



Hannes Androsch und Martin Kugler

## **Bildung und Forschung entscheiden darüber, was wir aus dem digitalen Wandel machen**

### **Education and Research Are Decisive for What We Make of the Digital Transformation**

**Digitalisierung und vor allem künstliche Intelligenz verändern die Welt, unsere Gesellschaft und unser Wirtschaftssystem tiefgreifend. Die neuen Technologien sind freilich in zahlreiche weitere Umwälzungen wie etwa geostrategische oder demografische Verschiebungen eingebettet. Aufhalten lässt sich die Entwicklung nicht, wir müssen uns ihr stellen und die Rahmenbedingungen zukunftsweisend gestalten.**

Die Geschichte des Zauberlehrlings, der die Mächte, die er rief, nicht mehr loswurde, gehört zu den großen Mythen der abendländischen Kultur. Johann Wolfgang von Goethe schrieb die Ballade am Vorabend der industriellen Revolution – in einer Zeit also, in der noch nicht absehbar war, dass es tatsächlich einmal Maschinen geben könnte, die autonom handeln und sich sogar der Kontrolle des Menschen entziehen könnten. So etwas gab es damals nur in Märchen und Sagen. Angesichts der Fortschritte bei Digitalisierung und vor allem künstlicher Intelligenz (KI) wirkt der Zauberlehrling heute ziemlich visionär – zumindest wenn man den aufgeregten Diskursen in diversen Medien folgt.

Faktum ist, dass digitale Technologien unser Leben zur Zeit rasant und unumkehrbar verändern. Wir befinden uns am Übergang von der industriellen zu einer digitalen Revolution. Der technologische Wandel ist ein zentraler Teil eines gewaltigen Umbruchs, den die Welt derzeit erlebt. Genauer gesagt: Heute treffen mehrere große Umbrüche zusammen, von denen jeder einzelne schon für sich das Potenzial hätte, die Welt aus den Fugen geraten zu lassen.

Zum einen lässt sich eine völlige Neugewichtung der geopolitischen Situation beobachten. Über allem steht ein geostrategischer Kampf zwischen China und den USA. In diesem Zusammenhang sollte man Russland ebenso wenig vergessen wie das aufstrebende Indien. Europa lässt sich abhängen. Auch Österreich schaffte es in jüngster Zeit nicht, seine Position zu verbessern. Der Kampf wird unter anderem um die Vorherrschaft bei neuen Technologien geführt. Die Wirtschafts- und Machtstrukturen von morgen werden heute gelegt. Die Digitalisierung ist einer, wenn nicht der wichtigste Treiber für Innovationen und Veränderungen von Wirtschaft und Gesellschaft.

Zum anderen erleben wir zwei gegenläufige demografische Entwicklungen: In Indien und in Afrika explodiert die Bevölkerung; das Durchschnittsalter liegt dort bei unter 30 Jahren. Gleichzeitig wird die Gesellschaft in der westlichen Welt immer älter. Es fehlen zunehmend Arbeitskräfte, vor allem junge Fachkräfte, die der Westen für das Funktionieren seines Wirtschafts- und Sozialsystems dringend benötigt. Zur Bewältigung der damit verbundenen Probleme müssen neue Möglichkeiten erschlossen werden, die ebenfalls in die neuen Technologien eingebettet sind.

**Digitization and, even more so, artificial intelligence are profoundly transforming the world, our society and economic system. The new technologies come along with other upheavals like geostrategic and demographic shifts. There is no stopping this development; we must face up to it and create viable conditions to lead us into the future.**

The story of the sorcerer's apprentice who cannot hold sway over the spirits he has called is one of the great mythological tales of Western culture. Johann Wolfgang von Goethe wrote this ballad on the eve of the Industrial Revolution—at a time, that is, when no one could foresee that some day there would actually be machines able to operate autonomously and even elude human control. At the time, things like this only happened in legends and fairy tales. In view of the progress that digitization and, above all, artificial intelligence (AI) are making, the sorcerer's apprentice appears rather visionary—at least, if one listens in on the frantic buzz of discourses in various media.

The fact of the matter is that digital technologies are about to change our lives rapidly and irreversibly. We find ourselves in the transition from the industrial to a digital revolution. The technological transformation is central to a huge upheaval that the world is currently going through. To be more precise: there are in fact several major upheavals coming together today, each of which would alone have the potential to make the world come apart at the seams.

For one thing, there is a complete realignment of the geopolitical situation that can be observed. Standing above all is a geostrategic struggle between China and the United States. In this context, Russia should not be forgotten, nor should rising India. Europe is falling behind. Austria has not been able either to improve its position in recent times. The struggle is about predominance in new technologies. The foundation of the economic and power structures of tomorrow is laid today. Digitization is one if not the single most important driver of innovation and changes of economy and society.

For another, we are witnessing two contrary demographic developments: in India and Africa, populations are exploding, with the average age being less than thirty years. At the same time, Western societies continue to age. There is an increasing shortage of labor, particularly young skilled labor that the West urgently needs for the functioning of its economic and social system. To cope with the problems entailed, new possibilities must be made accessible, which will also have to be based on the new technologies.

Moreover, digital technologies will also play a central role in dealing with ecological problems like the consequences of climate change or the battle against hunger by facilitating, for example, ecologically sustainable increases of crop production and the fight against air pollution or forest fires.

**Reaching all spheres of life** Speaking of digitization, most people would probably think of the Internet or robots. However, digitization is a lot more than that. The technologies that will most influence our lives and work already in the near future mainly include, aside from self-driving cars, virtual reality, chatbots, language recognition, and “digital medicine.” These systems are able to learn progressively and respond independently to external conditions. AI and machine learning are being integrated more and more in everyday gadgets and appliances. The Internet of Things and Industry 4.0 are beginning to take shape. In addition, there is an increasing fusion of man and machine: so-called “brain gates”—cerebral implants—have long been tested in humans in research and are widely used in regenerative medicine.

Überdies werden auch zur Bewältigung von ökologischen Problemen, etwa der Folgen des Klimawandels, und im Kampf gegen den Hunger digitale Technologien eine zentrale Rolle spielen, etwa zur ökologisch verträglichen Steigerung von Ernten oder zur Bekämpfung von Luftverschmutzung oder Waldbränden.

**Alle Lebensbereiche werden erfasst** Bei Digitalisierung denken die meisten wohl an das Internet und an Roboter. Digitalisierung ist aber viel mehr. Zu den Technologien, die unser Leben und unsere Arbeit schon in naher Zukunft am meisten beeinflussen werden, zählen neben selbstfahrenden Autos vor allem Virtual Reality, Chatbots, Spracherkennung und die »digitale Medizin«. Diese Systeme werden zunehmend lernfähig und reagieren selbständig auf externe Gegebenheiten. KI und maschinelles Lernen werden vermehrt in Geräte des täglichen Gebrauchs integriert. Das Internet der Dinge und die Industrie 4.0 nehmen Gestalt an. Hinzu kommt eine zunehmende Verschmelzung von Mensch und Maschine: Schon längst werden in der Forschung sogenannte »brain gates« – Implantate im Gehirn – auch am Menschen getestet und in der regenerativen Medizin vielfach angewendet.

KI könnte von größerer Bedeutung sein als die Zähmung des Feuers oder die Nutzbarmachung der Elektrizität, meinen viele Experten – ähnlich wie vielleicht die Erfindung der Dampfeisenbahn und der Verbrennungskraftmaschine. Die Konsequenzen werden kaum einen Sektor unberührt lassen.

Nehmen wir die Medizin als Beispiel: Unter dem Schlagwort »precision medicine« oder »digital medicine« arbeiten unzählige Forscher und Unternehmen weltweit an neuartigen Behandlungsmethoden für Krankheiten, bei denen jeder Mensch individuell betrachtet wird. Ja mehr noch: Durch eine umfassende Analyse der genetischen Ausstattung und des Lebensstils soll eine wirksame Prävention von Erkrankungen möglich werden. Die Voraussetzung dafür ist, riesige Mengen von Gesundheitsdaten zu erfassen, miteinander zu verknüpfen, Muster und Anomalien zu erkennen und daraus richtige Schlüsse zu ziehen. Man hofft, dadurch beispielsweise Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Krebs schon an der Wurzel packen zu können und erst gar nicht entstehen zu lassen. Im Silicon Valley ist derzeit eine wahre Goldgräberstimmung hinsichtlich der digitalen Medizin ausgebrochen. Große Fonds und Risikokapitalgeber überbieten einander dabei, in die entsprechenden Start-up-Unternehmen zu investieren.

Auch das Bankwesen, um ein zweites Beispiel zu nennen, wird sich völlig verändern: Wir reden heute noch von Bargeld; in Schweden gibt es schon fast keines mehr. Auch die Inder schaffen es gerade ab. Und in China gibt es schon Bettler, die Passanten ein iPhone hinhalten – gespendet wird direkt per Smartphone.

Kurz gesagt: Die Digitalisierung hat mittlerweile alle Lebensbereiche erfasst. Berufsbilder verändern sich, Arbeitsplätze werden wegfallen, neue Jobs werden entstehen. Unternehmen müssen neue Geschäftsmodelle entwickeln und erschließen. Die Technologie wird radikale Innovationen hervorbringen und die Wirtschaft auf eine disruptive Art verändern (Plattformökonomie, Null-Grenzkosten-Gesellschaft, sachwertgeringe Unternehmungen). Mit der Entwicklung sind zahlreiche Probleme und Gefahren verbunden: Man wird heute überall überwacht, egal ob man sein Smartphone eingeschaltet hat oder nicht – das lässt Assoziationen mit George Orwells Big Brother aufkommen. Ein riesengroßes Problem ist die Ausbreitung von Cyberkriminalität, groß sind auch Bedenken hinsichtlich ethischer Konsequenzen und der anfangs erwähnten Zauberlehrlingsauswirkungen, vor denen unter anderem der kürzlich verstorbene Stephen Hawking gewarnt hat.

**Nutzen und Gefahr** Jede fundamentale Neuerung – zum Beispiel das Messer – hat beide Elemente in sich: Nutzen und Gefahr. Es ist immer eine Sache der Entscheidung, wie man eine Innovation anwendet. Kein Mensch will auf ein Messer verzichten, es kann aber auch zu einer Mordwaffe werden. Das gilt genauso für das selbstfahrende Auto oder für KI. Daher ist es unumgänglich, nicht nur technologische Problemstellungen zu erforschen und zu lösen, sondern sich auch mit rechtlichen, gesellschaft-

Many experts think AI might have greater significance than the taming of fire or the utilization of electricity—similar only to the invention of the steam locomotive and the combustion engine. Its consequences will leave almost no sector unaffected.

Let us take, for example, medicine: under the heading of “precision medicine” or “digital medicine,” countless researchers and enterprises are working on novel treatments for diseases, in which every individual is considered individually. And what is more: comprehensive analyses of genetic setup and lifestyle are supposed to facilitate effective disease prevention. The prerequisite for this is collecting and connecting vast amounts of data, identifying patterns and anomalies, and drawing the right conclusions. It is hoped that it will help to strike at the root of, for example, cardiovascular disease or cancer, or to avert them altogether. A veritable gold rush has descended on “Silicon Valley” with regard to digital medicine. Large funds and venture capitalists are vying for opportunities to invest in start-ups in the field.

To give a second example: banking will undergo a fundamental transformation, too. We still talk about cash today, while in Sweden it almost does not exist any longer. The Indians are also about to abolish it. And there are beggars in the streets of China who hold up iPhones to passers-by—you give directly by smartphone.

In brief: digitization has reached almost all spheres of life. Job profiles are changing, jobs will fall away, new jobs will be created. Corporations will have to find and develop new business models. Technology will bring forth radical innovations and shatter the economy in a disruptive way (platform economy, the zero marginal cost society, low asset-value enterprises). The development, however, brings numerous problems and dangers in its wake: there is mass surveillance everywhere today, whether your smartphone is on or not—which inevitably invokes associations with George Orwell’s Big Brother. One huge problem is rampant cybercrime; also huge are apprehensions with regard to the ethical consequences and the mentioned sorcerer’s apprentice effects, which, among others, also the recently passed Stephen Hawking has cautioned against.

**Utility and hazard** Every fundamental innovation—for example, the knife—contains in itself both elements: utility and hazard. It is always a matter of making a choice of how to use an innovation. Nobody wants to do without a knife though it may also turn into a murder weapon. The same is true of the self-driving car or AI. It is therefore inevitable not only to explore and solve technological problems but also to deal with the legal, social, judicial, and ethical issues involved. The Facebook scandal which popped up this year in spring—and which in fact only is the tip of the iceberg—clearly shows that the development needs to be based on new rules. These are complex challenges. “Back now, broom, into the closet! Be thou as thou wert before!”—like with Goethe—in any case is a highly unlikely option. And, for us, an “old master” who comes to the rescue of the feckless apprentice is nowhere in sight.

No one has a readymade answer to the challenges brought by the digital upheaval—what we are faced with here is a work in progress. However, solutions are necessary. For progress is coming, whether everybody embraces it or not, whether it instils fears or hopes of bliss and salvation.

lichen, juristischen und ethischen Fragen zu befassen. Der im heurigen Frühling virulent gewordene Facebook-Skandal – der nur die Spitze eines Eisbergs ist – zeigt deutlich, dass die Entwicklung neuer Regeln bedarf. Das sind komplexe Herausforderungen. »In die Ecke, / Besen! Besen! / Seid's gewesen.« – wie bei Goethe – ist eine jedenfalls mehr als unwahrscheinliche Option. Ein »alter Meister«, der dem Zauberlehrling zu Hilfe eilt, steht uns nicht zur Verfügung.

Niemand hat auf die Herausforderungen durch die digitalen Umbrüche eine fertige Antwort – wir stehen vor einem Work in progress. Lösungen sind aber notwendig. Denn der Fortschritt kommt ungeachtet dessen, ob er jedem willkommen ist oder nicht, ob man sich davor fürchtet oder ob man damit Heils- und Erlösungsvorstellungen verbindet.

Wie zahlreiche Beispiele aus der Geschichte zeigen, führt es zu nichts, eine Entwicklung einfach zu verbieten. Ende des 16. Jahrhunderts zum Beispiel hat der englische Student William Lee einen Strumpfwirkstuhl erfunden, der um ein Mehrfaches schneller war als die Herstellung per Hand. Er suchte 1589 bei Königin Elizabeth I. um ein Patent dafür an, das ihm aber verweigert wurde. Offiziell begründete wurde die Ablehnung damit, dass die Qualität der Socken zu grob sei. Man vermutet allerdings, dass das nur eine Ausrede war und die Obrigkeit die Arbeitsplätze der Handstrickerinnen und -stricker schützen wollte. Dieser Verdacht erhärtet sich angesichts der Tatsache, dass Lee 1609 eine verbesserte Maschine anmelden wollte und ihm auch dieses Patent – diesmal von König Jakob I. – abgeschlagen wurde. Aufzuhalten war die Entwicklung trotzdem nicht: Ende des 17. Jahrhunderts gab es mehr als 1500 Wirkstühle in London – und das Königshaus erließ für diese Maschinen ein Exportverbot.

Auch ein Sturm auf Maschinen ist sinnlos, wie etwa der Aufstand der Luddisten zeigt, die zwischen 1811 und 1816 in Nottingham zuerst Nadeln von Strickmaschinen zerbrachen und später ganze Webstühle und sogar Fabriken zerstörten. Diese Gewalt wurde von der Obrigkeit mit Gegengewalt gebrochen – durch 12.000 Soldaten und ein eigenes Gesetz (»Frame-Breaking Act«), das die Zerstörung von Webstühlen unter Todesstrafe stellte. Über ähnliche Turbulenzen berichtet auch Gerhart Hauptmann in *Die Weber*. So nachvollziehbar die sozialen Ursachen für die Aufstände auch sein mögen – aufhalten konnten sie den technologischen Wandel nicht.

Heute will niemand Maschinen tatsächlich zerstören. Eine aktuelle Variante, eine steuerliche Form des Luddismus, ist sicher nicht zielführend. Auch eine solche Antwort wird den technologischen Wandel nicht aufhalten können, zumal nationale Alleingänge ohnehin nicht funktionieren und der Staat zudem seine eigene Politik, nämlich die Förderung neuer Technologien, konterkarieren würde.

**Die Zukunft proaktiv gestalten** Der digitale Wandel findet statt. Sinnvoll ist es daher, die Veränderungen zu gestalten und geeignete Rahmenbedingungen dafür zu schaffen. Entscheidend ist, wie Gesellschaft, Wirtschaft, Sozialsystem und vor allem Bildungssystem darauf möglichst proaktiv reagieren. Flexibilität wird sowohl aus unternehmerischer als auch aus individueller Sicht notwendig sein, um neue Möglichkeiten nutzen zu können und die Herausforderungen zu bewältigen. Die Schwierigkeit besteht darin, dass man derzeit bestenfalls erahnen kann, welche Entwicklungen eintreten werden, und dass man nicht weiß, wann jene entscheidenden Technologiesprünge tatsächlich stattfinden werden, die erneut grundlegende Veränderungen bewirken werden.

Derzeit sind Europa und Österreich bei digitalen Technologien – und nicht nur in diesem Bereich – im Hintertreffen. Die globalen Akzente werden aktuell in den USA und in China gesetzt. Man darf auch Indien nicht unterschätzen, das mit Riesenschritten aufholt, wie das Beispiel der Technologiemetropole Bangalore zeigt. Europa ist dagegen in der alten Industrie verhaftet: Hier wird über Diesel gestritten, während China zur Elektroauto-Weltmacht wird. Die europäischen Länder müssen hier rasch nachziehen, um im Wettbewerb um datenbasierte Technologien nicht den Anschluss zu verlieren. Es ist daher zu fordern, dass die entsprechenden Mittel für das nächste »Horizon Europe«-Rahmenprogramm der EU für Forschung und Innovation zumindest verdoppelt werden.

As numerous examples from history show, simply trying to prohibit a development does not lead to anything. In the late sixteenth century, the English student William Lee invented a stocking frame that was several times faster than manual production. He applied for a patent with Queen Elizabeth I but was refused it, officially on grounds of the quality of his stockings being too coarse. It was suspected, though, that this was just an excuse and that authorities merely sought to protect hand-knitting jobs—an assumption that was borne out by the fact that when Lee tried to have an improved machine registered in 1609 he was again refused a patent, this time by King James I. The development was nevertheless unstoppable: toward the end of the seventeenth century, there were more than 1,500 stocking frames in operation in London—and the monarchy eventually imposed an export ban on those machines.

Physical attacks against machines do not make sense either, as the riots of the Luddites between 1811 and 1816 show, who first broke off the needles of knitting machines in Nottingham and later took to destroying entire looms and even factories. Their violence was crushed with counter-violence by the authorities—by sending 12,000 soldiers and imposing special legislation (the “Frame Breaking Act”) forbidding destruction of looms under penalty of death. Similar turbulences are recounted by Gerhart Hauptmann in his drama *The Weavers*. However understandable the social causes of such riots may be—they nevertheless could not stop technological change.

Today, nobody actually wants to destroy machines. A present-day variant, a kind of taxation-based neo-Luddism, would certainly not be meaningful. Such a response would not be able to stop technological change either, even less so given that isolated national measures will not work anyway and governments would in effect undermine their own policy of promoting new technologies.

**Proactive shaping of the future** The digital transformation is happening. It does therefore make sense to try and shape the course of change and create suitable conditions for it. What will be decisive is how society, the economy, the social and, most importantly, the educational system can respond to this as proactively as possible. Both from a corporate and an individual point of view, flexibility will be imperative in order to make use of new possibilities and cope with challenges. The difficulty is that at the moment one can, at best, only guess what developments will become realities, and that nobody knows when those decisive technological leaps will actually occur that will again induce fundamental changes.

Currently, Europe and Austria are lagging behind when it comes to digital technologies—and not only there. Globally, the U.S. and China stake out the terrain. We should not underestimate India, though, which is making giant strides to catch up, as the example of the tech metropolis Bangalore shows. Europe, by contrast, appears caught up in its old industries: here, we argue over Diesel, while China sets out to become a world power of e-mobility. The European countries will have to catch up quickly in order not to be left behind in the competition for data-based technologies. It should therefore be demanded that funding for the next “Horizon Europe” EU framework program for research and innovation should at least be doubled.

Smaller countries like Austria are particularly endangered. This shows, among other things, in this year’s Digital Economy and Society Index (DESI), which is published annually by the European Commission. Like in the years before, Austria is in eleventh place, slightly above the average of the EU-27. Yet the distance to the top, which is dominated by the Scandinavian and Benelux countries, is great. The fact that Germany is shortly behind Austria is no consolation either. We must orient ourselves towards the top, not mediocrity.

Kleinere Länder wie Österreich sind besonders gefährdet. Das zeigt unter anderem der aktuelle Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (Digital Economy and Society Index/DESI), den die Europäische Kommission alljährlich veröffentlicht. Österreich kommt wie in den Jahren zuvor auf Platz elf und liegt leicht über dem Durchschnitt der 27 EU-Staaten zu liegen. Doch der Abstand zur Spitze, die von den skandinavischen Ländern und den Benelux-Staaten dominiert wird, ist groß. Dass Deutschland knapp hinter Österreich rangiert, ist kein Trost. Wir müssen uns an der Spitze orientieren, nicht am Mittelmaß.

Der digitale Bereich ist keine Ausnahme, der Rückstand zeigt sich in allen relevanten Rankings. Auch im aktuellen Bericht des Rates für Forschung und Technologieentwicklung zur wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Österreichs wird klar nachgewiesen, dass Österreich – im Gegensatz zu den Zielen der 2012 von der Bundesregierung beschlossenen FTI-Strategie – seine internationale Position nicht verbessern konnte. Österreich ist trotz einer Steigerung der F&E-Quote nicht in die Gruppe der »Innovation Leader« vorgestoßen, sondern im Mittelfeld zurückgeblieben. Es gibt ein Missverhältnis zwischen Input und Output: Es gelingt nicht, die wissenschaftlichen Leistungen am Markt umzusetzen und das vorhandene Potenzial auszuschöpfen. Die Gründe dafür sind vielfältig: Das beginnt bei der fehlenden Flexibilität und beim Verwaltungsdschungel und reicht bis hin zu einer zu niedrigen Dotierung der Universitäten und vor allem der Grundlagenforschung. Im aktuellen österreichischen Regierungsprogramm und in den Budgets sind nur wenige entsprechende Maßnahmen zu finden. Es wird zwar eine Digitalisierungsagentur (DIA) eingerichtet, aber es fehlt an Mitteln, den Rückstand an digitaler Infrastruktur abzubauen.

**Forschung und Bildung sind entscheidend** Eine Schlüsselrolle spielen Bildung und die Qualifizierung von Arbeitskräften. Österreich muss seine jungen Menschen für die Zukunft fit machen, so gut es geht. Derzeit fehlen 60.000 hochqualifizierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, und das ist nicht nur den heute niedrigeren Geburtenraten anzulasten. Das bestehende Bildungswesen ist nicht einmal mehr für das Industriezeitalter geeignet, geschweige denn für das digitale Zeitalter. Die Tatsache, dass jeder sechste Pflichtschulabsolvent nicht sinnerfassend lesen kann, zeigt, dass nicht einmal ein ordentlicher Deutschunterricht stattfindet. Es gilt unbedingt danach zu trachten, dass im Bildungssystem niemand abgehängt wird und keine »forgotten people« produziert werden. Wenn man Menschen nicht zukunftsfit macht, werden die schlimmsten Befürchtungen eintreten und die Ängste vor der Digitalisierung zur selbsterfüllenden Prophezeiung.

Die notwendigen Maßnahmen müssen bereits bei der Vorschule ansetzen. Da heute 70 Prozent aller Mütter berufstätig sind, muss schon diese ganztätig sein; für integrationsbedürftige Menschen braucht man erst recht eine Ganztagsbetreuung. Zurzeit gehen viel zu viele Talente verloren – das ist die große gesellschaftliche Herausforderung. Auch die Lehrinhalte müssen sich ändern: Zusätzlich zu profunden Fachkenntnissen müssen den Schülern und Studierenden weitere Qualifikationen vermittelt werden, um für neue Technologien und künftige Herausforderungen bestmöglich gerüstet zu sein. Auf Grundlage eines interdisziplinären Verständnisses gilt es auch gesellschaftliche, rechtliche und ethische Aspekte mit einzubeziehen. Dafür ist das heutige österreichische Schulsystem höchst ungeeignet.

Bildung und Forschung werden darüber entscheiden, was wir aus dem digitalen Wandel machen. Eine Zukunftsvision wäre, dass es möglich sein sollte, in einer besseren Welt zu leben – wobei man natürlich diskutieren kann, was man unter einer besseren Welt versteht. Es geht darum, die Chance zu nutzen. Das ergibt eine Perspektive, und daraus ergeben sich Aufgaben, die es zu bewältigen gilt. Wenn das nicht gelingt, wird die von vielen zu Recht kritisierte Ungleichheit in der Gesellschaft weiter steigen.

The digital area is no exception, the deficit shows in every relevant ranking. The latest report of the Council of Research and Technology Development about Austria's performance in science and technology clearly indicates that—in contrast to the goals of the RTI strategy adopted by the federal government in 2012—Austria could not improve its international position. Despite a stepped-up R&D quota, Austria was unable to make its way up into the group of “Innovation Leaders” but was stuck in mid-table. There is a disproportion of input to output, and we are unsuccessful in taking scientific achievements to the market and exhausting the existing potential. The reasons for this are diverse: from a lack of flexibility and the jungle of public administration to insufficient funding of universities and, above all, fundamental research. Only few measures to address the matter are found in current Austrian government programs and budgets. There are plans to establish a Digitization Agency (DIA), but there still is a shortage of funding to clear the backlog of digital infrastructure.

**Research and education are crucial** Education and labor qualification play a key role. Austria must try to make its young people as fit for the future as possible. At present, there is a shortage of 60,000 in high-qualification labor, which is not only due to today's lower birth rates. The existing educational system in fact is no longer fit for the industrial, let alone the digital, age. The fact that one out of six of those leaving compulsory secondary school does not have reading comprehension shows that even German language teaching does not work the way it should. It ought to be considered imperative not to leave anybody behind in the educational system and not to produce “forgotten people.” If people are not made fit for the future, the worst apprehensions will come true and the fears of digitization will become a self-fulfilling prophecy.

Necessary measures already have to start in preschool. Given that seventy percent of mothers today are working mothers, all-day school is a necessity, all the more so for people with integration issues. We are currently losing too many talents—that is the main challenge to society. The contents of teaching will have to change as well: apart from in-depth knowledge of special subjects, additional qualifications will have to be imparted to pupils and students to prepare them in the best possible way for new technologies and future challenges. Based on an interdisciplinary understanding, this also involves social, legal, and ethical aspects. This, however, is something that the present-day Austrian school system is highly unsuited for.

Education and research will be decisive for what we make of the digital transformation. One vision for the future could be that it should be possible to make this world a better place—though it is of course debatable what a better world means. It is all about using the chance. That unfolds a perspective, and poses tasks to cope with. If this cannot be done, inequality in our society that is being rightly criticized by many will continue to rise.

Digitization is transforming our world rapidly and irreversibly. We need some new thinking about the distribution of labor, performance, and wealth. In the near future at least, it will still be up to humankind to decide on what objectives to use technologies for and how to specifically implement them. In his “Sorcerer's Apprentice,” Goethe, it seems, already intuited the problems facing us today.



Digitalisierung verändert unsere Welt rapide und unumkehrbar. Wir brauchen ein neues Denken über die Verteilung von Arbeit, Leistung und Wohlstand. Zumindest auf absehbare Zeit ist und bleibt es der Mensch, der darüber entscheidet, für welche Ziele Technologien genutzt und wie sie konkret eingesetzt werden. Goethe hat in seinem »Zauberlehrling« die Problematik von heute offenbar intuitiv gespürt.

**Unterschiedliche Sichtweisen auf KI** Im Folgenden werden in diesem Jahrbuch zu den Alpbacher Technologiegesprächen aus unterschiedlichsten Perspektiven viele detaillierte Blicke auf das Thema KI geworfen. Um die Konsequenzen von KI für die gesellschaftliche Entwicklung, für das Innovationsgeschehen und für die Wissenschaft dreht sich ein einleitendes Gespräch mit den beiden Innovationsforschern Matthias Weber und Petra Schaper-Rinkel. Diskutiert wird unter anderem, welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um die Möglichkeiten der Technologie sinnvoll nutzen zu können – sowohl für Mensch und Gesellschaft im Allgemeinen als auch für den Standort Europa und Österreich. Als zentraler Hemmschuh bei solchen Überlegungen erweist sich das menschliche Unvermögen, sich künftige Entwicklungsszenarien vorzustellen.

In einem separaten Block widmen sich Martin Kugler und Helmut Leopold den Grundlagen von KI. Dabei wird zum einen den Begriffen »Intelligenz« und »künstliche Intelligenz« nachgespürt – ist doch alles andere als klar, was genau damit gemeint ist. Um den heutigen Status der Technologie einordnen zu können, wird zum anderen ein historischer Überblick über ein Dreivierteljahrhundert Forschung gegeben. Und schließlich werden die grundlegenden Konzepte, die technischen Voraussetzungen und die aktuellen Methoden von KI näher erläutert.

Ein zentraler Aspekt der Entwicklung von KI ist die Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Manfred Tscheligi beklagt im Interview, dass bei der Gestaltung von KI-Systemen derzeit zu wenig auf die Schnittstelle zum Menschen als Nutzer der Technologie geachtet wird. Das berge große Gefahren in sich, die von Unterforderung und »Deskilling« bis hin zu fehlender Akzeptanz der Technologie reichen. Durch überlegtes Design könnten viele dieser Probleme gemildert werden, ist Tscheligi überzeugt.

**Utopien und Dystopien** Wesen mit Eigenschaften, die gemeinhin dem Menschen zugeschrieben werden, haben immer schon eine große Faszination ausgestrahlt und sowohl positive Utopien als auch schauderhafte Dystopien hervorgerufen. In einem knappen Überblick werden historische Beispiele – etwa der Golem – und die heutige Debatte über KI prägende Schlagworte wie »technologische Singularität«, »Superintelligenz« oder »Transhumanismus« thematisiert.

Viele Befürchtungen hängen auch mit Sicherheitsaspekten der Technologie zusammen. Helmut Leopold fokussiert in seinem zweiten Beitrag auf die Frage, ob KI an sich eine sichere Technologie ist und ob wir ihr vertrauen können. Zum einen ermögliche die Technologie eine Ausweitung herkömmlicher Formen der Kriminalität, zum anderen würden aber auch völlig neue Formen der Cyberbedrohung auftreten – zu deren Abwehr es erst wenige Methoden gibt, meint Leopold. Manche Befürchtungen erscheinen allerdings angesichts des derzeitigen Entwicklungsstandes von KI deutlich überzogen.

Daten werden heute von vielen Experten als das Gold der Gegenwart und Zukunft angesehen. In einem ausführlichen Interview gibt der jüngst auf eine Stiftungsprofessor an der Technischen Universität Wien berufene Allan Hanbury Einblicke in sein Forschungsgebiet: Data Intelligence. Er erklärt, was man mithilfe von KI alles aus Daten herauslesen kann – und was (noch) nicht, und betont die hohe Bedeutung der Technologiefolgenabschätzung für alle, die in der Grundlagenforschung tätig sind.

**Looking at AI from different angles** In the following, in-depth looks are taken at the subject of AI from a broad range of perspectives in this yearbook published on the occasion of the Alpbach Technology Symposium. The consequences of AI for the development of society, for innovation, and science is in the center of an opening conversation with innovation researchers Matthias Weber and Petra Schaper-Rinkel. Among other things, they discuss the question of what prerequisites must be provided to make meaningful use of the technology—both for humans and societies in general and for the business location of Europe and Austria. One obstacle that stands in the way of any such considerations turns out to be the human inability of actually imagining scenarios of future development.

In a separate section, Martin Kugler and Helmut Leopold address some of the basics of AI. For one thing, that involves exploring the notions of “intelligence” and “artificial intelligence”—after all, it is anything but clear what exactly they mean. In order to be able to gauge today’s state of technology, a historical survey is provided of three quarters of a century of research. Finally, fundamental concepts, technical prerequisites, and current AI methods are elucidated in some detail.

One central aspect in AI development is the interaction between man and machine. Manfred Tscheligi criticizes in an interview that not enough attention is being given to the interface with the human as the user of the technology. This, he says, involves great dangers, from bore-out and “deskilling” to a lack of acceptance of the technology as such. Tscheligi is convinced that well-thought-out designs could help to alleviate many of these problems.

**Utopias and dystopias** Creatures showing qualities commonly ascribed to humans have always held great fascination and evoked both positive utopias and horrific dystopias. A brief overview discusses a number of historical examples—such as the golem—and also addresses some of the buzzwords swirling around in today’s AI debate, like “technological singularity,” “superintelligence,” or “transhumanism.”

Many fears are also related to the security and safety aspects of the technology. In his second contribution, Helmut Leopold focuses on the question whether AI is per se a safe technology that we may trust. For one thing, he argues, the technology facilitates the spreading of traditional forms of crime, and for another, it ushers in entirely new types of cyberthreats—with only few methods at hand, Leopold says, to defend against them. Some apprehensions, though, appear to be clearly exaggerated given the current actual state of AI development.

Many experts today consider data to be the gold of the present age and the future. In an in-depth interview, Allan Hanbury, recently appointed to an endowed chair at the Vienna University of Technology, affords an insight into his area of research: data intelligence. He explains what can be read out of data using AI—and what cannot (yet), and he emphasizes the significance of technology assessment for everybody working in basic research.

**The role of AI in the work life of the future** This also relates to the role that AI is going to have in work life in the future. In a much-noted article they published in *Science* magazine, U.S. researchers Erik Brynjolfsson and Tom Mitchell defined eight criteria to decide in which cases it makes sense to employ AI, and in which not. This leads to several important conclusions that may dampen exaggerated pessimism: for one thing, the usability of machine learning algorithms has its limits, given the current state of development, and for another, only parts of jobs are replaceable by AI.

**Die Rolle von KI im Arbeitsleben der Zukunft** Das betrifft auch die Rolle, die KI im Arbeitsleben der Zukunft haben wird. In einem aufsehenerregenden Artikel in der Wissenschaftszeitschrift *Science* haben die beiden US-Forscher Erik Brynjolfsson und Tom Mitchell acht Kriterien definiert, in welchen Fällen Methoden der KI sinnvoll einsetzbar sind und in welchen nicht. Daraus ergeben sich mehrere wichtige Schlüsse, die einen übertriebenen Pessimismus dämpfen können: Zum einen sind dem Einsatz von KI beim derzeitigen Entwicklungsstand maschineller Lernalgorithmen Grenzen gesetzt, zum anderen werden immer nur Teile von Jobs durch KI ersetzt werden.

KI-Systeme werden jedenfalls in viele, wenn nicht sogar in alle Bereiche unseres künftigen Lebens Eingang finden. Deutlich sichtbar ist das etwa beim Siegeszug von Robotern – sei es in Fabriken, sei es in der Landwirtschaft, sei es auf der Straße. Wie Georg Langs erläutert, wird KI aber auch in der Medizin als Unterstützung für Ärzte immer wichtiger – etwa um frühzeitig Anzeichen von Krankheiten zu entdecken, Diagnosen zu bewerten oder bei Therapieentscheidungen zu helfen. Helga Nowotny und Stefan Thurner machen einen Blick in eine mögliche Zukunft, wie ein intelligentes Computersystem (das derzeit am Complexity Science Hub in Wien aufgebaut wird) bei Entscheidungen helfen könnte. Und schließlich wird ein knapper Überblick über den aktuellen und künftigen Einsatz von KI in diversen Dienstleistungssektoren gegeben.

**Disruption in der Wirtschaft** Um die wirtschaftlichen Konsequenzen von KI geht es in einem ausführlichen Interview mit dem IT-Investor und -Vordenker Hermann Hauser. Er sieht bereits einige Bereiche, in denen KI bereits drauf und dran ist, ganze Industriezweige umzukrempeln – etwa durch Spracherkennung oder autonome Fahrzeuge. Den nächsten großen Schritt erwartet er bei der Automatisierung von Entscheidungen. Hauser setzt sich für eine wesentlich klarere Regelung des Datenschutzes ein – denn große anonymisierte Datensätze seien die Grundvoraussetzung für KI, und je besser ein System reguliert ist, desto höher sei die Qualität der Daten.

Den Abschluss dieses Jahrbuches bildet ein Blick in eine der Boomregionen der Welt, nach Indien: Gerald Reischl beschreibt in einer großen Reportage, wie die Regierung mit einer noch nie dagewesenen Digitalisierungsoffensive – mit Big Data, Blockchain, KI und dem Internet der Dinge – die Infrastruktur und die Voraussetzungen schaffen will, um das Land (wieder) zur größten Wirtschaftsmacht und Wissensgesellschaft der Welt zu machen.

**Interdisziplinäre Schnittstellen** Zwischen den einzelnen Fachbeiträgen finden sich visuelle Beispiele aus dem Bereich der Kunst, deren Urheber sich auf unterschiedliche Weise mit diversen Aspekten von KI auseinandersetzen. Dies ist Teil des Programms ARTTEC, dieses Jahr in Alpbach mit der Ars Electronica realisiert, das Schnittstellen von Kunst, Technologie und Wissenschaft versammelt, um neue sowie zukunftsrelevante Perspektiven zu eröffnen. ✕

---

Hannes Androsch, geboren 1938 in Wien, ist Aufsichtsratsvorsitzender des Austrian Institute of Technology (AIT), Vorsitzender des Rats für Forschung und Technologieentwicklung (RFTE) und war bis Juni 2016 Aufsichtsratsvorsitzender der Finanzmarkteteiligungsgesellschaft des Bundes (FIMBAG). In seiner politischen Tätigkeit (SPÖ) war er u. a. Abgeordneter zum Nationalrat (1966–1970), Bundesminister für Finanzen (1970–1981) und Vizekanzler (1976–1981). Danach war er Generaldirektor der Creditanstalt-Bankverein (1981–1988) und Vorsitzender der Österreichischen Kontroll-

bank AG (1985–1986). 1989 gründete er die AIC Androsch International Management Consulting GmbH und begann 1994 den Aufbau einer industriellen Beteiligungsgruppe (Austria Technologie & Systemtechnik AG, Österreichische Salinen AG u. a.). 2004 errichtete er die »Stiftung Hannes Androsch bei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften« und ist dort seit 2005 Mitglied des Senats. Ehrendoktorate und Ehrensator an verschiedenen österreichischen und internationalen Universitäten (Montanuniversität Leoben, Universität New Orleans, USA, u. a.).

In any case, AI systems will be making their way into many if not all fields of our life in the future. This is clearly visible in the triumphant progress that robots are making—whether in manufacturing, agriculture, or on the streets. As Georg Langs explains, AI will also become ever more important in medicine to support doctors—for example, to help early detection of disease symptoms, evaluating diagnoses, and making therapy decisions. Helga Nowotny and Stefan Thurner cast a look into a possible future to indicate how an intelligent computer system (as is currently being built at the Complexity Science Hub in Vienna) may support decision-making. A succinct overview surveys current and future uses of AI in different service industry sectors.

**Disruption in the economy** The economic consequences of AI are discussed in an extensive interview with IT investor and leading thinker Hermann Hauser. He already sees a number of areas in which AI is set to turn entire industry sectors upside down—for example, through language recognition or self-driving vehicles. The next big step that he expects is automated decision-making. Hauser advocates much clearer data protection rules—large sets of anonymized data are an essential prerequisite of AI, and the better a system is regulated, the higher the quality of the data.

The concluding article of this yearbook takes a look at one of the booming regions of the global economy, India: Gerald Reischl describes in a large reportage how the Indian government is launching an unprecedented digitization offensive—based on big data, the blockchain concept, AI, and the Internet of Things—to establish the infrastructure and the prerequisites needed to make the country (again) the largest economic power and knowledge-based society in the world.

**Interdisciplinary interfaces** Interspersed between the individual specialized articles are visual examples from the area of art, the creators of which take on different aspects of AI in various ways. This is part of the ARTTEC program, realized this year in Alpbach in cooperation with Ars Electronica, which brings together interfaces of art, technology, and science so as to open up relevant new perspectives of looking to the future. ✕

---

Hannes Androsch, born in Vienna in 1938, is Chairman of the Supervisory Board of the Austrian Institute of Technology (AIT) and Chairman of the Austrian Council for Research and Technological Development (RFTE). Until June 2016, he was Chairman of the Supervisory Board of the Finanzmarkteteiligungsgesellschaft des Bundes (FIMBAG). During his political career (SPÖ), his positions included Member of the National Assembly (1966–1970), Federal Minister of Finance (1970–1981), and Vice Chancellor (1976–1981). After this, he served as Director General of Creditanstalt-Bankverein (1981–1988) and as Chairman

of Österreichische Kontrollbank AG (1985–1986). In 1989, he founded AIC Androsch International Management Consulting GmbH, and in 1994 initiated the establishment of an industrial investment group (Austria Technologie & Systemtechnik AG, Österreichische Salinen AG, etc.). In 2004, he founded the “Hannes Androsch Foundation at the Austrian Academy of Sciences,” where he has been a member of the senate since 2005. He has received honorary doctorates and is an honorary senator at various Austrian and international universities, including the Montanuniversität Leoben and the University of New Orleans, USA.