy, love, sexual fulfilment, an active intellectual and cultural life, the manifold sectors of artistic activity, creativity, yearnings, harmony, dignity, empathy, and many other HUMAN COMPETENCIES. Let us invent new WORK, new jobs with a human face, that infuse these zones of freedom with livability! Let us limit the use of algorithms to those activities that really improve our lives, such as health, education, and environmental protection!

Aus diesen drei prohumanen Roboter-Gesetzen geht hervor, dass wir beides brauchen: wohlwollende intelligente Roboter und eine engagiert gepflegte gemeinwohlinspirierte Qualitätskultur!

Mögen diese persönlichen Open-Source-Überlegungen als Ergänzung der vielfältigen Projekte der VIENNA BIENNALE 2017 möglichst viele Menschen – und intelligente Roboter – inspirieren und ermutigen, sich mit ihren jeweiligen Möglichkeiten in die Gestaltung einer humanen Zukunft einzubringen.

Wachen wir endlich auf und handeln wir! ✖

Three pro-human laws of robotics

From the foregoing, we may derive three Pro-Human Laws of Robotics:

1. Intelligent robots must serve the common good of humanity and help us humans to lead an ecologically, socially, culturally, and economically sustainable life.
2. Intelligent robots may replace human labour only to the extent that this is compatible with humans leading a meaningful life of dignity, culture, and creative self-realization – except where this Rule conflicts with Rule 1. (Note: A conflict with Rule 1 would occur if, for instance, respect for human labour were effectively to prevent intelligent robots from serving the common good of humanity and from helping us humans to lead an ecologically, socially, culturally, and economically sustainable life; this proviso deliberately puts pressure on us humans to strive for such a life.)
3. Intelligent robots must be programmed to be cooperative self-learning machines and to always function cooperatively – except where this Rule conflicts with Rules 1 or 2.

These three Pro-Human Laws of Robotics imply both the need for benign intelligent robots and the necessity of cultivating a culture of quality committed to serving the common good!

May these personal, open-source reflections serve to complement the manifold projects presented in the VIENNA BIENNALE 2017, and to inspire and encourage as many people – and intelligent robots – as possible to contribute their various talents to creating a humane future!

Let us finally wake up and take action! ✖

3

3D-DRUCK 14, 29ff, 34ff, 45, 65f, 108f

3D-Druck, oder in der Fachsprache »*additive manufacturing*« genannt, bezieht sich auf einen Prozess, in dem computergesteuert ein dreidimensionales Objekt schichtenweise aufgebaut wird.

A

ARBEIT 4.0 26ff, 35f, 38f, 41, 84ff, 91ff, 105ff,

126, 128 Bisher entstanden im Zuge aller technologischen Revolution mehr neue Arbeitsplätze, als alte Jobs vernichtet wurden. Es ist eine offene Frage, ob das auch bei der Digitalisierung so sein wird.

AUTOMATISIERUNG 20, 25ff, 38f, 52, 68, 88,

91ff, 116f, 126 Automatisierung ist die Übertragung von Funktionen des Produktionsprozesses, insbesondere von Prozesssteuerungs- und -regelungsaufgaben, vom Menschen auf künstliche Systeme.

B

BIG DATA 15, 35, 68, 124

Big Data bezeichnet Datensätze, die zu groß und zu komplex sind, um sie manuell oder mit herkömmlichen Methoden der Datenverarbeitung auszuwerten.

BILDUNG 4.0 18, 76ff, 94, 107ff

Da unbekannt ist, in welche Richtung sich die Wirtschaft und Gesellschaft genau verändern werden, betonen Experten, dass das Bildungssystem die Menschen dazu befähigen müsse, Veränderungen zu bewältigen.

BLOCKCHAIN 17f, 48ff, 66

Eine Blockchain (Blockkette) ist eine verteilte Datenbank. Die einzelnen Blöcke sind verschlüsselt und durch Verweis auf einen vorhergehenden Block gegen nachträgliche Manipulation gesichert.

C

CROWDSOURCING 21, 94f

Crowdsourcing ist ein bestimmtes Beschaffungsmodell, bei dem Individuen oder Organisationen Beiträge von Internet-Usern nutzen, um Dienstleistungen, Ideen oder Finanzmittel zu erhalten.

D

DISRUPTIVE VERÄNDERUNG 15, 67f, 106

Disruptive Innovationen bringen neue Märkte und Wertschöpfungsketten hervor und zerstören die alten, indem sie etablierte Unternehmen, Produkte und Allianzen verdrängen.

G

GELD 18, 21, 49f

Digitale Technologien ermöglichen die Weiterentwicklung des Finanzsystems. Die Kryptowährung Bitcoin ist dabei laut Experten erst der Anfang.

GESELLSCHAFT 4.0 14, 66, 71, 76, 84ff, 105,

116f Viele Experten plädieren dafür, die Digitalisierung dafür zu nutzen, um ein neues, besseres Wirtschafts- und Gesellschaftssystem aufzubauen und eine bessere Art von Demokratie aufzubauen.

I

INDUSTRIE 4.0 34ff, 38f, 68, 85, 105, 111

Dieser Begriff wurde im deutschen Sprachraum für intelligente und digital vernetzte Systeme geprägt, durch die eine weitestgehend selbstorganisierte Produktion möglich wird.

INTERNET DER DINGE 17f, 35, 52, 68f

Das Internet der Dinge ist die Verknüpfung von Gegenständen mit eingebauter Elektronik und Netzwerktechnologien, die die Objekte dazu befähigen, Daten zu sammeln und auszutauschen.

K

KOMPLEXITÄT 18ff, 26f, 37, 41ff, 68ff, 74, 117,

119f Komplexe Systeme sind Systeme, die aus vielen Teilen bestehen, die mit anderen Teilen auf vielfältige Weise interagieren, woraus sich neue Systemeigenschaften ergeben; das Ganze ist mehr als seine Teile.

KÜNSTLICHE INTELLIGENZ 14, 26, 70, 86,

93, 118, 124ff Der Begriff »*künstliche Intelligenz*« wird für Maschinen verwendet, die menschenähnliche kognitive Fähigkeiten nachbilden, zum Beispiel Lernen oder Problemlösen.

M

MASCHINELLES LERNEN 26, 28f, 74, 93,

121, 126f Durch maschinelles Lernen sollen Computer von Daten lernen und Vorhersagen machen, ohne dass sie dafür explizit programmiert wurden.

MENSCH-MASCHINE-

KOLLABORATION 35, 38, 43, 127

Mensch-Maschine-Kollaboration ist ein Modell, bei dem der Mensch intelligente Systeme nicht als bloßes Werkzeug nutzt, sondern mit ihnen zusammenarbeitet. Dabei bringt jeder der Partner jene Fähigkeiten ein, die dem anderen fehlten

O

OFFENHEIT 17ff, 69, 80ff

Offenheit ist ein Konzept, das durch Transparenz und freien, ungehinderten Zugang zu Informationen oder Daten sowie durch Kollaboration von Usern charakterisiert ist.

P

PRODUKTIVITÄT 26, 37, 106

Produktivität ist ein Maß für die Effizienz der Produktion und ein bestimmender Faktor für die Leistungsfähigkeit von Unternehmen und Staaten. Bessere Technologien steigern im Normalfall die Produktivität.

R

ROBOTER 25ff, 34f, 39, 85, 107, 116ff, 124ff

Ein Roboter ist ein programmierbares Mehrzweck-Handhabungsgerät für das Bewegen von Gegenständen. Erfunden wurde das Wort 1920 vom tschechischen Künstler Josef Capek.

S

SENSOREN 25ff, 31, 35f, 65, 68f, 94, 117f, 124

Immer mehr Gegenstände sind mit Sensoren ausgestattet, deren Aufgabe es ist, Ereignisse oder Veränderungen der Umwelt zu detektieren und die Information an andere elektronische Systeme zu senden.

SICHERHEIT 49f, 55, 67ff, 110

Die heutigen komplexen IT-Systeme sind äußerst anfällig für Störungen, herkömmliche IT-Sicherheitsmaßnahmen sind nicht mehr ausreichend.

SOZIALE KOMPETENZ 32, 79, 82, 92, 107, 128

In einer digitalisierten Welt kommt sozialen Kompetenzen wie Empathie oder Umgang mit Konflikten ein sehr hoher Stellenwert zu, sie sollten daher gezielt gefördert werden.

3

3D-DRUCK 14, 29pp, 34pp, 44, 65p, 108p

3D printing, also known as additive manufacturing, refers to processes used to create a three-dimensional object in which layers of material are formed under computer control.

A

ARTIFICIAL INTELLIGENCE 14, 26, 70, 86,

93, 118, 124pp The term “*artificial intelligence*” is applied when a machine mimics cognitive functions that humans associate with other human minds, such as learning or problem solving.

AUTOMATION 20, 25pp, 38p, 52, 68, 88, 91pp,

116p, 126 Automation is the use of artificial systems to transfer functions of production processes (especially control systems) in place of human employees.

B

BIG DATA 15, 35, 68, 124

Big data is a term for data sets that are so large or complex that traditional data processing application software is inadequate to deal with them.

BLOCKCHAIN 17p, 48pp, 66

A blockchain is a distributed database. Each individual block is encrypted and has a link to a previous block. So they are inherently resistant to modification of the data.

C

COMPLEXITY 18pp, 26p, 37, 41pp, 68pp, 74,

117, 119p Complex systems are systems with many parts where those parts interact with each other in multiple ways, culminating in a higher order of emergence greater than the sum of its parts.

CROWDSOURCING 21, 94p

Crowdsourcing is a specific sourcing model in which individuals or organizations use contributions from Internet users to obtain needed services, ideas or financing.

D

DISRUPTIVE CHANGE 15, 67p, 106

A disruptive innovation creates a new market and value network and disrupts existing ones, displacing established market leading firms, products and alliances.

F

FUTURE EDUCATION 18, 76pp, 94, 107pp

Because it is unknown, in which direction our economy and society will evolve, most experts emphasize that the education system has to empower people to be able to cope with change.

FUTURE WORK 26pp, 35p, 38p, 41, 84pp,

91pp, 105pp, 126, 128 Up to now every major technological revolution created more new jobs exceeding the jobs which were killed. It is an open question if the same is true regarding digitisation.

I

INTERNET OF THINGS 17p, 35, 52, 68p

The Internet of things is the inter-networking of physical devices embedded with electronics and network connectivity which enable these objects to collect and exchange data.

M

MACHINE-HUMAN COLLABORA-

TION 35, 38, 43, 127

Machine-human collaboration is a model in which humans co-work with artificial intelligence systems and other machines rather than using them as tools. Each brings to the table abilities that the other lacks.

MACHINE LEARNING 26, 28p, 74, 93,

121, 126p Machine learning means, that computers get the ability to learn from and make predictions on data without being explicitly programmed.

MONEY 18, 21, 49p

Digital technologies are enabling further developments of the financial system. According to experts the crypto currency Bitcoin is just the starting point

O

OPENNESS 17pp, 69, 80pp

Openness is a concept that is characterized by an emphasis on transparency and free, unrestricted access to information or data as well as collaboration between users.

P

PRODUCTIVITY 26, 37, 106

Productivity describes the efficiency of production and is a crucial factor for the performance of firms and nations. Better technologies usually are raising productivity.

R

ROBOTER 25pp, 34p, 39, 85, 107, 116pp, 124pp

A robot is a reprogrammable, multifunctional manipulator designed to move objects. The word was introduced in 1920 by the czech painter Josef Capek.

S

SECURITY 49p, 55, 67pp, 110

Our complex IT-Systems are very vulnerable concerning disturbances, traditional IT Security protection mechanisms are no longer sufficient.

SENSORS 25pp, 31, 35p, 65, 68p, 94, 117p, 124

A rapidly growing number of devices encloses sensor whose purpose is to detect events or changes in its environment and send the information to other electronics.

SMART FACTORY 34pp, 38p, 68, 85, 105, 111

Industry 4.0 is the german term for “*smart factory*” – an intelligent and cross-linked system which enables self organised production of goods.

SOCIAL COMPETENCIES 32, 79, 82, 92, 107,

128 In a digitalised world, social competencies such as empathy or conflict handling are of great importance, they should therefore be actively promoted.

SOCIETY 4.0 14, 66, 71, 76, 84pp, 105, 116p

Many experts advocate the use of digitisation to create a new and better economic and social system and a better type of democracy.

Alpbacher Technologiegespräche

Konflikt und Kooperation 24. – 26.8.2017

Alpbach Technology Symposium

Conflict and Cooperation 24. – 26.8.2017

Die Alpbacher Technologiegespräche werden von AIT Austrian Institute of Technology, Österreichs größter Research and Technology Organisation, und ORF Radio Österreich 1 veranstaltet. Das Projekt wird von Mag. Michael H. Hlava (AIT) und Dr. Martin Bernhofer (ORF Ö1) geleitet, das Projektbüro von Claudia Klement (AIT). Im Steering Committee der Alpbacher Technologiegespräche sind Dr. Hannes Androsch (Vorsitzender des Aufsichtsrates des AIT, Vorsitzender Forschungsrat RFTÖ), Prof. Dr. Wolfgang Knoll (wissenschaftlicher Geschäftsführer AIT) und Monika Eigensperger (Radiodirektorin ORF).

Wissenschaftlicher Partner der Technologiegespräche 2017 ist die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren, Industrial Partner ist die Industriellenvereinigung (IV).

Die Veranstaltung wird maßgeblich vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, vom Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft sowie vom Bildungsmi-
nisterium unterstützt.

The Alpbach Technology Symposium is organized by AIT Austrian Institute of Technology, Austria's biggest Research and Technology Organisation, and ORF Radio Österreich 1. The project is managed by Mag. Michael H. Hlava (AIT) and Dr. Martin Bernhofer (ORF Ö1), Claudia Klement (AIT) is head of the project office. Dr. Hannes Androsch (head of the supervisory board of AIT, chairman of the Austrian Council for Research and Technology Development), Prof. Dr. Wolfgang Knoll (scientific managing director AIT) and Monika Eigensperger (radio director ORF) are representing the Steering Committee of the Alpbach Technology Symposium.

Scientific partner of the Technology Symposium 2017 is the Helmholtz Association of German Research Centres, industrial Partner is the Federation of Austrian Industries (IV).

The Symposium is significantly supported by the Austrian Ministry for Transport, Innovation and Technology (BMVIT), the Austrian Federal Ministry of Science, Research and Economy (BWF) and the Austrian Federal Ministry of Education (BMBWF).

Die diesjährigen Technologiegespräche mit dem Rahmenthema »Konflikt & Kooperation« sind auf der Suche nach neuen Wegen und Werkzeugen für eine Gesellschaft im Umbruch. Der Kampf um Ressourcen, neue disruptive Technologien, der Klimawandel und viele weitere Faktoren wie die näherrückenden Grenzen des Wachstums verlangen nach neuen gesellschafts- und wirtschaftspolitischen Lösungen. Innovative Ansätze dazu bietet besonders die digitale Welt. In der virtuellen Welt scheint es kaum mehr Grenzen zu geben und Teilen und Kooperation stehen hoch im Kurs. Verhelfen uns die neuen digitalen Technologien generell zu mehr Gerechtigkeit durch Zusammenarbeit? Soziale Netzwerke, Big Data und das Internet der Dinge bieten hierzu längst noch nicht ausgeschöpfte Möglichkeiten. Der Wettbewerb der Ideen und der Disput darüber sind für Innovationen und soziale Entwicklungen essentiell. Aber erst weitreichende Kooperationen, die ForscherInnen, Unternehmen und auch BürgerInnen zusammenbringen, vermögen es schließlich, die großen gesellschaftlichen Herausforderungen anzugehen. Wie weit helfen etwa smarte Städte mit neuen, nachhaltigen Verkehrskonzepten oder generell die Dekarbonisierung, um unsere Gesellschaft wieder ins Gleichgewicht mit sich und unserem Globus zu bringen? Kooperation gilt jedenfalls als einer der wichtigsten Faktoren für die Entwicklung der Menschheit und der gesamten Evolution des Lebens.

This year's Technology Symposium will be searching for new pathways and tools for a society in transition, under the headline theme of "Conflict and Cooperation". The battle for resources, new disruptive technologies, climate change and many other factors (such as approaching the limits of growth) require new solutions for economic and social issues. The digital world is especially suitable for creating innovative approaches. The virtual world seems to have almost no borders and sharing and cooperation are highly popular. Will new digital technologies help us to achieve more equality by cooperation? Social networks, big data and the internet of things offer huge opportunities which have not been exhausted so far. The competition and disputing of ideas are essential for innovation and social development. However, only broadbased cooperation uniting researchers, enterprises and citizens will enable us to finally tackle the big social challenges. For example, how can smart cities deploy new sustainable mobility concepts? Can decarbonization help us regain balance with ourselves and the world? In any case, cooperation will be one of the decisive factors for the development of mankind and the whole evolution of life.

Jahrbuch anlässlich der Alpbacher Technologiegespräche 2017
Yearbook on the occasion of Alpbach Technology Symposium 2017

TEC

Alpbach Technology Symposium **Alpbacher Technologiegespräche**

Idee und Konzept | Idea and concept

Hannes Androsch, Michael H. Hlava, Martin Kugler
Alpbacher Technologiegespräche

Sarah Hellwagner, Clemens Kopetzky
art:phalanx, Kunst- und Kommunikationsagentur GmbH, Wien

Medieninhaber | Media owner

art:phalanx, Kunst- und Kommunikationsagentur GmbH, Wien
Amalthea Signum Verlag, Wien, www.amalthea.at

Herausgeber und Produktion | Publisher and production

art:phalanx, Kunst- und Kommunikationsagentur GmbH, Wien

Redaktion | Editor

Martin Kugler

Übersetzung und Lektorat | Translations and editing

ALLESPRACHEN.AT-ISO 9001 GmbH, Graz

Grafisches Konzept und Gestaltung | Visual concept and design

ap media – Visuelle Kommunikation, Ulrike Dörner, Andreas Soller, Wien

Druck | Print

Druckerei Theiss/Christian Theiss GmbH,
St. Stefan im Lavanttal

Lithografie | Lithography

Pixelstorm, Wien

Papier | Paper

Munken Polar, Fedrigoni Tatami White

Schriften | Fonts

Vista Sans, Vista Slab (Xavier Dupré)

Verlag | Publishing House

Amalthea Signum Verlag GmbH, Wien

© 2017 Amalthea Signum Verlag, Wien
© art:phalanx, Kunst- und Kommunikationsagentur GmbH, Wien

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Abdruckes oder der Reproduktion einer Abbildung, sind vorbehalten. Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ohne Zustimmung des Verlages und des Herausgebers ist unzulässig.

All rights are reserved, including the rights to copy extracts or reproduce illustrations. Any and all parts of this work are protected by copyright. No part of this publication may be reproduced, translated, microfilmed or stored in a retrieval system without the prior permission of the publisher and the editor.

1. Auflage 2017
1. Edition 2017

ISBN 978-3-99050-115-3
eISBN 978-3-903083-99-8

Printed in Austria, EU
Alle Rechte vorbehalten
Copyright reserved

Bildnachweise | Photo credits

S. 4: © AIC, Foto: Peter M. Mayr; S. 14: © ETH Zürich; S. 26: © AIT, Foto: Johannes Zinner; S. 40: © AIT, Foto: Rita Skoff; S. 67: © AIT, Foto: H. Krischanz; S. 76: Christiane Spiel; S. 84/S. 116: © Universität Wien; S. 124: © MAK, Foto: Sabine Hauswirth

S. 57–65: © Aslan Kudrnofsky/MAK

Ausstellungsansicht *ARTIFICIAL TEARS. Singularität & Menschsein – Eine Spekulation*; Eine Ausstellung des MAK im Rahmen der VIENNA BIENNALE 2017: *Roboter. Arbeit. Unsere Zukunft*; 21. Juni – 1. Oktober 2017, MAK-Ausstellungshalle

Exhibition View *ARTIFICIAL TEARS. Singularity & Humanness – A Speculation*; An exhibition at the MAK in the context of VIENNA BIENNALE 2017: *Robots. Work. Our Future*; 21 June – 1 October 2017, MAK Exhibition Hall

S. 57: Sarah Ancelle Schönfeld, *Shamanistic Travel Equipment/Coats*, 2017; S. 58/59: Im Vordergrund | in the front: Aleksandra, Domanovic *Things to Come*, 2014; S. 60: Dora Budor, Skulptur *One Million Years of Feeling Nothing*, 2015; S. 61: Im Vordergrund | in the front: Jean-Marie Appriou, *Eco-Bath*, 2017; S. 62/63: Im Vordergrund | in the front: Jeremy Shaw, *DMT*, 2004; S. 65: Detail: Mariechen Danz in cooperation with Genghis Khan Fabrication Co., *Modular Glyphic System*, 2013–2017

S. 97–104: © Peter Kainz/MAK

Ausstellungsansicht *Hello, Robot. Design zwischen Mensch und Maschine*, MAK-Ausstellungshalle; Eine Ausstellung des MAK, des Vitra Design Museums und des Design museum Gent im Rahmen der VIENNA BIENNALE 2017: *Roboter. Arbeit. Unsere Zukunft*; 21. Juni – 1. Oktober 2017, MAK-Ausstellungshalle

Exhibition View *Hello, Robot. Design between Human and Machine*, MAK Exhibition Hall; An exhibition of the MAK, the Vitra Design Museum, and the Design museum Gent in the context of VIENNA BIENNALE 2017: *Robots. Work. Our Future*; 21 June – 1 October 2017, MAK Exhibition Hall