

Technologie im Gespräch
Discussing Technology

**Hannes Androsch, Wolfgang Knoll,
Anton Plimon (Hg. Eds.)**

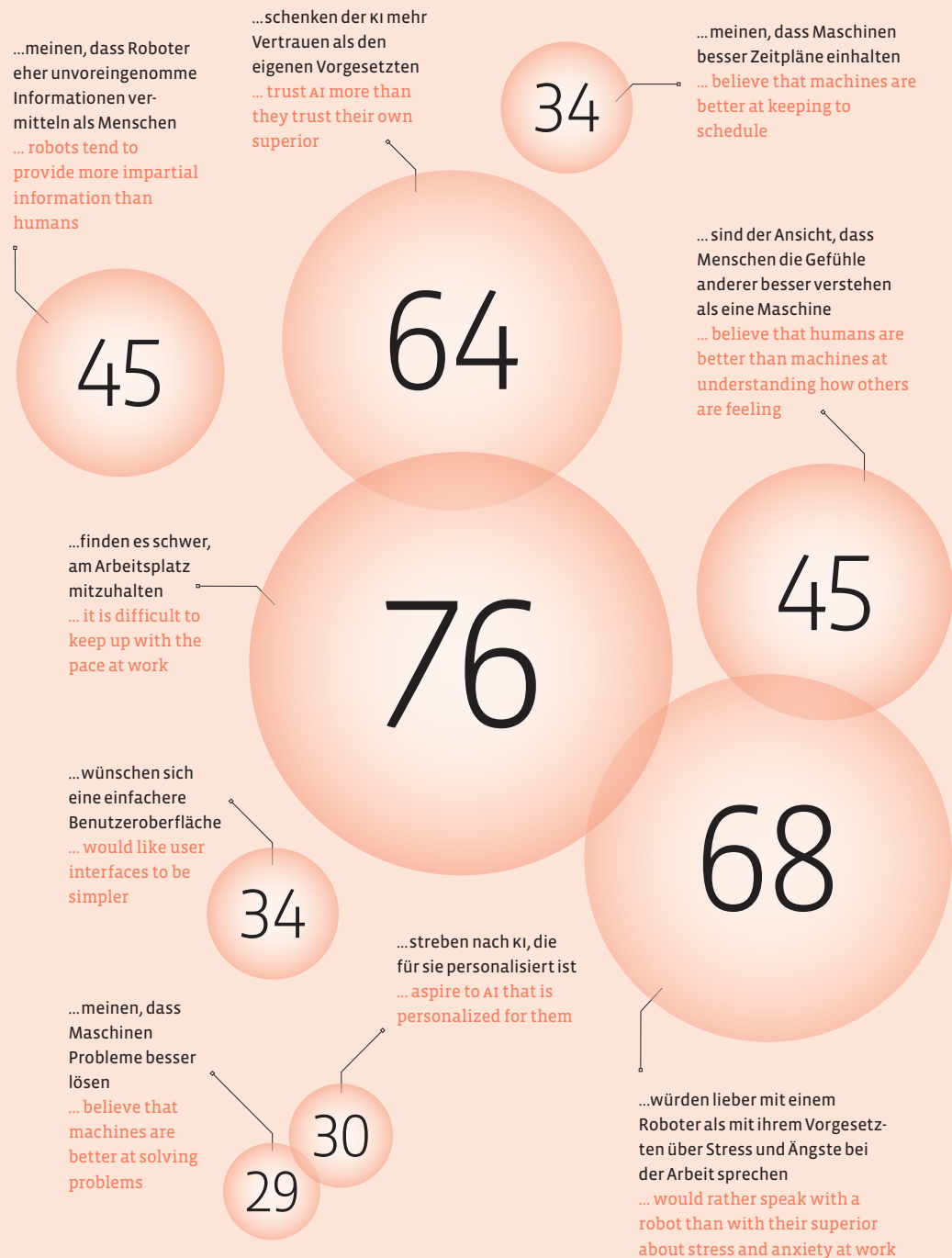
Human
Centered
Innovation

Jahrbuch zu den Alpbacher Technologiegesprächen 2021
Alpbach Technology Symposium Yearbook 2021

1 KI breitet sich im Arbeitsleben aus
The role of AI in our working lives is expanding

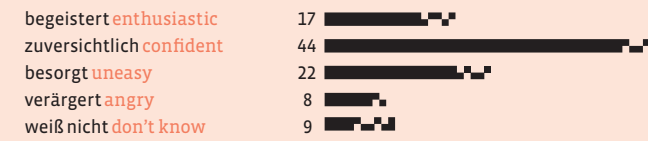
Im Jahr 2019 arbeitet schon jeder Zweite Arbeitnehmer mit einer Form von KI.
 Im Jahr zuvor war es noch jeder Dritte.
 In 2019, every second employee was already working with a form of AI.
 A year earlier it was only every third employee.

Angaben in Prozent der Befragten Data in percent of respondents

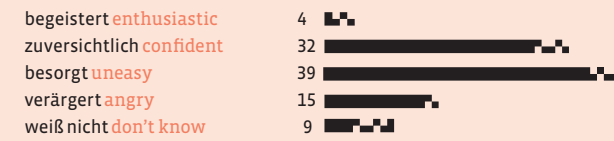


2 Emotionen zum Einsatz von Robotern
Emotions regarding the use of robots

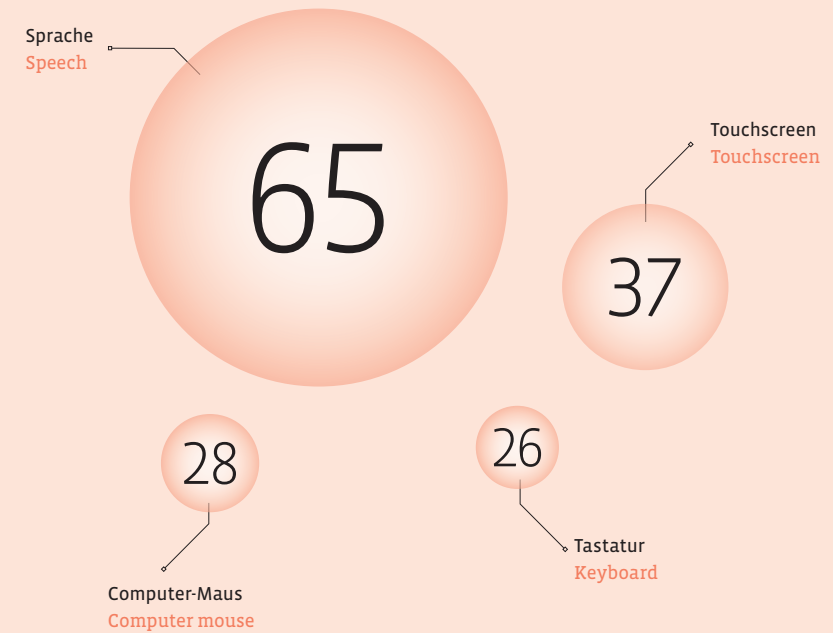
im Alltag (Haushalt) In everyday life (In the home)



im Arbeitsumfeld In the working environment



3 Welche Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine ist die natürlichste?
What is the most natural interface between humans and machines?



Quellen Sources

- 1 Umfrage von Oracle und Future Workplace unter 8.370 Angestellten, Managern und Mitarbeitern von Personalabteilungen
 Survey by Oracle and Future Workplace amongst 8,370 employees, managers, and staff in personnel departments
- 2 SORA unter 1000 Österreichern, davon 547 Erwerbstätigen im Auftrag des Österreichischen Robotikrates
 SORA survey of 1,000 Austrians, including 547 employees, commissioned by the Austrian Council on Robotics
- 3 Umfrage unter 100 Computerexperten im Auftrag des Schweizer Unternehmens Spitch
 Survey of 100 computer experts commissioned by the Swiss company Spitch

Angaben in Prozent der Befragten Data in percent of respondents



Technologie im Gespräch 2021
Discussing Technology 2021



HOLZHAUSEN
— *Der Verlag* —





Inhalt Contents

	Hannes Androsch/Martin Kugler
4	Wie wir das Feuer der digitalen Revolution zähmen How We Can Tame the Fire of the Digital Revolution
	Mensch-Maschine-Beziehung Human-machine Relationship
16	Mensch und Maschine: Die Geschichte einer Beziehung People and Machines: The Story of a Relationship
26	Wie der Mensch Technologien nutzt How Humans Use Technologies
34	Lexikon Lexicon Zentrale Begriffe rund um „Human Centered Innovation“ Key Terms Relating to “Human Centered Innovation”
	Technologische Fragestellungen Technological Questions
40	Markus Murtinger Einbeziehung des Faktors Mensch in die Gestaltung von Technologien Taking the Human Factor into Account in the Design of Technology
52	Andreas Kugi Industrie 5.0: Mensch und Maschine als Partner Industry 5.0: Humans and Machines as Partners
64	Interview Matthias Scheutz „Roboter müssen soziale Normen verstehen“ ”Robots Need to Understand Social Norms”
72	Digitaler Wandel Digital Change



ARTEC zeigt Schnittstellen von Kunst, Technologie und Wissenschaft

ARTEC highlights interfaces between art, technology, and science.



Diesjähriger Kulturpartner ist die Vienna Biennale for Change 2021.

This year's culture partner is Vienna Biennale for Change 2021.



Mensch, Umwelt und Gesellschaft **People, Environment, and Society**

- 84 One Health: Gemeinsamer Blick auf Mensch, Umwelt, Tiere und Pflanzen
One Health: A Holistic View of Humans, the Environment, Animals, and Plants
- 92 Die „Grüne Transformation“
The Green Transition
- 102 Matthias Weber
Wie man Transformationsprozesse gestalten kann
How We Can Shape Transformation Processes

Ausblick **Outlook**

- 114 Interview Manfred Tscheligi
Next Generation Human Centricity:
„Den Menschen in seiner ganzen Vielfalt ins Zentrum rücken“
**Next Generation Human Centricity:
“Placing Humans, in All Their Diversity, Center Stage”**

Positionen der Kunst **Positions of Art**

- 130 Christoph Thun-Hohenstein
Gemeinsam die Klima-Moderne gestalten
Shaping Climate Modernity Together
- 162 Alpbacher Technologiegespräche: „The Great Transformation“
Alpbach Technology Symposium: “The Great Transformation”



Hannes Androsch und Martin Kugler

Wie wir das Feuer der digitalen Revolution zähmen

Die Corona-Krise hat gezeigt, wie entscheidend Wissenschaft, Forschung, Technologie und Innovation für unser Leben sind. Mit dem Vordringen der digitalen Revolution und der derzeit stattfindenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Transformation stellen sich indes viele neue Herausforderungen und Fragen, die dringend einer Antwort bedürfen. Geklärt werden muss insbesondere das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine: Der Mensch mit seinen Werten und Bedürfnissen muss im Mittelpunkt jeglicher Technologieentwicklung stehen.

Die Corona-Pandemie hält uns seit mehr als einem Jahr fest im Griff. Sie hat neben den gesundheitlichen Bedrohungen mehrfache Krisen ausgelöst und Kollateralschäden verursacht, vor allem im Bildungsbereich und der Wirtschaft. Die Folgen werden tiefe Bremsspuren und große Flurschäden sein, von denen nicht nur weite Teile der Gesellschaft, sondern auch das internationale Gefüge, die globale politische und wirtschaftliche Ordnung betroffen sein werden.

Die Corona-Krise war aber gleichzeitig auch die Stunde der Wissenschaften und der Forschung: Innerhalb von Wochen konnte das gefährliche SARS-CoV-2-Virus entschlüsselt werden. Und innerhalb von Monaten gelang es, die ersten Impfstoffe zu entwickeln und zum Einsatz zu bringen. Weitere werden folgen – und auch entsprechende Medikamente zur Behandlung der lebensgefährlichen Folgen einer Infektion. Diese enorme wissenschaftliche Leistung hat die Bedeutung von Forschung auf breiter Basis bewusst werden lassen. Die raschen Ergebnisse waren nur möglich, weil sie auf jahrzehntelang entstandenen kumulierten Fortschritten in der Grundlagenforschung in vielen Bereichen beruhen – von der DNA-Forschung und der Genomsequenzierung bis hin zu Künstlicher Intelligenz, Big Data und Bioinformatik. Hier wurde in vielen kleinen Schritten eine solide Basis gelegt. Diese Erkenntnisfortschritte konnten nun in kürzester Zeit in einem großen Schritt abgerufen und auf ein drängendes weltweites Problem angewandt werden. Diese Tatsache sollte auch in Österreich zur Einsicht über die Bedeutung von Wissenschaft und Forschung auch als Wirtschaftsfaktor führen sowie die dafür nötige Mittelbereitstellung bewirken – damit wir endlich die Rückständigkeit in diesem Bereich überwinden.



Hannes Androsch and Martin Kugler

How We Can Tame the Fire of the Digital Revolution

The corona crisis has highlighted the decisive roles that science, research, technology, and innovation can play in our lives. Meanwhile, the advancing digital revolution and ongoing social and economic transformation are throwing up many new challenges and asking many new questions that demand urgent answers. In particular, we must clarify the relationship between humans and machines: People, their values, and their needs must be at the heart of every technological development.

We have been firmly in the grip of the corona pandemic for more than a year. Alongside the threat to our health, it has triggered multiple crises and caused extensive collateral damage, above all in the educational and economic fields. The sharp slowdown and widespread suffering left behind by the pandemic will affect not only broad swathes of society but also international structures and the global political and economic order.

At the same time, however, the corona crisis has also turned the spotlight firmly on science and research: The dangerous SARS-CoV-2 virus was decoded in weeks. And the first vaccines were developed and deployed in just a few months. More will follow – together with drugs designed to treat the life-threatening consequences of an infection. This enormous scientific achievement has increased awareness of the importance of research. Such speedy outcomes were only possible because they were based on decades of cumulative progress in many areas of pure research – from DNA research and genome sequencing to artificial intelligence, big data, and bioinformatics. A solid basis had been created in these areas as a result of countless small steps. It was possible to swiftly retrieve these advances in understanding, transform them into one large leap forward, and apply this to an urgent global problem. These events should also ensure that we in Austria understand the importance of science and research, including as economic factors, and allocate the necessary resources – so that we can finally make good our deficit in this field.



Neugier, Staunen und die „Ars inveniendi“

Wissenschaft, Forschung und Technologie sind eine Konsequenz grundlegender menschlicher Eigenschaften und Bedürfnisse: Jeder Mensch kommt mit einer großen Portion angeborener Neugierde zur Welt. Dass Kinder ständig nach einem „Warum“ fragen, ist der beste Beweis dafür. Etwas später im Leben macht sich auch ein Staunen über die Welt und seine Phänomene in uns breit. Davon angestachelt beginnen wir mit dem Suchen nach Zusammenhängen, nach Erklärungen, nach dem, was hinter den Phänomenen steckt. Und wir finden auch solche Erklärungen. Und auf diesem tieferen Verständnis der Welt beruhen schließlich all unsere Erfindungen, die wir seit zigtausenden Jahren, zurückreichend bis in die Steinzeit, machen.

Während in früheren Zeiten Erfindungen eher dem Zufall geschuldet waren und häufig auch die Not erfinderisch machte – oder der Krieg („der Vater aller Dinge“), oder pure Bequemlichkeit –, nutzen wir heute eine bestimmte Methode, um die Phänomene der Welt besser zu verstehen und Techniken zu erfinden, die unser Leben einfacher, angenehmer, sicherer und produktiver machen. Ab der frühen Neuzeit entwickelte sich die Denkströmung des Empirismus, die – im Gegensatz zur Ableitung allen Wissens aus der Tradition – die Beobachtung in den Vordergrund rückte. Immer mehr Philosophen*innen und Naturforscher*innen, unter ihnen Francis Bacon, David Hume oder Isaac Newton, schlossen sich dieser Denkweise an, in der Folge bildete sich eine Methodik für empirische Forschung heraus, die die Basis unserer heutigen wissenschaftlichen Methode ist. So wurde schon 1660 die Royal Society gegründet, die Österreichische Akademie als Wissenschaft allerdings erst 1817. Der universelle Geist Gottfried Wilhelm Leibniz beschrieb im 17. Jahrhundert die „Ars inveniendi“, die Kunst des Forschens, der Entwicklung und des Erfindens. Für dessen Nutzung bedarf es dann der Innovation, das heißt, der Bereitschaft, das Neue zu den Menschen zu bringen bzw. das Neue anzunehmen. Dies ist die Kunst der Umsetzung, eine „Ars innovandi“, bei der in Österreich ebenfalls eine große Rückständigkeit herrscht. Es bedarf insbesondere eines breiten Bewusstseins, damit die bestehende Neugierde vieler junger Menschen konkrete Ergebnisse hervorbringt und diese dann auch umgesetzt werden. Die gegenwärtige Erfahrung sollte zu einem längst fälligen Aufholtschub führen.

Transformationsprozesse in Wirtschaft und Gesellschaft

Erkenntnisfortschritte und Technologie helfen uns auch, mit den großen Herausforderungen unserer Zeit fertig zu werden, etwa mit den Themen Klima, Mobilität, Digitalisierung, Umweltschutz, Energie oder alternde Gesellschaft. Technologie bestimmt auch wesentlich über die Wettbewerbsfähigkeit von Wirtschaftssystemen mit. Und Technologie wird – auch das hat die Corona-Krise gezeigt – zunehmend zu einem wichtigen machtpolitischen Instrument: Sie bestimmt mit über die Gewichte, die verschiedene Nationen auf der Erde haben. Der weltumspannende Konflikt zwischen den USA und China ist sehr stark auch ein Wettbewerb um die technologische Führerschaft in der Welt. Dieses Match dreht sich um Künstliche Intelligenz, Nano-, Energie- und Produktionstechnologien, Quantencomputer, Halbleitertechnologie, Mobilfunk oder Biotechnologie: Wer heute bei der Entwicklung dieser Zukunftstechnologien die Nase vorn hat, wird in Zukunft der Welt seinen





Curiosity, wonder, and the “ars inveniendi”

Science, research, and technology result from basic human characteristics and needs: Each of us is born with a large amount of innate curiosity. The fact that children constantly ask “why” is the best proof of this. Somewhat later in life, this broadens into a sense of wonder about the world and its phenomena. This incites us to begin searching for relationships, for explanations of all that lies behind these phenomena. And we also find these explanations. And it is this deeper understanding of the world that eventually underpins all our inventions, inventions that we have been making for many millennia, right back to the Stone Age.

While earlier inventions tended to be ascribed to chance, and while need – or war (“the father of all things”) or even the simple search for an easier life – have also often driven us to be inventive, we now use a certain methodology in order to better understand the world and to invent the technologies that make our lives simpler, more comfortable, and more productive. The notion of empiricism, which – in contrast with the derivation of all knowledge from tradition – puts the focus on experience, evolved from the early modern era onwards. More and more philosophers and natural scientists, including Francis Bacon, David Hume, and Isaac Newton, subscribed to this way of thinking, which triggered the emergence of a methodology of empirical research that led to the establishment of the Royal Society in 1660 and the Austrian Academy of Sciences in 1847 and forms the basis for the scientific methods of today. In the 17th century, the universal genius Gottfried Wilhelm Leibniz described the “ars inveniendi”, the art of research, development, and invention. And, for this to function, one also requires innovation – the readiness to accept the new or to deliver the new to the public. This is the art of implementation, an “ars innovandi”, in which Austria is also hugely deficient. Above all, there is a need for a broad awareness of such issues so that the curiosity of so many young people can lead to concrete results, which can then, also, be implemented. Our current experience should trigger an intense and long overdue catching up process.

Processes of transformation in the economy and society

Advances in understanding and technologies are also helping us to address today’s major challenges, which include such issues as the climate, mobility, digitalization, environmental protection, energy, and our aging society. Technology also does much to determine the competitiveness of economic systems. And – as has also been highlighted by the corona crisis – technology is becoming an increasingly important instrument for wielding political power: It helps to determine the balance of power between the many nations of the Earth. The global conflict between the USA and China is also very much a struggle for global technological leadership. This contest revolves around artificial intelligence, nano-, energy-, and production technologies, quantum computers, semiconductor technology, mobile communications, and biotechnology: Those who are a step ahead in the development of such future technologies will put their stamp on tomorrow’s world. And the consequences of this are as much economic as they are political and military. The earlier saying “Whoever rules the



Stempel aufdrücken. Das hat wirtschaftliche Folgen genauso wie politische und militärische. Hieß es früher „Whoever rules the waves rules the world“ (Mahan) so gilt dies heute für die Künstliche Intelligenz – mit ebenso großer geopolitischen Bedeutung.

Jede grundlegende technologische Veränderung bewirkt einen tiefgehenden sozialen Wandel und einen umfassenden Transformationsprozess der Gesellschafts- und Wirtschaftssysteme. Dies war so bei der Neolithischen Revolution, als über einen längeren Zeitraum aus Jäger*innen und Sammler*innen eine ackerbauende und viehzüchtende sesshafte Gesellschaft wurde. Sie entwickelte Städte, die Schrift, das Geld, insgesamt staatliche Organisation. Ihr Übergang wird sinnbildlich im Alten Testament mit dem Drama von Kain und Abel wiedergegeben. Sehr viel später, im 18. Jahrhundert, stellte die Erfindung der Dampfmaschine einen solchen einschneidenden Übergang dar. Sie löste Jahrtausende nach der agrarischen die industrielle Revolution aus. Ähnliche und verstärkende Wirkung hatten gut hundert Jahre später die Elektrizität und das Erdöl. Sie hat die Lebensweise mannigfach verändert. Aus ihr entwickelte sich mit der Erfindung von integrierten Schaltkreisen bzw. Mikrochips das digitale Zeitalter, in dem wir uns bereits mitten drinnen befinden, wie die allgegenwärtige Nutzung von weltweit 2,5 Mrd. Smartphones und die herausragende Bedeutung der Tech-Giganten GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon und Microsoft) und BAT (Baidu, Alibaba, Tencent) sowie JD und TikTok in vielen Lebensbereichen – von Arbeit und Bildung bis hin zu Medienkonsum und Freizeit – belegen. Es ist unübersehbar, dass sich die USA und China als führende Nationen in diesem Bereich etabliert haben, wohingegen Europa deutlich zurückgefallen ist: Von den 19 Unternehmen, die in den vergangenen 25 Jahren gegründet wurden und heute mehr als 100 Mrd. Dollar wert sind, kommen neun aus den USA und acht aus China – und kein einziges aus Europa.

Büchse der Pandora

Die technologische Entwicklung ist freilich sehr ambivalent. Auf der einen Seite bringen die Technologien viele Erleichterungen über die Menschheit, auf der anderen Seite aber auch so manche Probleme und Gefahren. Meisterhaft in eine Metapher gegossen haben diesen Zwiespalt die alten Griechen in dem Mythos von Prometheus. Der Göttersohn und geniale Erfinder schuf demnach nicht nur den Menschen und wurde im Götterhimmel zu deren Fürsprecher, er stattete die Menschen auch mit allerlei Fähigkeiten aus. Und am Ende auch mit dem Feuer – sinnbildlich für die Macht, die der Mensch fortan über die Natur haben sollte. Das erzürnte allerdings den Göttervater Zeus, der sich auf zweifache Weise rächte: Prometheus selbst wurde mit Ketten an den Kaukasus gefesselt, wo ihm ein Adler jeden Tag die Leber aus dem Leib hackte (die über Nacht wieder nachwuchs); aus dieser misslichen Lage wurde Prometheus nach Jahrzehnten vom Helden Herakles befreit. Aber auch die Menschen wurden bestraft: Zeus sandte ihnen die sprichwörtliche „Büchse der Pandora“. Als die Menschen diese in grenzenloser Neugier und mangelnder Vorsicht öffneten, kamen diverse Übel über die Menschheit – etwa Krankheit und Tod.



waves rules the world” (Mahan) is just as true today in the arena of artificial intelligence – with even greater geopolitical significance.

Every fundamental technological change leads to profound social change and a comprehensive process of transformation of our social and economic systems. This was true of the Neolithic revolution, which saw the long-drawn-out transformation of a population of hunters and gatherers into a settled society dedicated to plowing fields and breeding animals. This society developed towns, the written word, money; all the features of the organized state. This transition was allegorically depicted in the Old Testament in the dramatic tale of Cain and Abel. Much later, in the 18th century, the invention of the steam engine represented an equally radical transformation. Thousands of years after this transition in agriculture, this triggered the Industrial Revolution. Around a century later, electricity and crude oil had a similar, reinforcing effect. They changed our lives in multiple ways, leading to the invention of integrated circuits and microchips and, hence, to the emergence of the digital age, in which we find ourselves today, as witnessed by the use of 5 billion cellphone user worldwide and the extraordinary importance of the tech giants GAFAM (Google, Apple, Facebook, Amazon, and Microsoft) and BAT (Baidu, Alibaba, and Tencent) as well as JD and TikTok in so many areas of life – from work and education to how we consume media and spend our leisure time. It is quite clear that the USA and China have established themselves as leading nations in this area, while Europe has fallen significantly behind: Of the 19 companies that were established in the past 25 years and are now worth more than 100 billion dollars, nine come from the USA and eight from China – and not a single one from Europe.

Pandora’s Box

Of course this technological development is highly ambivalent. On the one hand, these technologies make people’s lives easier in many ways. On the other, however, they are the source of numerous problems and dangers. The Ancient Greeks masterfully expressed this dichotomy in the myth of Prometheus. According to this, the son of gods and brilliant inventor not only created humans, whose cause he championed amongst the gods, but also provided them with all manner of skills. And also, eventually, with fire – which was an allegory for the power that humans would subsequently exercise over nature. This, however, infuriated Zeus, the father of the gods, who took revenge in two ways: Prometheus himself was chained to the Caucasus, where an eagle ripped the liver from his body every day (only for it to grow again overnight); after decades, Prometheus was rescued from this predicament by the hero Heracles. But humanity was also punished: Zeus sent it the legendary “Pandora’s Box”. As this was opened by humans driven by unbounded curiosity and a lack of caution, a multitude of evils – such as illness and death – was unleashed.



Das Feuer der digitalen Revolution

Anknüpfend an diese Geschichte um Prometheus könnte man heute elektronische Schaltkreise und das Internet als das „Feuer der digitalen Revolution“ ansehen. Big Data, Algorithmen, Künstliche Intelligenz, Robotisierung von Haushalten, Fabriken und Fahrzeugen usw. beeinflussen unser Leben auf dramatische Weise. Die COVID-19-Pandemie und die von ihr ausgelöste Krise verlieh diesen Entwicklungen einen Beschleunigungsschub. Science-Fiction-Filme haben sich seit geraumer Zeit dieser Entwicklung angenommen. Sie findet auch Niederschlag in der Romanliteratur wie etwa in Kazuo Ishiguros Roman „Klara and the Sun“ oder Ian McEwans „Machines Like Me“. Die Möglichkeiten der neuen Entwicklungen nutzen wir bereits milliardenfach, wie die Zahl der Nutzer*innen von Mobiltelefonie, Instagram und einer Vielfalt von Netzwerkanbietern zeigt. Zugleich beschleicht uns aber Besorgnis, aus Ungewissheit über die Auswirkungen machen sich Sorgen und Ängste breit. Sie werden durch Warnungen z. B. von Stephen Hawking oder Martin Rees bestärkt. Daraus ergeben sich große Herausforderungen: Wir müssen Handlungen und Maßnahmen setzen, um nicht in Goethes Falle vom „Zauberlehrling“ zu tappen. Im Dilemma von „Überwachungsstaat“ oder „Überwachungskapitalismus“, in den spaltenden Auswirkungen der Plattformökonomien spiegelt sich diese schon jetzt deutlich wider – obwohl wir gerade erst am Anfang dieser Entwicklung stehen.

Es gilt zu klären, wie wir unter den entstandenen und sich noch herausbildenden Umständen unser Leben und unsere Arbeitswelt, unsere Gesellschaft und unsere politische Verfasstheit gestalten wollen und können, ohne in eine Orwell'sche Welt der dystopischen Superlative zu geraten. Es stellen sich drängende Fragen, die zum einen unser Selbstverständnis als Menschen berühren. Etwa: Wer sind wir? Was wollen wir sein? Wo stehen wir? Wo wollen wir hin? Was müssen wir tun? Zum anderen müssen wir auch entscheiden, wie wir mit den neuen technischen Errungenschaften umgehen wollen. Technologie ist für sich gesehen wertneutral. Ein Messer – um das „klassische“ Beispiel heranzuziehen – kann verwendet werden, um Essen zu zerteilen, es kann aber auch als gefährliche Mordwaffe genutzt werden. Es hängt von uns Menschen ab, wie wir Technologien einsetzen: ob wir zum Beispiel Roboter dafür nutzen, dass sie uns gefährliche, schmutzige und monotone Arbeiten abnehmen, sodass wir ein besseres, freies, gesichertes, gesundes Leben führen können; oder ob sie uns die Arbeit wegnehmen oder wir sie gar als Killerroboter, Vernichtungsdrohnen oder Werkzeuge für einen totalen Cyber-Krieg missbrauchen.

Den Menschen ins Zentrum rücken

Antworten sind dringend gefragt, Lösungen sind überfällig. Es gilt, in der neuen Cyberwelt einen digitalen Humanismus sicherzustellen – mit Menschenwürde und Menschenrechten, mit Demokratie und Rechtsstaatlichkeit in Frieden und Freiheit in eine offene Gesellschaft ohne autokratische Unterdrückung oder populistischer Manipulation, ohne Tugendterror und Hassverfolgung. Dazu müssen wir insbesondere das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine klären.

Das ist das Thema dieses Jahrbuchs zu den Alpbacher Technologiegesprächen 2021. Der Ansatz der „Human Centered Innovation“ rückt den Menschen in all seinen Rollen in den Mittelpunkt der Technologieentwicklung. Der Grundgedanke dabei ist, dass der Mensch, seine Bedürfnisse und Werte bei jeglicher Technologieentwicklung

The fire of the digital revolution

Following up on this story of Prometheus, one could regard electronic circuits and the internet as the “fire of the digital revolution”. Big data, algorithms, artificial intelligence, and the introduction of robots to homes, factories, and cars are influencing our lives in dramatic ways. The Covid-19 pandemic and the crises that this has triggered are speeding up these developments. Science fiction films have been adopting this trend for some time. It also has literary echoes in such novels as Kazuo Ishiguro’s “Klara and the Sun” and Ian McEwan’s “Machines Like Me”. Billions of us are already benefitting from the potential of such developments; as shown by the number of users of mobile telephones, Instagram, and a wide range of network providers. At the same time, however, concern is growing as uncertainty about the impact of these developments is spreading fear and alarm. This uncertainty is reinforced by warnings from figures such as Stephen Hawking or Martin Rees. Hence, we are facing a series of major challenges: We have to implement measures and take appropriate action in order to avoid falling into the trap of Goethe’s “Sorcerer’s Apprentice”. This is already clearly reflected in the dilemma of the “police state” or “surveillance capitalism” and in the divisive impact of the gig economy – although we are only at the very beginning of these developments.

We must determine how we want to – and how we are able to – shape our lives, our working environment, our society, and our political reality in the light of the existing and coming circumstances and, at the same time, avoid creating an Orwellian world of dystopian superlatives. This leads to urgent questions that, firstly, affect our human self-image. Questions such as: Who are we? What do we want to be? Where are we right now? Where do we want to get to? What do we have to do? And, secondly, we also have to understand how we want to deal with the latest technological accomplishments. In itself, technology is free of values. To use the “classic” example, a knife can be used to cut up food but can also be used as a dangerous murder weapon. It is up to us to decide how we want to use technology: whether, for example, we want to use robots to spare us from having to perform dangerous, dirty, and monotonous tasks so that we can live a better, free, safe, and healthy life; or whether we simply let them take our jobs or even use them as killer robots, destroyer drones, or instruments of all-out cyber warfare.

Putting the focus on people

Answers are desperately needed and solutions overdue. The task is to safeguard the new cyber world with a digital humanism based on human dignity and human rights, on democracy and the rule of law, on peace and freedom, and on an open society free of autocratic oppression, populist manipulation, moral crusades, and hate-filled persecution. To achieve this, it is particularly important to clarify the relationship between humans and machines.

This is the subject of the Yearbook of the Alpbach Technology Symposium 2021. The approach of “Human Centered Innovation” places humanity, in all its roles, at the heart of technological development. The basic idea here is that



von Anfang an mitberücksichtigt werden müssen. Nur so kann erreicht werden, dass die Technik dem Menschen dient – und nicht der Mensch zum „Bedienungssklaven“ der Technik wird. Nur so kann sichergestellt werden, dass mächtige Technologien in keinen unüberwindbaren Konflikt zu menschlichen Werten und Erfahrungen geraten und unser Leben und die Gesellschaften auf negative Weise beeinflussen.

In den folgenden Kapiteln wird beschrieben, wie der Mensch früher und heute mit Technologien umging und umgeht bzw. welche Wechselwirkungen es dabei gibt. Ein zentraler Punkt sind Mensch-Maschine-Schnittstellen, deren Gestaltung in Zukunft viel größeres Augenmerk geschenkt werden wird. Eine rasante Entwicklung ist derzeit insbesondere in der Automatisierung zu bemerken: Unter dem Schlagwort „Industrie 5.0“ werden nun Technologien entwickelt, die eine sinnvolle und fruchtbare Kollaboration zwischen Mensch und Maschine ermöglichen, bei der die jeweiligen Stärken bestmöglich genutzt werden.

Auch in vielen anderen Bereichen abseits von Digitaltechnologien wird man sich zunehmend bewusst, dass die systematische Berücksichtigung des Faktors Mensch wesentlich ist. Das reicht vom „One-Health“-Ansatz, laut dem die Gesundheit des Menschen nicht von jener von Tieren, Pflanzen und der Umwelt getrennt werden kann, über Szenarien für die künftige Entwicklung des Weltklimas bis hin zu den notwendigen Transformationen unserer Gesellschafts- und Wirtschaftssysteme. Und schließlich rufen auch die Künste immer wieder in Erinnerung, dass wir uns nicht sogenannten „Sachzwängen“ beugen dürfen, sondern mit Kreativität und einem ganzheitlichen Blick Visionen und wünschenswerte Szenarien entwickeln können und müssen. ✕

Hannes Androsch, geboren 1938 in Wien, war in seiner politischen Tätigkeit (SPÖ) Abgeordneter zum Nationalrat (1966–1970), Bundesminister für Finanzen (1970–1981) und Vizekanzler (1976–1981). Danach war er Generaldirektor des Creditanstalt-Bankvereins (1981–1988) und Vorsitzender der Oesterreichischen Kontrollbank 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. 2007 bis 2021 war er Aufsichtsratsvorsitzender des AIT Austrian Institute of Technology, bis 2020 Vorsitzender des RFTF Rats für Forschung und Technologieentwicklung und bis Juni 2016 Aufsichtsratsvorsitzender der FIMBAG Finanzmarktbeteiligungsgesellschaft des Bundes. Ehrendoktorate und Ehrensensoren verschiedener österreichischer und internationaler Universitäten, u. a. der Montanuniversität Leoben und der Universität New Orleans, USA.



people, their needs and their values, should be considered from the very beginning of every new technological development. Only thus can we ensure that technology is the servant of humanity – and that humans don't merely become “slaves who operate machines”. Only thus can we ensure that powerful technologies neither enter into an insurmountable conflict with human values and experiences nor impact upon our lives and our society in any other negative way.

The following chapters describe how people dealt with technology in earlier times, how this has changed today, and how these are related. A central issue is the interface between humans and machines, an interface whose design will come under very close attention in the future. The pace of development is currently extremely rapid in the field of automation: “Industry 5.0” is the collective name given to a series of technologies that are being developed with the objective of facilitating logical and fruitful collaboration between humans and machines by optimally exploiting the strengths of both.

The importance of systematically taking the human factor into account is also becoming increasingly apparent in many areas beyond the digital technologies. These range from the “One Health” approach, which states that the health of humans cannot be separated from that of animals, plants, and the environment, via scenarios for the future development of the global climate, to the necessary transformations of our social and economic systems. And, finally, the arts constantly remind us that, instead of simply giving in to so-called “practical constraints”, we can and must use our creative skills and holistic perspective to develop visions and desirable scenarios for the future. ✕

Hannes Androsch, born in Vienna in 1938, was a Member of the National Assembly (1966–1970), Federal Minister of Finance (1970–1981), and Vice Chancellor (1976–1981) during his political career (SPÖ). 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 he 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 Sci-

ences,” where he has been a member of the Senate since 2005. He was Chairman of the Supervisory Board of the AIT Austrian Institute of Technology between 2007 and 2021 as well as being Chairman of RFTE Council for Research and Technological Development until 2020 and Chairman of the Supervisory Board of FIMBAG Finanzmarkteteiligungsgesellschaft des Bundes until 2016. He has received honorary doctorates from and is an honorary senator of various Austrian and international universities, including the Montanuniversität Leoben and the University of New Orleans, USA.





Die Mensch-
Maschine-
Beziehung
The Human-
machine
Relationship

Mensch und Maschine: Die Geschichte einer Beziehung

Der technische Fortschritt hat in der Menschheitsgeschichte wiederholt zu grundlegenden Umbrüchen im Verhältnis zwischen den Menschen und den von ihnen ersonnenen Geräten geführt. Dadurch hat sich auch das Bild verändert, das sich der Mensch von der Welt und von sich selbst macht.

Technik ist so alt wie der Mensch. Die frühesten Hinweise darauf, dass unsere Vorfahren*innen gezielt Werkzeuge und Geräte aus diversen Naturstoffen hergestellt und genutzt haben, stammen aus Ostafrika und sind mehr als eine Million Jahre alt. Zwar wurde mittlerweile auch bei vielen Tieren nachgewiesen, dass sie Werkzeuge benutzen – etwa zum Stochern nach Nahrung oder zum Öffnen von Nüssen –, doch schon in der Altsteinzeit waren die Menschen wesentlich versierter im Umgang mit ihnen. Wie wichtig die Nutzung von Werkzeugen aus verschiedenen Materialien für die Entwicklung der Menschheit wurde, zeigt sich auch in den Bezeichnungen der Epochen der Zivilisation: Steinzeit, Kupferzeit, Bronzezeit und Eisenzeit.

Ab der Altsteinzeit (vor 80.000 Jahren) dienten insbesondere Faustkeile und Klingen aus Feuerstein u. a. zum Schneiden, Schlagen, Schaben oder Bohren. Solche Artefakte wurden auch für die Jagd und für kriegerische Handlungen eingesetzt. Ohne entsprechende Geräte wäre aber auch die „Erfindung“ der Landwirtschaft nicht möglich gewesen, denn ohne Bodenbearbeitung ist Ackerbau undenkbar. Überdies führte der Handel mit wertvollen Steinen und später mit Metallen und anderen Rohstoffen sowie mit Geräten zur Ausbildung großräumiger Handelsnetze, die das Verhältnis der Menschen zueinander sowie das Bild, das sich die Menschen von der Welt machten, veränderten. Um nur ein Beispiel zu nennen: Zur Herstellung der Himmelscheibe von Nebra in Mitteldeutschland wurde Gold und Zinn aus Cornwall sowie Kupfer aus den Alpen verwendet. In der Bronzezeit wurden auch Glasperlen aus Ägypten bis nach Dänemark gehandelt, Bernstein von der Ostsee nach Sizilien.

Was sich unsere Urvorfahren*innen dabei dachten, dass sie sich durch die Nutzung von technischem Gerät über alle anderen Tierarten emporgehoben haben und diese zunehmend beherrschen konnten, wissen wir nicht,



People and Machines: The Story of a Relationship

Throughout human history, technical progress has repeatedly led to fundamental changes in the relationship between people and the machines that they invent. This has also changed the way in which we see both ourselves and the world around us.

Technology is as old as humanity. The earliest evidence that our ancestors deliberately produced and used tools and devices from a range of natural materials was found in East Africa and is more than a million years old. And while it has since been shown that many animals also use tools – to do things like poking around for food or opening nuts – even Stone Age people were much more adept than animals at performing such tasks. The important role in human development played by tools made from a variety of materials can also be seen in the names given to the periods of human civilization: The Stone Age, Copper Age, Bronze Age, and Iron Age.

Starting in the Old Stone Age (80,000 years ago), hand-axes and blades from flint were particularly widely used for tasks including cutting, striking, scraping, and drilling. Such artefacts were also used in hunting and wars. Without the right devices, however, the “invention” of agriculture would also have been impossible, because arable farming is unconceivable if one cannot till the soil. Furthermore, the trade in valuable stones and, later, metals and other raw materials as well as devices led to the development of large-scale trading networks, which transformed both the relationships between people and their view of the world. To name just one example: The manufacture of the sky disc from Nebra in Central Germany involved the use of gold and tin from Cornwall and copper from the Alps. And the Bronze Age also saw glass pearls being traded from Egypt to Denmark and amber from the Baltic to Sicily.

As the written word was practically unknown amongst prehistoric cultures, we cannot be sure what motivated our ancestors to use technical devices in such a way that they elevated themselves above



weil praktisch alle prähistorischen Kulturen schriftlos waren. Vermutet wird jedenfalls, dass das technische Schaffen häufig mit Riten verbunden war.

Antike Technik: Die Natur überlisten

Genauere Kenntnis darüber haben wir aus der griechischen Antike, als sich auch eine Art „wissenschaftliches Bewusstsein“ herausbildete und immer komplexere Geräte entwickelt wurden – von Wasseruhren, Kriegsmaschinen und hydraulischen Orgeln bis hin zu Baumaschinen, Feuerspritzen und Automaten, wie etwa die lebensgroße automatische Dienerin des Philon von Byzanz, die in der Lage war, Wein und Wasser einzuschenken.

Durch solche technischen Fortschritte verschoben sich zusehends die Grenzen zwischen Natur und Maschinen. Archimedes z. B. schrieb, dass Technik Lösungen bietet, um natürliche Beschränkungen zu überwinden – dass man die Natur quasi „überlisten“ könne. Ein gutes Beispiel ist die Geschichte des Daidalos: Der geniale mythologische Erfinder ersann für sich und seinen Sohn Ikaros Flügel aus Federn und Wachs, um von Kreta fliehen zu können. Die Flügel ermöglichten es den beiden, sich über die Beschränkungen der Natur hinwegzusetzen (dass der Mensch ein erdgebundenes Wesen sei). Gleichzeitig wird in dem Mythos klar, dass Hochmut und Überschätzung der eigenen Fähigkeiten sofort bestraft werden: Als der ausgelassene Ikaros ungeachtet der Warnungen seines Vaters zu hoch stieg und der Sonne zu nahe kam, schmolz das Wachs und er stürzte ins Meer.

Diverse griechische Mythen berichten überdies von der Schaffung von „künstlichem Leben“: So wurde etwa in der Werkstatt von Hephaistos ein bronzener Riese namens „Talos“ gebaut – eine Art humanoiden Roboter („Automaton“), der als belebte Maschine fähig war, komplexe menschliche Handlungen durchzuführen; seine Aufgabe war es, die Insel Kreta zu bewachen. Es gibt verschiedene Überlieferungen, wie dem Blechkoloss Leben eingehaucht wurde – u. a. durch göttliches Wirken. So wie etwa die Göttermutter Hera den Humanoiden „Argus“ schuf, dessen Körper mit Augen übersät ist, sodass ihm keine Eheverfehlung ihres Mannes Zeus entging. Mit dieser Verwischung der Grenzen zwischen Natur und Maschinen begannen schon bei den alten Griechen Diskussionen über künstliches Leben, meint die us-Wissenschaftshistorikerin Adrienne Mayor. Die Vorstellung, das Leben nachzuahmen und zu erweitern, wurde zur Basis vieler Theaterstücke und Darstellungen auf Vasen und als Skulpturen. All diese Kunstwerke „untersuchten im Kern die Frage, was es bedeutet, ein Mensch zu sein“, so die Forscherin.

Die Römer*innen waren um vieles pragmatischer: Sie nutzten Technik ausgiebig, aber diese ging nicht in Mythen und Glaubensvorstellungen ein. Ähnlich tickte das europäische Mittelalter.



and were able to increasingly dominate other species. But at least we are able to assume that such technical production was often connected with rituals.

Ancient technology: Outwitting nature

We know much more about the growth of technology in Ancient Greece, where a form of “scientific awareness” emerged and increasingly complex devices were developed – from water clocks, engines of war, and hydraulic organs, to building machinery, fire extinguishers, and automatons (humanoid robots), such as the life-size automatic servant of Philo of Byzantium, who was able to serve wine and water.

Such technical advances led to an appreciable shift in the boundaries between nature and machines. Archimedes, for instance, wrote that technology offers solutions that enable us to overcome natural limitations – to, so to speak, “outwit” nature. A good example of this is the story of Daedalus: The brilliant mythological inventor devised wings made of feathers and wax for himself and his son Icarus, so that they could escape from Crete. The wings enabled them to flout the laws of nature (that state that humans are earthbound beings). At the same time, however, the myth makes it clear to us that arrogance and the overestimation of one’s own abilities will be immediately punished: As the over exuberant Icarus ignored his father’s warnings by climbing too high and approaching the sun, the wax melted and he plummeted into the sea.

Several other Greek myths report on the creation of “artificial life”: For example, a bronze giant known as “Talos” was built in the workshop of Hephaestus. A form of automaton that, as a living machine, was able to carry out complex human actions, his role was to guard the island of Crete. There are various versions of how life was breathed into these metal colossi – including through divine intervention, such as when Hera, the mother of the gods, created the humanoid “Argus”, whose body was covered with eyes so that he didn’t miss a single extra-marital adventure of her husband Zeus. The us scientific historian Adrienne Mayor suggests that this blurring of the boundary between nature and machines by the Ancient Greeks marked the beginning of a debate about artificial life that has continued ever since. The idea of imitating and expanding life formed the core of many theatrical works and was illustrated on vases and in sculpture. According to the researcher, all these artworks “essentially investigated what it means to be human.”

The Romans were somewhat more pragmatic: They used technology extensively, but there was no blurring of the boundaries with myths or religious beliefs. The same was true of Medieval Europe.





Neues Bild von der Welt und vom Menschen

Doch die Fortschritte von Wissenschaft und Technik, die sich nach dem Lösen von den überlieferten aristotelischen Lehren häuften, brachten das Bild des Menschen von der Welt und von sich selbst gehörig in Umbruch. Leonardo da Vinci beispielsweise untersuchte als einer der ersten die Körper von Tieren durch Vivisektionen: Er wollte durch das Studium der Anatomie nicht nur seine künstlerischen Fähigkeiten steigern, sondern auch herausfinden, welche Prinzipien hinter den Vorgängen in der Welt stehen. „Die Erforschung des Auges und seines Aufbaus stand im Kontext mit seinen optischen Studien; Lunge und Herz untersuchte er als Kraftzentren hydraulischer und pneumatischer Systeme von unerhörter Effizienz; andere Organe sah er zusammenwirken wie eine Art chemische Fabrik“, schreibt der Wissenschaftsautor Toby Lester. Und weiter: „Tierkörper waren für ihn lebende Maschinen, biotechnische Wunderwerke, die ihm zeigen könnten, wie der so formsichere Baumeister der Welt sie geschaffen hatte.“ In seinem Forscherdrang machte Leonardo nicht einmal vor dem menschlichen Gehirn halt – ohne freilich durchschlagende Erfolge zu erzielen.

Jedenfalls wurde bereits in der Renaissance der Grund für eine Metapher gelegt, die über Jahrhunderte das Menschenbild prägen sollte. Verstärkt durch die zunehmend kapitalistische Wirtschaftsweise und den aufkommenden philosophischen Rationalismus bzw. die Aufklärung wurde die ganze Natur inklusive Tieren und des menschlichen Körpers als Maschinen angesehen. Ein Vordenker dabei war René Descartes. „Herzen waren für Descartes Pumpen, die lebende Maschinen antrieben, und unser Sonnensystem sah er einfach als eine von zahlreichen uhrwerkartigen Welten an“, fasst die Wissenschaftshistorikerin Patricia Fara zusammen.

Die Welt als Uhrwerk

Solche Uhrwerks-Metaphern wurden freilich auch stark kritisiert, u. a. vonseiten frommer Christen. Und auch wenn Geist und Seele von der Mechanisierung (noch) weitgehend ausgenommen blieben, gab es dennoch auch im 18. Jahrhundert schon eine Debatte, ob Maschinen auch denken könnten. Ein Beispiel dafür ist der sogenannte „Schachtürke“, ein vom österreichisch-ungarischen Hofbeamten Wolfgang von Kempelen konstruierter Apparat, bei dem eine lebensgroße menschliche Figur mit Turban auf dem Kopf mithilfe eines mechanischen Arms Schachfiguren bewegte. Bei jedem Zug blickte der Kopf auf dem Schachbrett umher, war ein Zug falsch, schüttelte er den Kopf und korrigierte die Position der betreffenden Figur. All das wurde von einem Geräusch begleitet, das dem eines ablaufenden Uhrwerks glich. Dieses Spektakel erweckte bei den Zuschauern den Eindruck, dass das Gerät selbstständig Schach spielt. Kempelen führte den „Schachtürken“ u. a. im Jahr 1781 Kaiser Joseph II. vor, 1785 spielte er in Berlin eine Partie Schach gegen Friedrich den Großen. Der Schachtürke ging auf Tourneen durch Europa und Nordamerika. Allerorts erweckten die Vorführungen großes Aufsehen – ähnlich wie die Rechenmaschinen, die schon 100 Jahre vorher u. a. von Blaise Pascal erfunden worden waren.





A new view of the world and of its inhabitants

Nevertheless, the advances made by science and technology, as they moved beyond traditional Aristotelian doctrine, fundamentally changed people's views of themselves and of the world around them. Leonardo da Vinci, for example, was one of the first to adopt vivisection as a means of investigating the bodies of animals: He sought to study anatomy as a way of not only enhancing his artistic abilities, but also discovering the principles that underlie natural processes. "... the nature of the eye, which could shed light on his study of optics; the design of the heart and lungs, which powered hydraulic and pneumatic systems of marvelous efficiency; the layout and function of the various other organs, which worked together as a kind of chemical factory," notes the scientific writer Toby Lester. And he continues: "Animal bodies were living machines, marvels of biological engineering, and Leonardo wanted to learn how the elegant architect of the world ... had constructed them." Leonardo's compulsion to research didn't even stop at the human brain – not, of course, that this led to a major breakthrough.

In any event, the Renaissance saw the establishment of a metaphor that shaped our image of humanity for centuries. Reinforced by the increasingly capitalist approach to doing business as well as by the emerging philosophical rationalism and the Enlightenment, the whole of nature, including animals and the human body, was seen as a series of machines. A pioneer of such ideas was René Descartes. "... for Descartes ... hearts are pumps that drive living machines, and our Solar System is just one amongst a vast number of clockwork universes," summarizes the scientific historian Patricia Fara.

The world as a clockwork

Such clockwork metaphors were naturally also strongly criticized by pious Christians and others. And even if the spirit and soul (still) remained largely exempt from mechanization, it was still debated, even in the 18th century, whether machines could also think. One example of this is the so-called "Schachtürke" (chess-playing Turk), a piece of apparatus built by the Austro-Hungarian court official Wolfgang von Kempelen, in which a full-size human figure wearing a turban on his head moved chess pieces with the help of a mechanical arm. After making each move the figure scanned the chessboard and, if the move was wrong, shook his head and corrected the position of the piece in question. All this was accompanied by a noise resembling that of a clockwork as it ran down. This spectacle gave spectators the impression that the device was playing chess autonomously. In 1781, Kempelen presented the Schachtürke to Emperor Joseph II, amongst others, and in 1785 it played a game of chess against Frederick the Great. The Schachtürke toured Europe and North America. The performances aroused great interest everywhere – in a similar way to the



Erst in den 1830er-Jahren wurde der „Schachtürke“ als Schwindel entlarvt: In Wirklichkeit saß ein Mensch in dem Gerät und steuerte die Mechanik.

Das Zeitalter der Maschinen

Das 19. Jahrhundert wurde durch die Industrielle Revolution zu einem regelrechten „Maschinenzeitalter“. Maschinen – anfangs von Dampf betrieben, später von Verbrennungsmotoren und Elektrizität – wurden zum steten Begleiter der Menschen, v. a. im Arbeitsprozess, der sich grundlegend wandelte und soziale Umbrüche in bis dahin ungekanntem Ausmaß auslöste. Menschenähnliche Maschinen bekamen damals auch einen Namen: 1920 sprach der tschechische Autor Karel Čapek erstmals von einem „Roboter“ – das Wort war vom Bruder des Schriftstellers, dem Künstler Josef Čapek, in Anlehnung an das slawische Wort „robota“ für Arbeit erdacht worden. Künstlerisch fand diese Entwicklung ihren Niederschlag etwa im dystopischen Film „Metropolis“ aus dem Jahr 1927, in dem die Humanoidin „Maria“ eine zentrale Rolle spielt. Dieser Film ging auch noch einen Schritt weiter, indem er anschaulich thematisierte, wie die Technik drauf und dran war, den Menschen zu beherrschen bzw. die Menschen zu „Quasi-Robotern“ zu degradieren, wie es der deutsche Philosoph Julian Nida-Rümelin und die Kulturwissenschaftlerin Nathalie Weidenfeld beschreiben.

Nach der Mechanik veränderten auch die Fortschritte der Lebenswissenschaften das Menschenbild: Vorgänge, die früher nur durch göttlichen Einfluss oder zumindest durch eine wie auch immer geartete „Lebenskraft“ erklärbar waren, wurden naturwissenschaftlich fassbar. Mit Harnstoff wurde 1828 erstmals ein organisches Molekül aus anorganischen Ausgangsstoffen hergestellt. Die darwinsche Evolutionslehre holte den Menschen vom hohen Ross als einzigartiges Wesen, und die Entdeckung der DNA sowie die Entwicklung von molekularbiologischen Verfahren kratzen weiter am Selbstbild des Menschen: Immer weitere Bereiche wurden – mehr oder weniger – erklärbar. Das Selbstbild des Menschen als (wenngleich hochkomplexe) Maschine wurde dadurch noch weiter verfestigt.

Digitale Intelligenz

Blieb nur mehr der menschliche Geist, der für einzigartig gehalten wurde – bis in jüngster Zeit die Digitalisierung auch in diese Domäne vordrang. Beginnend mit der Entwicklung erster Computer (u. a. ENIAC aus dem Jahr 1946) und der Erfindung der Mikroprozessoren (um 1970) wurden immer „intelligentere“ Anwendungen möglich. Die stark erhöhte Rechenleistung sowie das Internet und in der Folge die Generierung und Speicherung großer Datenmengen ermöglichten die Entwicklung von Methoden der „Künstlichen Intelligenz“, die derzeit einen wahren Siegeszug feiern. Damit werden auch manche geistige Aufgaben automatisierbar, die bisher dem Menschen vorbehalten schienen. Durch die Digitalisierung verändert sich zurzeit auch das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine auf rasante und grundlegende Weise.



calculating machines that had been invented 100 years earlier by figures including Blaise Pascal. Only in the 1830s was the Schachtürke exposed as a fake: In reality, someone had been sitting in the device and controlling its actions.

The age of the machines

The Industrial Revolution ensured that the 19th century became a true “Machine Age”. Machines – initially powered by steam and, later, by combustion engines and electricity – became people’s constant companions in, amongst other things, their working processes, the fundamental transformation of which triggered social upheaval at a previously unknown scale. It was at this time that humanlike machines were also given a name: In 1920, the Czech author Karel Čapek was the first to mention a “robot” – the word had been conceived by the author’s brother, the artist Karel Čapek, on the basis of “robota”, the Slav word for work. This development was reflected artistically in works such as the dystopic 1927 film “Metropolis”, in which the humanoid “Maria” played a central role. The film also went a step further by vividly suggesting that technology was on the verge of dominating humans and degrading them to “quasi robots,” as described by the German philosopher Julian Nida-Rümelin and cultural scientist Nathalie Weidenfeld.

After technology had changed our image of humanity, advances in life sciences took things a step further: Processes that had previously only been explicable in terms of divine intervention or, at least, some form of “life force”, became scientifically tangible. In 1828, a urea molecule became the first organic molecule to be produced from inorganic source materials. The Darwinian Theory of Evolution dragged humans from their pedestal as unique beings, while the discovery of DNA and development of molecular-biological processes further challenged the human self-image: More and more areas became (more or less) explicable. Our view of ourselves as machines (albeit highly complex ones) was thus reinforced even further.

Digital intelligence

Hence, human intellect remained the last bastion of apparent inimitability – until digitalization recently penetrated this domain as well. Starting with the development of the first computers (such as ENIAC from 1946) and the invention of microprocessors (around 1970), “increasingly intelligent” applications became possible. Strongly increased computing capacity and the internet, together with the subsequent generation and storage of large amounts of data, facilitated the development of methods of “artificial intelligence” that are currently triumphing on every front. As a result, even some cognitive tasks that previously appeared reserved for humans can be automated.





In der populärwissenschaftlichen Literatur entstand das Bild des Menschen als Computer: Der Körper inklusive Gehirn wird vielfach als „Hardware“ bezeichnet, der Geist als „Software“. Deutlich sichtbar ist diese Veränderung in der Populärkultur, z. B. in der Filmindustrie, in der sich Ende des 20. Jahrhunderts die zentrale Metapher veränderte: Mechanischer Roboter aus Zahnrädern wurden durch Computersysteme bzw. künstlich geschaffene „Androiden“ ersetzt. Der mechanische „Maschinengott“ aus „Metropolis“ wurde, wie etwa in der Filmtrilogie „Matrix“ (1999–2003), zu einem intelligenten Computersystem umgedeutet.

Wir Menschen haben offenkundig Probleme, mit dieser neuerlichen technischen Revolution adäquat umzugehen. Dieser wunde Punkt ist freilich schon seit langem bekannt. „Die sich in den letzten Jahrzehnten stürmisch ausbreitende Technik schuf allerdings eine veränderte Umwelt, welche die seelisch-geistige Entwicklung des Menschen tief beeinflusste“, schrieb der Technikhistoriker Friedrich Klemm schon im Jahr 1961. Der ungeheure Machtgewinn durch die Technik befreie den Menschen zwar von drückender Mühsal und gebe ihm Zeit für sich selbst, doch gleichzeitig bedrohe das steigende technische Potenzial Körper und Seele. „Mit dem raschen Wachstum des technischen Vermögens des Menschen hat insbesondere die Entwicklung seiner ethischen und religiösen Kräfte nicht Schritt gehalten“, so Klemm. Der Schlusssatz seiner „Geschichte der Technik“ – obwohl sie vor 60 Jahren geschrieben wurde –, mutet erstaunlich modern an: „Nur wenn der Mensch sich seiner eigentlichen Bestimmung [...] stärker bewusst wird, kann die von ihm gehandhabte Technik ihm zum Segen gereichen.“ ✕

Quellen

Adrienne Mayor, *Götter und Maschinen. Wie die Antike das 21. Jahrhundert erfand*, wbg Philipp von Zabern, 2020

Toby Lester, *Die Symmetrie der Welt. Leonardo da Vinci und das Geheimnis seiner berühmtesten Zeichnung*, Berlin Verlag, 2012

Patricia Fara, *4000 Jahre Wissenschaft*, Spektrum Akademischer Verlag, 2010

Julian Nida-Rümelin, Nathalie Weidenfeld, *Digitaler Humanismus. Eine Ethik für das Zeitalter der Künstlichen Intelligenz*, Piper, 2018

Friedrich Klemm, *Geschichte der Technik*, Herder, 1961





And digitalization is also currently leading to fast and fundamental changes in the relationship between humans and machines. Popular scientific literature has seen the emergence of the image of people as computers – in which the body (including the brain) is widely described as “hardware” and the intellect as “software”. This change can clearly be seen in such areas of popular culture as the film industry, in which the central metaphor changed at the end of the 20th century: Mechanical robots made from cogs were replaced by computer systems and artificially created “androids”. In the film trilogy “Matrix” (1999–2003), for example, the mechanical “machine god” from “Metropolis” was reinterpreted as an intelligent computer system.

We humans clearly find it difficult to deal appropriately with this new technical revolution. Of course, we have been aware of this shortcoming for some time. “However, the turbulent growth of technology in recent decades has created a new environment that has deeply affected people’s intellectual and spiritual development,” wrote the historian of technology, Friedrich Klemm, as early as 1961. For, while the extraordinary leverage offered by technology may well free people from oppressive drudgery and give them time for themselves, this growing technological potential also threatens both body and soul. “Above all, this swift growth in people’s technological capacity has not been matched by the development of their ethical and religious understanding,” wrote Klemm. And, while it was written 60 years ago, the closing sentence of his “History of Technology” sounds astonishingly modern: “Only when people are more strongly aware of their actual purpose in life can the technology they handle be counted as a blessing.” ✕

Sources

Adrienne Mayor, *Gods and Robots, Myths, Machines, and Ancient Dreams of Technology*, Princeton University Press, Princeton, 2020

Toby Lester, *Da Vinci’s Ghost. Genius, Obsession, and How Leonardo Created the World in His Own Image*, Free Press, New York, 2012

Patricia Fara, *Science: A Four Thousand Year History*, Oxford University Press, 2009

Julian Nida-Rümelin, Nathalie Weidenfeld, *Digitaler Humanismus. Eine Ethik für das Zeitalter der Künstlichen Intelligenz*, Piper, 2018

Friedrich Klemm, *Geschichte der Technik*, Herder, 1961, transl. by R.H.





Wie der Mensch Technologien nutzt

Technische Erfindungen ermöglichen den Menschen ein angenehmeres, einfacheres und produktiveres Leben, sie bringen aber auch viele Einschränkungen mit sich. Überdies beeinflussen Technologien das Denken, Fühlen und Handeln der Menschen – was auch von Unternehmen und der Politik bewusst ausgenutzt wird.

Technologie soll dem Menschen dienen. Durch Erfindungen soll das Leben angenehmer, einfacher und produktiver werden. Als Beispiel möge die Nutzung der Wasserkraft dienen, die schwere Handarbeit bzw. das brutale Ausnutzen der Kraft von Tieren ersetzte, indem sie eine Naturkraft für den Menschen nutzbar machten. Technologien ermöglichen überdies Dinge, die vorher undenkbar waren – Schiffe beispielsweise ermöglichen es dem Menschen, sich der natürlichen Beschränkung, Bewohner*in der festen Landmassen der Erde zu sein, zu entziehen, Flugzeuge eroberten für den Menschen auch den Luftraum. So gesehen wurde der Nutzen für den Menschen mit jedem technologischen Fortschritt größer. Es gibt aber auch andere Seiten der Medaille: Zum Beispiel erhöhte sich auch der Einfluss des Menschen auf die Umwelt – der menschengemachte Klimawandel und unser verzweifelter Kampf dagegen spricht eine klare Sprache. Jegliche Technologie kann aber auch negative Folgen für den Menschen haben. Dass die Technik zunehmend Taktgeber für unser Leben wurde, hat Charlie Chaplin in seinem wunderbaren Film „Modern Times“ auf eindrückliche Weise dargestellt. Dampfmaschinen, Elektromotoren, Fließbänder und seit einigen Jahrzehnten zunehmend digitale Technologien legen dem Menschen neue Zwänge auf. Ein Hauptgrund dafür ist, dass man sich lange Zeit keine Gedanken über die Interaktion zwischen Mensch und Maschine gemacht hat: Der arbeitende Mensch war dazu da, Maschinen zu bedienen. Punkt.

Die Ausbreitung von Digitaltechnologien im beruflichen und immer mehr auch im Alltagsleben verschärfte diese Thematik noch massiv: Kaum ein Lebensbereich ist heute von einem bestimmenden Einfluss technischer Gerätschaften ausgenommen, Computer, Smartphones und das Internet sind allgegenwärtig. Das erleichtert und bereichert unser Leben ungemein, die technischen Begleiter werden auch zunehmend vermenschlicht – vor





How Humans Use Technologies

Technical inventions enable humans to lead simpler, more comfortable, and more productive lives, but they also create numerous constraints. Moreover, technologies impact upon how we think, feel, and act – and companies and politicians are able to consciously exploit this.

Technology should serve people. Inventions should make our lives simpler, more comfortable, and more productive. One example of this is the use of hydraulic power, which replaced hard manual labor and the brutal exploitation of working animals by harnessing a force of nature for the benefit of humans. Furthermore, technologies enable us to do things that were previously regarded as unthinkable – for example, ships allow people to circumvent the natural restriction of being inhabitants of fixed continents, while airplanes enabled them to conquer the air. In this sense, the advantages of technology for humans have become greater with every technological step forward. But there is another side to this coin: For instance, the impact of humans on the environment is growing – and man-made climate change and our desperate struggle to prevent it speak for themselves. But every technology can have negative consequences for humans. The way in which machines are increasingly determining the pace of our lives was impressively depicted by Charlie Chaplin in his wonderful film “Modern Times”. Steam engines, electric motors, conveyor belts, and increasingly, over the course of the past few decades, digital technologies, have placed new constraints upon us. One of the main reasons for this is the fact that, for many years, we thought little about the interaction between people and machines: Workers were simply there to operate machines. Full stop.

The proliferation of digital technologies in our professional and, increasingly, our daily lives has made this issue even more acute: There is hardly any area in which technical devices don't have this decisive influence; computers, smartphones, and the internet are ubiquitous. This greatly simplifies and enriches our lives, and many of these technical companions are also becoming increasingly human-





allem Systeme, die dank Methoden der Künstlichen Intelligenz immer „menschlichere“ Züge annehmen. Doch die vielen neuen Möglichkeiten überfordern viele Menschen auch immer stärker: Sie fühlen sich einem Takt unterworfen, der von jemand anderem vorgegeben wird. Überdies beeinflusst Technologie auch unser Fühlen, Denken und Handeln immer mehr. So leben wir z. B. zunehmend in „Blasen“, die uns in unserer Meinung bestärken, und wir werden auch gezielt in unserem Leben und Tun beeinflusst.

Digitaler Überwachungsstaat

Dies kann, je nach Gesellschafts- und Wirtschaftssystem, unterschiedliche Ausprägungen haben. Man muss dabei nicht unbedingt nur an diktatorische und illiberale Regime denken, in denen jede Technologie, die verfügbar ist, auch für die Überwachung und Kontrolle der „Untertanen“ genutzt wird. Das prominenteste Beispiel dafür ist China, wo u. a. das „Social Credits“-System, bei dem durch die Vergabe von „Punkten“ für – aus Sicht der herrschenden Kommunistischen Partei Chinas – wünschenswertes Verhalten bzw. durch den Entzug von Punkten im Falle von „negativem“ Verhalten. Aus Sicht des Regimes soll die chinesische Gesellschaft dadurch zu mehr „Aufrichtigkeit“ im sozialen Verhalten und mehr politischer Loyalität erzogen werden. Gleichzeitig ist aber klar, dass dadurch auch jegliche Opposition im Keim erstickt werden kann – und wohl auch wird. Das System geht einher mit einer quasi allgegenwärtigen Überwachung, aus deren Daten sich ein Großteil der Punktevergabe speist. Die Folgen dieses Systems, das derzeit in großem Stil ausgerollt wird, für die Menschen sind dramatisch: Wer ein zu niedriges Punkte-Level erreicht, muss mit Einschränkungen im alltäglichen Leben, etwa beim Zugang zu sozialen Diensten oder der Arbeitsplatz- und Ausbildungssuche, rechnen.

In liberalen Demokratien scheint ein derart striktes Vorgehen nicht so einfach möglich zu sein. Aber auch in unserem Gesellschaftssystem wird mithilfe von Technologien ein mehr oder weniger starker Einfluss auf die Menschen genommen. Das geschieht auf mehrfache Weise: Versuche zur direkten Überwachung von Menschen sind zwar an strikte Vorschriften zum Datenschutz und an gesetzlich festgeschriebene Genehmigungen durch Behörden oder Gerichte geknüpft, doch sind Versuche, das Denken und Handeln der Menschen gezielt zu beeinflussen, allgegenwärtig.

Überwachungskapitalismus

Das geschieht insbesondere über zwei verschiedene Wege: Zum einen über den sogenannten „Überwachungskapitalismus“. Unter diesem Begriff, der im Jahr 2014 von der us-Ökonomin Shoshana Zuboff geprägt wurde, versteht man ein marktwirtschaftliches, kapitalistisches System, das die mit technischen Mitteln von Menschen abgeschöpften persönlichen Daten





ized – especially those systems that, with the help of methods of artificial intelligence, are adopting ever more “human” characteristics. Yet many people feel overwhelmed by these numerous new possibilities – as if they are subject to a rhythm that is being defined by someone else. And technology is also increasingly influencing how we feel, think, and act. We are more and more likely to live in “bubbles”, which reinforce our opinions and shape our lives and actions in a highly targeted way.

The digital police state

Depending upon the prevailing social or economic system, this influence can take many different forms and doesn't necessarily only apply to dictatorial and illiberal regimes, which also use every available technology for the monitoring and control of their “subjects”. The most prominent example of this is China, where, for instance, the “social credits” system awards or removes “points” for behavior that – in the view of the ruling Chinese Communist Party – is either desirable or “negative”, respectively. From the regime's perspective, this system should educate Chinese society to exhibit greater “sincerity” in its social behavior as well as more political loyalty. At the same time, however, it is clear that this approach can be – and, indeed, is – used to strangle any opposition at birth. It is accompanied by virtually omnipresent surveillance, which generates the data that leads to the awarding of most of the above-mentioned points. This system, which is currently being rolled out at a huge scale, has dramatic consequences for individuals: Those whose total number of points falls to a certain level must expect consequences in their daily lives, such as restrictions upon their access to social services, jobs, or educational opportunities.

In liberal democracies, such a strict approach would seemingly not be so easy to implement. And yet, even in our social system, technologies are enabling institutions to exercise a level of influence over citizens. This can happen in many ways: Attempts to concretely monitor our activities may be governed by strict data protection regulations and legally prescribed authorizations granted by courts or statutory authorities, but we are constantly subject to attempts to systematically influence how we act and think.

Surveillance capitalism

There are two particularly common mechanisms for exercising such influence: The first is so-called “surveillance capitalism”. This term, which was coined by the us American economist Shoshana Zuboff in 2014, describes a market-oriented, capitalist system in which



dazu benutzt, Informationen über Verhaltensweisen zu sammeln, diese zu analysieren und für marktökonomische Entscheidungsfindungen aufzubereiten. Daraus werden Verhaltensvorhersagen generiert, über deren Nutzung Gewinne erwirtschaftet werden. Den Nutzen daraus ziehen vorwiegend die großen marktbeherrschenden Tech-Konzerne, die Informationen über die User*innen aus der Internetnutzung, der Nutzung von Social Media, Telefonen, Fernsehern, WLAN, Smart Homes, Kraftfahrzeugen, dem Internet der Dinge sowie über vielfältige Sensoren sammeln und Benutzerdaten erfassen, gezielt analysieren und für ihre Geschäftszwecke nutzen. Sehr viele Menschen geben dafür ohne große Bedenken ihre Daten preis – man bezahlt quasi die meist kostenlose Benützung der Dienste mit seinen eigenen Daten. Die Tech-Konzerne wissen dadurch extrem viel über ihre User*innen und können daraus durch gezielte Werbung oder Vorschläge Profit ziehen. Fraglich ist, inwieweit auch staatliche Behörden, etwa Geheimdienste, dabei mitlesen und ob sie die Daten – zusätzlich zur Verbrechensbekämpfung und -aufklärung – für politische Zwecke ge- oder missbrauchen.

Anstupsen zu erwünschtem Verhalten

Ein zweiter wichtiger Kanal zur Verhaltensbeeinflussung, dem sich kaum jemand entziehen kann, läuft seit einigen Jahren unter dem Schlagwort „Nudging“ – was sich am besten mit „Anstupsen“ übersetzen lässt. Der Begriff stammt aus der Verhaltensökonomik und wurde von Richard Thaler und Cass Sunstein im Jahr 2008 in dem einflussreichen Buch „Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness“ geprägt. Unter einem „Nudge“ verstehen die Autoren eine Methode, das Verhalten von Menschen zu beeinflussen, ohne dabei auf Verbote und Gebote zurückgreifen oder ökonomische Anreize verändern zu müssen. Thaler wurde dafür im Jahr 2017 mit einem Wirtschaftsnobelpreis ausgezeichnet. Seit der Veröffentlichung wird der Begriff in vielen Gebieten angewendet, u. a. im politischen Kontext und im Marketing.

Durch „Nudges“ können gewisse erwünschte Verhaltensweisen gefördert werden. Simple Beispiele sind Warnhinweise auf Zigarettenschachteln, die Kennzeichnung des Kaloriengehalts auf Lebensmitteln oder Hinweise zur Abfallvermeidung. Eine größere Dimension bekommt das Thema durch digitale Technologien. Dabei wird Nudging mit Big-Data-Ansätzen kombiniert: Aus der Echtzeitanalyse riesiger Datensätze können individuelle Muster in Konsum, Gesundheitsverhalten oder politischem Verhalten identifiziert und z. B. für gezielte Warnungen, Erinnerungen oder Voreinstellungen bei der Auswahl von Online-Angeboten genutzt werden. Für die Befürworter*innen ist Nudging die absichtsvolle Führung von Bürger*innen bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung ihrer Wahlfreiheit. Wenn Nudging vom Staat eingesetzt wird, spricht man von „libertärem Paternalismus“. Kritiker*innen wenden dagegen ein, dass Nudging die Selbstbestimmung der Menschen einschränkt, indem es die Grundlage der Kontrolle über

personal data that is siphoned off using technical means is collected and analyzed in order to make predictions about human behavior, on the basis of which market-economic decisions can be taken and, as a result, profits generated. The prime beneficiaries of this are the major, market-dominating tech companies, who gather data about users on the basis of their use of the internet – and of social media, telephones, televisions, WLAN, smart homes, cars, and the internet of things – as well as via a wide range of sensors, and then analyze this data in a highly targeted way before using it for their own commercial purposes. Many people hand over their data without much thought, almost as if giving away one's own data is the price that must be paid in order to be able to use these, generally, free services. The result is that the tech companies know a huge amount about their users and can profit from this knowledge in the form of targeted advertising or offers. It is unclear to what extent arms of government such as the intelligence services can also read such data and – in addition to using it to prevent or solve crimes – use or abuse it for political purposes.

Nudging people to behave as desired

A second important channel for influencing behavior that is virtually impossible to elude has been employed for a number of years and is known as “nudging”. The term comes from the field of behavioral economics and was coined by Richard Thaler und Cass Sunstein in their influential book “Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness” in 2008. The authors define “nudging” as a method of influencing people's behavior without having to resort to either prohibitions or commands or to alter economic incentives. In 2017, Thaler received the Nobel Prize for Economics in recognition of this work. Since it entered the public domain, the term has been used in many fields including politics and marketing.

“Nudges” can be employed to encourage certain desired forms of behavior. Simple examples include health warnings on cigarette packets, the labeling of calories on food, or instructions to avoid waste. Digital technologies exploit the idea at a much larger scale. They allow nudging to be combined with big data approaches: The real-time analysis of vast data sets can identify individual consumption patterns and health-related or political behavior, which can then be used to draw up targeted warnings, reminders, or default selections of online products. For its proponents, nudging enables citizens to be consciously steered without in any way impinging upon their freedom of choice. And if the state employs nudging, this is referred to as “libertarian paternalism”. Critics, on the other hand, complain that nudging restricts self-determination by fundamentally impacting upon people's control over their own lives. This, in turn, undermines the constitution and, as a result, democracy itself. In any event, the

das eigene Leben beeinflusst. Das wiederum unterminiere die Verfassung und in der Folge auch die Demokratie. Die Grenzen zu Bevormundung und Manipulation des Verhaltens sind jedenfalls fließend – insbesondere dann, wenn die Beeinflussung intransparent ist und nicht klar ist, wer dafür die Verantwortung hat und wie die Beeinflussung legitimiert ist.

Methoden des digitalen „Big Nudging“ werden indes bereits sehr erfolgreich eingesetzt. Eine Spielart ist das Senden von personalisierter Werbung von Technologieunternehmen an Konsument*innen, mit denen Bedürfnisse individuell angesprochen bzw. erzeugt werden. In der Politik spricht man von „Microtargeting“: Auf der Grundlage von Prognosen, wer welche Partei wählen würde bzw. noch unentschieden ist, werden selektiv und individuell Botschaften versendet, um das Wahlverhalten zu beeinflussen.

Einsatz im Kampf gegen Corona

Nudging spielt auch in der Corona-Pandemie eine wichtige Rolle – insbesondere als Motivator für die Menschen, die von der Regierung verhängten Anti-Corona-Maßnahmen mitzutragen und umzusetzen. Apropos Corona: China hat – zumindest wenn man den offiziellen Berichten glaubt – die Krankheit relativ rasch durch die offensive Nutzung von Kontaktdaten und restriktive Einschränkungen für Erkrankte, Kontaktpersonen und ganze Bevölkerungsgruppen eingedämmt; Datenschutz spielte dabei offenkundig keine Rolle. Aber auch Südkorea, um ein anderes Beispiel zu nennen, hat Digitaltechnologien sehr erfolgreich zur Eindämmung von COVID-19 genutzt – und zwar unter Einhaltung demokratischer Spielregeln. Wie schwierig dieses Thema gesellschaftspolitisch ist, zeigte sich z. B. darin, dass die breite Einführung einer Corona-App hierzulande gescheitert ist.

Kampf um Hegemonie

Technologien spielen auch in ein einem ganz anderen Zusammenhang eine wichtige Rolle im Leben der Menschen: Im globalen Kontext sind sie auch ein unmittelbares Mittel zur Ausübung von Macht. Das wurde zuletzt z. B. in einem Bericht der „National Security Commission on Artificial Intelligence“ an den us-Kongress deutlich (www.nscai.gov). 15 namhafte Vordenker*innen unter der Führung von Ex-Google-Chef Eric Schmidt stellten darin Überlegungen an, wie die USA der drohenden Vorherrschaft Chinas in Hochtechnologie-Feldern wie Künstlicher Intelligenz begegnen könnten. Diskutiert wurde dies sowohl in militärischer als auch in ziviler Hinsicht: Dass der Einsatz von Technologien die Schlagkraft von Armeen erhöht und damit die Dominanz in der Welt verändert, liegt auf der Hand. Aber gleichrangig wird in dem Bericht betont, dass der Kampf um die Führerschaft in der Welt auch über zivile Technologien ausgetragen wird: Wer bei der technischen Entwicklung die Nase vorn hat, wird in der Folge auch in der Weltwirtschaft und der Weltpolitik die besseren Karten haben. ✕



limits to paternalism and to the ability to manipulate behavior are fluid – especially when this exercise of influence is intransparent and it is unclear who is responsible and to what extent it is legitimate.

Meanwhile, methods of digital “big nudging” are already being employed with great success. One example of this is the individualized advertising that technology companies send to consumers, in which needs are addressed personally or even newly created. In politics, this is known as “micro-targeting”: On the basis of prognoses of who could vote for which party or is still undecided, selective and individualized messages are sent with the aim of influencing voter behavior.

Use in the fight against corona

Nudging is also playing an important role in the corona pandemic – especially as a means of motivating people to support and adhere to the anti-corona measures imposed by governments. Apropos corona: China got the disease under control relatively quickly – at least according to the official reports – thanks to the aggressive use of contact information and restrictions upon infected persons, contact persons, and entire population groups; data protection considerations obviously had no role to play. To name another example, however, South Korea also very successfully used digital technologies in order to contain Covid-19 – without violating basic democratic principles. An example of the socio-political difficulties inherent to this subject is the failure to achieve the widespread introduction of a corona app here in Austria.

The battle for hegemony

Technologies also play an important role in people’s lives in a completely different way: In the global context, they are also a direct means of exercising power. This was recently made clear to the us Congress in a report from the “National Security Commission on Artificial Intelligence” (www.nscai.gov). Fifteen notable visionaries led by former Google boss Eric Schmidt presented their ideas about how the USA could respond to the threat of Chinese domination of such high-tech fields as artificial intelligence. The question was addressed from both the military and civil perspectives. It is obvious that the use of technologies can increase the clout of armies and, hence, change the global balance of power. But the report also emphasizes that an equally important struggle for global leadership is taking place in the arena of civil technologies: It is those who are a step ahead in the field of technical development who will, as a result, be best positioned to influence the global economy and global politics. ✖



Ein kleines Lexikon zentraler Begriffe

Human Centricity

Human Centricity bedeutet, dass man den Menschen ins Zentrum aller Prozesse in Unternehmen, Organisationen und bei technischen Lösungen stellt. Das umfasst den Menschen in seiner ganzen Diversität, mit allen Facetten und Rollen, die Menschen einnehmen – in Unternehmen beispielsweise als Nutzer*innen der Produkte, als Kund*innen, Mitarbeiter*innen, Share- oder Stakeholder*innen. Ein menschenzentriertes Design z. B. von Industriemaschinen oder Konsumgütern erfordert ein grundsätzliches Verständnis der Mensch-Maschine-Interaktion und damit auch der Prinzipien, wie der Mensch „funktioniert“. Human Centricity – der Begriff tauchte erstmals in den 1980er-Jahren auf – erfordert die interdisziplinäre Zusammenarbeit vieler Fachrichtungen, von Psychologie, Soziologie und Informatik bis hin zu Anthropologie, Kognitionswissenschaften und Design. Um die Grundidee in die Praxis umzusetzen zu können, bedarf es der Entwicklung und Anwendung bestimmter Methoden und Prozesse – u. a. der konsequenten Einbindung von Nutzer*innen bei der Produktentwicklung, des empirischen Testens von Prototypen oder eines iterativen Designprozesses. Genaue Einblicke in die Bedürfnisse, Aufgaben und Fähigkeiten von Menschen sowie den Nutzen gelten vielen Expert*innen als wichtiger Treiber für Innovationen. In der aktuellen Forschung, die unter dem Schlagwort „Next Generation Human Centricity“ firmiert, wird ein genauere Blick auf die menschlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen bei der Nutzung von Technologien geworfen – beispielsweise auf neue Werte wie etwa Diversität oder Nachhaltigkeit.

Mensch-Maschine-Schnittstelle

Ein „Human Machine Interface“ ist jener Teil einer Maschine, mit dem der Mensch interagiert. Das reicht von einem einfachen Lichtschalter und dem Lenkrad eines Autos bis hin zu komplexen Schaltpulten und Touchscreen-Monitoren. Je komplexer Maschinen werden, umso größerer Bedeutung kommt der Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstellen zu. Deren Design erfordert einerseits hohes technisches Wissen und andererseits eine genaue Kenntnis der Bedürfnisse der Benutzer*innen. Da sich im Zuge der Digitalisierung die Aufgaben von Menschen im Produktionsprozess und deren Anforderungen an Technologien verändern, sind die Schnittstellen mitbestimmend für die Gestaltung von Arbeitsplätzen der Zukunft. Digitale Technologien erlauben es zunehmend auch, dass sich Schnittstellen an die jeweiligen Kontexte anpassen, personalisiert werden können und den Benutzer*innen je nach Situation unterschiedliche Hilfestellungen geben. Mensch-Maschine-Schnittstellen werden künftig mehr Sinne des Menschen bedienen – so wie heute schon die „klassischen“ Methoden der Steuerung mithilfe von Tastatur, Maus oder Touchscreen durch Sprachsteuerung oder durch virtuelle und augmentierte Realitäten (z. B. mithilfe von Datenbrillen) ergänzt werden. Zwischen kollaborativen Robotern und Menschen werden völlig neue Arten von Benutzer*innen-Schnittstellen entstehen.

A Short Lexicon of Key Terms

Human Centricity

Human Centricity means placing humans at the center of all processes in companies, organizations, and technical solutions. This includes all humans, in all their diversity, with all the facets and roles that humans play – in companies, for example, as users of products, customers, employees, shareholders, or stakeholders. The human-centered design of items such as industrial machines or consumer goods requires a fundamental understanding of the human-machine interaction and, thus, also of the principles of how humans “function”. Human Centricity – the term first appeared in the 1980s – requires the interdisciplinary collaboration of many specialist fields, from psychology, sociology, and computer science to anthropology, cognitive science, and design. Putting the basic idea into practice requires the development and application of certain methods and processes – including the consistent involvement of users in product development, the empirical testing of prototypes, or an iterative design process. Many experts consider precise insights into human needs, tasks, skills, and benefits to be important drivers of innovation. Current research, known as “Next Generation Human Centricity,” is taking a closer look at the human and societal conditions for the use of technologies – by examining, for example, new values such as diversity or sustainability.

Human-Machine Interface

A Human-Machine Interface is that part of a machine with which humans interact. This can range from a simple light switch and the steering wheel of a car to complex control panels and touchscreen monitors. The more complex a machine becomes, the more important the design of its interface with humans. The design of this interface requires, on the one hand, a high level of technical expertise and, on the other hand, a precise knowledge of user needs. As digitalization is transforming the roles and the technological requirements of humans in the production process, these interfaces are contributing to the design of the workplace of the future. Digital technologies are also increasingly allowing interfaces to adapt to each context, to be personalized, and to provide situation-specific support to users. In the future, human-machine interfaces will make use of more of the human senses – just as “classic” keyboard-, mouse-, or touchscreen-based methods of control are already being supplemented by voice control or by virtual and augmented realities (e.g., with the help of data glasses). Completely new types of user interfaces will emerge between collaborative robots and humans.

Industrie 5.0

Unter dem Schlagwort „Industrie 5.0“ wird derzeit eine Form der Güterproduktion diskutiert und entwickelt, die nicht nur innovativ und wettbewerbsfähig, sondern auch menschenzentriert, nachhaltig und resilient ist. Dieses Thema spielt eine wichtige Rolle beim Europäischen Green Deal, der EU-Digitalisierungsstrategie und dem EU-Forschungsprogramm Horizon Europe. Industrie 5.0 bezeichnet die direkte Zusammenarbeit zwischen Menschen und Robotern bzw. intelligenten Maschinen, das Konzept ist eine Erweiterung des Begriffs „Industrie 4.0“ (durchgreifende Vernetzung von Produktionsprozessen), der in den vergangenen Jahren die Diskussion bestimmt hat. Es geht darum, dass Roboter Menschen dabei helfen, schneller und besser zu arbeiten, indem sie Technologien wie Künstliche Intelligenz, Internet der Dinge oder Big Data nutzen – und nicht darum, den Menschen zu verdrängen oder zu ersetzen. Auch in hochautomatisierten Fabriken werden Menschen tätig sein – aber in anderen Rollen. Der Grundgedanke hinter Industrie 5.0 ist, dass Menschen über Fähigkeiten verfügen, die auch durch modernste Technologien nicht oder nur mit extrem hohem Aufwand ersetzt werden können. Dazu zählen etwa kognitives Verständnis von Situationen, Fingerfertigkeit, Flexibilität und Kommunikationsfähigkeiten, aber auch Innovation, Problemlösungskompetenz und Kreativität. Industrie 5.0 will die jeweiligen Stärken von Menschen bzw. Robotern miteinander verknüpfen. Für solche kollaborativen Systeme ist es nötig, die Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine so zu gestalten, dass sie auf die menschlichen Bedürfnisse zugeschnitten sind.

Digitaler Humanismus

Einen anderen Fokus hinsichtlich der Beziehung zwischen Mensch und Maschine hat der „Digitale Humanismus“, in dessen Zentrum der Ruf nach Aufklärung und Humanismus steht. Im „Wiener Manifest für Digitalen Humanismus“, der vor einigen Jahren unter Federführung von Expert*innen der TU Wien erarbeitet wurde, heißt es: „Wir müssen Technologien nach menschlichen Werten und Bedürfnissen formen, anstatt nur zuzulassen, dass Technologien Menschen formen.“ Die Aufgabe bestehe nicht nur darin, die Nachteile der Informations- und Kommunikationstechnologien einzudämmen, sondern vor allem auch darin, von Beginn an menschenzentrierte Innovationen zu fördern. Digitale Technologien sollten beispielsweise so gestaltet sein, dass sie Demokratie und Inklusion fördern. Es müssten wirksame Vorschriften, Gesetze und Regeln festgelegt werden, die auf einem breiten Diskurs beruhen, heißt es in dem Manifest. „Wir fordern einen Digitalen Humanismus, der das komplexe Zusammenspiel von Technologie und Menschheit beschreibt, analysiert und vor allem beeinflusst, für eine bessere Gesellschaft und ein besseres Leben unter voller Achtung universeller Menschenrechte.“ Dieser Blickwinkel steht nicht im Fokus dieses Jahrbuches.

Industry 5.0

The buzzword Industry 5.0 describes an approach to producing goods that is currently being discussed and developed and is not only innovative and competitive, but also human-centered, sustainable, and resilient. The subject plays an important role in the European Green Deal, the EU digitalization strategy, and the EU research program Horizon Europe. Industry 5.0 refers to the direct collaboration between humans and robots or intelligent machines; the concept is an extension of Industry 4.0 (the pervasive networking of production processes), which has dominated the debate in recent years. It embodies the idea that, rather than displacing or replacing humans, robots can help them to work faster and better with the support of technologies such as Artificial Intelligence, the Internet of Things, or Big Data. Humans will still be working in highly automated factories – but in different roles. The basic concept behind Industry 5.0 is that people have skills that even the very latest technologies cannot replace, or can only replace at extremely high cost. These include, for example, the cognitive understanding of situations, dexterity, flexibility, and communication skills, but also innovation, problem-solving skills and creativity. Industry 5.0 aims to combine the respective strengths of humans and robots. Such collaborative systems demand that the design of the interfaces between humans and machines must be tailored to meet human needs.

Digital Humanism

An alternative focus regarding the relationship between humans and machines is provided by Digital Humanism, which centers on the call for enlightenment and humanism. The “Vienna Manifesto for Digital Humanism,” which was drafted a few years ago in a process led by experts from the Vienna University of Technology, states: “We must shape technologies in accordance with human values and needs, instead of allowing technologies to shape humans.” The task, it says, is not only to rein in the downsides of information and communication technologies, but also to encourage human-centered innovation. Digital technologies, for example, should be designed to promote democracy and inclusion. It is essential, states the manifesto, to establish effective regulations, rules, and laws, which are based on a broad public discourse. “We call for a Digital Humanism that describes, analyzes, and, most importantly, influences the complex interplay of technology and humankind, for a better society and a better life that fully respect universal human rights.” This perspective is not the focus of this yearbook.





Technologische
Fragestellungen
Technological
Questions

Markus Murtinger

Einbeziehung des Faktors Mensch in die Gestaltung von Technologien

Der Mensch kommuniziert mit der Technik über eine Schnittstelle. In die Gestaltung dieses Interfaces dürfen folglich nicht nur technische Aspekte einfließen, sondern auch die Bedürfnisse des Menschen. Dies geschieht in der Praxis viel zu selten, erklärt der Experience-Forscher Markus Murtinger vom Center for Technology Experience am AIT Austrian Institute of Technology. Die systematische Berücksichtigung des Faktors Mensch bei der Technologie-Entwicklung ist überdies ein Quell für künftige Innovationen – denn derzeit wird sehr viel Wissen der User*innen nicht genutzt.

Technologie soll uns Menschen unterstützen – und nicht unser Leben komplizierter machen und uns zusätzliche Sorgen bereiten. Dieser Satz klingt nach einer Binsenweisheit. Doch in der Praxis ist häufig das Gegenteil zu beobachten. Technologie nimmt uns zwar sehr viel Arbeit ab, sie ermöglicht uns Zugang zu neuen Erfahrungen und zu neuem Wissen. Doch sie bringt auch zusätzliche Probleme in unser Leben. So wird es beispielsweise immer schwieriger, zu durchschauen, wie eine Maschine, ein Computersystem, ein Smartphone, ein Roboter oder autonome Funktionen in Autos funktionieren.

Auch die Bedienung der Geräte wird nicht immer einfacher: Auf Touchscreens z. B. stehen uns unzählige Knöpfchen und Optionen zur Verfügung, bei denen es schon schwierig genug ist, den Überblick zu behalten. Aber mit jedem Update – die noch dazu oft zur völlig unpassenden Zeit daherkommen – verändert sich das Aussehen und die Anordnung der Bedienelemente erneut, und häufig kommen auch neue Funktionen dazu, ohne dass alte Funktionen deswegen weggelassen würden. Dies scheint ein zutiefst menschliches Verhalten zu sein, wie kürzlich eine in „Nature“ veröffentlichte Studie einer Arbeitsgruppe der University of Virginia gezeigt hat: Demnach fügen Menschen, wenn sie Dinge verbessern wollen, bevorzugt Dinge hinzu – selbst wenn es effektiver wäre, Komponenten des Systems zu entfernen. Tatsächlich sehen viele Personen letztere Möglichkeit nicht einmal, so die Forscher*innen.



Markus Murtinger hat mehr als 15 Jahre Erfahrung in der Beratung von innovativen Digitalisierungsprojekten und kund*innenzentrierten Strategien. Seit Anfang 2020 leitet er die neu gegründeten Competence Unit „Experience Business Transformation“ im Center for Technology Experience am AIT Austrian Institute of Technology.

Markus Murtinger

Taking the Human Factor into Account in the Design of Technology

Markus Murtinger has more than 15 years of experience in consulting innovative digitalization projects and customer-centric strategies. Since the beginning of 2020, he has headed the newly founded Competence Unit “Experience Business Transformation” in the Center for Technology Experience at the AIT Austrian Institute of Technology.

Humans communicate with technology via interfaces. So the design of these interfaces should be influenced by not only technical aspects but also human needs. In practice, this happens far too rarely, explains the Experience Researcher Markus Murtinger from the Center for Technology Experience at the AIT Austrian Institute of Technology. And, in addition to this, systematically taking the human factor into account in the development of technology will be the source of future innovations – because large amounts of user knowhow are currently unused.

Technology should support us – rather than making our lives more complicated and creating extra worries for us. This may sound like a platitude but, in practice, the opposite is often seen to be the case. Technology may save us a great deal of work as well as offering us access to new experiences and new knowledge. But it also introduces new problems into our lives. For example, it is becoming increasingly difficult for us to understand how machines, computer systems, smartphones, robots, or autonomous functions in cars work at all.

Similarly, devices aren’t necessarily becoming easier to operate: Touchscreens, for example, present us with countless buttons and options, which makes it hard enough for us to retain an overview. And with every update – which also often come along at just the wrong moment – the appearance and organization of the controls change again and new functions are also frequently added, without, however, old ones being removed as a result. Such behavior appears to be deeply human, as shown in a study by a working group from the University of Virginia that was recently published in “Nature”: This states that when humans want to improve something they prefer to add things – even if it would be more effective to remove components from a system. According to the researchers, the truth is that many people don’t even recognize this second option.

Corona macht große Problemstellungen deutlich

Wie kompliziert technische Systeme in der Bedienung sein können und welche Beschränkungen sie uns bisweilen auferlegen, konnten wir in der Corona-Krise erleben: Die plötzlich im Berufsleben zentral gewordenen Tools für Videokonferenzen haben zwar vieles ermöglicht, sie haben aber auch für viel Ärger gesorgt. Die Bedienung mancher Portale ist, vorsichtig formuliert, gewöhnungsbedürftig. Die laufenden Updates haben zwar so manche Besserung gebracht, aber gleichzeitig auch für zusätzliche Verwirrung gesorgt. Mit der Zeit wurden auch die Herausforderungen dieser Art von digitaler Kommunikation immer deutlicher: Oft handelt es sich um eine reine Einweg-Kommunikation (etwa wenn die Gesprächspartner*innen ihre Kameras abschalten); man bekommt bisweilen kaum Rückmeldung – schon gar nicht über die Aufmerksamkeit, die emotionale Befindlichkeit oder den Stresslevel der Teilnehmer*innen. Überdies decken die heutigen Telekommunikationssysteme manche Bereiche der Kommunikation gar nicht ab: Komplette fehlen etwa der „Flurfunk“, die kurze Plauderei zwischen Tür und Angel, oder ein Gespür für die Dynamik von Gesprächssituationen. Unter die Räder kommen auch Kreativität und Spontaneität. Unklar ist weiters, ob die digitale Kommunikation uns noch stärker in unserer Bubble gefangen hält, oder ob bestimmte Gruppen, die schon vorher benachteiligt waren – etwa solche mit mangelhafter sprachlicher Ausdrucksfähigkeit –, noch stärker marginalisiert werden. Oder ob und wie sich all das auf die Gleichstellung der Geschlechter auswirkt. Zweifel kamen überdies hinsichtlich Möglichkeiten der Überwachung, etwa durch Vorgesetzte, auf.

„Solche Themen haben uns bisher kaum gekümmert“, meint Markus Murtinger, Leiter der Competence Unit Experience Business Transformation am AIT. Nun sind diese Aspekte aber in den Fokus der Aufmerksamkeit gerückt: „All das sind Fragestellungen, die mit den Schnittstellen zwischen Mensch und Technik zu tun haben“, sagt er. Deren Ausgestaltung hat immensen Einfluss darauf, wie Technologien genutzt werden, wie wir mit ihnen umgehen, und welche Folgen das für uns und unser Umfeld hat.

Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen

„Bei der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen geht es im Wesentlichen um zwei Fragen, die unter einen Hut gebracht werden müssen: Welche Interaktionsform ist passend für die Technik und welche für die User*innen?“ Dabei sind sehr viele Einflussfaktoren zu berücksichtigen – beginnend von technischen Notwendigkeiten über die Frage, wie, wann und wo ein Gerät benutzt wird. Und bis hin zur Gefahr, durch die Wahl eines bestimmten Designs gewisse vulnerable Gruppen (etwa Ältere, sozial Benachteiligte oder Personen mit körperlichen Einschränkungen) auszuschließen.

Murtinger formuliert zwei fundamentale Grundsätze bei der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen: „Zum einen muss man von Anfang an wissen, wer die Nutzer*innen sind, für wen man also ein Interface baut. Das klingt banal, aber in der Praxis weiß man das oft nicht. Und zum

Corona has highlighted some of the major problems

The corona crisis has not only shown us how difficult it can be to operate technical systems, but also highlighted the limitations that some of these systems can impose upon us: The video-conferencing tools that suddenly became central to our professional lives may have enabled us to do things that would otherwise have been impossible, but they also created enough problems. Putting it diplomatically, the operation of certain portals can take some getting used to. The constant updates may have brought certain improvements but, at the same time, they have caused extra confusion. Over time, the challenges of this form of digital communication have also become clearer: It is often little more than one-way communication (such as when one's interlocutors switch off their cameras) and one sometimes gets hardly any feedback – least of all about the attentiveness, emotional state, or stress level of the participants. On top of this, there are aspects of communication that current telecommunications systems don't even cover: These include the “office grapevine”, the short, passing chat, or any sense of the dynamics of a conversational situation. Creativity and spontaneity also pass below the radar. It is similarly unclear whether digital communication keeps us even more imprisoned in our bubbles or whether certain groups that already found themselves at a disadvantage – such as people who have difficulty expressing themselves in words – are becoming even more marginalized. Or whether and how all this impacts upon gender equality. And further doubts have emerged due to the potential for surveillance by, for example, superiors.

“We have largely disregarded such subjects to date,” says Markus Murtinger, Head of the Competence Unit Experience Business Transformation at the AIT. Now, however, these aspects are the focus of attention: “These are all issues that are related to the interfaces between humans and technology,” he says. The design of these interfaces has a huge impact upon how technologies are used, how we deal with them, and the consequences of this for ourselves and our wider environment.

The design of interfaces between humans and machines

“The design of interfaces between humans and machines revolves around two key questions, the answers to which have to be reconciled: Which form of interaction is suitable for the technology and which for the users?” Many parameters have to be taken into consideration here – from technical necessities, via the question of how, when, and where a device is used, to the risks of selecting a design that excludes certain vulnerable groups (such as the elderly, the disadvantaged, or the physically disabled).

Murtinger formulates two fundamental principles for the design of interfaces between humans and machines: “Firstly, we have to know, from the very start, who the users are or, in other words, for whom the interface is being built. This sounds banal but, in practice,

anderen muss genau definiert sein, welche Use Cases verfolgt werden, was das Ziel ist und welche Experience die Nutzer*innen mit der Anwendung haben sollen. Diese Grundlagen müssen geklärt werden, bevor man mit der Technologieentwicklung beginnt. In der Praxis wird hingegen häufig versucht, ein Problem sofort technisch zu lösen.“

Um die verschiedenen Ziele – wirtschaftliche Aspekte, Business-Pläne, Bedürfnisse von Nutzer*innen, Kund*innen usw. oder Human Experience – miteinander in Einklang zu bringen, muss man die gesamte Prozesskette im Auge haben. Dafür wurde eine spezifische Methodik mit einer definierten prozessoralen Reihenfolge von Schritten entwickelt. „Die verschiedenen Teilaspekte dürfen nicht singular betrachtet werden, sondern in der gesamten Prozesskette. Das bedeutet auch, dass es nicht einzelne Zuständige für die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle gibt, sondern dass alle in der Prozesskette dafür verantwortlich sind“, so Murtinger.

Methodik für Human Centered Design

Diese Methode der systematischen Einbindung des „Human Centricity“-Gedankens gliedert sich in folgende Schritte:

- **Kontext-Analyse:** Im ersten Schritt wird der Mensch und sein Verhalten in der Mensch-Maschine-Interaktion beobachtet. Dafür gibt es verschiedene Methoden, die teilweise auch aus der Ethnografie entlehnt wurden – etwa die „teilnehmende Beobachtung“, in der Forscher*innen selbst in der Fabrik oder am Schalter stehen, um das reale Verhalten der Menschen zu erfassen. Daraus ergeben sich Antworten auf die zentralen Fragen: Wer sind die Stakeholder*innen? Was wollen diese erreichen? Wo werden die Technologien genutzt?
- **Integration der User*innen in Co-Creation-Prozessen:** Im nächsten Schritt werden alle involvierten Stakeholder*innen an einen Tisch gebracht. Gemeinsam werden Anforderungen und mögliche Lösungen diskutiert, Szenarien entworfen und Modelle gebaut (z. B. aus Legosteinen).
- **Prototyping:** Die identifizierten Lösungsideen werden in Form von Prototypen technologisch umgesetzt.
- **Evaluierung:** Anhand der Prototypen können z. B. End-User*innen oder das Management eine Lösung bewerten, ohne dafür einen Hunderte Seiten langen Projektbericht lesen zu müssen. In einem iterativen Prozess fließen diese Erfahrungen in weitere Prototypen ein – man tastet sich durch oftmalige Wiederholung von Vorgängen an die Lösung heran.
- **Technologieentwicklung:** Nun kann die eigentliche Entwicklungsarbeit beginnen und die Lösung in die Praxis umgesetzt werden. Diese sollte man durch eine laufende Evaluierung begleiten.
- **Produktion:** Auch bei der Produktion der fertigen Lösung sollten regelmäßig User*innen einbezogen werden, damit sichergestellt wird, dass die Qualität der Lösung aufrechterhalten wird und ein Projekt nicht ganz am Ende noch in eine falsche Richtung läuft.

one often doesn't have a clue. And secondly, we must very precisely define which use cases are to be pursued, what our objective is, and what experience the user should have when using the application. These basic issues must be clarified before we can start developing the technology. In practice, on the other hand, there is often an immediate attempt to find a technical solution to every problem.”

In order to align the various objectives – commercial aspects, business plans, the needs of users and clients, etc., and human experience – one must retain an overview of the entire process chain. A special method with a defined series of processual steps has been developed in order to do just this. “The various sub-issues cannot be considered individually but only as part of an overall process chain. This also means that the responsibility for the design of interfaces between humans and machines remains not with any single individual but, rather, with everyone in the process chain,” says Murtinger.

A methodology for human-centered design

This methodology for systematically involving the notion of “human centrality” can be broken down into the following steps:

- **Context analysis:** The first step involves the observation of humans and their behavior during interactions between humans and machines. There are various methods for doing this, which are also partly borrowed from ethnography – such as “participant observation”, in which the researchers themselves stand in the factory or at the display in order to record people’s actual behavior. This provides answers to the central questions: Who are the stakeholders? What do they want to achieve? Where is the technology used?
- **Integration of users into co-creation processes:** In the next step, all involved stakeholders come together around a table. They discuss requirements and possible solutions, develop scenarios, and build models (e.g. from Lego).
- **Prototyping:** The potential solutions that have been identified are technologically implemented in the form of prototypes.
- **Evaluation:** On the basis of these prototypes, end-users or managers, for example, can evaluate a solution without having to read a several-hundred-page project report. In an iterative process, this experience flows into further prototypes – the solution is approached slowly and surely via the regular repetition of processes.
- **Technology development:** Now the actual development work can begin and the solution can be implemented in practice. This should be accompanied by constant evaluation.
- **Production:** Users should also be regularly involved in the production of the finished solution in order to ensure that the

- **Neustart des Zyklus:** Schließlich kann der gesamte Prozess von Neuem starten: Die User*innen-Experience aus der Praxis liefert in vielen Fällen die Grundlage für ein neues Produkt, für eine neue Innovation.

„Die strikte Einhaltung dieses menschenzentrierten Ablaufs klingt auf den ersten Blick nach einem recht hohen Aufwand. In der Praxis wird er selten systematisch durchgeführt. Doch die Erfahrungen zeigen, dass die methodische Vorgangsweise fast keinen Zusatzaufwand bedeutet – denn man verhindert dadurch eine Entwicklung in eine falsche Richtung. Häufig ist zu beobachten, dass z. B. Software-Projekte bei 80 Prozent des Wegs gestoppt werden, weil irgendein hinderlicher Aspekt auftaucht, der zuvor nicht gesehen wurde.“

Wissenstransfer und Changemanagement

Um den skizzierten Ablauf in der unternehmerischen Praxis zu verankern, benötigt man Methoden des Changemanagements. „Organisatorisch muss die „Human Centricity“ ganz oben verankert werden. Ein Unternehmen muss dieses Prinzip als Wert betrachten“, so Murtinger. „Alle relevanten Abteilungen müssen miteinander verknüpft werden, man muss Wissensmanagement-Systeme etablieren, Workshops organisieren und Mitarbeitende finden, die das gerne machen.“ Diese Methoden müssten überdies trainiert werden: „Man muss den Menschen den Mehrwert von ‚Human Centricity‘ erklären und Enthusiasmus erzeugen.“

Einer dieser Mehrwerte der systematischen Einbindung des Menschen in all seinen Rollen und Funktionen im Sinne von „Human Centricity“ ist das Kreieren von Innovationen. „Hier lässt man in der Praxis viel Wissen liegen – nämlich das Wissen der User*innen.“ Die Internet-Industrie setzt Verfahren zur Erhebung der Interaktionen der Nutzer*innen längst systematisch und erfolgreich ein. „Im Web ist es ganz normal, dass jeder Klick analysiert wird, um mehr über das Verhalten der User*innen zu erfahren und seine Schlüsse daraus zu ziehen. Dann werden kleine Änderungen z. B. einer Schnittstelle an Testgruppen getestet: Fällt ihnen das überhaupt auf? Wie beeinflusst das ihr Verhalten?“

Da auch in Maschinen und anderen Geräte des täglichen Lebens immer mehr Sensorik eingebaut wird, könnten in diesen Bereichen ebenfalls zeitgemäße „Analytics“ aufgebaut werden. Damit könnten Fragen beantwortet werden wie etwa: Was und wie nutzen Mitarbeiter*innen ein bestimmtes System? Werden die Settings geändert? Wie oft wird die Sprache umgestellt? Daraus könne man sich neue Services überlegen, so Murtinger. Man könnte beispielsweise die Mensch-Maschine-Schnittstellen personalisieren – so wie es im Web heute selbstverständlich ist. Man könnte auch adaptive, intelligente Schnittstellen bauen, die den Kontext berücksichtigen, sodass ein Display je nach Situation anders aussehen könnte.

Und man könnte neue Systeme konzipieren, wie die Technik den Menschen unterstützen kann, um Überforderung und Erschöpfung zu verhindern. „Da kann noch wahnsinnig viel getan werden. Aber diese Daten

quality of this solution is maintained and that a project doesn't take a wrong turn right at the end.

- **Restarting the cycle:** Finally, the entire process can start again from the beginning: In many cases, practical user experience delivers the basis for a new product, a further innovation.

“At first glance it seems very complicated to rigorously stick to this human-centered approach. In practice, however, it is rarely carried out so systematically. Yet experience shows that the methodical approach hardly creates any extra work at all – because it prevents things from developing in the wrong direction. In software development, for example, one regularly sees projects being stopped after 80 per cent of the work has been done because an obstacle has emerged that wasn't spotted earlier.”

Knowledge transfer and change management

In order to anchor the process sketched out above in corporate practice, change management methods are required. “‘Human centricity’ must be anchored right at the top of an organization. A company must see this principle as an asset,” says Murtinger. “All relevant departments must be interlinked, one must establish knowledge management systems, organize workshops, and find employees who like doing such things.” And people must be trained in such methods: “One has to explain to them the added value of ‘human centricity’ and generate enthusiasm for it.”

One of these added values of systematically involving people in all their roles and functions in the spirit of “human centricity” is the creation of innovations. “Lots of practical knowledge is lost here – namely, the knowledge of the users.” The internet industry has been systematically and successfully using processes for recording user interactions for some time. “On the web it is quite normal for every click to be analyzed in order to learn more about user behavior and to draw conclusions as a result. Then small changes in an interface, for example, are tried out on test groups: Will they even notice it? How will it influence their behavior?”

Given that more and more sensors are being built into machines and other everyday devices, contemporary “analytics” could also expand into these areas. And this could enable us to answer questions such as: How do employees use a certain system? Are the settings changed? How often is the language altered? One could use this information to think about new services, says Murtinger. For example, interfaces between humans and machines could be personalized – as happens automatically on the web today. Or one could create adaptive, intelligent interfaces that take the context into account so that a display always looks different depending upon the situation.

werden derzeit nicht generiert.“ Murtinger nennt als Beispiel die Einsatzzentrale einer Blaulichtorganisation: „Dort tut sich oft stundenlang nichts, aber dann müssen die Diensthabenden bei einem Notfall auf einmal voll da sein. Um Langeweile und Lethargie zu verhindern, könnte es vielleicht günstig sein, dass auf dem Display z. B. ein Spiel erscheint: So bleiben die Menschen wach und aufmerksam und können im Fall einer Katastrophe schneller ‚hochfahren‘.“

Verhältnis zwischen Mensch und Maschine ändert sich

Das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine wird sich in Zukunft ändern, ist Murtinger überzeugt. „Durch die fortschreitende Automatisierung werden viele unspezialisierte und monotone Aufgaben für den Menschen wegfallen, dafür wird der Kontakt zu Maschinen breiter und umfasst mehr Themen als früher, wie etwa Monitoring, Qualitätskontrolle, Wartung und Servicierung.“

Das bedeutet, dass auch die Interaktion in Zukunft eine andere sein wird: Man steht seltener direkt an der Maschine, sondern erfüllt seine Aufgaben aus der Ferne, z. B. über mobile Devices. „Vieles wird auf ein zentrales Gerät zusammenschmelzen, man bekommt alle Informationen auf ein Display“, erwartet der Forscher. Nachsatz: „So ähnlich, wie auch das Smartphone mittlerweile mehr als ein Dutzend Geräte ersetzt, die wir früher separat für alle möglichen Funktionen hatten.“

Alle Sinne werden angesprochen

Parallel dazu werden sich auch neue Arten der Interaktion zwischen Menschen und Maschinen entwickeln. „Wir werden in Zukunft alle unsere Sinne bedienen“, so Murtinger. Das beginnt bei Brillen, in die Informationen eingeblendet werden, und reicht hin bis zur Steuerung durch gesprochene Sprache oder Gesten. Oder sogar durch direkte Steuerung per Gehirnströme. Im Einzelnen:

- **Sehsinn:** Das, was heute ein Handy oder ein Tablet kann, wird in Zukunft wohl in Form von „Augmented Reality“ in Brillen integriert werden. Diese Datenbrillen dienen dann sowohl als Ausgabe- als auch als Interaktionsgerät. Derzeit sind sie aber noch nicht wirklich praxistauglich: Die Datenbrillen sind groß und schwer, anstrengend für die Augen, man ist vielfach auf lästige Kabelverbindungen angewiesen. „Daher sind sie auch im Gaming-Bereich noch nicht zum Massenphänomen geworden“, so Murtinger. Doch bei Spezialanwendungen, etwa für Einsatzkräfte oder für Wartungspersonal in schwierigen Umgebungen, funktionieren sie bereits. Gesteuert werden können die Systeme u. a. per Eye-Tracking (einen Punkt anvisieren und blinzeln), durch Gestik (Fingerbewegungen) oder auch durch Sprache.
- **Gehör:** Immer wichtiger für die Steuerung von Maschinen wird auch das

And one could conceive new systems that enable technology to support humans by preventing them from being overworked or exhausted. “There is a huge amount to do in this area, but the relevant data are simply not being generated.” Murtinger offers the example of the operations center of one of the emergency services: “Here, hours can often pass in which nothing happens and then, suddenly, there’s an emergency and those on duty have it all to do. In order to combat boredom and lethargy it could be a good idea, for example, for a game to appear on the display: The personnel would remain awake and alert so that, when a catastrophe occurs, they can hit the ground running.”

The relationship between humans and machines is changing

Murtinger is convinced that the relationship between humans and machines will change in the future. “Due to advances in automation there are many unspecialized and monotonous tasks that people will no longer have to perform, whereas their contact with machines will become broader and involve more tasks than before – in such areas as monitoring, quality control, maintenance, and servicing.”

This means that future interactions will also be different: We will spend much less time standing at the machine and perform our tasks remotely, e.g. via mobile devices. “Many things will come together on a central device and we will get all our information on a display,” says the researcher, before adding: “In much the same way that the smartphone now replaces more than a dozen devices that we previously needed in order to carry out all sorts of functions.”

Appealing to all the senses

In parallel with this, new forms of interaction between humans and machines will also develop. “We will use all our senses in the future,” says Murtinger. This will begin with glasses, on which information is displayed, and stretch to controlling devices using speech or gestures – or even doing so directly using brainwaves. In more detail:

- **Sense of sight:** Everything that a mobile phone or tablet can do today could be integrated into glasses in future in the form of “augmented reality”. These data glasses will then be used as a device for both creating output and interacting. Today, however, they are not advanced enough to be used in practice: Data glasses are large and heavy and strenuous for the eyes and one is often dependent upon irritating cable connections. “This is why they have yet to become a mass phenomenon in the area of gaming,” says Murtinger. But in the case of special applications for users such as the emergency services or maintenance personnel in difficult environments, they work already. Such systems can be controlled by eye-tracking (targeting a point and blinking), gestures (finger movements), and also speech.



Hören und Sprechen. Allerdings hat der Gehörsinn Beschränkungen: Sprachsteuerung kann nur in relativ ruhigen Umgebungen angewendet werden. Ein Problem gibt es weiters, wenn immer mehr Geräte durch gesprochene Sprache gesteuert werden – welches soll sich dann angesprochen fühlen? Und auch für den Menschen kann Sprachsteuerung sehr anstrengend sein – denn das Gehör ist dauerhaft in Betrieb: Man kann nicht einfach die Ohrmuscheln zuklappen, es gibt daher immer eine Belastung. Überdies ist es nicht immer einfach zu identifizieren, wem ein akustisches Signal gilt.

- **Tastsinn:** Das Spüren von Berührungen oder Vibrationen funktioniert in dieser Hinsicht völlig anders: Von taktilen Reizen ist ausschließlich ein einzelnes Individuum betroffen. Diese lösen starke Reaktionen aus – man kennt das vom Vibrationsalarm von Handys. Das kann je nach Situation von Vor- oder von Nachteil sein. Im Zusammenhang mit gefährlichen Situationen werden Berührungsreize derzeit bei Einsatzkräften erprobt, um ihnen ein unmissverständliches Alarmzeichen übermitteln zu können, obwohl sie mit anderen Aufgaben voll ausgelastet sind.
- **Geruchssinn:** Ein Forschungsthema ist derzeit die Nutzung von Duftsignalen. Geruch ist etwas sehr Persönliches, er ist – sowohl in positiver als auch negativer Hinsicht – stark mit Emotionen aufgeladen. Untersucht werden derzeit Methoden des Geruchs-Capturing (Einfangen und Festhalten von Gerüchen), der automatisierten Geruchserkennung mit „künstlichen Nasen“ sowie der raschen Synthetisierung bestimmter Duftnoten. Als Informationsquelle können Gerüche wichtig werden, um einen zusätzlichen Kanal zur Übermittlung von Warnungen bereitzustellen. Der Nachteil dabei: Gerüche wird man nicht so leicht wieder los – man kann ein Duftsignal nicht einfach abschalten.

Vieles davon ist freilich noch Zukunftsmusik. In einem ist sich Murtin-ger indes sicher: „Mit Multisensorik wird es für Anwendungen von Virtual Reality und Augmented Reality und neuen Formen der Mensch-Maschine-Interaktion wahnsinnig spannend.“ Er wagt eine Prognose: „Ich vermute, dass Datenbrillen in Zukunft viel stärker in Verbindung mit Brain-Interfaces genutzt werden: Durch die Messung des EEG reicht es dann, daran zu denken, dass man einen Button drückt – und schon geschieht es.“ Diese Technologie nutzt man heute schon im medizinischen Bereich, etwa bei der Steuerung von High-tech-Prothesen. Für die Verknüpfung von Augmented Reality in Datenbrillen mit Brain-Interfaces ist auf jeden Fall eine völlig andere Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen erforderlich. „Die Abläufe zur Gestaltung bleiben zwar die gleichen, aber die Design- und Interaktions-Prinzipien sind völlig andere.“ ✕



- **Sense of hearing:** The role of hearing and speaking in controlling machines is also growing. But the sense of hearing has its limitations: Voice commands can only be used in relatively quiet surroundings. A further problem occurs when multiple machines are controlled by voice and it may not be clear which is being spoken to at any one time. And voice control can also be very strenuous for humans because the sense of hearing is constantly active: As one cannot simply close one's ears the strain is constant. Furthermore, it is not always easy to identify for whom an acoustic signal is intended.
- **Sense of touch:** In this regard, we feel movements and vibrations in a completely different way: Only a single individual is affected by a tactile stimulus. As we know from the vibration alarm of a mobile phone, this can trigger strong reactions, which can be either an advantage or a disadvantage, depending upon the situation. The emergency services are currently testing the use of tactile stimuli in dangerous situations as a means of ensuring that they receive unmistakable alarm signals even when they are fully engaged doing something else.
- **Sense of smell:** One subject of current research is the use of odor signals. Smell is highly personal and strongly emotionally charged – in both the positive and the negative sense. The methods under investigation include odor capturing (the capture and retention of odors), automated odor recognition with the help of “artificial” noses, and the swift synthesization of certain scents. Odors can play an important role as a source of information by providing an additional channel for communicating warnings. A disadvantage here is that odors can't be got rid of so easily – you can't simply switch off an odor signal.

Of course much of this seems a long way off. But Murtinger is sure of one thing: “Multisensorics will have fascinating implications for the whole area of virtual and augmented reality applications and potential new forms of interaction between humans and machines.” He risks a prognosis: “I suspect that the use of data glasses in connection with brain interfaces will increase greatly in the future: Thanks to EEG measurement, thinking about pressing a button will be enough to make this happen.” This technology is already in use today in the medical field as exemplified by the control of high-tech prostheses. But the combination of augmented reality in data glasses with brain interfaces requires a complete reconfiguration of the interfaces between humans and machines. “The design processes may remain the same but the principles of the design itself and the interaction will be completely different.” ✕

Andreas Kugi

Industrie 5.0: Mensch und Maschine als Partner

Ein neuer Ansatz in der Automatisierung will die jeweiligen Stärken von Menschen und Maschinen miteinander verbinden. Durch diesen menschenzentrierten Ansatz soll die Produktion nicht nur effizienter und flexibler, sondern auch nachhaltiger und resilienter werden. Ein Gespräch mit dem Automatisierungsexperten Andreas Kugi.

In allen vier Industriellen Revolutionen, die sich seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts ereignet und grundlegende Transformationsprozesse in Wirtschaft und Gesellschaft ausgelöst haben, spielt Automatisierung eine große Rolle: Die Dampfmaschine hat ermöglicht, dass schwere handwerkliche Tätigkeiten von Maschinen übernommen wurden. In der zweiten Industriellen Revolution wurde unter anderem die Fließbandarbeit eingeführt – damit wurden die Grundlagen dafür geschaffen, beispielsweise Autos zu produzieren, die für die breite Masse leistbar waren. Die dritte Industrielle Revolution war stark mit der Einführung von speicherprogrammierbaren Steuerungen und von Robotern verbunden. Und schließlich hielten in der vierten Industriellen Revolution die digitale Vernetzung (Internet of Things) und die systematische Nutzung von Big Data Einzug in Fabriken (Industrie 4.0).

Neues Paradigma der Automatisierung

Nun stehen wir an der Schwelle zu einer weiteren Veränderung: Unter dem Schlagwort „Industrie 5.0“ wird derzeit eine Form der Güterproduktion diskutiert und entwickelt, die nicht nur innovativ und wettbewerbsfähig, sondern auch menschenzentriert, nachhaltig und resilient ist. Zur Weiterentwicklung dieses Gedankens hat die Europäische Kommission die Industrie5.0-Initiative ins Leben gerufen. Dieses Thema spielt auch eine wichtige Rolle bei dem Europäischen Green Deal und der Digitalisierungsstrategie.



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 (öAW) und Mitglied im Expertengremium der Deutschen Exzellenzinitiative.

Andreas Kugi

Industry 5.0: Humans and Machines as Partners

Andreas Kugi is the Head of the Automation and Control Institute (ACIN) and professor for complex dynamic systems at TU Wien. 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 physical-based mathematical modeling, 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 of the German Excellence Initiative.

A new approach to automation is seeking to combine the respective strengths of humans and machines. The objective of this human-centered approach is that production should become not only more efficient and flexible, but also more sustainable and resilient. A conversation with the automation expert Andreas Kugi.

Automation has played a major role in all of the four industrial revolutions that have occurred since the beginning of the 19th century and triggered fundamental processes of transformation in both the economy and society: The steam engine enabled tough manual tasks to be taken over by machines. The Second Industrial Revolution saw the introduction of, amongst other things, the conveyor belt, which laid the foundations for the production of things such as cars that were affordable to the mainstream population. The Third Industrial Revolution was strongly associated with the introduction of programmable controllers and robots. And, finally, the Fourth Industrial Revolution has seen the introduction of digital networking (the Internet of Things) and the systematic use of big data in factories (Industry 4.0).

New paradigms of automation

We now find ourselves on the threshold of a new transformation: The label “Industry 5.0” describes an approach to producing goods that is currently being discussed and developed, which is not only innovative and competitive but also human-centered, sustainable, and resilient. In order to develop this concept further, the European Commission has established the Industry 5.0 Initiative. And the subject also plays an important role in the European Green Deal and digitalization strategy.

Dieser Ansatz kommt einem Perspektivenwechsel gleich: Während Industrie 4.0 ein primär technikzentrierter Ansatz ist, bettet Industrie 5.0 die Güterproduktion in einen größeren Kontext ein. Konkret: „Bei der Industrie 5.0 nutzt man das, was technisch möglich ist (und im Rahmen von Industrie 4.0 entwickelt wurde und wird), man setzt die Technologien aber auf eine menschenzentrierte, nachhaltige und resiliente Weise ein“, erläutert Andreas Kugi, Professor für komplexe dynamische Systeme an der TU Wien und Leiter des Centers für Vision, Automation & Control am AIT Austrian Institute of Technology.

Menschenzentrierter Ansatz

Ein zentraler Aspekt ist dabei die Menschenzentriertheit. Noch vor einigen Jahren dachten viele, dass in Zukunft alles vollautomatisch in menschenleeren Fabriken produziert werde. Das ist aber in Kugis Augen nicht sinnvoll. Und zwar aus mehreren Gründen. „Je höher man den Automatisierungsgrad treibt, umso mehr Ausnahmefälle muss man berücksichtigen und umso aufwendiger wird es. Irgendwann kommt man auch bei einer wirtschaftlichen Betrachtung zu dem Punkt, dass es nicht mehr sinnvoll ist, den Automatisierungsgrad weiter zu steigern“, so Kugi.

Neben diesem ökonomischen Argument ist ein weiterer Punkt, dass Menschen über Fähigkeiten verfügen, die auch durch modernste Technologien nicht oder nur mit extrem hohem Aufwand ersetzt werden können. Dazu zählen kognitives Verständnis von Situationen, Fingerfertigkeit, Flexibilität und Kommunikationsfähigkeiten, genauso wie Innovation, Problemlösungskompetenz und Kreativität. „Wir wollen die Stärken von beiden – Mensch und Maschine – nutzen und sinnvoll verbinden“, so Kugi. Zur Etablierung solcher kollaborativer Systeme ist es nötig, die Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine so zu gestalten, dass sie auf die menschlichen Bedürfnisse zugeschnitten sind (Näheres siehe unten).

Nachhaltigkeit und Resilienz

Ein zweiter wesentlicher Aspekt bei Industrie 5.0 ist die Nachhaltigkeit. Heute und in der Zukunft liegt der Fokus stark auf der Frage, wie man im Rahmen der physikalischen Grenzen etwas mit möglichst wenig Energie und Ressourcen herstellen kann. „Die Zeiten sind vorbei, in denen man bei Effektivitätsbetrachtungen die Auswirkungen auf Umwelt und Klima ausklammert, heute muss man den gesamten Produktlebenszyklus ganzheitlich betrachten“, so Kugi. Fortgeschrittene Produktions- und Automatisierungssysteme können auch einen wichtigen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten. Bei der Konzeption von Produkten und den zugehörigen Produktionsprozessen sollte von Beginn an auf Abfallvermeidung, mögliche werthaltige Nutzung und Wiederverwendung von Abfällen bis hin zur Reparatur und dem Recycling geachtet werden. Wenn man dabei die gesamte Wertschöpfungskette in Europa im Blick hätte, könnte man hier viele Synergien nutzen, betont Kugi.

This approach amounts to a change of perspective: While Industry 4.0 is a primarily technology-centered concept, Industry 5.0 places the production of goods in a wider context. In concrete terms: “In Industry 5.0, one uses that which is technically possible (and which was and is being developed within the framework of Industry 4.0) but one implements this technology in a human-centered, sustainable, and resilient manner,” explains Andreas Kugi, Professor for Complex Dynamic Systems at TU Wien and Head of the Center for Vision, Automation & Control at the AIT Austrian Institute of Technology.

Human-centered approach

Human-centeredness is a central aspect here. Only a few years ago many thought that, in the future, everything would be produced automatically in deserted factories. For Kugi, however, this is not logical. For a number of reasons: “The higher we push the degree of automation, the more exceptions we will have to consider and the more complex everything will become. Even if one only considers things commercially, one arrives at a point at which it no longer makes sense to continue increasing the degree of automation,” says Kugi.

Alongside this economic argument, there is also the fact that there are some human abilities that cannot be replaced, even by the latest technology, or that can, perhaps, be replaced, but only at enormous cost. These include the cognitive understanding of situations, dexterity, flexibility, and communication skills just as much as innovation, problem-solving skills, and creativity. “Our objective is to make use of and logically combine the strengths of both humans and machines,” says Kugi. In order to establish such collaborative systems it is essential to tailor the interfaces between humans and machines to meet human needs (see more below).

Sustainability and resilience

A second key aspect of Industry 5.0 is sustainability. Today and in the future, close attention will be paid to the question of how, given certain physical constraints, something can be produced with a minimum of energy and resources. “The days in which one could analyze efficiency without taking environmental and climatic impact into account are over and today one must holistically consider the entire product lifecycle,” says Kugi. Advanced production and automation systems can also make an important contribution to the circular economy. When designing products and the associated production processes, waste reduction and the potential intrinsic value and reuse of waste up to the point of repair and recycling should be addressed from the very start. If one considered the entire European value chain when doing this, one could exploit a multitude of synergies, emphasizes Kugi.

Womit auch der dritte wichtige Punkt von Industrie 5.0 angesprochen wäre: die Resilienz. Spätestens durch die Covid-Pandemie wurde allgemein erkannt, wie rasch heutige Lieferketten zusammenbrechen können und dass man derzeit gewisse Dinge in Europa so ohne Weiteres gar nicht autark produzieren kann. Durch Automatisierung und Flexibilisierung der Produktion kann zumindest ein Teil der Wertschöpfungsketten nach Europa zurückgeholt werden – Roboter kosten bei uns dasselbe wie in Billiglohnländern.

Neue Anforderungen an die Güterproduktion

Industrie 5.0 ist auch eine Reaktion auf die sich verändernden Anforderungen an die Güterproduktion, die wiederum eine grundlegende Veränderung von Organisation und Technik erforderlich machen. „Man muss heute zum Teil eine sehr hohe Variantenvielfalt produzieren können und sich schnell an ändernde Anforderungen und Bedingungen adaptieren können: Dazu braucht man höchstmögliche Flexibilität“, so Kugi.

Das hat mehrere Konsequenzen. Erstens die bereits oben erwähnte Neudefinition der Rolle des Menschen in den Produktionsabläufen: Man brauche Menschen, die diese Flexibilität unterstützen und zum Teil erst ermöglichen, die bei der Arbeit mitdenken, die den gesamten Prozess orchestrieren und die auch dann noch einen Weg wissen, wenn die Maschine nicht mehr weiter weiß. Kugi: „Der Mensch ist wahnsinnig flexibel und kann sich extrem schnell und gut an neue Situationen anpassen – insbesondere, was die Kombination aus kognitiven Fähigkeiten, Fingerfertigkeit, Kreativität, Problemlösungskompetenz und kommunikativen Fähigkeiten betrifft. Modernste Robotersysteme sind heutzutage davon noch meilenweit entfernt. So wird es auch in absehbarer Zeit zum Beispiel keinen Roboter geben, den man anrufen kann, damit er zu Hause einen Siphon ausputzt.“

Die Folgerung daraus ist, dass man die Systeme von vornherein so konzipieren muss, dass der Mensch seine Stärken ausspielen kann. „Man sollte sich nicht immer nur die Frage stellen: Wie könnte man eine Aufgabe, die jetzt ein Mensch erledigt, automatisieren? Sondern man sollte danach fragen, was man tun muss, damit dieser Mensch unter Zuhilfenahme von Maschinen und Automatisierung bestmöglich unterstützt wird und seinen Job gerne macht“, merkt der Forscher an. „Die Zeiten, in denen man eine Maschine baut, die dann jeder Mensch unabhängig von Geschlecht, Körpergröße oder kulturellem Hintergrund immer gleich bedienen muss, sind vorbei“, so Kugi. Vielmehr müsse man überlegen, wie man die Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine aufbauen kann, um die Maschine an die Menschen anzupassen, vielleicht sogar individualisieren zu können. „Wenn sich der Mensch wohl fühlt, kann man auch davon ausgehen, dass die Effizienz passt. Das ist kein Widerspruch – ganz im Gegenteil: Eine Voraussetzung, um wirtschaftlich erfolgreich zu sein, ist es, dass die Menschen zufrieden und glücklich sind.“

And this brings us to the third key aspect of Industry 5.0: resilience. Even if it wasn't generally recognized beforehand, the Covid pandemic has clearly illustrated not only the speed with which today's delivery chains can break down, but also the fact that there are things that we cannot readily produce self-sufficiently in Europe. The automation and and flexibilization of production will enable us to bring at least part of the value chain back to Europe – robots cost the same here as in low-wage economies.

New requirements for the production of goods

Industry 5.0 is also a reaction to changing requirements for the production of goods, which, in turn, are necessitating a fundamental transformation in both organization and technology. "Today, one sometimes has to be able to produce a huge number of variants and to rapidly adapt to changing requirements and circumstances: This demands the highest possible flexibility," says Kugi. This has a number of consequences. The first is the redefined role of humans in production processes that was mentioned above: We need people, who support and partly even facilitate this flexibility, who think when they are working, who orchestrate the entire process, and who are still in a position to find a solution when the machine is no longer able to. According to Kugi: "Humans are unbelievably flexible and can adapt to new situations very well and very quickly – especially, when a combination of cognitive abilities, dexterity, creativity, and problem-solving and communication skills is required. Today, even the most state-of-the-art robots are far removed from this. And in the foreseeable future, for example, we are still not going to have a robot, whom we can call up and ask to clean the drains at home."

The conclusion here is that we must design systems in advance in such a way that we humans can make full use of our strengths. "We shouldn't only always ask ourselves the question: How can we automate a task that a human performs today? Rather, we should ask what we should do in order to ensure that this human can enjoy doing their job while receiving optimal support from machines and automation," comments the researcher. The times in which we built machines that everyone operated in the same way, regardless of their gender, height, or cultural background, are over," says Kugi. It is much more important to consider how we can create interfaces between humans and machines that enable machines to be adapted to humans or perhaps, even, individualized. "If people feel good, one can also assume that the efficiency will be ok. This isn't a contradiction – quite the opposite, in fact: One prerequisite for economic success is that people are satisfied and happy."

Neugestaltung von Prozessen

Das Ernstnehmen des menschlichen Faktors hat aber auch noch eine zweite wichtige Konsequenz für die Automatisierung, die in der Vergangenheit viel zu oft ausschließlich als Ersetzen von Menschen durch Maschinen angesehen wurde. „Es hat in meinen Augen wenig Sinn zu fragen: Wie hat denn der Mensch das bisher produziert? Und dann versucht man, eine Maschine zu bauen, die die Handarbeit nachahmt. Ich persönlich glaube nicht, dass das der sinnvolle Weg ist.“ Besser wäre es, die Produktionsprozesse zum Teil von Grund auf neu zu denken. Dadurch sollen zwei Dinge erreicht werden: zum einen eine optimale Aufteilung der Aufgaben zwischen Menschen und Maschinen unter Berücksichtigung der momentanen Möglichkeiten, die die Technik bietet, und zum anderen die Neugestaltung des Produkts, damit es automatisierungsgerecht und überdies so gestaltet ist, dass es am Ende des Lebenszyklus auch ohne Probleme repariert, zerlegt oder recycelt werden kann.

Kugi illustriert das am Beispiel der Textilindustrie. „In der Bekleidungs-herstellung ist noch fast alles Handarbeit, vor allem in Asien. Bisher wurden die Prozesse so aufgesetzt, dass man sehr effizient in Handarbeit in Niedriglohnländern produzieren kann.“ Aber man müsse sich die Frage stellen, ob nicht die Art der Produktion ganz grundsätzlich auf neue Beine gestellt werden könne. Wo nutzt man Automatisierung und in welchen Bereichen setzt man sinnvollerweise den Menschen ein? Und wie müssen die Schnittstellen gestaltet sein?

In der Textilindustrie ist man von einer vollautomatischen Produktion jedenfalls noch weit entfernt. Gelöst werden müssen noch einige grundlegende technische Probleme. „Es gibt einige Konzepte und Überlegungen und sogar bereits ein Patent eines großen Tech-Konzerns bei denen sich der Mensch einmal abscannen lässt und ab diesem Zeitpunkt kann man Kleidung virtuell anprobieren und per Knopfdruck bestellen, die dann individuell automatisiert hergestellt wird. Ich glaube aber nicht, dass sich diese Automatisierung in den nächsten Jahren so einfach realisieren lässt.“ Für einen geübten Menschen ist es ein Leichtes, zwei zugeschnittene Stoffteile gezielt aus einer Kiste zu nehmen, sie dann auf einer Arbeitsfläche aneinanderzulegen, um im Anschluss eine Naht setzen zu können. „Diese Feinfühligkeit, Stoffe faltenfrei flexibel handhaben zu können, ist heute sowohl von der Greiftechnologie als auch von der Sensorik her ein technisch ungelöstes Problem. Wir Menschen kombinieren dabei mühelos visuelle und haptische Fähigkeiten. Wir haben ein Modell der Objekte und der Prozesse im Kopf, sodass wir diese Tätigkeiten sogar mit geschlossenen Augen vollziehen können. Solche Fähigkeiten lassen sich mit den heute zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Technik nicht vergleichbar realisieren. Und das noch dazu mit der Geschwindigkeit und Robustheit, die ein Mensch schafft“, berichtet Kugi aus der Praxis.

Redesigning processes

This tendency to take the human factor more seriously also has a second important consequence for automation, which has been regarded far too often in the past as nothing more than the replacement of humans by machines. “In my opinion there’s little sense in asking “How have people produced that up till now?” and in then trying to produce a machine that copies the manual operation. Personally, I don’t believe that this is the logical approach.” To a certain extent it would be better to fundamentally rethink production processes. This should enable two things to be achieved: the first is an optimal sharing of tasks between humans and machines that takes into account the current possibilities offered by technology and the second is the redesign of the product so that it is compatible with automation and can also be easily repaired, dismantled, or recycled at the end of its lifecycle.

Kugi illustrates this with the example of the textile industry “In clothing manufacturing, almost everything is still done by hand, above all in Asia. To date, processes have been structured in such a way that clothes can be very efficiently produced by manual labor in low-wage economies.” But one must ask if the type of production couldn’t be fundamentally put on a new footing. Where do we use automation and where can one logically use people? And how should the interfaces be designed?

In any event, the textile industry is still a very long way from fully automated production. Several fundamental technical problems first have to be solved. “There are a number of concepts and ideas and even already a patent from a major tech company that allows someone to be scanned so that they can try on clothing virtually. They can then order the garment with the touch of a button and it is individually produced by a machine. But I don’t believe that it will be that easy to realize such automation in the next few years.” It is so much easier for a skilled person to consciously select two tailored pieces of cloth from a box and to carefully align them on a working surface so that they can then sew a seam. “This sensitivity, which enables us to handle materials flexibly and avoid making creases, is a challenge that technology is still unable to resolve from the perspectives of either gripping or sensor technology. When we humans perform such a task we effortlessly combine visual and haptic skills. We have a model of the objects and the processes in our head, which would even allow us to work with our eyes closed. Such actions cannot be comparably performed by the technology available to us today. And certainly not with the speed and robustness achieved by humans,” adds Kugi, completing the concrete example.

Künstliche Intelligenz als Werkzeug

Das Beispiel zeigt, dass rein technisch gesehen am Weg zur „Industrie 5.0“ noch viele Entwicklungen nötig sind – etwa leistungsfähigere Sensoren, Aktoren und kognitive Automatisierungsarchitekturen, die die Situationen erfassen und die vielen Daten und Modelle miteinander verknüpfen können, um dann zu Handlungsanleitungen zu kommen. Ein wichtiges Werkzeug im Werkzeugkasten der Automatisierungstechnik sind die Methoden der Künstlichen Intelligenz – die überdies auch neue Dinge ermöglicht, die bisher so nicht möglich waren. Klassische Automatisierungstechnik funktioniert nach der Logik von geschachtelten Regelkreisen: Man erfasst etwas mit Sensoren, verarbeitet die Daten algorithmisch, und ein Aktor verändert schließlich eine Stellgröße am Prozess. „AI-enabled automation“ hebt die Automatisierung auf ein höheres Niveau“, erläutert Kugi: Über Sensorfusion und maschinelles Lernen können ganze Situationen in Anlagen erfasst werden. Dadurch ist man auch imstande, zum Teil kognitive Entscheidungen zu treffen bzw. dem Menschen vorzuschlagen, wie man die Anlage betreiben soll, um die Qualität zu verbessern oder Fehler zu eliminieren. Man kann in Echtzeit sämtliche Energie-, Material- und Stoffströme erfassen und die Produktqualität für jedes einzelne Produkt aktiv regeln sowie die Anlage auch bei häufigem Produktwechsel permanent in einem optimalen Betriebspunkt halten, in dem möglichst wenig Ressourcen und Energie verbraucht werden.

Die nahe Zukunft: Teilautonome Systeme

Was werden die nächsten Jahre hinsichtlich Automatisierung bringen? „Im ersten Schritt wollen wir Maschinen bauen, die leichter bedienbar sind und die gewisse Teilaufgaben autonom übernehmen können – wobei wir eine sehr starke Zusammenarbeit zwischen Maschine und Mensch sehen“, berichtet Kugi. Er nennt ein Beispiel: „Muss in einem Fahrzeug, das Grünstreifen auf einer Autobahn mäht, wirklich ein Mensch sitzen? Wahrscheinlich nein. Aber es gibt Situationen, wo z. B. etwas auf dem Pannestreifen liegt. Der Mensch schaut dann hin und bemerkt sehr schnell: Das ist ein Müllsack – oder etwas anderes, das nicht überfahren werden darf. Das Bildverarbeitungssystem eines autonomen Fahrzeugs weiß das nicht für alle Situationen. Es muss rückfragen: Was ist das? Darf ich jetzt weiterfahren?“

Die Konzeption läuft also auf ein Gesamtsystem hinaus, in dem manche Aufgaben teilautonom delegiert werden können und der Mensch eine Unterstützungsfunktion bekommt und Entscheidungen trifft. Dadurch kann die Maschine auch vom Menschen lernen. Und umgekehrt: „Die Maschine kann den Menschen dabei unterstützen, sich gewisse Fähigkeiten anzueignen. Ein Beispiel: Wenn die Maschine bei einer Inspektion bemerkt, dass es eine Korrelation zwischen bestimmten Verhältnissen in der Anlage und einem Fehler gibt, kann die Maschine dies als Fehlerhypothese dem Menschen mitteilen. Der Mensch kann anschließend untersuchen, warum das so ist, und das System entsprechend weiterentwickeln.“ Generell sollte man Maschinen so konzipieren, dass der Mensch in der Interaktion auch

Artificial intelligence as a tool

This example shows that, in purely technical terms, the path towards “Industry 5.0” will require a lot more development work – in such areas as higher-performance sensors, actuators, and cognitive automation architectures that capture situations and are able to combine the many data and models as a means of arriving at operating commands. A key tool in the automation technology toolbox is the methodology of artificial intelligence – which also enables us to do things that weren’t previously possible. Classic automation technology works according to the logic of nested circuits: One captures something with sensors, processes the data using algorithms, and an actuator eventually alters a correcting variable in the process. “‘AI-enabled automation’ takes automation to the next level,” explains Kugi: Thanks to sensor fusion and machine learning, entire configurations of pieces of equipment can be captured. As a result, it is also possible for AI to take partly cognitive decisions or suggest to humans how they should operate the piece of equipment in order to improve quality or eliminate errors. All energy and material flows can be observed in real time, the product quality for each individual product can be actively controlled, and the equipment kept in an optimal operational condition so that the consumption of resources and energy are minimized, even if the product changes regularly.

The near future: semi-autonomous systems

What will the next few years bring in the arena of automation? “As a first step, we want to build machines that are easier to operate and can autonomously take over certain partial tasks – while we will still see very close cooperation between machines and humans,” reports Kugi. He offers an example: “Does someone really need to be sitting in the vehicle that mows the grass verges on a motorway? Probably not. But there are situations in which, for example, something is lying on the hard shoulder. A person can look and recognize very quickly: That’s a garbage bag – or something else that they can’t simply drive over. The image processing system of an autonomous vehicle doesn’t have the answer to every situation. It has to ask: What’s that? Can I keep on driving?”

Hence, the concept amounts to an overall system, in which some tasks can be delegated as semi-autonomous, while humans retain a support function and must make decisions. In this way, the machine can also learn from humans. And vice versa: “The machine can thus also help humans to acquire certain abilities. For example: If, during an inspection, a machine notices a correlation between certain conditions in a piece of equipment and a certain fault, the machine can pass this information onto a human as a fault hypothesis. The human can then investigate why this is the case and improve the system accordingly.” In general, one should design machines in such a

einen Erkenntniszugewinn hat und damit die (kognitive) Maschine auch zum permanenten Lernprozess und zur Qualifikationssteigerung des Menschen beiträgt.

Neben Assistenzsystemen und teilautonomen Aufgaben kann sich Kugi in manchen Bereichen auch einen vollautonomen Betrieb mancher Systeme vorstellen. „In gewissen Bereichen macht es durchaus Sinn, autonome Funktionen zu haben – wobei es aber immer auch eine Schnittstelle zum Menschen geben wird.“ Konkret: „Zumindest eine Überwachungsfunktion durch den Menschen wird es immer geben.“ Als Beispiel führt der Forscher eine Straßenbahn oder einen Bus an, die sich in der Remise bzw. Garage selbsttätig einparkt. „Ich bin aber sehr skeptisch, ob man Fahrer*innen komplett ersetzen kann. Beispielsweise verbringt ein Busfahrer zwar den Großteil seiner Zeit mit dem Fahren, aber er macht auch sehr viele Dinge zusätzlich. Er assistiert z. B. Personen im Rollstuhl, hilft beim Verladen von Koffern, gibt Auskunft, ob das der richtige Bus ist, überprüft, ob die Reifen in Ordnung sind, und so weiter. Das sind alles Tätigkeiten, die eine Maschine nicht erledigen kann.“

„Technik soll dem Menschen dienen“

Für Europa hat Kugi ein Bild vor Augen, in dem der Mensch trotz zunehmender Automatisierung auch in Zukunft eine zentrale Rolle einnimmt – gemeinsam mit der Technik: „Die Technik soll dem Menschen dienen. Das bedeutet nicht, dass die Maschine dem Menschen nicht gewisse Tätigkeiten abnehmen oder ihm assistieren soll – ganz im Gegenteil.“ Durch Automatisierung können insbesondere schwere, monotone und gefährliche Tätigkeiten an die Maschine ausgelagert werden und Automatisierung soll die Zeit schaffen, damit sich der Mensch auf seine Stärken, nämlich der Kombination aus kognitiven Fähigkeiten, Fingerfertigkeit, Kreativität, Innovation, Problemlösungskompetenz und kommunikativen Fähigkeiten konzentrieren kann. „Dies schafft Flexibilität, Robustheit und Agilität, bildet die Grundlage für ein attraktives Arbeitsumfeld und damit die Voraussetzung für den notwendigen wirtschaftlichen Erfolg. Automatisierung ist nicht dazu da, Jobs zu ersetzen, sondern transformiert Tätigkeiten, manche fallen weg und neue kommen dazu“, betont Kugi. ✕

way that the humans who interact with them also gain insights, as a result of which (cognitive) machines also contribute to the process of permanent learning and help humans to improve their skills.

Alongside assistance systems and semi-autonomous tasks, Kugi can also imagine the fully autonomous operation of some systems in some areas. “In certain areas, it makes complete sense to have autonomous functions – although there will still always be an interface with humans.” More concretely: “Humans will always retain at least one monitoring function.” The researcher offers the example of a tram or bus that parks itself in the terminus or the garage. “But I am very skeptical whether one can completely replace the driver. For example, bus drivers may well spend most of their time driving, but they also do many other additional things: such as assisting people in wheelchairs, helping to store away suitcases, telling passengers whether this is the right bus, checking if the tires are OK, etc. These are all tasks that a machine can’t perform.”

“Technology should be at the service of people”

Kugi has an image of a Europe in which, despite increasing automation, humans will continue to play a central role in future – together with technology: “Technology should be at the service of people. This doesn’t mean that machines shouldn’t relieve people of certain activities or help them – quite the opposite.” Automation enables particularly tough, monotonous, and dangerous activities to be outsourced to machines and should also free up time to allow humans to focus on their strengths, namely, their combination of cognitive abilities, dexterity, creativity, innovation, and problem-solving and communication skills. “This creates flexibility, robustness, and agility and forms the basis for an attractive working environment and is thus a prerequisite for the necessary economic success. Automation is not here to replace jobs but, rather, to transform activities, some of which will disappear while new ones emerge,” emphasizes Kugi. ✕

Matthias Scheutz

„Roboter müssen soziale Normen verstehen“

Eine neue Generation von Robotern, die keine passiven Arbeitsautomaten sind, sondern ihre Umgebung wahrnehmen, reagieren und autonom Entscheidungen treffen: In den Forschungslabors des Computer- und Kognitionswissenschafters Matthias Scheutz sind sie bereits Realität, wie er „Standard“-Redakteurin Karin Krichmayr berichtete.

Roboter können besser mit Menschen zusammenarbeiten, wenn sie auf gemeinsame mentale Modelle zurückgreifen, wie Sie in einer kürzlich veröffentlichten Studie zu einer fiktiven Mars-Mission gezeigt haben. Was sind mentale Modelle?

Scheutz: Mentale Modelle sind Wissensstrukturen, die wir aufbauen, und zwar dazu, was der andere weiß, welche Ziele er hat, wie er sich in der Vergangenheit verhalten hat. Diese Strukturen sind essenziell, um Teamarbeit effizient zu gestalten, besonders unter Zeitdruck. Aus der Managementforschung weiß man, dass die effektivsten Teams die sind, in denen alle Mitglieder ein gutes Gesamtverständnis haben und es schaffen, die verschiedenen individuellen mentalen Modelle konsistent zu halten, indem sie sich ständig abstimmen. Das kann in gut trainierten Teams, wie etwa bei der Feuerwehr, auch nonverbal funktionieren. Wir können unseren Geist nicht teilen – im Gegensatz zu Robotern. Unser Ziel ist, dass autonome Roboter, die ihr Wissen über gemeinsame Plattformen teilen, in Teams integriert werden, Aufgaben selbstständig ausführen und auf Änderungen eingehen können – in der industriellen Fertigung, im Katastropheneinsatz oder auf dem Mars.



Matthias Scheutz, geb. 1966 in Wien, studierte in Wien Philosophie und Computerwissenschaften und lebt seit 1994 in den USA. Er ist Professor für Computer- und Kognitionswissenschaften an der Tufts University in Boston und leitet das dortige Human-Robot-Interaction Labor. Seine Forschungen konzentrieren sich auf die künstliche Intelligenz (KI) und die kognitive Modellierung mit Fokus auf Robotik und der Anwendung von KI auf Roboter. Seit mehreren Jahren entwickelt er flexible und leistungsfähige Algorithmen als zukunftsfähige Lösungen für eine optimale Interaktion von Robotern mit Menschen. Kooperationen mit österreichischen Forschungseinrichtungen wie der TU Wien oder dem Austrian Research Institute for Artificial Intelligence (ORAI) führten ihn immer wieder zurück nach Österreich. Seit 2020 ist er überdies Principal Scientist am Center for Vision, Automation & Control des Austrian Institute of Technology. Er ist Mitglied in zahlreichen Gremien, etwa im Boston Global Forum oder im österreichischen Rat für Robotik und Künstliche Intelligenz.

Matthias Scheutz

“Robots Need to Understand Social Norms”

Matthias Scheutz, born in Vienna in 1966, studied philosophy and computer science in Vienna and has lived in the USA since 1994. He is a professor of computer and cognitive sciences at Tufts University in Boston, where he directs the Human-Robot Interaction Laboratory. His research focuses on robotics and the application of AI to robots. For several years he has been developing flexible and powerful algorithms as future-proof solutions for the optimal interaction of robots with humans. Cooperations with Austrian research institutions such as TU Wien or the Austrian Research Institute for Artificial Intelligence (OFAI) have led him back to Austria again and again. Since 2020, he has also been a Principal Scientist at the Center for Vision, Automation & Control at the AIT Austrian Institute of Technology. He is a member of numerous committees, such as the Boston Global Forum or the Austrian Council for Robotics and Artificial Intelligence.

A new generation of robots that, rather than being passive working automatons, are aware of and react to their surroundings and take autonomous decisions: This is already reality in the research laboratories of the computer and cognition scientist Matthias Scheutz, as he reported to “Standard” editor Karin Krichmayr.

Robots can cooperate better with humans when they are able to fall back on shared mental models, as you showed in a recently published study of a fictive Mars mission. What are mental models?

Scheutz: Mental models are knowledge structures that we create and that tell us what the other person knows, what their objectives are, and how they have behaved in the past. These structures are essential if teamwork is to be efficiently structured, especially under time pressure. Management research tells us that the most effective teams are those in which all the members have a good overall understanding and coordinate constantly amongst themselves in order to ensure that their various individual mental models remain consistent. In well-trained teams, such as in the fire brigade, this can also function non-verbally. We can't share our spirit – unlike robots. Our objective is that autonomous robots, which share their knowledge via common platforms, should be integrated into teams, perform tasks independently, and be able to react to changes – in industrial production, in disaster relief operations, or on Mars.

Wie war die Mars-Studie aufgebaut?

Scheutz: In Kollaboration mit NASA-Forscher*innen haben wir ein Szenario kreiert, in dem wir erstmals die Technologie der geteilten mentalen Modelle bei Robotern experimentell evaluiert haben. Es handelte sich um eine virtuelle Raumstation mit zwei Robotern und einem Menschen, wobei Letzterer die Hauptaufgabe hatte, mit einem Rover, der sich auf dem Planeten befindet, Kontakt zu halten. Die Nebenaufgabe, die uns eigentlich interessierte, bestand darin, dass Mensch und Roboter zusammenarbeiten mussten, um defekte radioaktive Säulen zu reparieren, die die Energie für die Station liefern. Das Experiment war so angelegt, dass die Frequenz der Schäden immer häufiger wird. So wollten wir eine bessere Vergleichbarkeit erreichen, ob sich Roboter mit oder ohne geteilte mentale Modelle besser schlagen.

Mit welchem Ergebnis?

Scheutz: Teams mit Robotern mit geteilten Wissensplattformen schafften es länger, die Versorgung der Raumstation aufrechtzuerhalten, da sich die beiden Roboter viel besser die Arbeit aufteilen konnten. Der eine wusste etwa, wenn der andere bei einer Säule angekommen war, und konnte sich ohne weitere Anweisung gleich den nächsten Aufgaben widmen. Der Mensch brauchte also nicht so viel mit den Robotern kommunizieren. Interessant war, dass die Arbeitsbelastung nicht sank, weil die Testpersonen die ersparte Zeit in die vermeintliche Hauptaufgabe investierten. In anderen Situationen kann es durchaus der Fall sein, dass die Extrarbeit, die einem der Roboter abnimmt, eine Erleichterung bringt.

Sie arbeiten in Ihrer Forschung auch daran, dass Roboter sich besser an menschliche Normen halten, was soziale Interaktionen betrifft. Wie bringen Sie Maschinen bei, sich richtig zu verhalten?

Scheutz: Die Idee ist, dass Maschinen, die in menschliche Kontexte eingebettet sind – Assistenzroboter im Spital oder Altersheim, Roboter, die im Empfang einer Bank arbeiten oder in einem Supermarkt aufpassen –, ein gewisses Verständnis von den sozialen Normen haben müssen. Sonst will niemand etwas mit ihnen zu tun haben. Es ist ein großes Problem, dass soziale und moralische Normen selbst kein konsistentes System bilden. Zum Beispiel wird die Norm, niemandem Schmerzen zuzufügen, gebrochen, wenn man geimpft wird. Wir Menschen müssen abwägen, wobei Werte und Vorstellungen eine Rolle spielen. Maschinen müssen in der Lage sein, in so einer Situation zu handeln.

How was the Mars study structured?

Scheutz: We collaborated with researchers from NASA to create a scenario in which we experimentally evaluated the technology behind the shared mental models of robots for the first time. The project involved a virtual space station with two robots and one human, whose main task was to maintain contact with a rover that was on the planet. The secondary task, which was of particular interest to us because it required cooperation between the human and the robots, was the repair of the defective radioactive piles that provided the station with energy. The experiment was designed in such a way that this damage became more frequent. We did this to make it easier to compare whether robots succeed better with or without shared mental models.

And what did you conclude?

Scheutz: Teams with robots with shared knowledge platforms managed to keep the supply to the space station going for longer because the two robots were able to share out the work much better. For example, as it knew when one robot had arrived at a pile, the other robot was able to apply itself to the next task without requiring any further instruction. Hence, the human didn't need to spend so much time communicating with the robots. Interestingly, the workload of the test person didn't fall because they chose to invest the time that they had saved in their supposed main task instead. In other situations it's quite possible that the extra work that a robot performs provides some relief for humans.

In your research you are also working to improve the ability of robots to stick to human norms in the area of social interactions. How do you teach machines to behave properly?

Scheutz: The idea is that machines that are embedded in human contexts – service robots in hospitals or retirement homes, robots that work at the reception of a bank or provide support in a supermarket – must have a certain understanding of social norms. Otherwise, no one will want to have anything to do with them. The fact that social and moral norms don't form a consistent system is a major problem here. For example, when we vaccinate somebody are we breaking the norm that says that we should never cause pain to anyone? We humans have to evaluate

Wie gehen Sie vor?

Scheutz: Der Ansatz, dass der Roboter sich per Maschinenlernen das Verhalten vom Menschen abschaut, ist hier aufgrund der Inkonsistenzen schwer durchführbar. Also müssen wir explizit vorgeben, welche Normen und Vorschriften in einer bestimmten Situation gelten. Wenn es einen Konflikt gibt und nicht alle Regeln befolgt werden können, schauen wir uns einfach formuliert an: Welche Teilmenge von diesen Normen ist die größte Teilmenge, die die minimalsten Verletzungskosten hat? Die wählt der Roboter dann. Ein Beispiel: Wenn es in einem Vorlesungssaal brennt, wo die Norm gilt, den Vortragenden nicht zu unterbrechen, dann darf man das in dem Fall trotzdem. Wenn Roboter die Prinzipien kennen, können sie sich auch für ihr Verhalten rechtfertigen. Denn sie wissen dann, was sie warum tun, auch wenn sie noch nie in dieser Situation waren. Beobachtungsbasierte Lernmethoden schaffen das nicht.

Deswegen kann ein Roboter auch einmal sagen: Nein?

Scheutz: Wir wollen keinesfalls, dass Roboter blindlings Anweisungen ausführen. In dem System, an dem wir arbeiten, geht der Roboter jedes Mal, wenn er eine Anweisung bekommt, eine Reihe von Fragen durch: Kann ich das? Kann ich es jetzt und hier? Ist die Person autorisiert? Wir wollen ja nicht, dass, wenn ich sage, ich brauche eine Latte für den Zaun, der Roboter zum Nachbarn geht und eine abmontiert. Er muss verstehen, was er darf, wer ihm was anweisen darf und ob es erlaubt und angemessen ist.

Im Umgang mit autonomen Systemen spielt Vertrauen eine große Rolle. Sie sprechen hier von emotionaler Intelligenz der Roboter. Kann man Empathie programmieren?

Scheutz: Da sind wir noch ganz am Anfang. Wir haben kürzlich in einer Studie gesehen, wie Menschen automatisch die Art und Weise, wie ein Roboter etwas sagt, interpretieren. Es ging um eine Situation, in der ein Teamleiter eine Aufgabe versemelt hatte. Wenn der Roboter mit Empathie reagierte („Nächstes Mal machen wir es besser“), wurde er als emotional intelligent eingestuft im Gegensatz zu einer unempathischen Reaktion („Meine Schuld war es nicht“). Es spielt also eine große Rolle, wie Maschinen etwas ausdrücken. In weiterer Folge hängt das Vertrauen in die Maschine davon ab, wie emotional intelligent sie zu sein scheint.

such questions and our values and expectations play a role in this evaluation. Machines have to be in the position to act in such a situation.

How do you approach this?

Scheutz: The approach of using machine learning to enable a robot to copy human behavior is hard to realize here because of such inconsistencies. Hence, we have to explicitly define which norms and rules apply in a specific situation. If there is a conflict and not all these rules can be followed, we simply address the question formulaically: Which subset of this norm is the largest subset that has the smallest negative consequences? This is the one that the robot selects. For example: If there is a fire in a lecture hall in which there is a rule that says that one shouldn't interrupt the lecturer, one may still do so in such circumstances. If robots are aware of the principles, they can also justify their own actions. Because they then know why they are doing something, even if they have never been in such a situation. This can't be taught using observation-based learning methods.

That's why a robot can also sometimes say no?

Scheutz: We certainly don't want robots to blindly follow instructions. In the system on which we are working, every time that the robot receives instructions it asks a list of questions: Can I do that? Can I do that here and now? Does the person have the authority? When I tell the robot that I need a picket for the fence I don't want it to go to the neighbors and remove one of theirs. It must understand what it can do, who can instruct it to do something, and whether this is both permitted and appropriate.

Trust plays a huge role when dealing with autonomous systems. You are talking here about the emotional intelligence of robots. Can empathy be programmed?

Scheutz: These are very early days here. A study recently showed us how humans automatically interpret the way in which a robot says something. It examined a situation in which a team leader made a mess of a task. When the robot reacted with empathy ("we'll do it better next time") it was seen as emotionally intelligent in contrast with a non-empathetic reaction ("it wasn't my fault"). Hence, the way in



Welche Rolle spielt das Aussehen des Roboters?

Scheutz: Wie eine Maschine konstruiert ist, wirkt sich unmittelbar darauf aus, wie sie behandelt wird und welche Fähigkeiten wir ihr zuschreiben. Es ist schockierend, wie stark Geschlechterstereotype auf Roboter übertragen werden. Wenn man nichts dazusagt, werden sie als männlich betrachtet. Umgekehrt haben Kollegen einem Roboter Lippenstift aufgetragen, und Männer haben die Maschine deutlich anders behandelt als einen neutralen Roboter. Weil wir die Tendenz haben, Roboter zu überschätzen und ihnen mentale Zustände zuzuschreiben, ist es sehr wichtig, dass wir ganz klar zeigen, was sie können und was nicht. Gerade in der Teamarbeit muss man genau wissen, was von einer Maschine zu erwarten ist – damit man sich auf sie verlassen kann. ✖

Quelle: Der Standard, 14. November 2020



which machines express themselves is very important. We can conclude from this that our trust in a machine depends upon how emotionally intelligent it appears to be.

What is the role of the robot's appearance?

Scheutz: The way a machine is constructed has a direct impact upon how we deal with it and the abilities that we attribute to it. The extent to which gender stereotypes are transferred to robots is shocking. When nothing is said they are regarded as male. Conversely, colleagues have noted that when they simply add lipstick to a robot men immediately treat it very differently to how they treat a neutral robot. As we tend to underestimate robots and ascribe mental states to them it's very important that we clearly show what they can and cannot do. In teamwork in particular we must know precisely what we can expect from a machine – so that we can depend upon it. ✕

Source: Der Standard, 14th November 2020

Digitaler Wandel

Digitalisierung verändert unser Leben und Arbeiten. Eine ganze Reihe von Initiativen und Projekten konzentrieren sich dabei auf den Menschen als gestalterischen und nutzenden Faktor der Technologien. Ein kurzer Streifzug durch die Welt des Digitalen Wandels – von neuen Lösungen für die Mobilität und Stadtplanung über die Digitalisierung von Fabriken und Unternehmen bis hin zum Bildungswesen und zum Einsatz von Methoden der künstlichen Intelligenz.

Die Digitalisierung aller Lebensbereiche schreitet mit unglaublichem Tempo voran. Im Jahr 2020 nutzten rund 4,54 Milliarden Menschen das Internet – fünf Jahr zuvor waren es 2,83 Milliarden Menschen gewesen. Die Zahl der Handynutzer*innen ist mit 5,19 Milliarden sogar noch höher. Soziale Netzwerke wurden mittlerweile von 3,8 Milliarden Menschen genutzt. Im Durchschnitt sind die Menschen täglich 6 Stunden und 42 Minuten im Internet, das sind 30 Minuten mehr als noch vor fünf Jahren. Die Corona-Krise hat diese Entwicklung nicht gebremst. Im Gegenteil: „Die COVID-19-Pandemie hat alle Aspekte der digitalen Transformation verstärkt“, heißt es beispielsweise im „OECD Digital Economy Outlook 2020“. Ein Beispiel dafür: Unmittelbar nach dem Ausbruch der Pandemie ist der Datenverkehr über das Internet sprunghaft gestiegen – in manchen Ländern sogar um 60 Prozent.

Angesichts dieser rasanten Entwicklung geht bei vielen Zeitgenossinnen und Zeitgenossen die Angst um, dass die Technologie den Menschen überrollt und zu bloßen Statisten einer Entwicklung macht. Doch gleichzeitig gibt es in vielen Bereichen den Trend, den Menschen bewusst ins Zentrum der Digitalen Transformation bzw. der Technologieentwicklung zu rücken. Das gilt auch für viele Strategiepaper der EU, in denen seit einigen Jahren die Bedeutung des Faktors Mensch betont wird und der Fokus auf eine Kollaboration zwischen Mensch und Maschine gelegt wird.

„Alles, was wir machen, machen wir für den Menschen als Benutzer*in“, erläutert Helmut Leopold, Leiter des Center for Digital Safety and Security des AIT Austrian Institute of Technology. „Wir wollen den Menschen die Arbeit erleichtern, sie produktiver machen, ihnen bei Problemlösungen helfen, wir wollen ihnen ein schöneres Leben ermöglichen.“ Dazu ist es notwendig, die Menschen in die Technologieentwicklung einzubinden – z. B. genau hinzusehen, wie eine technische Lösung genutzt wird und entspre-

Digital Change

Digitalization is changing the way we live and work. A whole range of initiatives and projects is focusing on the role of humans as designers and users of technologies. This is a brief survey of the world of digital transformation – from new solutions for mobility and urban planning, via the digitalization of factories and companies, to education and the use of methods of artificial intelligence.

The digitalization of all areas of life is progressing at an incredible pace. In 2020, around 4.54 billion people used the internet – five years earlier, the figure was 2.83 billion. At 5.19 billion, the number of cellphone users is even higher. Social networks are now being used by 3.8 billion people. On average, people spend 6 hours and 42 minutes a day on the internet, which is 30 minutes more than five years ago. The corona crisis has not slowed down this development. On the contrary: “The COVID-19 pandemic has strengthened all aspects of the digital transformation,” states the “OECD Digital Economy Outlook 2020”. One example of this: Immediately after the outbreak of the pandemic, data traffic over the internet jumped – in some countries by as much as 60 percent.

In view of this rapid development, many people are afraid that technology will overwhelm humans and turn us into mere extras in a development process. At the same time, however, there is a trend in many areas towards consciously placing humans at the center of digital transformations and technological development. This also applies to many EU strategy papers, which have been emphasizing the importance of the human factor and focusing on collaboration between humans and machines for several years.

“Everything we do, we do for people as users,” explains Helmut Leopold, Head of the Center for Digital Safety and Security at the AIT Austrian Institute of Technology. “We want to make people’s work easier, make them more productive, help them solve problems, we want to give them a more enjoyable life.” To achieve this, it is necessary to involve people in technology development – to, for example, look closely at how a technical solution is used and to refine it accordingly (“shaping”). Needs and values that are important to people, such as security or privacy, must be taken into account in the design process.

chend nachzuschärfen („shaping“). Für die Menschen wichtige Bedürfnisse und Werte, wie etwa Sicherheit oder Privacy, müssten schon in Designprozess mitberücksichtigt werden.

Abwägung zwischen Effizienz und menschlichen Bedürfnissen

Die Art und Weise, wie die Bedürfnisse der Menschen bei der Gestaltung von digitalen Technologien eingebunden werden, kann sehr vielgestaltig sein. Ein interessantes Beispiel ist das EU-Forschungsprojekt QUIET (Qualifying and Implementing a user-centric designed and Efficient electric vehicle): Dabei sollte bei Elektroautos der Energieverbrauch für Heizung und Klimatisierung deutlich gesenkt werden, um dadurch die Reichweite insbesondere bei extremen klimatischen Bedingungen zu steigern. Neben einer neukonzipierten Klimaanlage, die ungenutzte Abwärme nutzen kann, dem verstärkten Leichtbau von Komponenten und einer besseren Wärmedämmung wurden auch Infrarot-Paneele eingebaut, die innerhalb weniger Sekunden angenehme Strahlungswärme abgeben, die sofort bei den Fahrzeuginsassinnen und Fahrzeuginsassen ankommt. Die Vielzahl an möglichen Wärmequellen erfordert ein völlig neuartiges Energiemanagement, das zwei entscheidenden Kriterien genügen muss: hohe Energieeffizienz und gleichzeitig hohe Nutzer*innenzufriedenheit.

Um die Steuerung des komplexen Energiesystems so einfach wie möglich zu gestalten, wurde eine völlig neue Mensch-Maschine-Schnittstelle entwickelt: Die Lenker*innen können über ein Touchscreen-Display eingeben, ob ihnen zu kalt oder zu warm ist oder ob sie sich wohl fühlen. Das ist für jeden Sitz im Fahrzeug separat möglich, sodass der thermische Komfort auf die individuellen Bedürfnisse der Fahrzeuginsassinnen und Fahrzeuginsassen angepasst werden kann. Den Rest erledigt die elektronische Steuerung im Hintergrund, die die jeweils günstigste Kombination ermittelt. Überdies stellt eine Anzeige – in Form von grünen Blättern – intuitiv dar, wie energieeffizient die Kühl- und Heizanlage gerade arbeitet. Ausgiebige Tests zeigten, dass durch die getroffenen Maßnahmen die Reichweite um 26 Prozent gesteigert werden konnte, ohne dass dadurch der Komfort beeinträchtigt wurde. Rein technisch seien noch viel größere Energieeinsparungen möglich, erläutern die Projektbetreiber*innen um Dragan Simic (AIT) – aber das gehe auf Kosten des Komforts der Insassinnen und Insassen. „Das ist letztlich für die Akzeptanz der Elektromobilität mitentscheidend: Wenn es den Lenker*innen zu heiß ist oder wenn sie frieren, wollen sie dieses Fahrzeug nicht benutzen“, so Simic.

Intelligente Stadtplanung für den Menschen

Ein weiteres gutes Beispiel, wie man den Menschen in all seinen Facetten bei technischen Lösungen in den Fokus rücken kann, ist das City Intelligence Lab am AIT. Dort werden die komplexen Auswirkungen der Planung von Stadtteilen, Straßennetzen, Gebäuden usw. auf Wirtschaft, Umwelt und Mobilität transparent und sichtbar gemacht. Konkret können

Balancing efficiency and human needs

The ways in which human needs are incorporated into the design of digital technologies can vary widely. An interesting example is the EU research project QUIET (Qualifying and Implementing a user-centric designed and Efficient electric vehicle): The aim of the project was to significantly reduce the energy required by electric cars for heating and air conditioning in order to increase their range, especially under extreme climatic conditions. In addition to a newly designed air-conditioning system that can exploit waste heat, the lightweight construction of more components, and better thermal insulation, infrared panels were also installed, which emit a pleasant radiant heat within seconds that immediately reaches the occupants of the vehicle. The large number of possible heat sources requires a completely new type of energy management system that has to satisfy two decisive criteria: high energy efficiency and, at the same time, high user satisfaction.

A completely new human-machine interface was developed in order to make the control of this complex energy system as simple as possible: Drivers can use a touchscreen display to register whether they are comfortable, too cold, or too warm. This can also be done separately for each seat in the vehicle, so that thermal comfort can be adjusted to the individual needs of the occupants. The rest of the work is carried out in the background by the electronic control system, which determines the most favorable combination in each situation. In addition to this, icons – in the form of green leaves – intuitively display the energy efficiency of the cooling and heating system. Extensive tests showed that these measures increased the range by 26 percent without compromising comfort. In purely technical terms, much greater energy savings are still possible, explains the project operators led by Dragan Simic (AIT) – but this comes at the expense of occupant comfort. “Ultimately, this is a decisive factor for the acceptance of electromobility: If a driver is too hot or freezing, they will not want to use the vehicle,” says Simic.

Intelligent urban planning for humans

Another good example of how to focus on humans, in all their diversity, in technical solutions is the City Intelligence Lab at the AIT. Here, the complex impact of the planning of city districts, road networks, and buildings, etc. on the economy, environment, and mobility are made transparent and visible. More specifically, a wide range of scenarios can be designed and immediately evaluated from the earliest planning stage onwards: With the help of key technologies such as artificial intelligence (AI) or augmented reality (AR), physical calculations and complex simulations are created and visualized – as a result of which it is practically possible to identify, in real time, the impact of a change in plan upon energy consumption, the traffic patterns and accessibility in a city district, or summer overheating.

vom frühesten Planungsstadium an vielfältige Szenarien entworfen und sofort evaluiert werden: Mithilfe von Schlüsseltechnologien wie künstliche Intelligenz (KI) oder Augmented Reality (AR) werden physikalische Berechnungen und komplexe Simulationen erstellt und visualisiert – man kann praktisch in Echtzeit eruieren, welche Konsequenzen eine Planänderung für den Energieverbrauch, für die Verkehrserschließung und Zugänglichkeit eines Stadtteils oder für die sommerliche Überhitzung hat. Die im City Intelligence Lab implementierten Technologien ermöglicht aber auch eine zweite wichtige Innovation – nämlich die konsequente Einbindung aller Stakeholder*innen. Planer*innen, Nutzer*innen und Auftraggeber*innen arbeiten an interaktiven Projektionswänden und 3-D-Modellen gemeinsam Projekte und Planungsszenarien aus, und das System berechnet innerhalb wenigen Minuten die Auswirkungen, und stellt diese anschaulich dar. „Dies ermöglicht eine radikal neue Form der nahtlosen Zusammenarbeit zwischen mehreren Partnern“, erläutert Nikolas Neubert, Leiter der AIT Competence Unit Digital Resilient Cities. Verfolgt wird dabei der Ansatz einer „co-kreativen Entwicklung“, mit dem gemeinsam auf der Grundlage der menschlichen Bedürfnisse neues Wissen geschaffen wird.

Zusammenarbeit mit Künstlicher Intelligenz

In die Forschung hat auch bereits der Begriff „human centered AI“ Einzug gehalten. Der Begriff wird für zwei unterschiedliche Perspektiven verwendet: Zum einen geht es darum, wie stark Künstliche Intelligenz unter menschlicher Kontrolle steht, zum anderen die Beziehung von KI zur „Conditio Humana“, also zu den Umständen des Menschseins bzw. zur Natur des Menschen.

Sicher ist jedenfalls, dass die Zukunft eine wachsende Anzahl von interaktiven Begegnungen zwischen Benutzerinnen und Benutzern sowie mit künstlicher Intelligenz mit sich bringen wird, in denen KI-Systeme explizite oder implizite Entscheidungen fällen. Daraus ergibt sich u. a. auch eine Forderung nach Fairness und Vertrauen: Wann ist eine KI fair? Und wann können wir ihr vertrauen, dass sie fair ist? Diesen Fragen wird zur Zeit in einer Reihe von interdisziplinären Forschungsprojekten nachgegangen. Das Projekt „CALIBRAITE“ (geleitet vom AIT) beispielsweise konzentriert sich auf die Gestaltung einer fairen und vertrauensvollen Interaktion zwischen Mensch und künstlicher Intelligenz. Der Fokus liegt dabei auf der Kalibrierung von Verlässlichkeit in intelligenten Systemfunktionen, und zwar indem den Nutzer*innen mitgeteilt wird, wie zuverlässig eine intelligente Funktion gerade ist. „complAI“ (BOC Asset Management und Joanneum Research) beschäftigt sich mit Fragen nach Ethik, Recht und Sicherheit in Bezug auf den Einsatz von KI und versucht, diese Bereiche mittels modellbasierten Risikomanagements in Angriff zu nehmen. Das Projekt „FAIRALGOS“ (TU Wien) befasst sich mit Fairness, Bias (systematische Verzerrungen in Daten) und Transparenz von Computer Vision-Algorithmen, um die Funktionsweise von bildbasierten Entscheidungssystemen und deren Auswirkungen zu verstehen – mit dem Ziel, Diskriminierung zu verhindern. Einen umfassen-

The technologies implemented in the City Intelligence Lab also facilitate a second important innovation – namely, the full involvement of all stakeholders. Planners, users, and clients work together on projects and planning scenarios on interactive projection screens and 3-D models, and the system calculates impacts within a few minutes and displays these clearly. “This enables a radically new form of seamless collaboration between multiple partners,” explains Nikolas Neubert, head of the AIT’s Digital Resilient Cities Competence Unit. The approach used here is that of “co-creative development”, in which new knowledge is created in a collective process on the basis of human needs.

Collaboration with artificial intelligence

The term “human centered AI” has already been adopted by the research community. It is used to describe two different areas of work: The first concerns the extent to which artificial intelligence is under human control and the second the relationship of AI with the “*conditio humana*” – the circumstances of being human or the nature of humans.

In any case, it is certain that the future will see an increase in the number of interactive encounters between users and artificial intelligence, in which AI systems will make explicit or implicit decisions. One result of this is a demand for fairness and trust: When is AI fair? And when can we trust it to be fair? These questions are currently being investigated in a number of interdisciplinary research projects. The (AIT-led) “CALIBRAITE” project, for example, is concentrating on the design of a fair and trustworthy interaction between humans and artificial intelligence. The focus of the project is the calibration of reliability in intelligent system functions, a quality that it achieves by informing users about the current reliability of an intelligent function. “complAI” (BOC Asset Management and Joanneum Research) deals with questions of ethics, law, and security in relationship with the use of AI and tries to tackle these areas by means of model-based risk management. The project “FAIRALGOS” (TU Wien) addresses the fairness, bias, and transparency of computer vision algorithms in order to understand the functioning of image-based decision systems and their effects – all with the aim of preventing discrimination. A comprehensive approach is being taken by the international research project “TEAMING.AI”, which was initiated by the Software Competence Center Hagenberg and involves the development of new learning algorithms for AI-supported production systems that enable humans and machines to communicate effectively and collaborate in a trustful manner.

Another current major research topic is “explainable AI”. Learning algorithms are normally a “black box” and no one can look inside them to see how a system came to a decision. However, some labs now have AI systems that explicitly explain why they drew a particular conclusion from the given data. A good example of this is a fake image

den Zugang verfolgt das vom Software Competence Center Hagenberg initiierte internationale Forschungsprojekt „TEAMING.AI“, in dem neue Lernalgorithmen für KI-gestützte Produktionssysteme entwickelt werden, bei denen Mensch und Maschine gut miteinander kommunizieren und vertrauensvoll kollaborieren können.

Ein großes Forschungsthema ist derzeit auch „explainable AI“. Normalerweise sind Lernalgorithmen eine „black box“, in die man nicht hineinschauen kann, um zu sehen, wie das System zu einer bestimmten Entscheidung gekommen ist. In Labors gibt es mittlerweile aber KI-Systeme, die explizit erklären, warum sie aus den Daten einen bestimmten Schluss gezogen haben. Ein gutes Beispiel dafür ist ein System zur Erkennung von gefälschten Bildern, das am AIT entwickelt wurde: Die Software erkennt nicht nur, ob ein Bild echt ist oder manipuliert wurde, sondern stellt auch dar, aufgrund welcher Gesichtsbereiche diese Entscheidung getroffen wurde. Auf diese Weise bekommt der Mensch eine Erklärung für das Handeln einer Maschine und kann als eine Kontrollinstanz einen Qualitätscheck vornehmen.

„Digital Leader“ für die digitale Transformation

Die fortschreitende Digitalisierung stellt auch die Industrie und die Organisation der Produktion vor große Herausforderungen und ebenso große Chancen. In den Management-Wissenschaften hat sich in den vergangenen Jahren die Erkenntnis gefestigt, dass Digitalisierung mehr ist als Technologie – als zweiten wesentlichen Aspekt müssen vielmehr die Menschen mitberücksichtigt werden; in der Literatur wird dies „human centered change management“ genannt. „Die Digitalisierung erfordert und erzeugt riesige Datenmengen. Daten und Datenmanagement sind das Fundament jeder Digitalisierung, und Digitalisierung findet nur statt, wenn wir alles mit Daten abbilden können“, erläutert etwa Andreas Gerstenmayer, CEO des Leiterplattenherstellers AT&S. Das Datenwachstum ist gigantisch – zwischen den Jahren 2010 und 2025 ist eine Steigerung um fast 9000 Prozent zu verzeichnen. „AT&S ist hier mittendrin, denn unsere Technologien werden dort benötigt, wo Daten generiert, übertragen, prozessiert, analysiert und gespeichert werden.“

Das Unternehmen befinde sich daher auf dem Weg zu einem datengetriebenen Unternehmen, so Gerstenmayer. Dieser Change-Prozess namens „Digital Transformation Program“ umfasst technologische und organisatorische Maßnahmen, Infrastruktur sowie alle Mitarbeiter*innen. Gegliedert ist das Programm in sechs Handlungsfelder – Entwicklung im Management- und Organisationsbereich; Mitarbeiter*innen-Entwicklung; Industrie 4.0-Technologie; Datenmanagement; Automatisierung administrativer Prozesse; Automatisierung von Fertigungsprozessen –, für es jeweils einen „Digital Leader“ gibt. Dabei soll das gesamte Unternehmen miteinbezogen werden. „Wir können Lösungen, Wissen und Menschen rund um den Globus vernetzen“, so Gerstenmayer.

detection system developed at the AIT: The software not only recognizes whether an image is genuine or has been manipulated, but also presents the facial regions upon which the decision was based. In this way, humans receive an explanation for the actions of a machine as well as being able to perform a supervisory role by carrying out a quality check.

A “digital leader” for the digital transformation

The advance of digitalization is also presenting industry and the organization of production with major challenges and equally major opportunities. In management sciences, recent years have seen a strengthening of the realization that digitalization is more than just technology and that, on the contrary, people must be taken into account as a second essential aspect; in the literature, this is called “human centered change management”. For example: “Digitalization requires and generates huge amounts of data. Data and data management are the foundation of any digitalization, and digitalization only takes place if we can map everything with data,” explains Andreas Gerstenmayer, CEO of the printed circuit board manufacturer AT&S. Data growth is huge – between 2010 and 2025 the increase is expected to be almost 9,000 percent. “AT&S is right at the heart of this, because our technologies are needed wherever data is generated, transmitted, processed, analyzed, and stored.”

Hence, according to Gerstenmayer, the company is on its way to becoming a data-driven enterprise. This change process, called the Digital Transformation Program, comprises technological and organizational measures, infrastructure, and all employees. The program is divided into six areas of action – management and organizational development; employee development; Industry 4.0 technology; data management; automation of administrative processes; automation of manufacturing processes – each of which has a digital leader. The entire company is to be involved. “We can network solutions, knowledge, and people around the globe,” says Gerstenmayer.

Digital teaching

Education has also recently undergone a major transformation process. The switch to homeschooling and distance learning during the corona crisis proved difficult, as studies show, mainly because the digitalization of the school system was not particularly advanced before the crisis. Hence, the switch to distance learning was also a great burden for many students and teachers. However, surveys conducted by psychologists at the University of Vienna suggest a more differentiated picture: a third of students said that they had learned more, but the same number felt left behind. This can be attributed, in part, to a lack of access to technology, but also to a lack of self-organi-

Digitaler Unterricht


Einen großen Wandlungsprozess hat in jüngster Zeit auch das Bildungswesen durchgemacht. Die Umstellung auf Homeschooling und Distance Learning während der Corona-Krise erwies sich, wie Studien zeigen, als schwierig – v. a. deshalb, weil die Digitalisierung des Schulwesens vor der Krise nicht weit fortgeschritten war. Die Umstellung auf Distance Learning war daher auch für viele Schüler*innen, Studierende und Lehrende eine große Belastung. Untersuchungen von Psycholog*innen der Universität Wien zeigen dabei ein differenziertes Bild: Ein Drittel der Schüler*innen gab an, mehr gelernt zu haben, aber gleich viele wurden abgehängt. Das wird zum einen auf fehlenden Zugang zu Technologien zurückgeführt, aber auch auf den Mangel an Selbstorganisation der betroffenen Schüler*innen. Bei vielen Lehrenden habe es im Zuge der Corona-Krise eine starke Lernkurve gegeben – sowohl was die technischen Fertigkeiten als auch die didaktische Aufbereitung des Lernstoffs betrifft, resümiert die Bildungspsychologin Christiane Spiel. Ein Modell für die Zukunft könnte „blended learning“ sein, bei dem Distance Learning und Live-Unterricht miteinander kombiniert werden. „Das ist ein enorm hoher Aufwand, weil man eine andere Didaktik braucht und mehrere Faktoren berücksichtigen muss, z. B. wie eine Lehrperson Feedback bekommen kann, wie gut Teamarbeit online funktioniert oder wie man die Motivation aufrechterhalten kann“, so Spiel. Und: „Die Schüler*innen wünschen sich ein echt digitales Schulbuch, mit dem man interaktiv arbeiten kann – und nicht nur eine PDF-Datei.“ Die Praxiserfahrungen aus der Corona-Zeit bestätigen einen viel zitierten Bericht, der noch vor der Krise von der us-Non-Profit-Organisation EDUCAUSE erstellt worden war. Neben modernen didaktischen Konzepten spielen demnach auch digitale Technologien eine zentrale Rolle – wobei es insbesondere um die Berücksichtigung menschlicher Eigenschaften und Bedürfnisse geht. Der Bericht hebt folgende Technologien hervor:

- Adaptives Lernen mithilfe von Computeralgorithmen, um Lernenden maßgeschneiderte Ressourcen und Lernaktivitäten zu liefern. Dadurch können individuelle Bedürfnisse berücksichtigt werden.
- Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen ermöglichen z. B. Lernmanagementsysteme und unterstützen Testgeneratoren, Plagiatserkennungssysteme oder Barrierefreiheit.
- Analyse des Studienerfolgs: In Online-Lernumgebungen werden in Zukunft Werkzeuge immer wichtiger, die den Lernfortschritt der Lernenden messen, Daten sammeln, analysieren und dokumentieren.
- Beim Lerndesign und der Gestaltung der Lernumgebungen müssen die Lernenden im Mittelpunkt stehen – sowohl in den Lehrstätten als auch online.
- Open Educational Resources: Materialien für das Lehren und Lernen sollten ohne Kauf- oder Lizenzgebühren frei verfügbar sind. Das unterstützt den Zugang zu Bildung und vermindert digitale Ungleichheiten.
- Augmented, Virtual und Mixed Reality sowie haptische Verfahren gelten als wichtige Lerntechnologien der Zukunft. Noch gibt es aber Hürden: Die Ausrüstung ist teuer und die Erstellung der Inhalte aufwendig. ✘

zation amongst the students concerned. According to the educational psychologist Christiane Spiel, many teachers experienced a sharp learning curve in the wake of the corona crisis – in terms of both technical skills and the didactic preparation of the learning material. One model for the future could be “blended learning,” the combination of distance learning and live instruction. “This is an enormous amount of work, because you need a different didactic approach and have to consider several factors, such as how a teacher can get feedback, how well teamwork works online, or how to maintain motivation,” says Spiel, before adding: “Students want a real digital textbook that they can work with interactively – not just a pdf.” The practical experience from the corona period confirms a widely-cited report that was produced before the crisis by the U.S. non-profit organization EDUCAUSE. This suggests that, in addition to modern didactic concepts, digital technologies also play a central role – with a particular focus on the ability of technology to take human characteristics and needs into account. The report highlights the following issues:

- Adaptive learning, which uses computer algorithms to deliver tailored resources and learning activities to learners. This allows individual needs to be taken into account.
- Artificial intelligence and machine learning, which facilitate tools such as learning management systems and support test generators, plagiarism detection systems, and accessibility.
- The analysis of the success of students: Tools that measure the progress of learners and collect, analyze, and document data will become increasingly important in future online learning environments.
- The design of learning and learning environments must focus on the learners – both in classrooms and online.
- Open Educational Resources: Materials for teaching and learning should be freely available without any need to purchase them or pay a license fee. This supports access to education and reduces digital inequalities. ✕





Mensch,
Umwelt und
Gesellschaft
People,
Environment,
and Society

One Health: Gemeinsamer Blick auf Mensch, Umwelt, Tiere und Pflanzen

Um komplexe biologische Phänomene begreifen zu können, ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fachrichtungen notwendig. Beim „One Health“-Ansatz wird der ökologische Blick auf Umwelt, Tiere und Pflanzen mit einem medizinischen Fokus auf den Menschen verschränkt. Aus dieser Zusammenschau ergeben sich neue Einsichten, die einen Weg für zukunftsfähige Innovationen ebnen.

Man schrieb das Jahr 2004, als ein Begriff, der derzeit in Fachkreisen Hochkonjunktur hat, zum ersten Mal auftauchte. Damals veranstaltete die Wildlife Conservation Society – eine der ältesten Naturschutzvereinigungen der Welt – an der Rockefeller University in New York eine Konferenz mit dem Titel „One World, One Health“. Man diskutierte, wie man eine optimale Gesundheit für jegliches Leben auf der Erde erzielen könne. Das Ergebnis waren die zwölf „Manhattan Prinzipien“, in denen die Verbindungen zwischen Menschen, Pflanzen, Tieren und der Umwelt betont werden. Beschrieben wurde weiters, wie diese Verbindungen für das Verständnis von Krankheitsdynamiken wesentlich sind und wie wichtig interdisziplinäre Ansätze für Prävention, Bildung, Investitionen und die Entwicklung von Strategien sind.

Rasch nahmen mehrere UN-Organisationen den Grundgedanken von „One Health“ auf, dass man Medizin, Veterinärmedizin, Biologie, Umweltforschung, Ökologie usw. nicht voneinander getrennt sehen dürfe, sondern zusammenführen müsse, um ein gesamtheitliches Bild zu bekommen und dadurch z. B. die Lebensmittelsicherheit zu erhöhen, die Ausbreitung von Antibiotika-resistenten Bakterien (die durch übermäßigen Einsatz von Antibiotika in Medizin und Tierhaltung entstehen) zu bekämpfen oder Zoonosen (Tierkrankheiten, die auf den Menschen überspringen) zu kontrollieren. Durch die Ausweitung des Studiums ökologischer Zusammenhänge durch einen Fokus auf den Menschen und dessen Gesundheit hat das „One Health“-Konzept das Ziel, die Qualität des Lebens und der Umwelt zu steigern – insbesondere vor dem Hintergrund der wachsenden Weltbevölkerung, der Knappheit von Ressourcen, des demografischen Wandels, des sich ändernden Lebensstils sowie zunehmenden Individualisierung der Menschen.

In der Fachwelt besteht breiter Konsens darüber, dass Gesundheit mehr bedeutet als die Abwesenheit von Krankheiten; sie muss sozioökono-

One Health: A Holistic View of Humans, the Environment, Animals, and Plants

If we are to understand complex biological phenomena, we require interdisciplinary cooperation amongst a wide range of areas of expertise. The “One Health” approach interweaves an ecological examination of the environment, animals, and plants with a medicinal focus on people. This holistic view generates new insights that prepare the ground for forward-looking innovations.

A term that is currently very popular in specialist circles first emerged back in 2004. In that year, the Wildlife Conservation Society – one of the world’s oldest conservation bodies – organized a conference at Rockefeller University in New York entitled “One World, One Health”. Delegates discussed how one could best achieve the optimal health outcome for every living thing on the planet. This resulted in the twelve “Manhattan Principles”, which underlined the connections between humans, plants, animals, and the environment. These also described the key role played by such connections in our understanding of the dynamics of illnesses and the importance of interdisciplinary approaches to prevention, education, investment and the development of strategies.

Several UN organizations rapidly adopted the basic ideas of “One Health”, which states that medicine, veterinary medicine, biology, environmental research, and ecology etc. should be considered not separately but, rather, together, in order to obtain a holistic overview and hence, for example, increase food security, fight the spread of antibiotic-resistant bacteria (that is arising due to the excess use of antibiotics in medicine and livestock farming), or control zoonotic diseases (diseases in animals that can be transferred to humans). By broadening the study of ecological relationships and focusing on humans and human health, the “One Health” concept seeks to improve the quality of both life and the environment – especially against the background of a growing global population, the scarcity of resources, demographic transformation, changing lifestyles, and the increasing individualization of humans.

There is a broad, emerging consensus amongst experts that health means more than the mere absence of illness; it must also address socio-economic, political, evolutionary, and environmental-

mische, politische, evolutionäre und umweltbedingte Faktoren einbeziehen – und gleichzeitig individuelle Eigenschaften und Verhaltensweisen. Keine Gruppe, keine Disziplin und kein Bereich der Gesellschaft verfügt über genügend Wissen und Ressourcen, um im Alleingang die unzähligen gesundheitlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu meistern und gleichzeitig die biologische Integrität des Planeten für die heutige und für zukünftige Generationen zu sichern.

Die weitere Ausformulierung dieser Einsichten erfolgte auf vielen weiteren Konferenzen, unter ihnen die von der Wildlife Conservation Society gemeinsam mit dem Auswärtigen Amt der Deutschen Regierung organisierte Tagung „Ein Planet, eine Gesundheit, eine Zukunft“ 2019 in Berlin. Dort wurden, als Update der 15 Jahre zuvor in New York beschlossenen Grundsätze, die „Berliner Prinzipien“ beschlossen – die gleichzeitig ein Aufruf zum Handeln sind.

„Wir fordern die Staats- und Regierungschef*innen der Welt, Regierungen, die Zivilgesellschaft, die globalen Gesundheits- und Naturschutzgemeinschaften, Hochschulen und wissenschaftliche Institutionen, Unternehmen, Finanzleiter*innen und Investmentinhaber*innen auf:

1. Erkennen und Ergreifen von Maßnahmen, um die wesentlichen gesundheitlichen Verbindungen zwischen Menschen, Wildtieren, domestizierten Tieren und Pflanzen sowie der gesamten Natur aufrechtzuerhalten; und die Erhaltung und den Schutz der biologischen Vielfalt zu gewährleisten, die mit intakten und funktionierenden Ökosystemen verwoben ist und die entscheidende grundlegende Infrastruktur für Leben, Gesundheit und Wohlbefinden auf unserem Planeten darstellt;
2. Maßnahmen zu ergreifen, um starke Institutionen zu entwickeln, die das Verständnis der Gesundheit von Mensch und Tier mit der Gesundheit der Umwelt verbinden und in die Umsetzung soliden wissenschaftlich fundierten Wissens in Politik und Praxis zu investieren;
3. Maßnahmen zur Bekämpfung der gegenwärtigen Klimakrise zu ergreifen, die neue ernsthafte Bedrohungen für die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt schafft und bestehende Herausforderungen verschärft;
4. anzuerkennen, dass Entscheidungen in Bezug auf Land-, Luft-, Meeres- und Süßwassernutzung sich direkt auf die Gesundheit und das Wohlbefinden von Menschen, Tieren und Ökosystemen auswirken und dass Veränderungen in Ökosystemen in Verbindung mit einer verringerten Widerstandsfähigkeit zu Verschiebungen bei der Entstehung, Verschärfung und Ausbreitung übertragbarer und nicht übertragbarer Krankheiten führen; und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, um diese Auswirkungen zu beseitigen oder zu mildern;
5. adaptive, ganzheitliche und zukunftsweisende Ansätze zu entwickeln zur Erkennung, Prävention, Überwachung, Kontrolle und Abschwächung neu auftretender bzw. wiederauflebender Krankheiten und zur Verschlimmerung übertragbarer und nicht übertragbarer Krankheiten, die die komplexen Zusammenhänge zwischen Arten, Ökosystemen und der menschlichen Gesellschaft einbeziehen. Dies muss unter vollständiger Be-

ly-related factors – as well as individual characteristics and behavior patterns. No group, discipline, or section of society has enough knowledge and resources to master the innumerable health-related challenges of the 21st century alone while also safeguarding the biological integrity of the planet for current and future generations.

These insights have been developed in more detail at a number of further conferences, including the meeting “One Planet, One Health, One Future”, which was organized by the Wildlife Conservation Society together with the German Foreign Ministry in Berlin in 2019. Here, the “Berlin Principles” were agreed, as an update to the principles agreed in New York 15 years earlier and, at the same time, as a call to action.

“We urge world leaders, governments, civil society, the global health and conservation communities, academia and scientific institutions, business, finance leaders, and investment holders to:

1. Recognize and take action to: retain the essential health links between humans, wildlife, domesticated animals and plants, and all nature; and ensure the conservation and protection of biodiversity, which interwoven with intact and functional ecosystems provides the critical foundational infrastructure of life, health, and well-being on our planet;
2. Take action to develop strong institutions that integrate understanding of human and animal health with the health of the environment and invest in the translation of robust science-based knowledge into policy and practice;
3. Take action to combat the current climate crisis, which is creating new severe threats to human, animal, and environmental health, and exacerbating existing challenges;
4. Recognize that decisions regarding land, air, sea, and freshwater use directly impact health and wellbeing of humans, animals and ecosystems and that alterations in ecosystems paired with decreased resilience generate shifts in communicable and non-communicable disease emergence, exacerbation, and spread; and take action accordingly to eliminate or mitigate these impacts;
5. Devise adaptive, holistic, and forward-looking approaches to the detection, prevention, monitoring, control, and mitigation of emerging/resurging diseases and exacerbating communicable and non-communicable diseases, that incorporate the complex interconnections among species, ecosystems, and human society, while accounting fully for harmful economic drivers, and perverse subsidies;
6. Take action to meaningfully integrate biodiversity conservation perspectives and human health and well-being when developing solutions for communicable and non-communicable disease threats;

rücksichtigung schädlicher wirtschaftlicher Treiber und kontraproduktiver Subventionen geschehen;

6. Maßnahmen zu ergreifen, um die Perspektiven des Schutzes der biologischen Vielfalt sowie die menschliche Gesundheit und das Wohlbefinden sinnvoll zu integrieren, wenn Lösungen für Bedrohungen durch übertragbare und nicht übertragbare Krankheiten entwickelt werden;
7. Sektorübergreifende Investitionen in die globale Gesundheitsinfrastruktur für Menschen, Nutztiere, Wildtiere, Pflanzen und Ökosysteme zu erhöhen sowie in internationale Finanzierungsmechanismen zum Schutz von Ökosystemen, entsprechend der Schwere der Entstehung bzw. des Wiederaufkommens und der Verschlimmerung übertragbarer und nicht übertragbarer Krankheiten, die das Leben auf unserem Planeten bedrohen;
8. die Kapazitäten für sektorübergreifendes und transdisziplinäres Gesundheitsmonitoring zu verbessern und einen klaren, zeitnahen Informationsaustausch zu ermöglichen, um die Koordinierung der Reaktionen zwischen Regierungen und NGOs, Gesundheit, Wissenschaft und anderen Institutionen, Industrie und anderen Interessengruppen zu verbessern;
9. partizipative, kooperative Beziehungen aufzubauen zwischen Regierungen, NGOs, indigenen Völkern und lokalen Gemeinschaften bei gleichzeitiger Stärkung des öffentlichen Sektors, um den Herausforderungen der globalen Gesundheit und des Schutzes der biologischen Vielfalt zu begegnen; und
10. in die Aufklärung und Sensibilisierung von Kindern und Erwachsenen in Schulen, Gemeinden und Universitäten zu investieren, um Menschen über ganzheitliche globale Gesundheitsansätze zu informieren, wobei gleichzeitig politische Prozesse der Erkenntnis folgen müssen, dass die menschliche Gesundheit letztendlich von der Integrität der Ökosysteme und einem gesunden Planeten abhängt.“

Mit der Corona-Krise wurde endgültig klar, wie goldrichtig der Grundgedanke von „One Health“ ist: Die Ausbreitung der covid-19-Viren hat ebenso viel mit menschlicher Gesundheit zu tun wie mit der Zerstörung natürlicher Lebensräume und dem Zusammenleben von Mensch und Tier.

Wie fruchtbar der Ansatz ist, zeigen die unzähligen Veröffentlichungen, die allwöchentlich oder -monatlich in wissenschaftlichen Fachzeitschriften erscheinen.

Einige Beispiele: In „BioScience“ (online 19. 5. 2021) beschrieb ein Forscher*innenkonsortium um Montserrat Vilá (Universidad de Sevilla) mit Wiener Beteiligung, dass sich Modelle, die von Ökologen*innen für die Ausbreitung von invasiven Arten entwickelt wurden, auch auf Pandemien anwenden lassen. Und umgekehrt: dass epidemiologische Modelle von Mediziner*innen auch in der Invasionsbiologie verwendet werden können. Die beiden Fachrichtungen seien also gut beraten, stärker zusammenzuarbeiten, so Autor*innen.

7. Increase cross-sectoral investment in the global human, livestock, wildlife, plant and ecosystem health infrastructure and international funding mechanisms for the protection of ecosystems, commensurate with the serious nature of emerging/resurging and exacerbating communicable and non-communicable disease threats to life on our planet;
8. Enhance capacity for cross-sectoral and trans-disciplinary health surveillance and clear, timely information sharing to improve coordination of responses among governments and NGOs, health, academia, and other institutions, industry, and other stakeholders;
9. Form participatory, collaborative relationships among governments, NGOs, and Indigenous Peoples and local communities while strengthening the public sector to meet the challenges of global health and biodiversity conservation; and
10. Invest in educating and raising awareness for global citizenship and holistic planetary health approaches among children and adults in schools, communities, and universities while also influencing policy processes to increase recognition that human health ultimately depends on ecosystem integrity and a healthy planet.”

The correctness of the basic ideas of “One Health” has finally been brought home to us by the corona crisis: The spread of the COVID-19 virus has just as much to do with human health as with the destruction of natural habitats and the coexistence between humans and animals.

The rich possibilities offered by the approach can be seen in the countless publications that appear in scientific journals on a weekly and monthly basis.

Some examples: In “BioScience” (online 19.05.2021), a consortium of researchers that was led by Montserrat Vilá (Universidad de Sevilla) and includes members in Vienna, describes not only how models that were developed by ecologists to respond to the spread of invasive species can also be applied to pandemics, but also how, vice versa, epidemiological models by doctors can also be used in invasion biology. Hence, say the authors, these two areas of expertise would be well-advised to work together more intensely.

Austrian researchers led by Isabella Pall-Schöll (University of Veterinary Medicine, Vienna) came to a similar conclusion when considering the example of allergies to Beta-Lactoglobulin, a protein found in cow’s milk: While it can trigger allergies, this protein can also absorb certain vitamins and iron complexes and transport these to immune cells, where they create some immune resilience and, hence, reduce allergy symptoms. Which of these two effects prevails appears to depend upon a number of factors that lie beyond the field of medi-

Zu einem ähnlichen Schluss kamen österreichische Forscher*innen um Isabella Pall-Schöll (Vetmed-Uni Wien) am Beispiel von Allergien gegen das Kuhmilch-Protein Beta-Lactoglobulin: Dieser Eiweißstoff kann zum einen Allergien auslösen, zum anderen kann er aber auch bestimmte Vitamine und Eisenkomplexe aufnehmen und zu Immunzellen transportieren, die dort eine Immun-Resilienz bewirken – also Allergie-Symptome reduzieren. Welcher dieser beiden Effekte überwiegt, hängt offenbar von zahlreichen Faktoren ab, die außerhalb der Medizin liegen: Vermutet wird z. B. ein Einfluss der Fütterung der Kühe oder von Umweltbedingungen auf die Bindungseigenschaften des Proteins (Allergy, 2021;00:1-4).

Ein wichtiges Arbeitsgebiet der Zukunft ist die Pflanzengesundheit, die vielfältige Folgen für die Qualität von Lebens- und Futtermitteln hat und damit auch auf die Gesundheit und das Wohlergehen von Mensch und Tier. Forscher*innen um David Rizzo (University of California, Davis) haben jüngst einige Fallbeispiele aufbereitet, in denen dieser enge Konnex demonstriert wird (One Health Outlook, 2021;3:6). So ist etwa die Lebensmittelsicherheit durch Infektionen von Bananen mit Bakterien der Art *Xanthomonas* massiv bedroht – was sowohl für die Ernährung der Menschen als auch für die Lebensumstände der Kleinbäuerinnen und Kleinbauern in Ost- und Zentralafrika massive Folgen hat. Weltweit ein großes Thema ist der Pilzbefall von Pflanzen durch Arten, die für Mensch und Tier hochgiftige und teilweise krebserregende Mykotoxine produzieren. Während reichere Staaten bereits Vorsorgemaßnahmen dagegen treffen können – ein Vorreiter dabei ist das österreichische Unternehmen Biomin, das Tests und Futtermittelzusätze entwickelt – führt pilzbefallene Nahrung in ärmeren Ländern immer wieder zu gehäuften Todesfällen.

Um solche Probleme von vornherein zu verhindern, ist eine enge Zusammenarbeit von mehreren Forschungsfeldern erforderlich. Und um Fehler der Vergangenheit zu vermeiden, soll der One-Health-Ansatz verstärkt auch bei aufstrebenden Methoden der Lebensmittelproduktion Einsatz finden. Etwa in der Zucht von Wassertieren: Es ist absehbar, dass Fische und Meeresfrüchte in absehbarer Zukunft zum Großteil aus Aquakultur kommen werden. Diese Produktionsform ist derzeit mit gravierenden Problemen hinsichtlich Umweltverschmutzung und Tiergesundheit konfrontiert – so kann die Produktion vielfach nur durch massiven Einsatz von Antibiotika gesichert werden. Eine Forscher*innengruppe um Grant Stentiford (University of Exeter) hat jüngst ein umfassendes Bewertungsschema mit 15 Maßzahlen aus den drei Bereichen Organismen, Umwelt und Mensch entwickelt, das eine gesamthafte Betrachtung von Aquakulturen ermöglicht, Problemfelder der unterschiedlichen Haltungsformen offenlegt und damit hilft, die Nachhaltigkeit von Aquakultur zu steigern (Nature Food 1, 468–474 (2020)). ✕

cine: It is suspected, for example, that the feed given to the cow or environmental factors impact upon the binding characteristics of the protein (Allergy, 2021; 00: 1-4).

An important area of work for the future is plant health, which impacts upon the quality of food and feedstuffs and, hence, upon the well-being of humans and animals, in many ways. Researchers led by David Rizzo (University of California, Davis) have recently developed case studies that have demonstrated this close connection (One Health Outlook, 2021; 3:6). For example, food security is being massively threatened by the infection of bananas by *Xanthomonas* bacteria – which is having a huge impact upon both the feeding of the population and the living conditions of small farmers in East and Central Africa. A major issue worldwide is the infestation of plants by species of fungus that produce mycotoxins, which are sometimes carcinogenic and highly poisonous for both humans and animals. While rich countries are already able to take preventative countermeasures – one pioneer of these is the Austrian company Biomin, which develops tests and feed additives – fungal infestation in food regularly leads to large numbers of deaths in poorer countries.

In order to prevent such problems in advance, close cooperation is required between several research areas. And, in order to avoid repeating the mistakes of the past, the One Health approach should also be increasingly used in emerging methods of food production, such as aquaculture. It is conceivable that a majority of fish and seafood will be produced via aquaculture in the foreseeable future. However, this form of production is currently facing massive problems in terms of environmental pollution and animal health – to such an extent that production can often only be assured thanks to the massive use of antibiotics. A group of researchers led by Grant Stentiford (University of Exeter) recently developed a comprehensive method of evaluation comprising 15 measured values from the three areas of organisms, environment, and humans, that will allow us to take a holistic view of aquaculture and reveal problems related to the various forms of keeping the animals, all with a view to improving the sustainability of the practice (Nature Food 1, 468–74 (2020)). ✕

Die „Grüne Transformation“

Ökologische Fragestellungen inklusive Klimawandel waren lange Zeit eine Domäne der Lebens- und Naturwissenschaften. Seit einigen Jahren wird nun zunehmend der Mensch in den Fokus gerückt – aus der Erkenntnis heraus, dass Nachhaltigkeit und die nötigen Transformationen zutiefst gesellschaftliche Themen sind.

Welt und Umwelt befinden sich in stetigem Wandel. Das war schon immer so, die Entwicklung wird aber verändert und verstärkt durch unser Handeln: Das Anthropozän – also unser gegenwärtiges Zeitalter, in dem der Mensch der Welt seinen Stempel aufdrückt und sogar zu einem geologischen Faktor wird, der noch in Jahrtausenden in Böden und Gesteinen nachweisbar sein wird – verschiebt die Entwicklungsrichtung. Das betrifft Veränderungen von Naturräumen, des Wasserhaushalts und der Landnutzung genauso wie den Schwund der Artenvielfalt, die weltweite Ausbreitung sogenannter „invasiver“ Arten und den Wandel des Weltklimas.

Diese Veränderungen werden von der Wissenschaft genau verfolgt. Die Erkenntnisse finden allerdings nur sporadisch Eingang in aktuelle Politiken. Mit ein Grund dafür ist, dass die Ergebnisse der Wissenschaft in einer Form erarbeitet werden, die nicht immer leicht in die Praxis umgesetzt werden können, weil sie nicht an die Lebensrealität der Menschen anknüpfen. Die nötigen Transformationen finden daher nur zögerlich statt. Das Problem wurde erkannt: Die Wissenschaft hat vor einigen Jahren damit begonnen, Szenarien zu entwickeln, die unmittelbar die Lebenswelt des Menschen, seine Handlungen und Möglichkeiten für die Zukunft ins Zentrum rücken. Das Ergebnis sind Narrative, die die Basis für die Transformationsforschung sind und aus denen sich Handlungsanleitungen ableiten lassen.

Neue Narrative für den Klimawandel

Schon zeigen lässt sich das anhand des Klimawandels. Die Sachstandsberichte des Weltklimarats IPCC fassen auf tausenden Seiten den aktuellen Wissensstand über die Physik und die bisherige Entwicklung des Klimawandels sowie die Folgen für Mensch und Umwelt zusammen. Ein

The Green Transformation

For many years, ecological problems such as climate change were the domain of the natural and life sciences. More recently, the focus has been increasingly switching to people – due to the realization that sustainability and the necessary transformations are profoundly social issues.

The Earth and its environment are constantly changing. That has always been the case, but this development is now being altered and intensified by our own actions: The Anthropocene – our current epoch, in which we humans are putting our stamp on the world and even becoming a geological factor that will still be detectable in the ground and in rocks in millions of years – is altering the direction of development. This involves changes in natural habitats, the water supply, and land use just as much as the disappearance of biodiversity, the global spread of so-called “invasive” species, and the change in the global climate.

These changes are being studied closely by scientists. However, their conclusions are only sporadically taken up by today’s politicians. One reason for this is that the manner in which these scientists’ conclusions are compiled can make them difficult to transform into practical action due to the fact that they appear to have little to do with the reality of people’s lives. Hence, essential transformations are only taking place hesitantly. This problem has been recognized: Several years ago, scientists began to develop scenarios that put people, their living environments, actions, and future options at the heart of the debate. This is resulting in narratives that provide a basis for the research into these transformations, from which guidelines for action can be derived.

New narratives for climate change

This process can be excellently illustrated by climate change. The Assessment Reports of the IPCC, the Intergovernmental Panel on Climate Change, contain thousands of pages that summarize the

Kernstück dabei sind Szenarien über die künftigen Treibhausgas-Emissionen. Seit im Jahr 1990 der Erste Sachstandsbericht des IPCC veröffentlicht wurde, sind diese Szenarien sehr technisch angelegt: Angenommen wurden Repräsentative Konzentrationspfade (representative concentration pathways; RCPs), die auf dem sogenannten Strahlungsantrieb (radiative forcing) beruhen: Dieser ist ein Maß für die Änderung der Energiebilanz der Erde durch Veränderungen der Wirkung der Strahlung aus dem Weltraum; sie wird in W/m^2 gemessen. Ein erhöhter Strahlungsantrieb führt zu einer Erwärmung der Erde, ein verringerter Strahlungsantrieb zu einer Abkühlung. Die Klimaforscher*innen haben auf dieser Basis gewisse Szenarien für RCPs bis zum Jahr 2100 definiert (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 und RCP8.5), die auf physikalische Weise mit der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre und mit den zu erwartenden Temperaturanstiegen zusammenhängen.

Damit lässt sich in den großen Simulationssystemen für das Weltklima gut rechnen, es gibt aber keinen direkten Konnex zum Leben und Handeln des Menschen. Die Ergebnisse der Rechnungen wurden im Anschluss in Integrierte Bewertungsmodelle (integrated assessment models) auf künftige Entwicklungen unserer Gesellschafts- und Wirtschaftssysteme heruntergebrochen, woraus Notwendigkeiten und Maßnahmen zur Emissions-Vermeidung (mitigation) und zur Anpassung an die Klimawandel-Folgen (adaptation) abgeleitet wurden.

Fünf mögliche Entwicklungsrichtungen

Die ersten fünf IPCC-Sachstandsberichte basierten auf diesen RCPs. Beim Sechsten Sachstandsbericht des IPCC (AR6), der derzeit erstellt wird und laut Plan im Jahr 2022 veröffentlicht wird, geht man nun einen anderen Weg: Erarbeitet wurden Sozioökonomische Entwicklungspfade (shared socio-economic pathways, **SSP**), die mögliche Richtungen, die die Weltgemeinschaft in den kommenden Jahrzehnten einschlagen könnten, erzählen. Jeder Pfad erzählt eine konsistente Geschichte, die mit den entsprechenden Zahlen über Wirtschaftsentwicklung, Demografie und Emissionen unterfüttert sind. Die fünf in internationaler Kooperation erarbeiteten SSPs – wobei das Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA) in Laxenburg eine Schlüsselrolle spielte – unterscheiden sich hinsichtlich des Aufwands für die Emissions-Reduktion und für die Anpassung. Nicht einbezogen wurden darin konkrete klimapolitische Maßnahmen. Im Einzelnen:

- **ssp 1: Nachhaltigkeit – Taking the Green Road** (geringe Herausforderungen für Emissions-Reduktion und Anpassung)
Die Welt wandelt sich allmählich in Richtung eines nachhaltigeren Wegs, der eine inklusivere Entwicklung betont, die die wahrgenommenen ökologischen Grenzen respektiert. Investitionen in Bildung und Gesundheit beschleunigen den demografischen Wandel, der Schwerpunkt des Wirtschaftswachstums verschiebt sich hin zu einer Betonung des menschlichen Wohlergehens.

current level of knowledge about the physics behind and the development of climate change to date as well as its impact upon both humans and the environment. A core element of these reports is a series of scenarios for future greenhouse gas emissions. Ever since the publication of the first Assessment Report of the IPCC in 1990, these reports have been highly technical: They assume representative concentration pathways (RCPs), which are based on so-called radiative forcing: This is a means of measuring the alteration in the energy footprint of the earth through changes in the impact of radiation from outer space; it is measured in W/m^2 . An increase in radiative forcing causes the earth to warm up while a decrease causes it to cool down. On this basis, the climate researchers defined scenarios for RCPs until the year 2100 (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 and RCP8.5), which are physically related to the concentration of greenhouse gases in the atmosphere and to the expected rise in temperature.

These major systems for simulating the global climate have enabled extensive calculations to be made, but these are still not directly connected with the lifestyles and activities of humans. Integrated assessment models have since been used to break down the results of these calculations in terms of the future development of our social and economic systems, on the basis of which imperatives and measures for the mitigation of and adaptation to the consequences of climate change have been derived.

Five possible directions of development

The first five IPCC Assessment Reports were based on these RCPs. In the sixth Assessment Report of the IPCC (AR6), which is currently being drawn up and is scheduled for publication in 2022, a different approach is being taken: Shared socio-economic pathways (SSP) that narrate the directions that global society could potentially take in the next few decades are being worked out. Each pathway tells a consistent story that is underpinned with the corresponding data in such areas as economic development, demography, and emissions. The five SSPs, which were developed through a process of international cooperation, in which the Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) in Laxenburg played a key role, can be differentiated in terms of the cost of mitigation and adaptation. Concrete climate policy measures were not included. In detail:

- **SSP 1: Sustainability – Taking the Green Road** (few challenges to mitigation and adaptation)
The world gradually moves towards a more sustainable pathway, which emphasizes a more inclusive development that respects the perceived ecological limits. Investment in education and health accelerate the demographic transition, the focus of economic growth shifts towards human wellbeing.

- **ssp2: Middle of the Road** (mittlere Herausforderungen für Emissions-Reduktion und Anpassung)
Derzeitige gesellschaftliche, ökonomische und technologische Muster setzen sich ähnlich auch in der Zukunft fort. Einige Länder machen relativ gute Fortschritte, während andere hinter den Erwartungen zurückbleiben. Die Intensität der Ressourcen- und Energienutzung nimmt insgesamt ab, die Umweltsysteme erfahren aber eine weitere Verschlechterung. Die Einkommensungleichheit bleibt bestehen oder verbessert sich nur langsam.
- **ssp3: Regionale Rivalität – A Rocky Road** (hohe Herausforderungen für Emissions-Reduktion und Anpassung)
Aufkommende nationalistische Tendenzen und regionale Rivalitäten zwingen die Länder dazu, sich zunehmend zu nationalen oder allenfalls regionalen Themen hin zu orientieren. Die Länder konzentrieren sich auf das Erreichen von Energie- und Ernährungssicherheitszielen innerhalb ihrer eigenen Region auf Kosten einer breiteren Entwicklung. Investitionen in Bildung und technologische Entwicklung gehen zurück. Der Konsum bleibt materialintensiv, Ungleichheiten bleiben bestehen oder verschärfen sich.
- **ssp4: Ungleichheit – A Road Divided** (geringe Herausforderungen für Emissions-Reduktion, hohe Herausforderung für die Anpassung)
Sehr ungleiche Investitionen in Humankapital, kombiniert mit zunehmenden Ungleichheiten bei den wirtschaftlichen Möglichkeiten und der politischen Macht, führen zu zunehmenden Ungleichheiten sowohl zwischen als auch innerhalb von Ländern. Der soziale Zusammenhalt nimmt ab, Konflikte und Unruhen werden immer häufiger. Die technologische Entwicklung ist in der Hightechwirtschaft und in den Hightechsektoren hoch. Die Umweltpolitik konzentriert sich auf lokale Probleme in Gebieten mit mittlerem und hohem Einkommen.
- **ssp5: Fossil-befeuerte Entwicklung – Taking the Highway**
(hohe Herausforderungen für Emissions-Reduktion, geringe Herausforderungen für Anpassung)

Die Welt setzt darauf, mit Innovationen, gemeinsamen Wirtschaftsräumen, Investitionen in Gesundheit und Bildung sowie gesellschaftlicher Teilhabe schnelle Fortschritte zu erzielen. Der Schub an wirtschaftlicher und sozialer Entwicklung ist mit der Ausbeutung fossiler Ressourcen und der Übernahme von ressourcen- und energieintensiven Lebensstilen auf der ganzen Welt gekoppelt. Lokale Umweltprobleme wie Luftverschmutzung werden erfolgreich bewältigt. Es besteht der Glaube an die Fähigkeit, soziale und ökologische Systeme effektiv zu steuern, notfalls auch durch Geo-Engineering.

Diese Szenarien sind nun die Arbeitsgrundlage für Klimamodellierende und Transformationsforschende: Sie können anhand der beschriebenen Narrative sehr konkret die Auswirkungen verschiedener gesellschaftlicher, politischer und wirtschaftlicher Entscheidungen testen. Nach Ansicht vieler

- **ssp2: Middle of the Road** (moderate challenges to mitigation and adaptation)
Current social, economic, and technological trends continue to follow a similar pattern in the future. Some countries make relatively good progress while others fail to meet expectations. The overall intensity of resource and energy consumption falls but environmental systems continue to deteriorate. Income differentials remain or only improve slowly.
- **ssp3: Regional Rivalry – A Rocky Road** (many challenges to mitigation and adaptation)
Growing nationalist tendencies and regional rivalries force countries to increasingly align their actions with national or, at best, regional issues. Countries focus on meeting energy and food security targets within their own region at the expense of a broader development. Investment in education and technological development declines. Consumption continues to be material-intensive, inequalities remain or even intensify.
- **ssp4: Inequality – A Road Divided** (few challenges to mitigation, many challenges to adaptation)
Highly unequal investment in human capital, combined with increasing disparities in terms of economic potential and political power, lead to increasing inequalities both between and within countries. Social cohesion declines, conflict and unrest become increasingly common. Technological development in the high-tech economy and high-tech sectors is intense. Environmental policy is focused on local problems in medium- and high-income regions.
- **ssp5: Fossil-Fueled Development – Taking the Highway** (many challenges to mitigation, few challenges to adaptation)

The world puts its faith in achieving rapid progress through innovation, common economic areas, investment in health and education, and social participation. This boost to economic and social development is coupled with the exploitation of fossil resources and the adoption of resource and energy-intensive lifestyles across the world. Local environmental problems such as air pollution are successfully addressed. A belief in the ability to effectively control social and ecological systems – also, if necessary, via geo-engineering – remains.

These scenarios are now providing the basis for the work of climate modelers and transformation researchers: With the help of the described narratives these specialists can very concretely test the impact of a range of social, political, and economic decisions. In the view of many experts, this approach makes it possible to address issues that it was previously impossible to address and to develop packages of measures that are aligned with the real world and its current development.

Fachleute eröffnet dieser Zugang die Beantwortung von Fragestellungen, die bisher nicht zugänglich waren, sowie die Ausarbeitung von Maßnahmenbündeln, die sich an der realen Welt und deren Entwicklung orientieren.

Nachhaltige Entwicklungsziele

Ähnlich umfassende Überlegungen zur Transformation unseres Wirtschafts- und Gesellschaftssystems wurden auch in Zusammenhang mit den Nachhaltigen Entwicklungszielen (sustainable development goals) angestellt, die im Rahmen der UNO entwickelt und im Jahr 2015 von allen 193 UN-Mitgliedsstaaten beschlossen wurden. Die 17 definierten Nachhaltigkeitsziele – u. a. aus den Bereichen Frieden, Ernährungssicherheit, Wasser, Energie, Bildung, Armutsbekämpfung, Gesundheit, Klimawandel, Umwelt und Beschäftigung – mit 169 Subzielen sind der bisher umfassendste Katalog an Bereichen und Maßnahmen, wie die Welt zu einer nachhaltigen Entwicklung finden kann und soll. Das Problem dabei ist, dass die verschiedenen Ziele nicht immer Hand in Hand gehen: Es gibt eine ganze Reihe von Zielkonflikten.

Transformationsforschende haben indes in den vergangenen Jahren viele Überlegungen angestellt, um die Synergien zwischen den verschiedenen Bereichen bestmöglich zu nutzen. Eine dieser Studien – um ein zweites Beispiel aus der Werkstatt des IIASA zu nennen – ist ein Bericht im Rahmen der Initiative „The World in 2050“, in der weltweit 20 Forschungsinstitutionen und mehr als 100 renommierte Forscher*innen kooperieren.

In dem Bericht wird konstatiert, dass die Welt an einem Scheideweg stehe. „Wir erleben derzeit Anzeichen einer Gegen-Transformation.“ Dennoch sind die Forscher*innen überzeugt, dass eine Transformation in Richtung einer nachhaltigen Zukunft möglich sei. „Um die SDGs auf belastbare und dauerhafte Weise zu erreichen, muss jetzt energisch gehandelt werden und der Mensch und der Planet über 2030 hinaus im Mittelpunkt stehen“, lautet eine zentrale Botschaft. Damit ein transformationeller Wandel erfolgreich sein kann, sei es notwendig, Gewinner*innen und Verlierer*innen mitzunehmen, eine effektive und inklusive Governance zu etablieren und eine ganzheitliche Perspektive einzunehmen.

Synergien suchen und nutzen

Die Forschenden sehen insbesondere sechs Transformationen – die synergistisch mehreren Entwicklungszielen dienen – als notwendig an, um die SDGs zu erreichen:

- Erforderlich sind erhebliche Fortschritte bei den menschlichen Fähigkeiten durch weitere Verbesserungen von Bildung und Gesundheitsversorgung.
- Verantwortungsbewusster Konsum und verantwortungsvolle Produktion überschneiden sich mit mehreren der anderen Transformationen und ermöglichen es uns, mit weniger mehr zu erreichen.

Sustainable Development Goals

Similarly comprehensive consideration was given to the transformation of our economic and political system within the framework of the Sustainable Development Goals (SDGs), which were drawn up by the UN and agreed by all 193 member states in 2015. The 17 defined sustainability goals – above all in the areas of peace, food security, water, energy, education, the elimination of poverty, health, climate change, environment, and employment – and their 169 sub goals are the most comprehensive catalogue to date of areas and measures that the Earth could and should address in order to shift to sustainable development. The problem is that the various goals don't always go hand in hand: There are many conflicting objectives.

In recent years, transformation researchers have put a lot of thought into the optimal exploitation of the synergies between these various areas. One of these studies – to name a second example from the workshop of the IIASA – is a report that formed part of the initiative “The World in 2050”, in which 20 research institutions and more than 100 well-known researchers from around the world cooperated.

The report states that the world is at the crossroads. “We are currently seeing signs of a counter-transformation.” However, the researchers are convinced that a transformation in the direction of a sustainable future remains possible. “In order to meet the SDGs in a resilient and long-term way we must act energetically now and put the focus on people and the planet beyond 2030,” is a central message. In order to ensure that a transformational change can be successful, it is essential to keep both winners and losers on board, to establish effective and inclusive governance, and to maintain a holistic perspective.

Seeking and exploiting synergies

Most particularly, the researchers identify six transformations – which synergistically exploit a number of development goals – that are essential, if we are to meet the SDGs:

- Enormous progress must be made in terms of human abilities through improvements in education and healthcare.
- Responsible consumption and production overlap with many of the other transformations and enable us to achieve more with less.
- It is possible to decarbonize the energy system while also providing clean and affordable energy for all.
- Making nutritious food and clean water available to all while protecting the biosphere and the oceans requires more efficient and sustainable food systems.
- The reshaping of our cities will benefit the majority of the world's population.

- Es ist möglich, das Energiesystem zu dekarbonisieren und gleichzeitig saubere und bezahlbare Energie für alle bereitzustellen.
- Der Zugang zu nährstoffreichen Lebensmitteln und sauberem Wasser für alle bei gleichzeitigem Schutz der Biosphäre und der Ozeane erfordert effizientere und nachhaltigere Nahrungsmittelsysteme.
- Die Umgestaltung unserer Städte wird der Mehrheit der Weltbevölkerung zugutekommen.
- Wissenschaft, Technologie und Innovationen sind ein starker Motor, aber die Richtung des Wandels muss eine nachhaltige Entwicklung unterstützen.

Die Gesellschaft ins Zentrum der Nachhaltigkeitsdebatte rücken

Ein Punkt ist dem Forscher*innenkonsortium bei den anstehenden Transformationen besonders wichtig: „Wir müssen viel mehr über die menschliche Wahrnehmung, Kognition und Entscheidungsfindung wissen“, schreiben sie. Denn: Nachhaltigkeit sei ein gesellschaftliches Thema. Viele Jahre lang waren Fragen der Nachhaltigkeit vor allem eine Domäne der Natur- und Lebenswissenschaften. Der menschliche Faktor sei bisher außerhalb des Kerns der Nachhaltigkeitswissenschaften geblieben, doch er sei essenziell, um zu verstehen und wenn möglich vorherzusagen, wie sich das System (oder Teile davon) verhalten könnte. Derzeit würden die Problemstellungen als sozio-ökologische Systemdynamik untersucht, um die Folgen menschlichen Verhaltens zu mildern – anstatt zu untersuchen, wie man dieses Verhalten selbst ändern kann. „Wir müssen endlich anerkennen, dass die wirkliche Herausforderung der Nachhaltigkeit gesellschaftlicher und nicht ökologischer Natur ist“, so die Forscher*innen. „Die Gesellschaft in den Mittelpunkt der Nachhaltigkeitsdebatte zu stellen, ist daher der nächste Quantensprung, den wir in unserem Denken entwickeln müssen.“ ✕

- Science, technology, and innovation are a powerful motor, but the direction of change must support sustainable development.

Putting society at the heart of the sustainability debate

One aspect of the approaching transformations is particularly important to the consortium of researchers: “We have to know much more about human perception, cognition, and decision-making,” they write. Because: Sustainability is a social issue. For many years, ecological problems such as climate change were the domain of the natural and life sciences. To date, the human factor has not been one of the core concerns of this sustainability research and yet it is essential if we are to understand and, if possible, predict how the system (or parts of it) could behave. Investigations of this factor currently treat it as a socio-ecological element in a dynamic system, with the aim of reducing the impact of human behavior – rather than asking the question of how this behavior itself could be changed. “We must finally recognize that the true challenge of sustainability is social rather than ecological,” say the researchers. “Hence, putting society at the heart of the sustainability debate is the next quantum leap that we have to develop in our thinking.” ✕

Matthias Weber

Wie man Transformationsprozesse gestalten kann

Bei allen Typen von Transformation spielt der Mensch – als Individuum und als Kollektiv – heute eine wesentlich stärkere Rolle als in der Vergangenheit, meint Matthias Weber, Leiter des Centers for Innovation Systems & Policy am AIT Austrian Institute of Technology. Daher sollen auch möglichst viele Stakeholder*innen in die Gestaltung von Transformationsprozessen eingebunden werden.

Der Begriff Transformation – abgeleitet vom lateinischen transformare: umformen, verwandeln – beschreibt eine grundlegende Veränderung eines politischen, gesellschaftlichen oder wirtschaftlichen Systems. Ausgelöst können Transformationen von unterschiedlichsten Ursachen und Entwicklungen werden, wie etwa von großen politischen Systembrüchen – „klassische“ Beispiele dafür sind die Französische Revolution oder das Ende der Sowjetunion.

Einen weiteren Auslöser von Transformationen können wir derzeit im Zuge des Strebens nach Klimaschutz und Nachhaltigkeit erleben: Bei sogenannten „soziotechnischen Systemtransformationen“ sollen Systeme, die über Jahrzehnte gewachsen sind und starke Pfadabhängigkeiten entwickelt haben, verändert werden, um bestimmte Ziele zu erreichen. Ein Beispiel sind Energieversorgungssysteme, die in ihrer jetzigen Form auf längere Sicht nicht nachhaltig ist. Im Zuge dieser Entwicklung haben sich infrastrukturelle und organisatorische Pfadabhängigkeiten herauskristallisiert. Die Transformation solcher Systeme bedarf nicht zuletzt wegen der langen Investitionszyklen viel Zeit.

Von einer ganz anderen Veränderungsdynamik geprägt sind rasche Umbrüche etwa durch politische Ereignisse (wie der Fall des Eisernen Vorhangs oder der Arabische Frühling) oder durch disruptive Innovationen (wie Digitalisierung, Künstliche Intelligenz oder Genomik). Bei dieser Form von Transformation wird nicht etwas Bestehendes transformiert, sondern es entsteht etwas qualitativ Neues, das allerdings auch massive Auswirkungen auf



Matthias Weber ist Head of Center for Innovation Systems and Policy am AIT. Nach seinem Studium der Verfahrenstechnik und der Politikwissenschaften erlangte er das Doktorat in Volkswirtschaftslehre. In seiner Forschung hat er sich über die vergangenen 20 Jahre mit sozio-technischem Wandel in einer Reihe von thematischen Bereichen sowie mit den Veränderungen von Forschungs- und Innovationsmustern auseinandergesetzt. Außerdem berät er nationale Regierungen, europäische Institutionen und internationale Organisationen zu Fragen der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik. Durch die Kombination von Innovationssystemanalyse und vorausschauenden Ansätzen hat er umfassende Expertisen im Bereich »Strategic Foresight« zur Unterstützung der Politik aufgebaut. Als Mitglied mehrerer hochrangiger Gruppen von Expertinnen und Experten und als Koordinator europäischer Forschungsprojekte hat er jüngst den europäischen Forschungsausschuss beraten und die Vorbereitung des nächsten Rahmenprogramms für Forschung und Innovation unterstützt.

Matthias Weber

How We Can Shape Transformation Processes

Matthias Weber is Head of the Center for Innovation Systems and Policy at the AIT. He has a background in process engineering and political sciences and holds a doctorate in economics. For more than twenty years, he has been doing research on socio-technical change and new patterns of research and innovation in a wide range of thematic domains and advising national governments, European institutions, and international organizations on matters of research, technology, and innovation policy. By combining innovation systems analysis with forward-looking approaches, he has built up extensive expertise on matters of strategic foresight in support of policy-making. As a member of several high-level expert groups and as a coordinator of European research projects, he has recently been advising the European Research Commissioner and supporting the preparation of the next Framework Programme for Research and Innovation.

Humans – as individuals and collectively – play a much stronger role today in all types of transformation than they have in the past, says Matthias Weber, Head of the Center for Innovation Systems & Policy at the AIT Austrian Institute of Technology. This is another reason why as many stakeholders as possible should be involved in the shaping of transformation processes.

The term transformation – which is derived from the Latin verb transformare: to reshape, to alter – describes a fundamental change in a political, social, or economic system. Transformations can be triggered by a wide range of causes and developments, such as large-scale disruptions in a political system – “classic” examples of this include the French Revolution and the end of the Soviet Union.

Our current quest for climate protection and sustainability is acting as a catalyst for a further type of transformation: So-called “socio-technical systems transformations” involve the modification of systems that have grown over decades and developed strong path dependences in order to achieve certain goals. One example of these is energy supply systems, which are not sustainable over the long term in their current form. As they have developed, infrastructural and organizational path dependences have emerged. The transformation of such systems requires a considerable amount of time, not least due to the lengthy investment cycles.

Rapid changes driven by political events (such as the fall of the Iron Curtain or the Arab Spring) or disruptive innovations (such as digitalization, artificial intelligence, or genomics) are characterized by a very different change dynamic. Rather than involving the remodeling of something existing, this form of transformation is about the emergence of something qualitatively new, albeit something that can also have a

bestehende Systeme haben kann – wie etwa das Verschwinden ganzer Branchen und Berufsgruppen. Das Problem dabei ist, dass die Veränderungen so rasch geschehen, dass der Mensch mit seinen Denkmustern und sozialen Praktiken nicht nachkommt – und ebenso nicht mit der Einführung neuer Spielregeln, die das Geschehen in bestimmte Bahnen lenken könnten.

In der COVID-Pandemie erwies sich noch ein weiteres Transformationsmuster als relevant, das bisher wenig beachtet wurde, weil eine derartige Krise kaum jemand ernsthaft für möglich hielt: Auch wenn manche Stimmen argumentieren, dass der Mensch durch seinen Umgang mit der natürlichen Umwelt dem Auftreten von Pandemien Vorschub geleistet hat, war die von der Ausbreitung des Virus ausgelöste Disruption keine unmittelbare Folge menschlichen Handelns, sie ist aber dennoch in einem kulturellen Zusammenhang zu sehen – denn verschiedene Gesellschaften und Länder waren unterschiedlich gut (oder schlecht) darauf vorbereitet. Bei Transformationen dieser Art geht es also in erster Linie um die preparedness, um Reaktionsmechanismen und prozedurale Pläne, die man in der Schublade hat.

Zusammenspiel zwischen Technologie und Mensch

„Grundsätzlich bestehen bei Transformationen große Gestaltungsmöglichkeiten: Transformationsprozesse sind Phasen der Instabilität, und als solche haben die eingeschlagene Entwicklungsrichtung bzw. die entstehende Entwicklungsdynamik in vielen Fällen sehr viel mit der Gestaltung der Rahmenbedingungen und des Kontextes zu tun“, betont Matthias Weber, Leiter des Centers for Innovation Systems & Policy am AIT Austrian Institute of Technology. „Der Mensch ist nicht nur Spielball z. B. einer technologischen Entwicklung, sondern hat eine mitgestaltende Rolle. Er verändert seine persönlichen Verhaltensmuster und sozialen Praktiken, wenn es etwa eine neue Technologie erfordert oder weil soziale Innovationen die Gesellschaft verändern. Umgekehrt definieren Veränderungen von sozialen Praktiken auch die Anforderungen an Technologien.“ Dabei gehe es sehr stark um Lernprozesse – um das Zusammenspiel zwischen menschlichem Verhalten, technologischen Möglichkeiten und institutionellen Veränderungen als regel- und rahmensetzende Bedingungen.

Auch wenn sich bei den verschiedenen Arten von Transformation die Art und Weise unterscheidet, wie wir Menschen sie beeinflussen oder sogar steuern können, so sieht Weber einen zentralen, gemeinsamen Punkt: „Bei allen Typen von Transformation spielt der Mensch heute eine wesentlich stärkere Rolle als in der Vergangenheit.“ Das liege zum einen darin, dass technische Innovationen stärker als jemals zuvor Teil des täglichen Lebens werden. Und zum anderen, dass dabei normative Fragen viel stärker als in der Vergangenheit Teil des öffentlichen Diskurses seien, zumindest in demokratischen Gesellschaften. „Es gibt den Satz, dass Technologien per se weder gut noch schlecht seien – es komme nur darauf an, wie wir sie nutzen. Allerdings greift dieser Satz eigentlich zu kurz: Es geht nicht nur um die Frage der Nutzung: Bei den ethischen Fragen geht es auch um viel grundle-

huge impact on existing systems – by, for example, wiping out entire sectors and professions. The problem here is that these changes occur so rapidly that neither humans nor our patterns of thinking and social practices can keep up – just as we can't keep up with the new rules of behavior that could steer developments in certain directions.

During the Covid pandemic, a further transformation pattern turned out to be significant, even though it had previously attracted little attention due to the fact that hardly anyone seriously considered that such a crisis was possible. While many argue that the approach of humans to the natural environment prepared the ground for the emergence of pandemics, the disruption caused by the spread of the virus was not a direct consequence of human actions. However, this disruption still has to be seen in a cultural context – because levels of preparation (good or bad) in different societies and countries varied widely. Hence, in such types of transformation, the key issue is preparedness, in terms of one's mechanisms for reaction and the procedural plans that are ready in one's bottom drawer.

The interaction between technology and humans

“Transformations basically present an excellent opportunity for shaping events: Transformation processes are periods of instability and, as such, the chosen direction and emerging dynamic of developments are often heavily affected by the shaping of the parameters and the context,” emphasizes Matthias Weber, Head of the Center for Innovation Systems & Policy at the AIT Austrian Institute of Technology. “Not only are humans the playthings of, for example, a technological development, but they also have a role in shaping it. They change their personal behavior patterns and social practices when, perhaps, a new technology demands this or because social innovations are transforming society. Conversely, changes in social practices also define the demands on technology.” A key role is played here by learning processes – by the interaction between human behavior, technological possibilities, and institutional changes that establishes the rules and the framework of the transformation.

Even if there are differences between the various ways in which we humans are able to influence or even steer these different types of transformation, Weber identifies a common central point: “In all types of transformation, humans play a much bigger role today than they did in the past.” On the one hand, this is due to the fact that technical innovations have a much greater influence upon our daily lives than before. And, on the other hand, normative questions have become much more central to the public debate, at least in democratic societies. “There is a saying that technologies per se are neither good nor bad – it merely depends upon how they are used. But this doesn't tell the whole story: It's not just about questions of use: There are also ethical questions, and these address the much more fundamental issues that

gendere Dinge, die bei jeder Transformation auf den Tisch kommen und bezüglich derer wir uns – als Individuum und als Gesellschaft – entscheiden müssen“, so Weber. Konkret: „Bei der Frage: „Was wollen wir eigentlich?“ können wir als Gesellschaft, als Kollektiv von Individuen, entscheiden, welchen Aspekten man den Primat erteilt.“

Doch wie macht man das? Welche Art von Governance muss man dafür aufsetzen? Es geht dabei um drei Themen, denen man sich stellen muss: Wer hat das Sagen? Was können wir tun? Wie können wir es tun?

Governance von Transformationsprozessen

Die Frage, wo und wie man eine Öffentlichkeit für Debatten schafft, hängt eng mit der Tradition in verschiedenen Ländern zusammen. „Ein französischer Kollege sagt immer: Das Parlament sollte bei Debatten über normative und ethische Fragen eine viel stärkere Rolle spielen, denn das ist der Ort, an dem Bürgerinnen und Bürger repräsentiert sind“, berichtet Weber. „Allerdings dürfte das z. B. in Österreich angesichts des realpolitischen Systems nicht so einfach sein.“ Es gibt aber auch andere Wege, Öffentlichkeit herstellen. Dass dabei Medien – sowohl traditionelle als auch soziale – eine wichtige Rolle spielen, ist klar. Aber das reicht nicht aus, um alle relevanten Bevölkerungsgruppen adäquat einzubinden. „Ein gutes Beispiel für die Stakeholder*innen-Einbindung gibt es in Finnland: Ein Jahr nach der Angelobung der neuen Regierung gibt es eine Initiative des Ministerpräsidenten, der eine Foresight-Initiative zu Themen und Zukunftsfragen aufsetzt, die für Finnland besonders wichtig sind. Diese berichtet an das Committee for the Future des Parlaments“, so Weber. Dieser Prozess sei breit aufgesetzt und habe daher eine große Reichweite in die Gesellschaft hinein. Und er weist in der Regel über eine einzelne Legislaturperiode hinaus, und hat damit einen übergreifenden Charakter.

Funktionierende Beispiele gebe es auch bei der Bürger*innenbeteiligung, wie sie in Dänemark praktiziert wird. Oder in den Niederlanden, wo der Forschungsförderungsfonds nwo bei der Weiterentwicklung der Forschungsstrategie einen sehr offenen Beteiligungsprozess vorgeschaltet hat, in dem ein gesellschaftliches Anforderungsprofil diskutiert wurde, was Forschung für die Gesellschaft leisten soll und zu welchen Themen Antworten geliefert werden sollten. Letztlich bleibt die Entscheidungshoheit bei nwo, aber die im Vorfeld entwickelten gesellschaftlichen Anforderungen an das, was Forschung leisten soll, können nicht ohne Weiteres vom Tisch gewischt werden, ohne die eigene Legitimationsbasis zu unterminieren.

Einbinden von Stakeholder*innen

Das Problem bei all diesen Beteiligungsprozessen ist freilich, wie man an die relevanten Stakeholder*innen-Gruppen herankommt. Welche Stakeholder*innen sind gut genug organisiert, um sie einbinden zu können? Wie kann man schweigende Stakeholder*innen einbinden? Und auch das „Timing“ der Einbindung von Stakeholder*innen ist wichtig: „Partizipation

arise during every transformation process and about which we – as individuals and as a society – must decide,” says Weber. In more concrete terms: “The question of ‘what do we really want?’ allows us to decide, as a society or as a collective of individuals, which aspects are most important to us.”

But how do we do this? Which form of governance do we have to adopt? There are three issues here that we must confront: Who decides? What can we do? And how can we do it?

The governance of transformation processes

The question of where and how one generates public debate is closely related to the different traditions in each country. “A French colleague always says: Parliament should play a much stronger role in debates about normative and ethical questions because that is the place where citizens are represented,” reports Weber. “In a country such as Austria, however, in which the system is so influenced by *realpolitik*, this is not so simple.” But there are other ways of setting up a public debate. And it is clear that the media – both traditional and social – has an important role to play. However, more is required if we are to ensure that all relevant sections of the population are adequately involved. “A good example of stakeholder involvement can be found in Finland: One year after the swearing in of a new government, the prime minister launches a foresight initiative that addresses subjects and questions that are particularly important for Finland’s future. This reports to the parliament’s Committee for the Future;” says Weber. As this process is very broadly-based, the interest that it generates in society is equally broad. And as it generally stretches beyond a single parliamentary term it has a much more general character.

Further successful examples come from the system of citizens’ participation as it is practiced in Denmark. Or in the Netherlands, where the research promotion fund nwo has introduced a participative process at a very early stage in the development of its research strategy, in which a set of social specifications are discussed in order to define what research should do for society and to identify areas in which answers should be given. At the end of the day, the decision remains with the nwo, but it cannot simply ignore these social specifications, which are developed in advance and define what research should do, without severely undermining its own legitimacy.

The involvement of stakeholders

The obvious problem faced by all these processes of participation is how to reach the relevant stakeholder groups. Which stakeholders are organized in such a way that they can be involved? How can one involve silent stakeholders? And the “timing” of this stakeholder involvement is also important: “Citizens’ participation is not the

von Bürger*innen ist nicht die Ultima Ratio – man muss gut überlegen, wen man wann involviert“, so Weber.

Wenn nun einmal ausdiskutiert ist, in welche Richtung es gehen soll: Wie kann die Gesellschaft tätig werden, um die Ziele zu erreichen? „Dabei geht es auch um die Frage, welche Rollen, Möglichkeiten und Grenzen das staatliche Handeln hat. In autoritären Staaten gibt es starke Durchgriffe auf transformative Entwicklungen. Das ist aber nicht der Weg, den man in Europa gehen möchte.“ Hier verfolgt man eher den Weg, dass der Staat die Settings schafft, damit transformative Entwicklungen angestoßen werden können. Dabei geht es sehr stark um eine Balance zwischen Richtungsgebung und Rahmensetzung. Man könne beispielsweise, unterfüttert mit Investitionen, Märkte und Mechanismen schaffen, die den Wandel antreiben und ihm eine Richtung geben.

Instrumente zur Gestaltung

Staatlichen Organisationen steht jedenfalls ein ganzes Bündel von Instrumenten zur Verfügung, die für die Gestaltung von Transformationsprozessen eingesetzt werden könnten, so Weber. Die Transformation unseres Wirtschaftssystems könne etwa durch Start-up- bzw. Scale-up-Initiativen unterstützt werden – so wie es derzeit z. B. durch den Europäischen Innovationsrat (European Innovation Council, EIC) oder in Deutschland mit der Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIN-D) versucht wird, um den industriellen Wandel zu unterstützen bzw. eine industrielle Dynamik anzustoßen. „Der Staat kann keine Mikrosteuerung machen, aber er kann solche Dynamiken erleichtern und unterstützen – ohne genau zu wissen, was dabei herauskommen wird“, so Weber.

Eine andere Möglichkeit zur soziotechnischen Systemtransformation besteht darin, lokale Lernprozesse zu ermöglichen, mit deren Hilfe neue Lösungen angestoßen und vorbereitet werden, die später generalisiert und breiter angewendet werden können. Das kann beispielsweise durch das Schaffen von Nischen durch die Förderung von Pilotprojekten oder Innovationslaboren erfolgen. „Transformationen in Kontexten, die einer großen Ungewissheit unterliegen – das ist die Gesellschaft, in der wir heutzutage tätig sind – brauchen einen Raum, in dem eine Bandbreite an neuen Ideen geschaffen wird. Die Hoffnung dabei ist, dass die erarbeiteten Lösungen irgendwann so weit sind, dass sie sich in einem marktlichen Umfeld bewähren können und dazu beitragen, die starken Pfadabhängigkeiten in gewissen Bereichen zu überwinden“, so Weber, der als Beispiel neue Mobilitätsformen nennt.

Allerdings begünstigen die bestehenden institutionellen Rahmenbedingungen das Aufgreifen neuer Lösungen häufig nicht, sondern stellen eher Hindernisse dar. Ein klassisches staatliches Handlungsfeld ist daher das Schaffen neuer Rahmenbedingungen durch Top-down-Maßnahmen. Im großen Maßstab können das Liberalisierungs- und Deregulierungsmaßnahmen sein, mit denen z. B. im Energiebereich Entwicklungen ausgelöst wurden, die davor blockiert waren. In einem kleineren Rahmen können das

ultima ratio – you must carefully consider whom you want to involve and when,” says Weber.

And when everything has been discussed, what should be the next step: How can society take action to achieve these targets? “This is also a question of the roles and potential of and limitations to government action. In authoritarian countries, transformative developments can be accompanied by heavy-handed intervention. But this isn’t the path that we want to take in Europe.” Here, the approach tends to be that the state creates the environment in which transformative developments can be triggered. Close attention is paid to finding a balance between defining the direction and establishing the framework. For example, one can invest in the creation of markets and mechanisms that not only drive change, but also give it a direction.

Shaping instruments

In any event, government organizations have a huge range of instruments at their disposal that they can employ in the shaping of transformation processes, says Weber. The transformation of our economic system can be supported by start-up and scale-up initiatives – as exemplified by the current efforts of the European Innovation Council (EIC) and Germany’s Federal Agency for Disruptive Innovation (SPRIN-D) to support industrial transformation and set an industrial dynamic in motion. “The state cannot micro-manage but it can simplify and support such dynamics – without exactly knowing what the result will be,” says Weber.

A further possible mechanism for socio-technical systems transformation involves facilitating local learning processes, which can help to prepare and initiate new solutions that can subsequently be generalized and applied more widely. Examples of this could include the creation of niches by supporting pilot projects or innovation laboratories. “Transformations in contexts that are full of uncertainties – such as the society in which we are operating today – require a space in which a broad spectrum of new ideas can be created. The hope is that the solutions that emerge in this space then develop to the point at which they can survive in a market environment and contribute to overcoming the strong path dependencies in certain areas,” says Weber, who offers the example of forms of mobility.

However, existing institutional parameters often represent obstacles rather than encouraging the adoption of new solutions. Hence, a classic way in which the state can act is to create new parameters via top-down measures. At a larger scale, these could be liberalization and deregulation measures which, in a field such as energy, can smooth the path for developments that were previously blocked. At a smaller scale, however, these could include altered parameters for local activities – such as so-called “regulatory sandbox-

aber auch veränderte Rahmenbedingungen für lokale Aktivitäten sein – etwa sogenannte „regulatorischen Sandboxes“, in denen z. B. Energiegemeinschaften (dezentrale Energieversorgungsverbände von Bürgerinnen und Bürgern) entstehen können.

Weiters kann der Staat bei Transformationen auch erfolgreich als Mediator und Moderator auftreten, um damit ein typisches Problem bei Transformationen beheben zu helfen: die „weiche“ Koordination von Entwicklungen und Aktivitäten unterschiedlicher Akteur*innen. Weber: „Ob das funktioniert, hängt auch von der politischen Kultur in einem Land ab.“ Bei stärker globalen Fragestellungen – etwa der CO₂-Besteuerung oder dem Handel von Emissionszertifikaten – ist selbst die staatliche Ebene überfordert: Dafür bedarf es supranationaler Regelungen, europäischer Initiativen oder sogar globaler Institutionen.

Agile Akteur*innen

Staatliche und andere Organisationen sind freilich von der Rasanz heutiger soziotechnischer Systemtransformationen und der Disruptivität technologischer Entwicklungen überfordert. Der Hauptgrund dafür ist, dass sich eine geordnete Verwaltung, die der Gewährleistung verlässlicher Rahmenbedingungen verpflichtet ist, nur schwer mit Notwendigkeiten für rasche Veränderungen unter einen Hut bringen lässt – was durch die zunehmende Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Mehrdeutigkeit von gesellschaftlichen, technologischen und wirtschaftlichen Entwicklungen nicht einfacher wird.

Ein aktueller Ansatz, um diese Brücke zu schlagen, betont die „Agilität“ von Organisationen und Prozessen – also die schnelle Anpassungs- und Reaktionsfähigkeit an sich ändernde Umweltbedingungen. Im Zentrum steht dabei die Frage, wie interne Prozesse und Strukturen sowohl auf strategischer als auch auf operativer Ebene so gestaltet werden können, dass sie sich auch in schnell ändernden Umwelten bewähren. „Agilität“ bedeutet dabei mehr als „Flexibilität“ und bezieht auch den proaktiven Umgang mit Veränderungen ein.

Das aktuelle Konzept der Agilität umfasst fünf Dimensionen bzw. „capabilities“:

- **Flexibilität:** Wie reaktionsschnell werden Veränderungen behandelt, und wie groß sind die Gewandtheit und das Ausmaß der Anpassung?
- **Proaktivität:** Wie zukunftsorientiert und vorausschauend wird gehandelt, und stimmen Maßnahmenkatalog, Wirkungszeiträume möglicher Instrumente mit der Fristigkeit der Probleme überein?
- **Partizipation und Legitimation:** Werden alle Akteur*innen eingebunden und mobilisiert, um die Legitimation kollektiver Entscheidungsfindung sicherzustellen?
- **Ambidextrie:** Ist die strukturelle Anpassungsfähigkeit im Spannungsfeld zwischen Stabilität und Neuerungen gewährleistet?

es”, in which, for example, energy communities (decentralized citizens’ energy supply associations) can emerge.

In addition to this, the state can also successfully act as a mediator and moderator in transformations, in order to help to counter a problem that is common to such processes: the “soft” coordination of the developments and activities of various actors. According to Weber: “Whether this works also depends upon the political culture in a country.”

Larger global issues – such as CO₂ taxes or emissions certificate trading – are a challenge even for individual governments: These require international rules, European initiatives, or even global institutions.

Agile actors

It is hardly surprising that governmental and other organizations are overstretched by the speed of today’s socio-technical systems transformations and the disruption caused by technological developments. The main reason for this is the difficulty of reconciling an orderly administrative machinery, whose duty is to guarantee solid parameters, with the need for rapid change – and this is not becoming easier in light of the increasing volatility, uncertainty, complexity, and ambiguity of social, technological, and economic developments.

One current approach to bridging this gap seeks to emphasize the “agility” – the ability to speedily adapt and react to a changing environmental context – of organizations and processes. The key question here is how internal processes and structures can be designed on both a strategic and an operative level so that they also stand the test of rapidly changing conditions. In this context, “agility” means more than just “flexibility, because it also refers to a proactive approach to change.

The current concept of agility comprises five dimensions or “capabilities”:

- **Flexibility:** How quickly does one react to change and what is the scale and level of sophistication of this process of adaptation?
- **Proactivity:** How proactive and forward-thinking is this reaction and do the proposed measures and the period of effectiveness of any potential instruments match the timescale of the problem?
- **Participation and legitimation:** Are all actors involved and mobilized in such a way that the solution is legitimized by a collective decision-making process?
- **Ambidexterity:** Does the solution guarantee the right level of structural adaptability and the right mix of stability and innovation?

- **Reflexivität:** Existieren effektive Rückkopplungsschleifen zwischen den verschiedenen Ebenen, und liegen umfassende Informationen vor?

Für diese fünf Kriterien der Agilität wurden in jüngster Zeit Methoden und Konzepte entwickelt, um die Agilität von Organisationen zu beschreiben – und besser geeignete Strategien, Zielkataloge, Strukturen und Prozesse entwickeln zu können.

Die Grenzen staatlichen Handelns

Aber selbst bei in Hinblick auf Transformationsprozesse optimaler Gestaltung von Organisationen gibt es Bereiche, in denen staatliche Akteure abgemeldet sind, etwa weil die Interaktion im virtuellen Raum stattfindet. Als Beispiele nennt Weber die internationale Transferierung von Bitcoins oder auch von Wissen. „Die Spielregeln dafür werden nicht mehr von staatlichen Akteur*innen definiert, sondern von den großen Technologiekonzernen oder von den der nationalen Jurisdiktion enthobenen Netzwerken im virtuellen Raum.“

Eine weitere Grenze staatlichen Handelns sind ethische Überlegungen, welche Stellung dem Menschen in Transformationsprozessen zugebilligt wird. Wie z. B. in der Debatte über den Klimawandel deutlich wird, setzen viele Akteur*innen darauf, das Verhalten und die sozialen Praktiken der Menschen zu beeinflussen oder sogar zu steuern. „Da stellt sich eine Grundsatzfrage: Wie viel Freiheit will man den Menschen geben – auch dazu, sich selbst zu schaden? Das hängt sehr eng mit normativen Fragen zusammen. Das Setzen von Anreizen für das Individuum z. B. ist ein ganz schmaler Grat: Wie weit sind solche Praktiken gerechtfertigt oder schon manipulativ?“, fragt Weber. Nachsatz: „Darauf gibt es keine einfache Antwort, sondern es bedarf gesellschaftlicher Aushandlungsprozesse darüber, wo dem Staat Grenzen zu setzen sind.“ ✕

- **Reflexivity:** Are there effective feedback loops between the various levels and is enough information available?

Methods and concepts have recently been developed for these five criteria, on the basis of which the agility of organizations can be described and more appropriate strategies, lists of objectives, structures, and processes can be developed.

The limits to government action

But even with regards to transformation processes that impact upon the optimal design of organizations there are areas in which governmental actors are simply absent, perhaps because the relevant interactions occur in the virtual realm. Weber offers the example of the international transfer of bitcoins and also of knowledge. “The rules for this are not defined by governments but by the major technology companies or by virtual networks, which are free from national jurisdiction.”

A further limit to government action is the ethical question of the extent to which humans should be allowed to influence transformation processes. This is exemplified by the climate debate, in which we can see many actors, who are very clearly seeking to influence or even control the behavior and social practices of humans. “And this raises a fundamental question: How much freedom do we want to give to humans – even when this includes the freedom to harm themselves?” The answer is closely dependent upon normative questions. Issues such as the creation of incentives for individuals are extremely finely balanced: “To what extent are such practices justified or even manipulative?” asks Weber, before adding: “There’s no easy answer to this but there certainly needs to be an open negotiation about the limits to the role of the state.” ✕

Manfred Tscheligi

Den Menschen in seiner ganzen Vielfalt ins Zentrum rücken

Wir verwenden nicht nur Technologie, vielmehr leben wir mit ihr. Das löst bei uns Menschen auch viele emotionale Reaktionen aus. Die Betrachtung dieser „Experiences“ ist entscheidend dafür, wie wir Technologien nutzen. Überdies ist dieser Faktor ein wichtiger Innovationstreiber. Ein Gespräch mit Manfred Tscheligi, einem Pionier der „User Experience“-Forschung in Österreich.

Sie beschäftigen sich seit vielen Jahren wissenschaftlich mit den eng zusammenhängenden Themen Technology Experience, Mensch-Maschine-Schnittstellen und, allgemeiner, mit Human Centricity. Was kann man sich darunter genau vorstellen?

Tscheligi: Unser Grundverständnis von „Human Centricity“ – was sich nur behelfsmäßig mit dem deutschen Wort „Menschenzentriertheit“ übersetzen lässt – ist, dass der Mensch in allen seinen Facetten und in seiner ganzen Diversität bei der Gestaltung von Technologien im Mittelpunkt steht. Das klingt erst einmal banal. Aber um diesen Grundsatz wirklich in die Praxis umsetzen zu können, bedarf es einer klaren Grundhaltung und der Entwicklung und Anwendung bestimmter Methoden und Prozesse. Die Basis dafür ist ein grundsätzliches Verständnis der Mensch-Maschine-Interaktion, und damit auch der Prinzipien, wie der Mensch „funktioniert“.

„Experience“ ist ein wichtiger Aspekt, der uns Menschen ausmacht. Auch dieses Wort lässt sich nur sehr ungenau ins Deutsche übersetzen. Er beschreibt eine Erfahrung bzw. ein Erlebnis, die der Mensch beim Umgang mit vielen Situationen macht. In der Kognitionspsychologie ist Experience wichtig für die Art und Weise, wie man sich etwas merkt. Es gibt zwei Arten des Gedächtnis-



Manfred Tscheligi, Professor für Human-Computer Interaction an der Universität Salzburg, leitet das dortige Center for Human-Computer Interaction sowie das Center for Technology Experience am AIT. Tscheligi studierte Wirtschaftsinformatik und 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 dieses Gebiets in Österreich innerhalb der Ausbildung, als Forschungsgebiet sowie in der industriellen Anwendung.

Manfred Tscheligi

Placing Humans, in All Their Diversity, Center Stage

Manfred Tscheligi, is Professor for Human-Computer Interaction at the University of Salzburg, Head of its Center for Human-Computer Interaction, and Head of the Center for Technology Experience at the AIT. Manfred Tscheligi 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 twenty years. He is considered a pioneer in this area in Austria, with regard to not only education, but also research and industrial application.

More than being something that we merely use, technology is something that we live with. This triggers many emotional reactions amongst us humans. Investigating these “experiences” is crucial to determining how we use technology. And this factor is also a key driver of innovation. A conversation with Manfred Tscheligi, a pioneer of “user experience” research in Austria.

You’ve spent many years scientifically addressing the closely related subjects of experiencing technology, human-machine interfaces, and, more generally, human centrality. What does this exactly mean?

Tscheligi: Our basic understanding of “human centrality” is that humans, with all their facets and in all their diversity, take center stage when technology is being designed. This might sound banal to begin with. But, in order to be able to truly implement this principle in practice, there’s a need for a clear underlying approach and for the development and application of specific methods and processes. The basis for these is a fundamental understanding of the interaction between humans and machines and, hence, of the principles behind how humans “function”.

“Experience” is an important aspect that helps to define us as humans. It describes what we feel when we deal with a whole range of situations. In cognitive psychology, experience plays a key role in determining how we take note of something. There are two forms of memory: In the first, our factual memory, we form semantic networks, in which we associate new knowledge with



ses: Beim faktischen Gedächtnis bildet man semantische Netzwerke, in denen man neues Wissen bereits vorhandenem Wissen zuordnet. Die zweite Art ist das episodische Gedächtnis: Man merkt sich etwas leichter, wenn man einen neuen Inhalt einem bestimmten Ereignis, einem Erlebnis zuordnete. Experience ist also zuerst einmal Teil der kognitiven Verarbeitung des Gedächtnisses. Uns interessiert dabei vor allem der Aspekt, wie uns Technologie auf emotionaler, intellektueller und sinnlicher Ebene berührt und wie wir zielgerichtete Experiences in bestimmten Kontexten optimal an bestimmte Nutzer*innen-gruppen anpassen können – etwa um die Akzeptanz technologischer Innovationen zu fördern.


Wie übersetzt man solche psychologischen Konzepte in die Technologie-Entwicklung?

Tscheligi: Ein zentraler Aspekt dabei ist die Interaktion zwischen Mensch und Maschine über eine Schnittstelle. Beim Design eines Interface legt man fest, wie das System dem Menschen gegenübertritt. Welche Qualität hat dieses Zusammenspiel? Zuerst hat man sich seit den 1980er-Jahren Mensch-Maschine-Schnittstellen in Hinblick auf klassische funktionale Qualitäten angesehen, etwa in Bezug auf die Usability (Benutzbarkeit). Das ist wichtig, ist aber zu wenig, denn bei der Nutzung von technischen Lösungen passiert immer auch z. B. etwas Emotionales. Daraus ergab sich eine viel breitere Qualitätssichtweise, die als „User Experience“ bezeichnet wird. Dabei betrachte man eben nicht nur, ob man ein Device nutzen kann, sondern auch, was bei den Nutzer*innen dabei mitschwingt. Ärgert man sich bei der Nutzung einer Software? Verursacht sie Stress? Vermittelt die Nutzung einer Technologie Freude? Oder sogar Spaß? Es kann durchaus sein, dass etwas gut benutzbar ist, aber die Experience negativ ist. Innovation sollte unserer Meinung nach mehr über nutzungsorientiertes gesamtheitliches Design einer Lösung definiert werden: Wie wirkt eine Lösung auf die User*innen? Und danach baut man sie.

Experience ist also eine sehr breite Sichtweise, die viele Aspekte des Mensch-Seins berücksichtigt?

Tscheligi: Ja. Die Betrachtung der Human Experience bringt uns in vielerlei Hinsicht weiter. Für uns ist der Mensch ein Qualitätsparameter: Wenn der Mensch mit einem Gerät nicht zurechtkommt, kann es keine gute Qualität haben. Überdies ist der Mensch in der Human-Centricity-Sichtweise ein Innovationsparameter: Je





existing knowledge. The second form is episodic memory: It's easier to take note of something if this new content can be associated with a specific event or experience. Hence, experience is, first of all, part of the cognitive processing function of the memory. Our particular interests here are the questions of how technology affects us on the emotional, intellectual, and sensual levels and how we can optimally adapt targeted experiences for certain user groups in certain contexts in order to, for example, encourage the acceptance of technological innovations.

How can we translate such psychological concepts when developing technology?

Tscheligi: A central aspect here is the interaction between humans and machines via an interface. When designing an interface, one determines how the system confronts humans. What is the quality of this interaction? From the 1980s onwards, interfaces between humans and machines were viewed in terms of classical functional qualities such as usability. This is important, but it isn't the whole story because, when one uses technical solutions, other things occur – such as emotional experiences. This has led to a much broader assessment of the quality of this interaction, which is described as “user experience”. Here, one evaluates not only if one can use a device, but also what users feel when doing so. Do they get annoyed when using a certain software? Does it cause stress? Is the use of the technology a pleasure? Or even fun? It's quite possible for something to be perfectly usable and yet for the experience of doing so to be negative. We believe that innovation should focus much more on the user-friendly, holistic design of a solution: What is the exact impact of the solution upon the user? And only when such questions have been answered should the solution be built.

So experience covers a very broad way of looking at things and addresses many aspects of being human?

Tscheligi: Yes. This consideration of human experience moves us forwards in many ways. For us, humans are a quality parameter: If humans can't deal with a machine then it can't be very high quality. Furthermore, from the perspective of human-centricity, humans are an innovation parameter: The more precisely one considers human needs and the more



genauer man auf die Bedürfnisse der Menschen schaut, je genauer man sich fragt, welche Probleme der Mensch hat und in welcher Situation er was braucht, umso besser kann man dem Menschen gerecht werden, und umso stärker kann man die verschiedenen Aspekte einer Lösung darauf hintrimmen und mit den Möglichkeiten, die uns Technologien bieten, umsetzen. Das ist ein Treiber für Innovationen. Wie sind überzeugt, dass durch Experience geleitete Innovationen und neue Wege der Interaktion zwischen Mensch und Maschine zentrale Bausteine für innovative und erfolgreiche Technologien sind.

Wichtig dabei ist, dass eine Technologie in unser Lebens- und Ökosystem hineinpasst und uns nicht regiert. Dass wir uns zurechtfinden und ihr vertrauen können. Und dass sie uns positive Erlebnisse vermittelt. In der Literatur gibt es rund 200 Faktoren, die das beeinflussen. Davon werden derzeit in der Praxis vielleicht zehn regelmäßig beachtet. Man postuliert zwar, dass der Mensch im Mittelpunkt steht, aber am Ende des Tages wird dies noch nicht genug gelebt und zu wenig strukturiert umgesetzt.


Können Sie uns Beispiele für solche Faktoren nennen?

Tscheligi: Es gibt einige Grundprinzipien für die Qualität einer Interaktion. Diese kommen ursprünglich aus der Erforschung der Beziehungen zwischen Menschen, gelten in vielen Fällen aber auch für die Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Der Mensch ist kein reines Wahrnehmungswesen, sondern ist auch sozial und emotional, und hat eine starke Werte-Orientierung. Viele Probleme, die Menschen haben, führen z. B. auf ein Gefühl zurück, vernachlässigt zu werden. Feedback ist auch bei der Interaktion mit Computersystemen wichtig. Man will möglichst sofort eine Reaktion – oder man will zumindest wissen, wann man eine Antwort bekommt. Wenn es aus irgendwelchen Gründen länger dauern sollte – und die Systeme wissen das –, sollte das System das den Nutzerinnen und Nutzern mitteilen. Wenn das nicht geschieht, wird man schnell ungeduldig. Wesentlich ist dabei Ehrlichkeit: Systeme sollten dem Menschen ehrlich sagen, was Sache ist: Niemand sollte ein Problem mit Ehrlichkeit haben. Als Systemdesigner*in soll man den Menschen als Partner sehen und ihn nicht für dumm verkaufen.

Ändern sich diese Faktoren mit der Zeit?

Tscheligi: Der Mensch hat sich nicht in seinen Fähigkeiten verändert. Aber der Mensch verändert sich in seinen





precisely one considers the problems that humans have and the situations in which they need something, the easier it is to satisfy these needs, to adapt the various aspects of a solution accordingly, and to implement this solution using the technological means at our disposal. This drives innovation. We're convinced that innovations shaped by experience and by new methods of interacting between humans and machines are cornerstones of innovative and successful technologies.

The key thing here is that technology must fit in with our lives and our ecosystem rather than dominating us. That we can feel at home with it and trust it. And that it provides us with positive experiences. According to the literature, there are around 200 factors that influence this. In practice, however, only around ten of these are currently regularly considered. We may like to imagine that humans take center stage but, at the end of the day, this happens far too rarely and, when it does, the process is far too unstructured.

Can you give us some examples of these factors?

Tscheligi: The quality of an interaction is determined by a number of basic principles. These emerged from research into interpersonal relationships but they also often apply to interactions between humans and machines. For, rather than being merely cognitive beings, humans are also social and emotional as well as having a strong sense of values.

Many of the problems experienced by humans can be traced back to the feeling of being, for example, neglected. The issue of feedback is also important in interactions with computer systems. One wants to get a reaction as quickly as possible – or at least one wants to know when one will receive this answer. And if it's going to take longer, for whatever reason, to get this answer – and if the system knows this – then the system should inform the user. If this doesn't happen, they will become impatient very quickly. Honesty is essential: Systems should tell humans how things stand with complete honesty: Nobody should have a problem with being honest. System designers should see people as partners rather than taking them for idiots.



Erwartungshaltungen – durch seine Erfahrungen und durch die zunehmende Komplexität der Vielfalt an Dingen, die man nutzen könnte. Wir verwenden heute nicht nur Technologie, vielmehr leben wir mit ihr. Früher war man vielleicht froh, wenn ein Gerät überhaupt funktioniert hat. Heute ist man ungeduldig, wenn man nicht sofort eine Antwort bekommt. Der Mensch ist verwöhnter und ungeduldiger, und das ist interessanterweise nicht nur bei digitalen Produkten der Fall, sondern ganz allgemein. Eine große Rolle spielen auch neue Werte, die für die Gesellschaft wichtig sind und aus denen sich neue Ansätze ergeben, was eine positive Experience ausmacht. Zum Beispiel eine Nachhaltigkeits-Experience – also das Gefühl eines wirklich nachhaltigen Erlebnisses. Man findet in der wissenschaftlichen Literatur zwar viel über Nachhaltigkeit, aber wenig über Nachhaltigkeit als Experience-Faktor. Ein einfaches Beispiel: Man bestellt ein nachhaltiges Produkt, und das wird mit dem Flugzeug geliefert oder kommt in Plastik verpackt. Es kann ja sein, dass das die besten Lösungen im Sinne der Nachhaltigkeit sind – aber man weiß es nicht. Das Gesamte muss zusammenpassen, und es muss über einen gewissen Zeitraum konsistent und nachvollziehbar sein.

Ein anderes Beispiel sind neue ethische Fragestellungen und Werte, die etwa in Zusammenhang mit Künstlicher Intelligenz immer relevanter werden. Oder eine veränderte Sichtweise von Wellbeing, von einem „guten Leben“, die in der Corona-Krise in den Vordergrund gerückt ist. Wir fragen uns, wie sich solche Werte in zukünftigen Lösungen äußern und wie man sie in deren Design einbaut. Wie verkörpert eine Lösung z. B. Nachhaltigkeit? Wie wirkt das auf die Menschen? Was bedeutet das für die Menschen? Und wäre es nicht innovativer, wenn man in der Produktentwicklung bereits früher über Ethik nachdenkt und ethisches Design als Mehrwert betrachtet? Mit diesem Prozess muss man sich befassen: Welches Wissen und welche Methodik braucht man dazu? Das ist ein wesentlicher Teil unserer aktuellen Forschungsrichtung „Next Generation Human Centricity“.

Was bedeutet „Next Generation Human Centricity“ genau?

Tscheligi: Das bedeutet, dass man nachdenkt und reflektiert, wo wir stehen, was bisher schon gut funktioniert hat, wo es Verbesserungsbedarf gibt, in welchen Bereichen es Veränderungen gab und ob die Methoden, mit denen wir arbeiten, noch adäquat sind. Wir haben heute neue Technologien und können mehr machen.





Are these factors changing over time?

Tscheligi: Humans' abilities haven't changed. But their expectations have – due to experience as well as to the increasing complexity of many of the things that they use. Today, more than being something that we merely use, technology is something that we live with. Earlier, there were times when we were simply happy that something worked at all. Now we're impatient if we don't get an answer straightaway. Humans have become more fastidious and more impatient and the interesting thing is that this doesn't just apply to digital products but to things in general.

A major role is also being played here by new values that have become important to society and are generating new approaches, which is also a positive experience in itself. This trend is exemplified by a 'sustainability experience' – the feeling of having experienced something truly sustainable. Much may have been written about sustainability in the scientific literature but little of this addresses sustainability as an experience factor. A simple example: You order a sustainable product and it's sent by plane or arrives wrapped in plastic. Of course it's quite possible that this was the best solution in terms of sustainability – but you simply don't know. The entire solution must be coherent and it must also be consistent and comprehensible over a certain period of time.

Another example is provided by new ethical issues and values, such as those that are becoming increasingly relevant in connection with phenomena such as artificial intelligence. Or the new way of looking at wellbeing, of a "good life", that has gained a lot of attention during the corona crisis. We ask ourselves how such values will express themselves in future and how one can incorporate them into one's designs. How can a solution embody something like sustainability? How does this impact upon humans? What does it mean for humans? And wouldn't it be more innovative if product developers addressed ethical issues at an earlier point and regarded ethical design as a form of added value? We have to address this process: But what knowhow and which methods do we need in order to do so? This is a key aspect of our current research field "Next Generation Human Centricity".





„Next Generation Human Centricity“ bedeutet weiters, einen genaueren Blick auf bestimmte Annahmen zu werfen. Die Wissenschaftswelt hat damit begonnen, viel genauer in die verschiedenen Aspekte hineinzusehen und viel genauer über den Menschen nachzudenken. Dieses Wissen ist sehr vielfältig und über viele Fachgebiete verstreut. Um es in praktische Anwendungen transferieren zu können, muss man es strukturiert aufbereiten und bewusst in eine Methodik umsetzen. Man hat dann gewisse Bausteine, die man im jeweiligen Anwendungsfall zusammenführen kann.

Wir müssen uns bei der Gestaltung von Technologien viel aktiver als bisher mit den menschlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen auseinandersetzen. Nehmen wir als Beispiel die Diversität. Bei einem „Human Centered“-Ansatz richten wir alles auf bestimmte Benutzungsbedürfnisse aus. Aber wir legen in der Realität und bei vielen Methoden noch zu wenig Genauigkeit in diese Thematik. Diversität wird oft nur als Gender-Thema angesehen. Das ist aber zu wenig. Es geht viel allgemeiner um verschiedenste Aspekte und Charakteristiken des Menschen. Es geht nicht nur darum, ob jemand männlich oder weiblich ist, sondern z. B. ob es sich um jüngere oder ältere Frauen handelt, die bestimmte soziale Hintergründe haben. Es geht um kulturelle Aspekte – z. B. wo jemand aufgewachsen ist. Wir müssen uns etwa die Frage stellen, wie man den kulturellen Hintergrund besser unterstützen kann. Wir müssen darüber nachdenken, was so eine breitere Sichtweise von Diversität für die Gesamt-Qualität einer zukünftigen digitalen Lösung, z. B. für Systeme, die KI-basierte Interaktionen vornehmen, bringt: Inwiefern müssen solche Systeme anders gestaltet werden, wenn man sie unter einem Diversitäts-Aspekt betrachtet?

In der Corona-Krise hat sich auch unsere Arbeitswelt und die Art und Weise, wie wir Menschen interagieren, stark verändert.

Tscheligi: Derzeit ist man z. B. bei Telekonferenzen eine Geißel der Technologie. Wer kennt nicht die fruchtlosen Meetings mit zehn Teilnehmer*innen, von denen immer nur drei reden, oder die sich eine halbe Stunde in Kreis drehen? Man bekommt von den Software-Systemen kaum etwas über die anderen Menschen zurückgespiegelt – wie es denen geht, was sie sich denken, ob sie motiviert sind usw. Solche Faktoren könnte uns die Technik eigentlich zurückspielen – denn analysieren kann man im Grunde alles. Aber das funktioniert derzeit nicht. Wie vieles andere auch nicht.





What exactly does “Next Generation Human Centricity” mean?

Tscheligi: It means thinking about and reflecting upon where we are, what has worked well in the past, where there is room for improvement, in which areas changes have occurred, and whether the methods with which we work today are still adequate. We have new technologies today and we can do even more. “Next Generation Human Centricity” also means taking a closer look at certain assumptions. The scientific world has already begun to examine specific aspects much more closely and to think about humans in much more detail. This knowhow is extremely diverse and spread across many specialist fields. In order to transfer it into practical applications, it has to be processed in a structured manner and consciously translated into a method. The result of this will be a range of components that can be assembled in each different use case.

When designing technologies, we have to address human and social parameters much more actively than we did in the past. Take diversity, for example. In a “human-centered” approach we align everything with specific use requirements. But, in truth, as well as in many of our methods, we’re still far too imprecise. Diversity is often seen as an exclusively gender-related issue. But this is far too narrow. Diversity is much more general and applies to many different aspects and characteristics of humans. It’s not just a question of whether one is male or female but, perhaps, of whether one is a younger or an older woman with a specific social background. It’s about cultural aspects – such as where one grew up. We must ask ourselves how cultural background can play a stronger role. We must ask ourselves what a broader view of diversity would do for the overall quality of a future digital solution – of, for example, systems involving AI-based interactions: To what extent must such systems be designed differently when one addresses them from the perspective of diversity?

During the corona crisis, working environments and the ways in which humans interact have changed radically.

Tscheligi: In video conferences, for example, we’re currently the hostages of technology. Who hasn’t experienced one of those ineffective meetings with ten participants of whom only three ever speak or which run around in circles for half an hour? These





Wenn wir z. B. etwas gemeinsam auf einem Blatt Papier skizzieren wollen, dann würde ich jetzt einmal zeichnen und halte das in die Kamera. Das ist unscharf, vielleicht auch seitenverkehrt. Sie könnten mir dann sagen, dass ich etwas dazuzichnen soll. Es gibt zwar Tools für solche Aufgaben, aber die verwendet kaum jemand, weil sie zu viel Aufwand bedeuten: Man muss jedes Mal einen Link öffnen, dann muss man Inhalte sharen, bevor wir beginnen können. Selbst wenn das funktioniert, geht komplett verloren, dass wir uns normalerweise beim Zusammenarbeiten anschauen und den ganzen Kontext wahrnehmen. Virtueller ist das nicht machbar. Im Vergleich dazu eine reale Situation: Wir sitzen zusammen an einem Tisch, ein Zettel liegt in der Mitte, wir können gemeinsam herumzeichnen und uns dabei anschauen. Das ist eine viel breitere Geschichte.

Aber klar ist, dass virtuelle Arbeitsumgebungen auch nach dem Ende der Corona-Krise eine größere Bedeutung behalten werden. Daher geht es in nächster Zeit sehr stark um Hybridität, also um das Zusammenwirken zwischen Virtualität und Realität. Momentan haben wir ein Entweder-oder: Wir sind entweder im Büro oder zu Hause im Homeoffice. Unsere technischen Umgebungen lassen Synergien derzeit nicht besonders gut zu.

Die Werte des Arbeitens haben sich geändert. Die Menschen sind mehr online, aber sie wollen trotzdem den sozialen Aspekt nicht verlieren. Daher müssen wir fragen, wie die „Spaces“, die Räume zukünftig aussehen, die ein Zusammenwirken zwischen Virtualität und Realität erlauben. Wie können wir diese Räume sinnvoll bauen, um mit anderen Menschen gut zusammenzuarbeiten? Dabei geht es nicht nur um Videokonferenzen, sondern grundsätzlich um das gemeinsame Tun, das gemeinsame Kreieren von Lösungen.

Gibt es dafür schon Lösungen? Oder ist dieses Problem zumindest den meisten Betroffenen bewusst?

Tscheligi: Es ist vielen bewusst, dass hybride Arbeits- und Interaktionsformen eine Herausforderung sind, aber die meisten wissen noch nicht, wie sie damit umgehen, wie sie das gestalten sollen. Wie sehen Arbeitsplätze aus? Wie designt man sie? Das ist noch die einfachere Geschichte. Aber: Wie soll in Zukunft die Umgebung für Interaktionen entstehen? Das gilt nicht nur für Arbeitsumgebungen, sondern auch für viele andere Bereiche. Zum Beispiel für hybride Einkaufserlebnisse.



software systems hardly tell us anything about the other participants – how they are, what they are thinking, whether they are motivated, etc. Technology could actually reflect such factors – because one can analyze virtually anything. But this doesn't work right now. And it's not the only thing that doesn't. If we, for example, want to sketch something together on a piece of paper, I simply draw it and hold it up to the camera. It's blurred; perhaps it's even back-to-front. But then you can tell me if I should maybe add something. Now, there are also tools for such tasks but hardly anyone uses them because they involve too much work: Every time, you have to open a link and then share content before you can even begin. And even if it works there are qualities that have been completely lost, such as the fact that when we're working together we can normally look at each other and take in the entire context. In a virtual meeting this is impossible. Compare this with a real situation: We sit together around a table with a piece of paper in the middle and we can all draw and watch each other at the same time. This is a much broader story. But it's clear that virtual working environments will retain this more significant role, even after the end of the corona crisis. Hence, the coming years will see a strong focus on the hybrid, on the combination of the virtual and the real. At the moment, we have an either-or: We're either in the office or at home in the home office. Our technical environment is currently not very good at permitting synergies.

Working values have changed. Humans spend more time online but they still don't want to lose the social aspect. So we have to ask how spaces designed to encourage interaction between the virtual and the real will look in future. How can we logically combine these spaces so that we can work efficiently together with others? This isn't just about video conferences but, much more generally, about doing things – about creating solutions – together.

Are there already solutions for this? Or are most people at least aware of the problem?

Tscheligi: Many people are aware that hybrid forms of working and interacting are a challenge but most don't yet know how to deal with the situation or shape the solution. What should workplaces look like? How should we design them? But those are the easy



Derzeit kann man entweder physisch einkaufen – da verwendet man nichts Digitales. Wenn man aber Digitales verwendet, macht man Online-Shopping und nichts anderes. Auch hier gibt es derzeit ein Entweder-oder. Moderne Technologien wie etwa Smartphones oder Datenbrillen könnten in Zukunft ein Zusammenrücken dieser getrennten Welten, also ein hybrides Shopping-Erlebnis ermöglichen. Das ist heute alles noch nicht „seamless“ – die verschiedenen Lösungen gehen also noch nicht nahtlos ineinander über.

Das Design der zukünftigen Interaktionswelten wird sicher herausfordernder und komplexer, damit sie wirklich funktionieren, die Bedürfnisse der Menschen treffen und einen echten Mehrwert bringen. Dazu sind noch viele interdisziplinäre Überlegungen nötig.

Bedeutet der Aufbau solcher hybriden Set-ups auch, dass die reale Welt „intelligenter“, also mit mehr IT ausgestattet werden muss?

Tscheligi: Die Umgebungen müssen neu gemacht werden, damit sie auch hybrid funktionieren – etwa das Home of the Future, Retail of the Future, das Office of the Future, die City of the Future usw. Dieser Gedanke ist aber nichts Neues. Schon vor 20 Jahren gab es große EU-Programme zum Thema „Ambient Intelligence“. Das Ziel war es damals schon, Umgebungen zu schaffen, die mit Intelligenz ausgestattet werden, um den Menschen in diesen Umgebungen zu unterstützen. Da wurden coole Umgebungen designt, die dem Menschen einen Mehrwert bieten. Zum Beispiel aktive Plakatwände, die Menschen zeigen, was sie gerade interessiert. Das war damals noch schwer greifbar, es war damals noch nicht machbar, weil die Technologien noch nicht so weit waren. An diese Konzepte sollte man sich nun erinnern. Nun braucht es eine Neuauflage von „ambient intelligence“ – wir nennen das heute „situated intelligence“ oder „contextual intelligence“ –, um Systeme aus einer User*innen-Bedürfnis-Sichtweise heraus zu bauen, die seamless funktionieren und dem Menschen etwas bringen. ✕





questions. What about: How should we create a context for future interactions? This applies to not just working environments but also many another areas. Such as hybrid shopping experiences. We can currently either shop physically – here, we don't use anything digital – or digitally, in which case we shop online and nowhere else. This is another either-or. In future, however, modern technologies such as smartphones or data glasses could enable these two worlds to come together and facilitate a hybrid shopping experience. Today, we're not yet “seamless” – the different solutions aren't currently able to merge together.

The design of these future worlds of interactions will certainly be more challenging and complex if they're to function properly, meet human needs, and generate real added value. This will require a lot of interdisciplinary thinking.

Does the development of such hybrid setups also mean that the real world has to be “more intelligent” – to be equipped with even more IT?

Tscheligi: Environments have to be redesigned – we must create the Home of the Future, the Retail Outlet of the Future, the Office of the Future, the City of the Future, etc. But this idea isn't new. It's already 20 years since a major EU program looked at the idea of “ambient intelligence”. The objective was to create environments that were equipped with intelligence that helped humans to use them. Cool environments were designed that offered people real added value. Equipped with things like poster walls that displayed exactly what someone was interested in at any one moment. Back then, some ideas were hard to grasp or not even realizable because the technology hadn't advanced that far. But now it's time to recall those concepts. It's time for a new edition of “ambient intelligence” – today we call it “situated intelligence” or “contextual intelligence” – so that we can develop systems from the perspective of user needs that work seamlessly and really deliver something to people. ✕







Positionen
der Kunst
Positions
of Art

Christoph Thun-Hohenstein

Gemeinsam die Klima-Moderne gestalten

Die VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 steht mit ihrer programmatisch-strategischen Themenwahl „PLANET LOVE. Climate Care in the Digital Age/Klima-Fürsorge im Digitalen Zeitalter“ für den Aufbruch in eine neue, grundlegend andere Normalität nach Corona. Eine zentrale Rolle dabei spielen dabei die „Klimaschönheit“ – und allgemein die Künste.

Jede Moderne erfordert eine grundlegende Neuorientierung. Wir haben die letzten beiden Jahrzehnte in einer neuen Moderne gelebt, die ich als Digitale Moderne bezeichnet habe, da ihre treibende Kraft die Digitalisierung war. Alle digitalen Innovationen werden der Menschheit aber nichts nützen, wenn wir den Klimawandel und die ökosoziale Gesamtkrise nicht in den Griff bekommen. Daher müssen wir unsere Digitale Moderne zu einer ökologisch und sozial nachhaltig angelegten Klima-Moderne weiterentwickeln. Angesichts der allorts spürbaren Auswirkungen des Klimawandels und der Dringlichkeit wirksamer Maßnahmen, wie sie speziell von Greta Thunberg und Fridays for Future eingefordert werden, steht die Klimakrise mittlerweile täglich im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit. Daher erscheint es sinnvoll, Klimaschutz als Ausgangspunkt eines breiten Umdenkens, eines radikalen zivilisatorischen Wandels zu begreifen.

Der hier vorgeschlagene Begriff der Klima-Moderne bedeutet, dass die Bewältigung der Klima- und Umwelt-Gesamtkrise einschließlich ihrer sozialen Aspekte die top priority unseres Zeitalters ist. Die Klima-Moderne erfordert nicht nur wirksamen Klimaschutz, sondern auch die Bewahrung der Ökosysteme und biologischen Vielfalt der Erde, denn Klima und Biodiversität beeinflussen einander. Ebenso wie der rasante Klimawandel, die Zerstörung von Ökosystemen und das alarmierende Artensterben ineinander verwoben sind, verstärken Maßnahmen zur Bewältigung dieser Mega-Herausforderungen einander. Wir müssen die Klima-Moderne daher mit ganzheitlichem Ansatz gestalten und Leistungen der Ökosysteme bestmöglich zur Verringerung von Treibhausgasemissionen nützen.



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 zu Themen dieser Bereiche auch zahlreiche Vorträge. Er hat Ausstellungen zeitgenössischer Kunst kuratiert und übt regelmäßig Jurytätigkeiten aus. 2015 gründete er die VIENNA BIENNALE FOR CHANGE, die er seither leitet.

Christoph Thun-Hohenstein

Shaping Climate Modernity Together

Christoph Thun-Hohenstein

(born 1960) assumed the direction of the MAK – Austrian Museum of Applied Arts / Contemporary Art on September 1, 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. In 2015, he founded the VIENNA BIENNALE FOR CHANGE, which he has directed ever since.

With its programmatic-strategic choice of subject, “PLANET LOVE. Climate Care in the Digital Age,” the VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 stands for the discovery of a new and fundamentally different normality in the time after corona. “Climate Beauty” – and the arts in general – will play central roles in this.

Each modernity requires a fundamental reorientation. For the last two decades, we have been living in a new modernity which I have called Digital Modernity as its driving force was digitalization. All digital innovations, however, will be of no use to humankind if we don't manage to get a grip on climate change and the overall eco-social crisis. Therefore, we have to advance our Digital Modernity to a Climate Modernity that is designed to be ecologically and socially sustainable. In light of the ubiquitous consequences of climate change and the urgency of effective measures, as demanded especially by Greta Thunberg and Fridays for Future, the climate crisis, by now, is daily in the focus of our attention. Therefore, it seems reasonable to consider climate protection as the starting point of a comprehensive change of thinking, a radical change of civilization.

The term “Climate Modernity” proposed here implies that overcoming the climate crisis and the overall ecological crisis including its social aspects is the top priority of our times. Climate Modernity not only requires effective climate protection but also the conservation of the ecosystems and biological diversity of the Earth. After all, climate and biodiversity influence each other. In the same way as rapid climate change, the destruction of ecosystems, and the alarming extinction of species are interconnected, measures to overcome these mega challenges also amplify each other. We, therefore, have to shape Climate Modernity by applying a holistic approach and optimally using the contributions of ecosystems to reduce greenhouse gas emissions.

Der Übergang von der Digitalen Moderne zur Klima-Moderne ist eine Fokusverschiebung: Künftig geht es nicht mehr um die Durchsetzung digitaler Innovationen um jeden Preis, sondern um die Sicherung der langfristigen Lebensqualität der Menschheit und anderer Spezies. Die Notwendigkeit einer radikalen Abkehr von der bisherigen, auf fossile Brennstoffe setzenden Industrialisierung bezweifelt mittlerweile kaum jemand mehr; die entscheidenden Fragen sind, wie schaffen wir diese Große Transformation und wie wollen wir die Klima-Moderne ausgestalten. Dafür brauchen wir alle Hebel und müssen daher Digitalisierung und Ökologie zusammenführen, indem wir die Innovationspotenziale der Digitalisierung konsequent für die Bewältigung der Klima- und ökosozialen Gesamtkrise einsetzen.

In der Klima-Moderne kommt den 17 Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen (SDGs – Sustainable Development Goals mit ihren 169 Unterzielen) naturgemäß eine zentrale Rolle zu. Da zwischen den 17 SDGs untereinander Zielkonflikte bestehen (wie etwa zwischen Wirtschaftswachstum und ökologischer Nachhaltigkeit), kann die Klima-Moderne einen holistischen Rahmen bieten, um bei Zielkonflikten zu ökologisch-sozial austarierten Lösungsansätzen zu gelangen.

Klima-Moderne heißt nicht, Politik, Wirtschaft, Kultur und Gesellschaft auf den Kampf gegen den Klimawandel und die ökosoziale Gesamtkrise zu reduzieren. Sie bedeutet, ganzheitlichen Klima-, Arten- und Ökosystem-Schutz einschließlich der sozialen Aspekte als Querschnittsmaterie und Richtschnur für die dringliche Transformation und vorausschauende Gestaltung aller Lebens- und Wirtschafts-bereiche zu verstehen. Es mag viele Wege in die Klima-Moderne geben, aber die Richtung ist sonnenklar: Wir müssen uns von einer die Erde übernutzenden Wegwerfgesellschaft in eine nachhaltige Qualitätsgesellschaft verwandeln!

Wir haben die Zukunft in unserer Hand

Noch nie seit 1945 war die Zukunft so offen, noch nie hatten wir es in der Hand, so viel zu verändern oder auch alles zu verbocken. 2021 ist ein Schlüsseljahr, um die Weichen für eine ökologisch und sozial nachhaltige Zukunft im Digitalen Zeitalter zu stellen. Denn COVID-19 ist „a fast-moving crisis within a slow-moving one that it in some way resembles. Like the pandemic, climate change is impervious to populist denials, global in the disruption it causes and will be far more costly to deal with in the future if it is neglected now.“ (The Economist, Christmas Issue 2020/21).

Gestehen wir uns ein: Im Grunde lieben wir unseren Planeten! Er ist der einzige, der über ideale klimatische Voraussetzungen für menschliches Leben verfügt – es gibt keinen Planeten B. Wenn wir die Erde mit unserem Körper vergleichen, haben wir bereits stark erhöhte Körpertemperatur, denn seit Beginn der Industrialisierung ist die globale Durchschnittstemperatur um über 1 Grad Celsius gestiegen. Dieser Anstieg lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Wir müssen jedoch alles unternehmen, um nicht dauerhaftes und immer weiter steigendes Fieber zu bekommen und



The transition from Digital Modernity to Climate Modernity means a shift of focus: In the future, it will be paramount to secure long-term quality of life of humans and other species rather than to realize digital innovations at all costs. By now, hardly anybody denies the necessity of a radical departure from present industrialization based on fossil fuels. The crucial questions are: “How can we achieve this great transformation, and how do we want to shape Climate Modernity?” To achieve these aims, we will need to apply all leverage and therefore have to combine digitalization and ecology by consequently using the innovation potential of digitalization for overcoming the climate crisis and the overall eco-social crisis.

In Climate Modernity, the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations, with their 169 sub-goals, naturally play a crucial role. As conflicts of goals exist between the 17 SDGs (such as between economic growth and ecological sustainability) Climate Modernity can provide a holistic framework in order to achieve ecologically and socially balanced solutions when conflicts of goals arise.

Climate Modernity does not imply reducing politics, economy, culture, and society to the battle against climate change and the overall eco-social crisis. It means understanding the holistic protection of climate, species, and ecosystems including the social aspects as a cross-sectional matter and guideline for the urgent transformation and forward-looking configuration of all areas of life and economy. While there may be many paths to Climate Modernity, the direction is crystal clear: We need a transformation from a throwaway society that over-uses the Earth to a sustainable quality society!

The Future is in Our Hands

Never since 1945 has the future been so open, never before has it been within our power to change so much but also to totally screw up. 2021 will be a key year for setting the course for an ecologically and socially sustainable future in the Digital Age. After all, Covid-19 is “a fast-moving crisis within a slow-moving one that it in some way resembles. Like the pandemic, climate change is impervious to populist denials, global in the disruption it causes and will be far more costly to deal with in the future if it is neglected now.” (The Economist, Christmas Issue 2020/21).

Let’s admit to ourselves: We actually do love our planet! It is the only one to provide ideal climatic conditions for human life — there is no planet B. Were we to compare the Earth with our bodies, we would already be suffering from a severely high body temperature as the global average temperature has risen by more than 1 degree Celsius since the beginning of industrialization. This increase can no longer be reversed. But we have to do everything in our power to not develop a permanent and steadily rising fever and ultimately risk our lives and





letztlich unser (Über-)Leben aufs Spiel zu setzen. Es reicht also nicht, die Erde reparieren zu wollen, denn sie ist keine Maschine, deren man sich nach Belieben bedienen kann. Wenn wir die Erde lieben, sind wir auch bereit, sie mit Hingabe zu umsorgen. Mit PLANET LOVE – dem zentralen Thema der VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 – ist eine Liebesbeziehung der Menschen zur Erde und ihrer Schönheit angesprochen, eine Liebesbeziehung, die nicht unerwidert bleiben wird, denn die Erde kann uns in vielfältiger Weise zurücklieben.

Wissenschaftliche Abhandlungen und Statistiken, so wichtig sie sind, werden keine Liebe zur Erde entstehen lassen, ebenso wenig wie politische Reden oder die Quartalsberichte börsennotierter Unternehmen. Am ehesten ist den Künsten zuzutrauen, zwischen Mensch und Erde so etwas wie eine Gefühlsbeziehung aufzubauen, können sie doch Menschen direkt emotional ansprechen.

Fürsorge für die Erde und das Klima

PLANET LOVE ist ein guter Ausgangspunkt für die handlungsorientierte Dimension unseres Zukunftsmindsets: umsichtige Fürsorge-Arbeit (sog. care work) an der Erde, ihren Ökosystemen und ihrer biologischen Vielfalt zwecks Stabilisierung des Klimas und dauerhaftem Erhalt der ökologischen Grundlagen unseres Planeten. Klimafürsorge (CLIMATE CARE) schließt daher alle Maßnahmen mit ein, die unser Verhältnis zur Erde, ihrer Artenvielfalt und ihren Ressourcen auf eine nachhaltige Basis stellen. Denn die (enorme) Herausforderung der Klimaneutralität und Dekarbonisierung wird nur zu bewältigen sein, wenn zugleich Ressourcen bestmöglich im Kreislauf geführt werden und sich weitere klimafürsorgliche Verhaltensweisen durchsetzen wie Konsumreduktion, Fokussierung auf langlebige Qualität und sorgfältige Behandlung von Erzeugnissen.

Um CLIMATE CARE attraktiv zu machen und in die Herzen zu tragen, brauchen wir begeisterndes Kommunikationsdesign, das die Menschen emotional berührt. Aufgerufen sind aber alle künstlerischen Sparten, ihre ganze Fantasie und Kreativität einzusetzen, um Lust auf verantwortungsvolle Klimafürsorge zu machen.

Bei der Entwicklung und Verbreitung unseres Zukunftsmindsets kommt zeitgenössisch arbeitenden Kunstinstitutionen sowie Kunstschaffenden verschiedener Sparten eine Schlüsselrolle zu. Die Künste können uns unmittelbar berühren. Wir brauchen Visionen und Utopien, die uns neue Welten öffnen, ebenso wie die düsteren Erkenntnisse von Dystopien, aus denen wir lernen können. Wir erhoffen kraftvolle Kunstinstallationen, kluge Designprozesse, erdverbundene Architektur, umsichtige Stadt- und Raumplanung, einfühlsame Romane und subtile Dichtung, überwältigende Theaterstücke, unter die Haut gehendes Musiktheater, eindringliche Kompositionen, mitreißende Tanz- und Kunstperformances, utopische und dystopische Filmszenarien und vieles mehr – und all diese Charakteristiken lassen sich zwischen den Sparten tauschen.





survival. It is, consequently, not enough to want to repair the Earth as it is not a machine people can use as they wish. If we love the Earth, we will also be willing to care for it with dedication. PLANET LOVE refers to a love relationship of humans towards the Earth and its beauty, a love relationship that will not remain unrequited as the Earth can love us back in various ways.

Scientific papers and statistics, as important as they are, will not give rise to love for the Earth just as little as political speeches or the quarterly reports of listed companies will. It is the arts that are most likely to be capable of creating an emotional connection between humans and the Earth as they can directly touch people on an emotional level

Caring for Earth and for the Climate

PLANET LOVE is a good starting point for the action-oriented dimension of our mindset for the future: prudent care work for the Earth, its ecosystems, and its biological diversity in order to stabilize the climate and permanently preserve the ecological foundation of our planet. Therefore, CLIMATE CARE includes all measures that place our relationship to the Earth, its diversity of species, and its resources on sustainable grounds. After all, the (enormous) challenge of climate neutrality and decarbonization will only be manageable if, at the same time, resources are optimally kept in cycles and other climate caring behavior, such as reduction in consumption, focusing on long-lasting quality, and careful handling of products, prevails.

To make CLIMATE CARE attractive and bring it close to people's hearts, we need inspiring communication design that touches people emotionally. However, all artistic genres are called upon to apply all their phantasy and creativity to whet the appetite for responsible CLIMATE CARE.

Contemporary art institutions as well as artists from different fields play a key role in the development and propagation of our mindset for the future. The arts can touch us directly. We need visions and utopias that open up new worlds to us just as much as the grim insights of dystopias from which we can learn. We hope for powerful art installations, smart design processes, architecture close to nature, prudent urban and regional planning, empathetic novels and subtle poetry, overwhelming theater plays, musical theater that gets under our skin, powerful compositions, sweeping dance and art performances, utopian and dystopian film scenarios, and much more — and all these characteristics can be exchanged between the different fields.





Eine dauerhafte Balance zur Erde herstellen

Das von mir entwickelte Konzept der Klimaschönheit stellt einen Zusammenhang zwischen Schönheit und dem Klima als für die Menschheit besonders wertvollem Gut her. Klimaschönheit meint den Anspruch einer Gesellschaft, durch ökologisch und sozial zukunftsfähige Wirtschaft und Lebensstile und in Wertschätzung anderer Spezies und der Ökosysteme eine dauerhafte Balance zur Erde herzustellen und damit die Erderwärmung im Sinne des Pariser Abkommens zu begrenzen. Das Ziel ist eine auf klaren Werten basierende, die Bedürfnisse anderer Spezies und künftiger Generationen achtende nachhaltige Qualitätsgesellschaft, die bestmöglich in biologischen und technischen Kreisläufen funktioniert. Mit diesem Bild von Klimaschönheit vor Augen werden wir stärker reflektieren, welche unserer Handlungen und Konsumentscheidungen zur Klimaschönheit beitragen und welche ihr abträglich sind.

Um Missverständnissen vorzubeugen: Weder die bildende Kunst noch angewandte Sparten wie Design und Architektur lassen sich auf Ästhetik reduzieren, und Ästhetik ist nicht gleichbedeutend mit Schönheit. Viele Künstler*innen und Kreative distanzieren sich überhaupt von Schönheit oder vermeiden zumindest den Begriff. Dennoch hat Schönheit nicht nur quer durch die Kunstgeschichte eine bedeutende Rolle gespielt, sondern ist gerade heute wieder brandaktuell. Denn jede Gestalterin und jeder Gestalter weiß: Schönheit vermag uns zu besseren Menschen machen – und wir können uns gerade inmitten einer ökologischen Gesamtkrise nicht leisten, auf Idealvorstellungen wie Harmonie und Schönheit zu verzichten. Klimaschönheit lässt sich aber ohnehin nicht mit herkömmlichen Vorstellungen von Schönheit erfassen. Worauf es angesichts einer so komplexen Krise ankommt, ist das Potenzial von Klimaschönheit, in unserer Imagination etwas grundlegend Neues, positiv Besetztes aufzumachen, ein Potenzial, das – so ist zu hoffen – auch Künstler*innen und Kreative fasziniert. Während von angewandten Sparten wie Design und Architektur konkreter Nutzen erwartet wird, ist die bildende Kunst frei. Angesichts der ungeheuren ökologischen Herausforderungen mehren sich jedoch die Stimmen, die auch von der bildenden Kunst stärkere Lösungsorientierung verlangen. Wir brauchen die bildende Kunst mit all ihren Vorzügen – die künstlerisch-wissenschaftliche Auseinandersetzung mit der ökologischen Gesamtkrise ebenso wie kontemplative Arbeiten über unsere Beziehung zur Erde, aber auch konkrete Vorschläge für CLIMATE CARE.

Vor diesem Hintergrund ist zu hoffen, dass möglichst viele Designer*innen, Architekt*innen und bildende Künstler*innen den Mut aufbringen, CLIMATE CARE mit Engagement mitzugestalten und damit zur Stabilisierung des Klimas, zu Klimaharmonie und zu Klimaschönheit beizutragen. Zumal Kunst und Kreativität gegenüber – nicht selten disruptionsbesessener oder profitgetriebener – technologischer Innovation einen entscheidenden Vorteil bieten: Künstler*innen und Kreative können besser den Blick fürs Ganze bewahren und sind darin geübt, holistisch zu denken und zu arbeiten.





Creating a Permanent Equilibrium with Earth

The concept of climate beauty I have developed creates a connection between beauty and climate as a particularly valuable good for humanity. Climate beauty refers to a society's aspiration to create a permanent equilibrium with Earth through an ecologically and socially sustainable economy and lifestyle and in appreciation of other species and the ecosystems in order to limit global warming as stated in the Paris Convention. The goal is a sustainable quality society based on clear values which respects the needs of other species and future generations and operates optimally in biological and technical cycles. With this image of climate beauty in mind we will judge more closely which of our actions and consumer choices contribute to climate beauty and which are harmful to it.

In order to avoid any misunderstanding: Neither the fine arts nor any of the applied fields, such as design and architecture, can be reduced to aesthetics – and aesthetics aren't synonymous with beauty. Many artists and other creatives completely distance themselves from beauty, or at least avoid the term. And yet not only has beauty played an important role throughout the history of art, but it has also become a major issue again today. Because, as every designer knows: Beauty has the ability to make us into better people – and the highpoint of a global ecological crisis is a particularly bad moment for abandoning such ideals as harmony and beauty. In any case, climate beauty can't be understood in terms of normal notions of beauty. Given the complexity of the crisis, the important thing is, in reality, the potential for climate beauty, for opening up something fundamentally new and positive in our imagination, a potential that – hopefully – also fascinates artists and other creatives.

While we expect applied fields such as design and architecture to offer us concrete benefits, the fine arts are free from such expectations. However, in the light of today's huge ecological challenges, more and more voices are beginning to demand a stronger focus on finding solutions, even from the fine arts. We need the fine arts and all that they have to offer – the artistic-scientific investigation of the global ecological crisis and contemplative works that address our relationship with Earth, but also concrete suggestions for CLIMATE CARE. Against this background it is to be hoped that as many designers, architects, and artists as possible summon up the courage to enthusiastically participate in shaping CLIMATE CARE and, hence, in stabilizing the climate and creating climate harmony and climate beauty. Particularly as art and creativity offer a decisive advantage in comparison with technological innovation, which can often be obsessed with disruption or driven by profit: Artists and other creatives are better able to maintain an overview and are used to thinking and working holistically.



Denn wenn Ideen und Vorschläge für konkrete Maßnahmen immer in ihren Auswirkungen für das Gesamtsystem beurteilt werden, ist es leichter, die Prioritäten richtig zu setzen. Mit ganzheitlichem Ansatz können Künstler*innen und Kreative ihre Stärken zur Anwendung bringen und miteinander kombinieren:

- ästhetischer Anspruch,
- kritische Reflexion,
- Lust am Experimentieren,
- Herstellen von (auch verdeckten) Zusammenhängen,
- radikale Perspektivenwechsel und neue Sichtweisen,
- Paaren von ungewöhnlichen Konzepten mit perfekter Umsetzungsqualität (oder umgekehrt),
- kommunikative Kraft und Ausstrahlung,
- Überraschungspotenzial,
- Fähigkeit zum konstruktiven Dialog mit Andersdenkenden
- bei gleichzeitigem Mut, anzuecken und zu irritieren ...
- und alles andere, das Kunst und Kreativität auszeichnet.

Utopien, Strategien, Interventionen

Kunst und Kreativität können sich mit einem breiten Spektrum von Möglichkeiten einbringen – es reicht von Utopien über angewandt-visionäre Strategien bis hin zu taktischen Interventionen im Sinn vermeintlich kleiner Schritte, die verblüffend große Wirkung entfalten können.

Menschen stumpfen ab, wenn sie ständig mit verheerenden Zahlen und düsteren Zukunftsaussichten konfrontiert werden. Daher ist es besonders wichtig, mit der Klima-Moderne Aufbruchstimmung zu vermitteln – Aufbruch in ein postfossiles Zeitalter mit höherer Lebensqualität. ✕



Because it is easier to get one's priorities right if one always judges ideas and proposals for concrete measures in terms of their impact upon a system as a whole. This holistic approach enables artists and other creatives to play to and combine their strengths:

- aesthetic aspiration,
- critical reflexion,
- a love of experimentation,
- the establishment of relationships (including hidden ones),
- radical changes of perspective and new points of view,
- the coupling of unusual concepts with perfect implementation (or vice versa),
- communicative energy and vibrancy,
- the potential to surprise,
- an aptitude for constructive dialog and thinking out of the box,
- the ability to be bold and to upset and irritate people, all at the same time...
- and everything else that distinguishes art and creativity.

Utopias, Strategies, Interventions

Art and creativity have a broad spectrum of opportunities for making their presence felt – these stretch from utopias, via applied-visionary strategies, to tactical interventions in the form of supposedly small steps that can have an astonishingly huge impact.

People become emotionally numb when they are constantly confronted with disastrous numbers and gloomy perspectives of the future. Therefore, it is especially important for Climate Modernity to convey a euphoric mood about the future — into a post-fossil era with a higher quality of life. ✕



Die VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021

PLANET LOVE. Klimafürsorge im Digitalen Zeitalter

Der diesjährige Kunstpartner ist die VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 mit dem Titel PLANET LOVE. Klimafürsorge im Digitalen Zeitalter (28.5. – 3.10.2021). Diese wird von den Partnerinstitutionen MAK – Museum für angewandte Kunst, Universität für angewandte Kunst Wien, Kunsthalle Wien, Architekturzentrum Wien und Wirtschaftsagentur Wien, KUNST HAUS WIEN und AIT Austrian Institute of Technology als außeruniversitärer Forschungspartner bespielt. Die vielfältigen Projekte versammeln in Ausstellungen und Diskursveranstaltungen visionäre Entwürfe und herausragende Ideen von Künstler*innen, Designer*innen und Architekt*innen, sowie Beiträgen aus Wissenschaft, Aktivismus und Kultur.

Die VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 widmet sich der größten Herausforderung des Digitalen Zeitalters: Klimafürsorge (CLIMATE CARE). PLANET LOVE beschreibt eine grundlegend neue Beziehung der Menschen zur Erde, die darauf abzielt, die Ressourcen der Erde zu schätzen und zu teilen, anstatt ihre Ausbeutung zu maximieren; ein Ansatz, der von tiefem Respekt und Wertschätzung ihrer biologischen Vielfalt und Schönheit geprägt ist. CLIMATE CARE wird als zentraler Aspekt von PLANET LOVE reflektiert und geht weit über die Dekarbonisierung von Wirtschaft und Gesellschaft hinaus; sie umfasst die Frage, wie wir unsere Beziehung zur Erde und allen Spezies auf ein nachhaltiges Fundament stellen können, und hat stets auch soziale Dimensionen im Sinne der Klimagerechtigkeit.

Die VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 will unsere Vorstellungskraft beflügeln, die Vision von ökologisch-sozial nachhaltigen Gesellschaften und Ökonomien vorantreiben und innovative Ideen und Lösungsansätze anbieten: zur Milderung der Klimakrise, zur Sanierung und Bewahrung von Ökosystemen, zum Erhalt der Artenvielfalt und zum Einsatz digitaler Technologien zugunsten von Klima und Umwelt. Sie regt nicht nur zum Innehalten und Umdenken an, sondern fordert von allen gesellschaftspolitischen Kräften und jedem Einzelnen entschlossenes Handeln zur Bewältigung der Klima- und ökologischen Gesamtkrise.

www.viennabiennale.org

The VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021

PLANET LOVE. Climate Care in the Digital Age

This year's art partner is the VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 with its title PLANET LOVE. Climate Care in the Digital Age (May 27 – October 3, 2021). It is organized by the partner MAK – Museum of Applied Arts, University of Applied Arts Vienna, Kunsthalle Wien, Architekturzentrum Wien, Vienna Business Agency, KUNST HAUS WIEN and the AIT Austrian Institute of Technology as a non-university research partner. Diverse projects are bringing together visionary designs and exceptional ideas by artists, designers, and architects, as well as contributions from science, activism and culture in exhibitions and discursive events.

The VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 is dedicated to the greatest challenge of our digital age: CLIMATE CARE. PLANET LOVE describes a fundamentally new relationship between people and planet, which aims at appreciating and sharing the Earth's resources rather than maximizing their exploitation; an approach that is characterized by deep respect and appreciation of its biological diversity and beauty. CLIMATE CARE is a central aspect of PLANET LOVE and goes far beyond decarbonizing the economy and society: it encompasses the question of how we can build a sustainable foundation for our relationship to the Earth and its entire species involving a social dimension and aiming for climate justice.

The VIENNA BIENNALE FOR CHANGE 2021 aspires to fire our imaginations, promote the vision of ecologically and socially sustainable societies and economies, and offer innovative ideas and solutions: to mitigate the climate crisis, to restore and preserve ecosystems, to maintain biodiversity, and to use digital technologies for the benefit of the climate and environment. It not only encourages visitors to ponder and reconsider but also demands that every sociopolitical force and every individual take resolute action to overcome the climate and ecological crisis.

www.viennabiennale.org







CLIMATE CARE

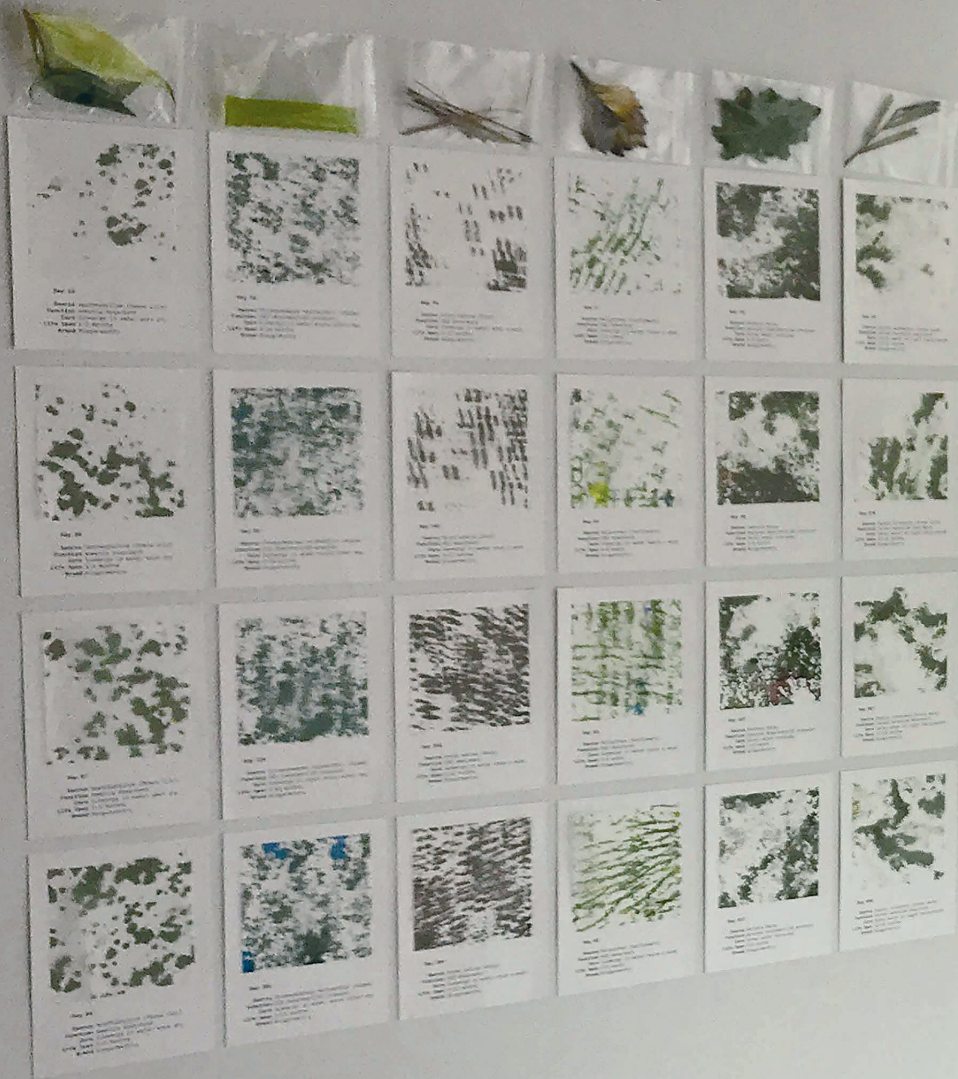
Stellen wir uns vor, unser Planet hat Zukunft
Thomas Wrede, Rhôneklet-scher-Panorama II, 2018
Pigmentdruck auf Fine Art Papier, Courtesy Beck & Eggeling
© Thomas Wrede/vg Bild-Kunst, Bonn

CLIMATE CARE

Reimagining Shared Planetary Futures
Thomas Wrede, Rhôneklet-scher-Panorama II [Rhône Glacier Panorama II], 2018
Pigment print on fine art paper, Courtesy Beck & Eggeling
© Thomas Wrede/vg Bild-Kunst, Bonn

Biogarmentry

What if textiles were
alive and photosynthesized?



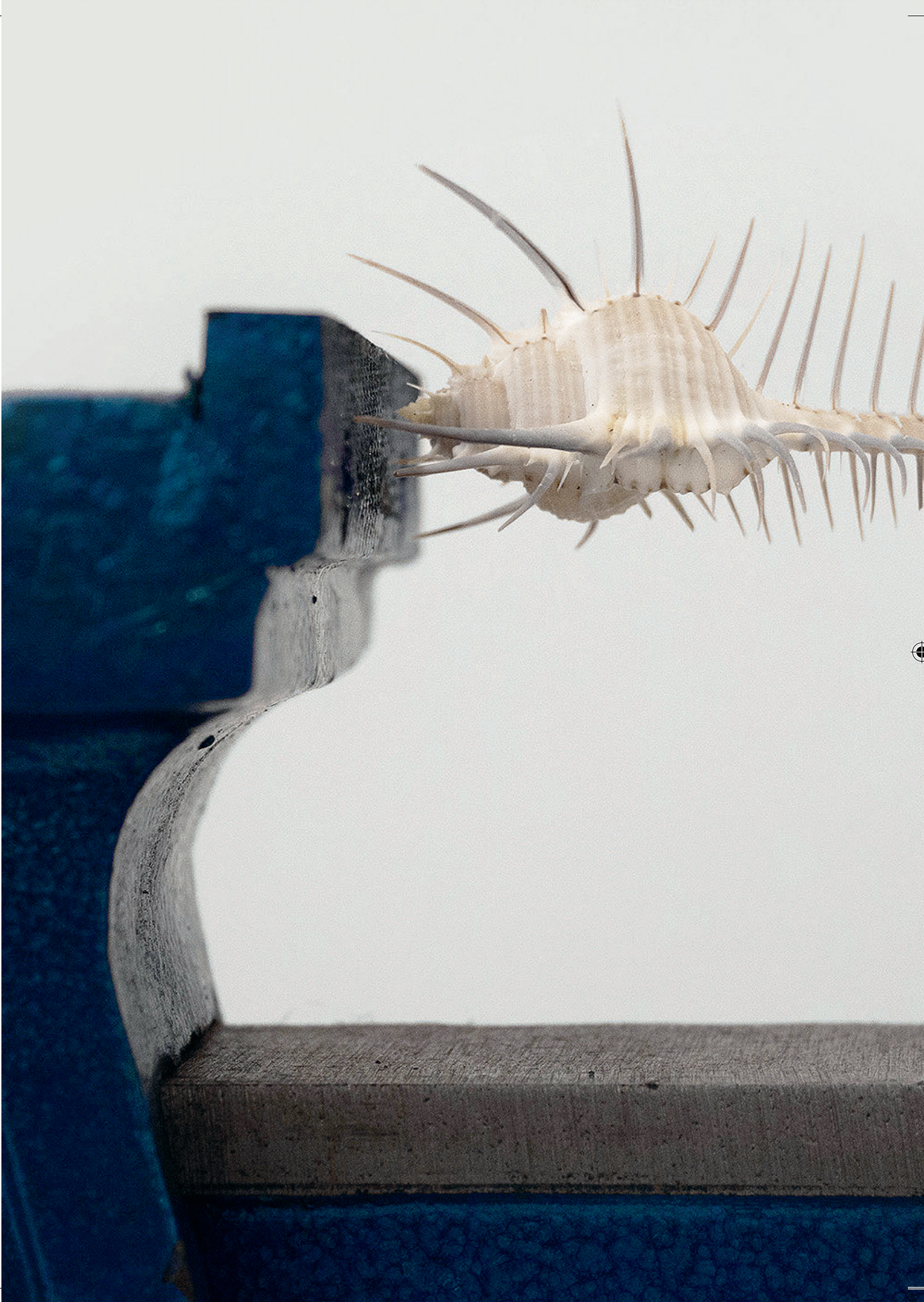


CLIMATE CARE

Stellen wir uns vor,
unser Planet hat Zukunft
Roya Aghighi, Living photo-
synthetic textile.
What if textiles were alive and
photosynthesized?, 2018
© Roya Aghighi

CLIMATE CARE

Reimagining Shared
Planetary Futures
Roya Aghighi, Living
photosynthetic textile.
What if textiles were alive
and photosynthesized?, 2018
© Roya Aghighi



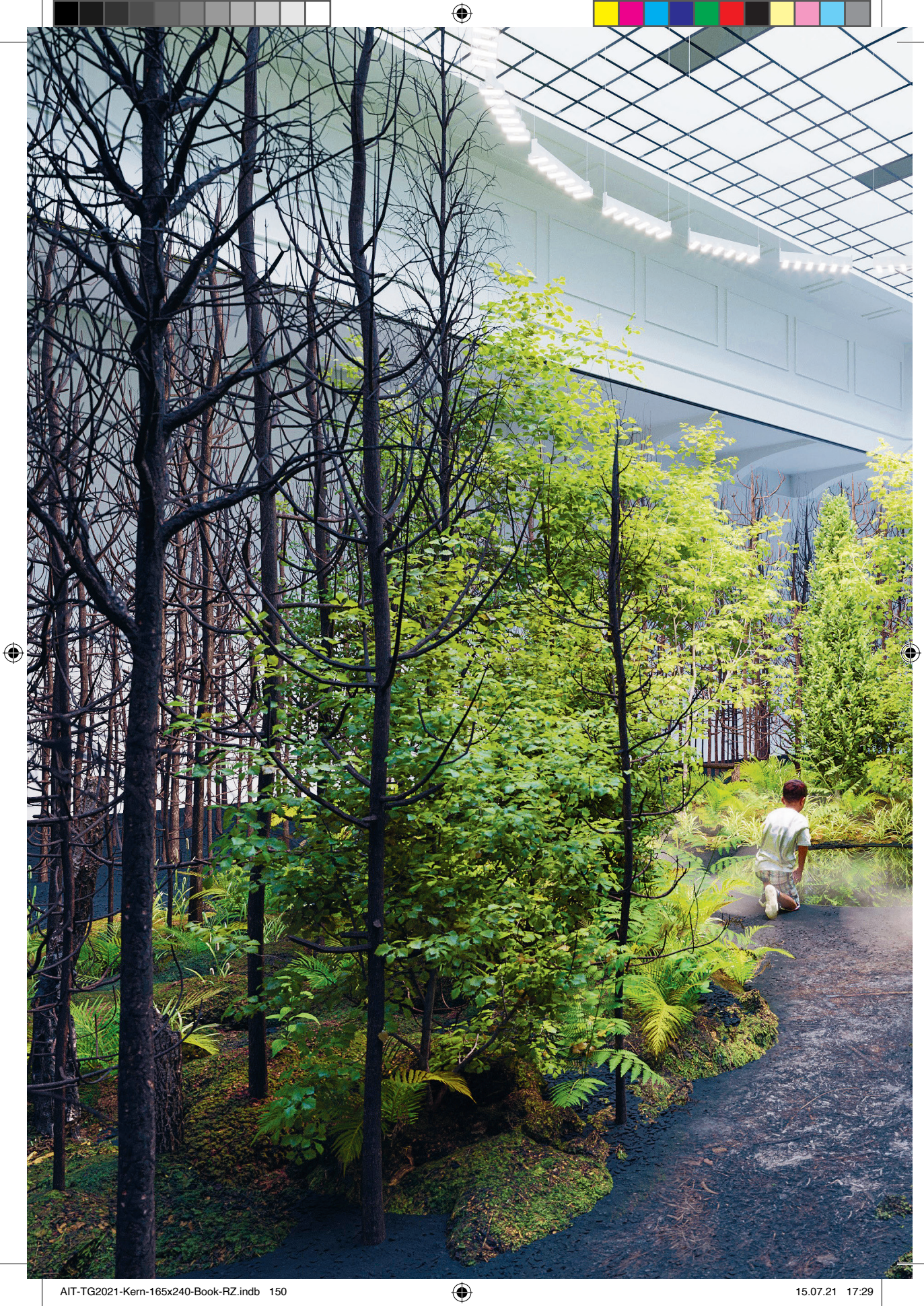


CLIMATE CARE

Stellen wir uns vor,
unser Planet hat Zukunft
Nicolás Lamas,
Brittle Space, 2016
Schraubstock, Muschel
© Foto: Felix Damian
Courtesy of the artist and
Meessen De Clercq, Brussels

CLIMATE CARE

Reimagining Shared
Planetary Futures
Nicolás Lamas,
Brittle Space, 2016
Bench vise, seashell
© Photo: Felix Damian
Courtesy of the artist and
Meessen De Clercq, Brussels





INVOCATION FOR HOPE

A new commission by
Superflux
Superflux, Künstlerisches
Rendering der immersiven
Installation Invocation for
Hope, 2021
© Superflux

INVOCATION FOR HOPE

A new commission by
Superflux
Superflux, Artist's rendering
of the immersive installation
Invocation for Hope, 2021
© Superflux





AUSSTELLUNGSANSICHT
CLIMATE PANDEMICS.
Dark Euphoria
© kunst-dokumentation.
com/MAK

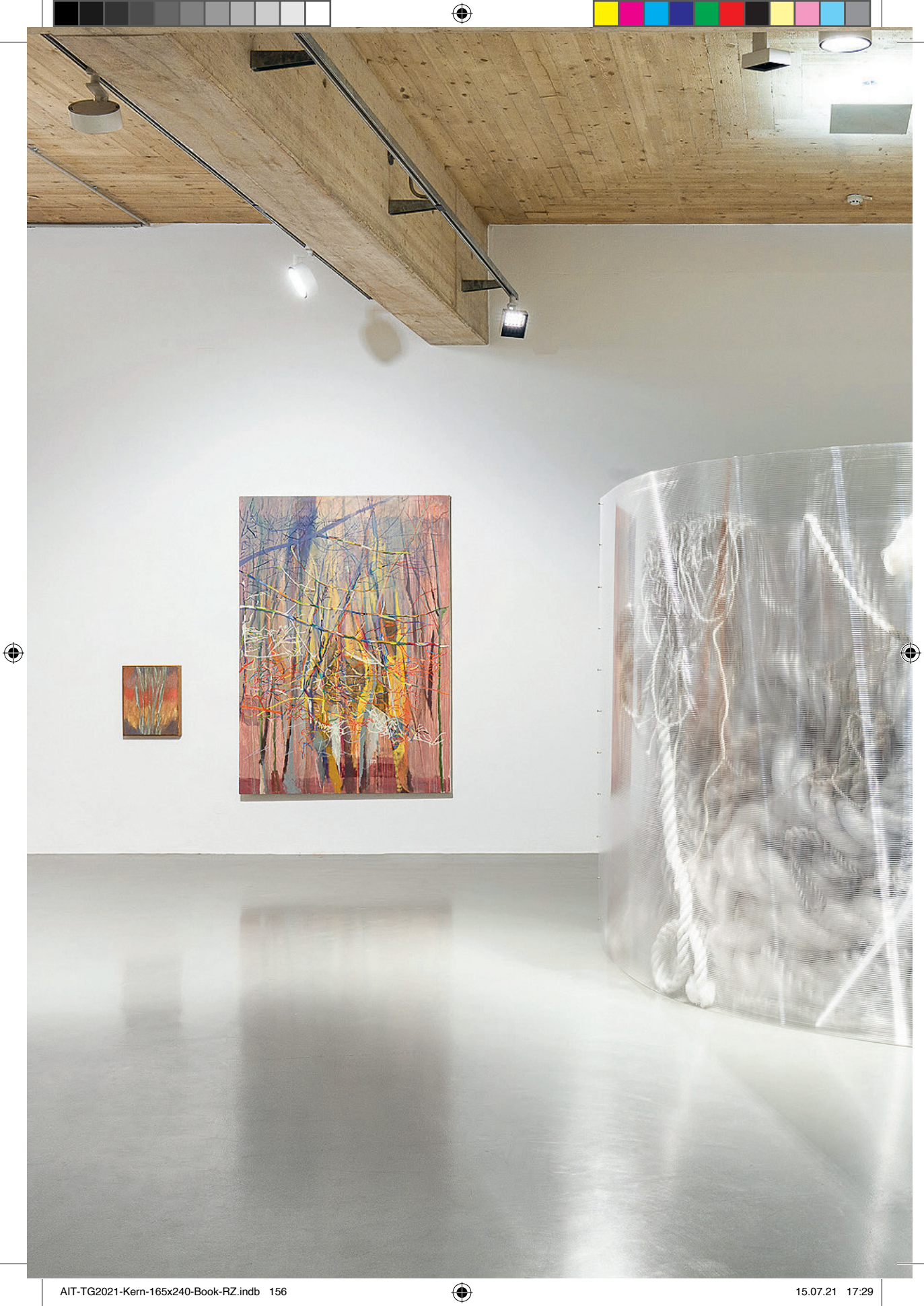
EXHIBITION VIEW
CLIMATE PANDEMICS.
Dark Euphoria
© kunst-dokumentation.
com/MAK





AUSSTELLUNGSANSICHT
CLIMATE PANDEMICS.
Dark Euphoria
© kunst-dokumentation.
com/MAK

EXHIBITION VIEW
CLIMATE PANDEMICS.
Dark Euphoria
© kunst-dokumentation.
com/MAK





AUSSTELLUNGSANSICHT
FOSTER: The Soil and Water
Residency
© kunst-dokumentation.
com/MAK

EXHIBITION VIEW
FOSTER: The Soil and Water
Residency
© kunst-dokumentation.
com/MAK



New-Territories. S/he
Psycho-Tropism (2013-21)





AUSSTELLUNGSANSICHT

Ecologies & Politics of the Living, von links nach rechts: New-Territories_S/he, Psycho-Tropism (2013 – 21), Mae-ling Lokko, 26° North and South (2015 – 16), Uriel Orlow, Theatrum Botanicum (2015 – 17) und brahim Mahama, The Whole World (2012 – 21)

EXHIBITION VIEW

Ecologies & Politics of the Living, form left to right: New-Territories_S/he, Psycho-Tropism (2013-21), Mae-ling Lokko, 26° North and South (2015 – 16), Uriel Orlow, Theatrum Botanicum (2015 – 17) und brahim Mahama, The Whole World (2012 – 21)

Kurator*innen/Curators:

Ibrahim Mahama,
Baerbel Mueller, Elisabeth
Falkensteiner
(c) Lea Fabienne Dörl



BRUNNEN, KUNSTSTIFTUNG
Zürcher Hochschule für Kunst und Design
2019





AUSSTELLUNGSANSICHT

Ecologies & Politics of the Living, Collage: Ibrahim Mahama, The Whole World (2012 – 21) und Installation: Eric Gyamfi: The things that are left hanging in the air like a rumor (2021)

EXHIBITION VIEW

of Ecologies & Politics of the Living, collage by Ibrahim Mahama, The Whole World (2012 – 21) and installation by Eric Gyamfi: The things that are left hanging in the air like a rumor (2021)

Kurator*innen/Curators:

Ibrahim Mahama,
Baerbel Mueller, Elisabeth
Falkensteiner
(c) Lea Fabienne Dörl

Alpbacher Technologiegespräche

The Great Transformation

26. – 27. 08. 2021

Die Alpbacher Technologiegespräche werden vom AIT Austrian Institute of Technology, Österreichs größter Research and Technology Organisation, und ORF Radio Österreich 1 veranstaltet. Das Projektteam besteht aus Dr. Martin Bernhofer (ORF Ö1), Mag. Michael H. Hlava, Claudia Klement und Mag. Nicole Schnait (alle AIT). Dem Steering Committee der Alpbacher Technologiegespräche 2021 gehören Dr. Hannes Androsch, Prof. Dr. Wolfgang Knoll (wissenschaftlicher Geschäftsführer des AIT) und Monika Eigensperger (Radiodirektorin ORF) an.

Wissenschaftlicher Partner der Alpbacher Technologiegespräche 2021 ist die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren. Strategische Partner sind das österreichische Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK), das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) und die Industriellenvereinigung (IV).

Nicht zuletzt die Corona-Krise hat gezeigt, wie entscheidend Wissenschaft, Forschung, Technologie und Innovation für unser Leben sind. Aber auch bei den laufenden Transformationsprozessen von Wirtschaft und Gesellschaft spielen Technologien wie etwa Digitalisierung, Künstliche Intelligenz oder Quantencomputer eine zentrale Rolle, die bei den Technologiegesprächen eingehend thematisiert werden. Zentrale Fragestellungen sind weiters, wie Forschung, Technologie und Innovation in der Post-COVID-Ära funktionieren wird und wie wir am besten mit der Komplexität der „Green Transformation“ umgehen können. Ein Grundprinzip dabei muss sein, dass der Mensch mit seinen Werten und Bedürfnissen von Anfang an mitberücksichtigt werden muss. Nur so kann erreicht werden, dass Technologie dem Menschen dient – und nicht umgekehrt. Geklärt werden muss insbesondere das Verhältnis zwischen Mensch und Maschine. Wertvolle Beiträge zum Umgang mit diesen Zukunftsfragen können überdies die Künste bieten, die die „The Art of Radical Change“ vertiefen.

Alpbach Technology Symposium

“The Great Transformation”

August 26 – 27, 2021

The Alpbach Technology Symposium is organized by the AIT Austrian Institute of Technology, Austria’s largest research and technology organization, and ORF Radio Österreich 1. The project team consists of Martin Bernhofer (ORF Ö1), Mag. Michael H. Hlava, Dr. Claudia Klement and Mag. Nicole Schnait (all AIT). The Alpbach Technology Symposium’s Steering Committee includes Dr. Hannes Androsch, Prof. Dr. Wolfgang Knoll (scientific managing director of the AIT), and Monika Eigensperger (radio director ORF).

Scientific partner of the Alpbach Technology Symposium 2021 is the Helmholtz Association of German Research Centres. Strategic partners are the Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment, Energy, Mobility, Innovation and Technology (BMK) and the Austrian Federal Ministry of Education, Science and Research (BMBWF).

Not least the corona crisis has shown how crucial science, research, technology and innovation are for our lives. Technologies such as digitalization, artificial intelligence and quantum computing also play a central role in the ongoing transformation processes of the economy and society and they will be discussed in detail at the Technology Symposium. Other central questions are how research, technology and innovation will function in the post-Covid era and how we can best deal with the complexity of the “Green Transformation”. One basic principle must be that people, with their values and needs, must be taken into account from the very beginning. This is the only way to ensure that technology serves people—and not the other way around. In particular, the relationship between humans and machines must be clarified. Valuable contributions to dealing with these questions about the future can also be made by the arts, which deepen “The Art of Radical Change”.

Technologie im Gespräch **Discussing Technology**

Jahrbücher zu den Alpbacher Technologiegesprächen

Alpbach Technology Symposium Yearbooks

Bisher erschienen/**Published to date**

Download: <https://www.ait.ac.at/efatec>



2017 Digitalisierung Digitisation

Wir befinden uns in einer Umbruchszeit zwischen industrieller und digitaler Revolution. Die neuen Herausforderungen, die von Algorithmen, Big Data, künstlicher Intelligenz, maschinellem Lernen und Robotern aufgeworfen werden, lassen sich nicht mit Rückgriffen in die Vergangenheit lösen.

Gefragt sind neue Ideen, neue Zugänge und Innovationen – sowohl in technologischer als auch in sozialer Hinsicht.

We are living in times of change, between the industrial and the digital revolution. The new issues raised by algorithms, big data, artificial intelligence, machine learning or robotics cannot be solved by reverting to the past. What we need in order to achieve this are new ideas, new approaches and technological and social innovations.



2018 Künstliche Intelligenz Artificial Intelligence

Rasant und unumkehrbar verändern digitale Technologien die Welt, unsere Gesellschaft, unsere Wirtschaft und unser Leben. Vor allem künstliche Intelligenz könnte von größerer Bedeutung sein als die Zähmung des Feuers oder die Elektrizität, meine viele Expert*innen. Aufhalten lässt sich die

Entwicklung nicht, wir müssen uns ihr stellen und die Rahmenbedingungen proaktiv und zukunftsweisend gestalten.

Digital technologies are changing the world, our society, our economy, and our life – at great speed and irreversibly. Many experts think that particularly artificial intelligence might have greater significance than the taming of fire or the utilization of electricity. There is no stopping this development; we must face up to it and proactively create viable conditions to lead us into the future.

2019 Sicherheit im Cyberraum Cybersecurity



Je mehr Arbeit uns digitale Technologien abnehmen, umso abhängiger werden wir von ihnen – und umso schlimmer wird es, wenn sie ausfallen, manipuliert oder angegriffen werden. Das macht uns extrem verwundbar. Die Umbrüche und neuen Risiken erzeugen Unsicherheit, Sorgen und Ängste. Das zunehmende Unsicherheitsgefühl ist eine Quelle, aus der politisches Kapital geschlagen werden kann. Die Publikation widmet sich zahlreichen Aspekten des Themas Cybersecurity sowie des Verhältnisses zwischen Sicherheit und Freiheit.

The more work digital technologies do for us, the more dependent we become on them – and the worse it gets if they fail, are manipulated, or attacked. That makes us enormously vulnerable. These upheavals and new risks create insecurity, worries, and fears. The growing sense of insecurity is a source from which political capital can be made. This publication explores numerous aspects of cybersecurity and the relationship between security and freedom.

2020 Komplexe Systeme Complexity



Viele Menschen nehmen die Welt als zunehmend komplex und unübersichtlich wahr. Und das zu Recht. Nicht zuletzt die Corona-Pandemie zeigt die enge Verflechtung verschiedenster Bereiche, aus der auch eine hohe Anfälligkeit gegenüber Störungen erwächst. Hand in Hand damit wachsen die großen Herausforderungen für die Menschheit – etwa die demografische Entwicklung, der Klimawandel und die Digitalisierung. Alle diese Problemfelder sind systemischer Natur und lassen sich mit herkömmlichen Mitteln nicht mehr bewältigen. Dieses Jahrbuch widmet sich neuen Sichtweisen und Zugängen, um komplexe Systeme besser verstehen und managen zu können.

Many people perceive the world as increasingly complex and confusing. They are right. Last but not least, the corona pandemic shows the close interweaving of various areas which is linked to a high susceptibility to disturbances. Hand in hand, the major challenges of the future – such as demographic development, climate change and digitalization – are growing. These issues are systemic in nature and can no longer be dealt with using conventional means. This yearbook explores new perspectives and approaches in order to better understand and manage complex systems.

Wir bedanken uns herzlich bei all unseren Partnern,
die auch heuer die Alpbacher Technologiegespräche
möglich gemacht haben:

We would like to thank all of our partners who
have made the Alpbach Technology Symposium
possible this year:

Organisatoren Organizers

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

ORF Radio Ö1

Austrian Broadcasting Corporation – Programme Radio 1

Strategische Partner Strategic partners

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie,
Mobilität, Innovation und Technologie (BMK)

Austrian Federal Ministry for Climate Action, Environment,
Energy, Mobility, Innovation and Technology

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF)

Austrian Federal Ministry of Education, Science and Research

Industriellenvereinigung

Federation of Austrian Industries

Wissenschaftlicher Partner Scientific partner

Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren



Mitwirkende Partner Contributing partners

- Klima- und Energiefonds
- EdTech Austria
- Forschung Austria
- ITG Innovations- und Technologietransfer Salzburg GmbH
- Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH
- NEFI New Energy for Industry
- TU Austria
- VFFI/Federation of Austrian Industries

Unterstützende Partner Supporting partners

- Silicon Austria Labs GmbH
- Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort
Federal Ministry for Digital and Economic Affairs

Medienpartner Media partners

- APA Austrian Press Agency

Wir danken folgenden Partnern für die wertvolle Unterstützung der Produktion des heurigen Jahrbuchs „Technologie im Gespräch“

Thank You to the following partners for their valuable support in the production of this year's yearbook "Discussing Technology"




bmk.gv.at

Der Weg aus der Krise ist Grün.

Mit Green Tech
fit für die Zukunft.

ENTGELTICHE EINSCHALTUNG

 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

bmdw.gv.at

Forschung und Innovation für Wachstum und Arbeitsplätze

#einfachdigital

 Bundesministerium
Digitalisierung und
Wirtschaftsstandort

In Forschung investieren zahlt sich aus. 1 Euro an F&E-Ausgaben löst einen langfristigen Zuwachs des Bruttoinlandsprodukts von bis zu 6 Euro aus. F&E-intensive Unternehmen schaffen mehr Arbeitsplätze, sie sind krisenfester und erfolgreicher. Forschung und Innovation stärken den Standort Österreich. Das Wirtschaftsministerium investiert jährlich mehr als 100 Mio. Euro in standort-relevante Forschung. Nähere Informationen finden Sie unter: **bmdw.gv.at**



Bericht zur wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Österreichs 2021

hrsg. vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung



Der jährlich vom Rat für Forschung und Technologieentwicklung publizierte „Bericht zur wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit Österreichs“ analysiert die Performance des österreichischen FTI-Systems im Vergleich zu den führenden Innovationsnationen und gibt Empfehlungen für dessen Weiterentwicklung.

Der Bericht ist erhältlich unter office@rat-fte.at oder als Download unter www.rat-fte.at/leistungsberichte.html





Die Wirtschaftsagentur
des Landes Niederösterreich

Wirtschaft, Forschung & Bildung an einem Ort Technopole

Niederösterreich öffnet Türen ...

... für technologieorientierte Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die gemeinsam an einem Ort ihr Wissen bündeln. An unseren Technopol-Standorten sorgen wir dafür, dass Niederösterreich sich als innovativer und erfolgreicher High-Tech-Standort positioniert.

ecoplus. Niederösterreichs Wirtschaftsagentur
Tel.: 02742 9000-19600
E-Mail: technopol.programm@ecoplus.at

ecoplus.at



Europäische Union Investitionen in Wachstum & Beschäftigung. Österreich.

WERTVOLLE ROHSTOFFE RECYCELN.



ENTDECKEN SIE DIE NEUE OMV.

Nachhaltig handeln bedeutet, mit Ressourcen so verantwortungsvoll umzugehen, dass wir auch morgen noch gut leben können. Und das müssen wir heute anpacken. Die neue OMV forscht schon jetzt an mechanischen und chemischen Recycling-Lösungen für morgen und investiert in innovative Projekte wie ReOil®. Damit verwandeln wir Plastikmüll zurück in einen hochwertigen Rohstoff und fördern eine ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft. Und das ist nur eines unserer Recycling-Projekte. Denn wir wollen dazu beitragen, den Großteil der Kunststoffabfälle in Österreich zurück in wertvolle Rohstoffe zu verwandeln und so CO₂ einzusparen.

Mehr dazu: omv.com/neue-omv



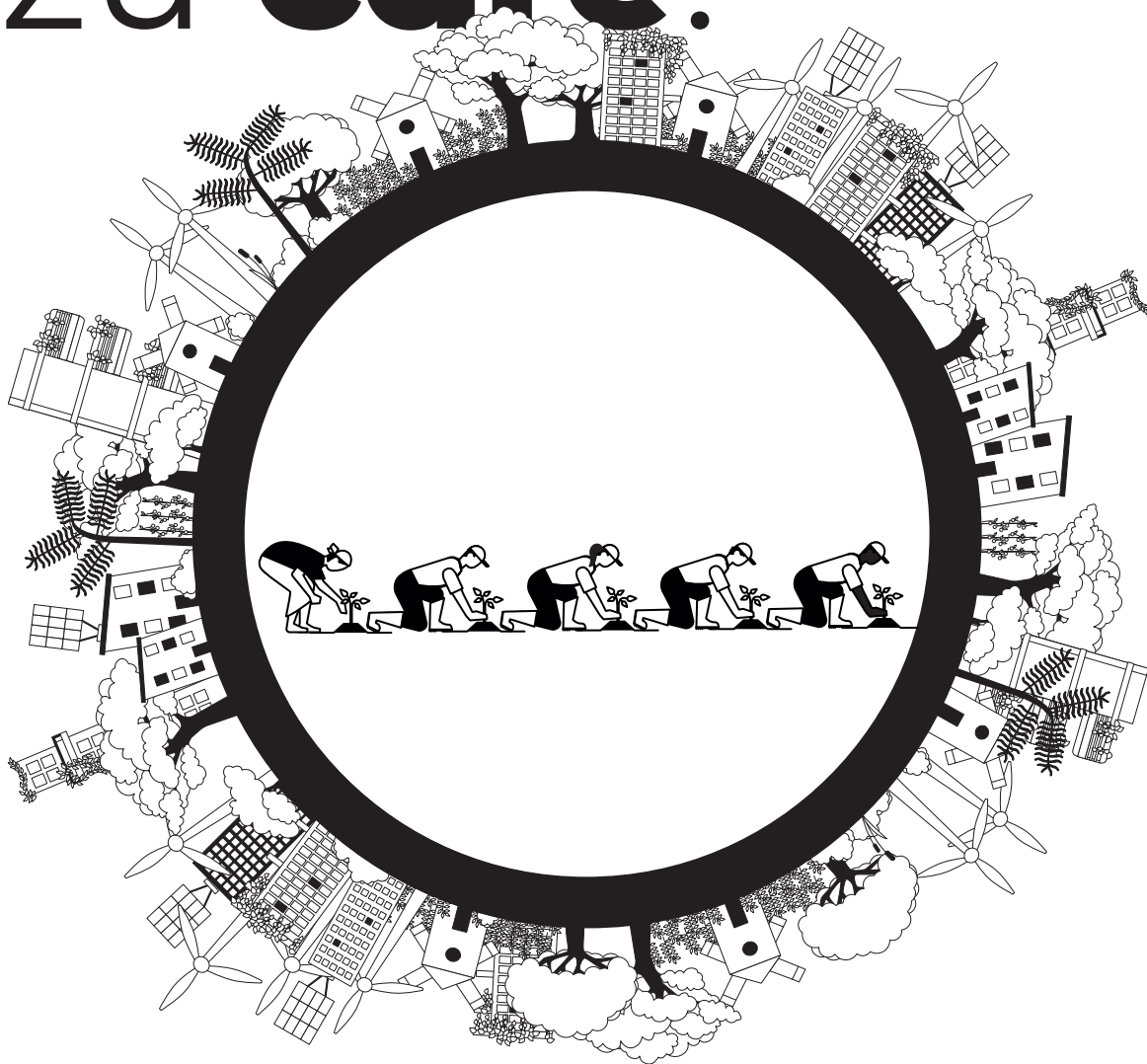


MAK

CLIMATE CARE

STELLEN WIR UNS VOR, UNSER PLANET HAT ZUKUNFT
28.5.-3.10.2021

Von smart zu care!



Graf/Redesign: integral designers |

MAK.at
MAK – Museum für
angewandte Kunst



EINE AUSSTELLUNG
IM MAK IM RAHMEN DER VIENNA
BIENNALE FOR CHANGE 2021

Förderer

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Premium Partner

Premium Sponsor

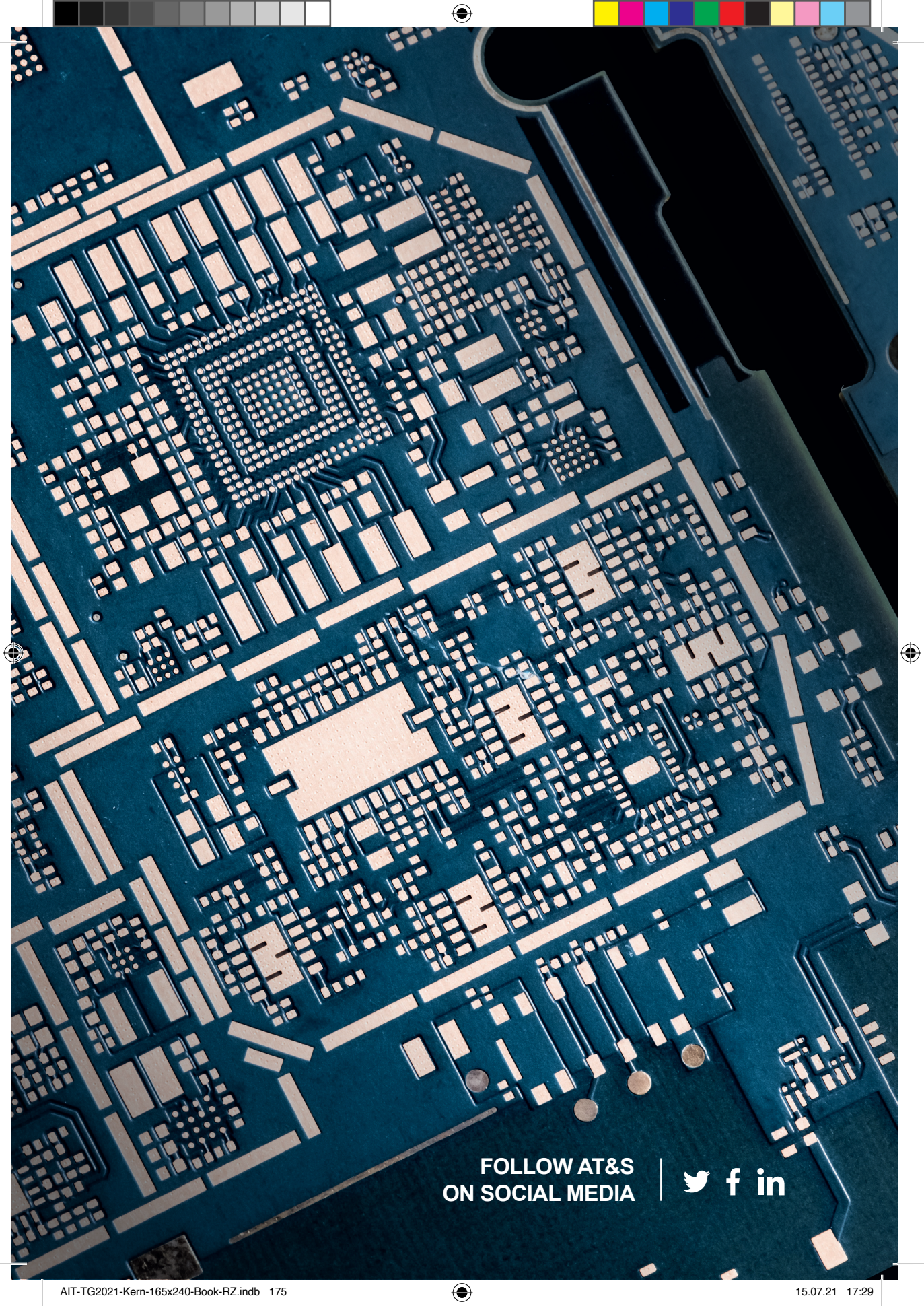
Verbund wienberger



AT&S

HIGH-TECH PROVIDER FOR BEST SOLUTIONS WORLDWIDE

AT&S Austria Technologie & Systemtechnik Aktiengesellschaft



FOLLOW AT&S
ON SOCIAL MEDIA



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, Kultur und Urbanität

Medieninhaber **Media owners**

AIT Austrian Institute of Technology GmbH und
art:phalanx Kommunikationsagentur GmbH

Herausgeber **Publishers**

Hannes Androsch, Wolfgang Knoll, Anton Plimon

Projektmanagement **Project management**

Selina Kainz
art:phalanx, Kultur und Urbanität

Redaktion **Editor**

Martin Kugler

Lektorat **Copy-editing**

Roman Stoiber

Übersetzung **Translations**

Rupert Hebblethwaite

Grafisches Konzept und Gestaltung **Visual concept and design**

Alexandra Warlits, Katerina Dimitrova
ap media – Visuelle Kommunikation

Lithografie **Lithography**

Pixelstorm, Wien

Schriften **Fonts**

Vista Sans, Vista Slab (Xavier Dupré)

Papier **Paper**

Pergraphica smooth

Druck **Printed by**

Medienfabrik Graz GmbH

Verlag **Publishing house**

Verlag Holzhausen GmbH

Bildnachweis **Photo credits**

S./p. 4: © AIC, Peter M. Mayr; S./p. 40: © AIT, Lang; S./p.
52: © AIT; S./p. 64: © AIT; S./p. 102: © AIT, Bösendorfer;
S./p. 114: © AIT; S./p. 130: © Sabine Hauswirth

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Abdruckes
oder der Reproduktion einer Abbildung, sind
vorbehalten. Das Werk einschließlich aller seiner
Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwer-
tung ohne Zustimmung des Verlags 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
publishing house and the publisher.



1. Auflage 2021 **First Edition 2021**
ISBN 978-3-903207-59-2

Printed in Austria, EU
Alle Rechte vorbehalten
All rights reserved

Bibliografische Informationen der Öster- reichischen Nationalbibliothek und der Deutschen Nationalbibliothek:

Die ÖNB und die DNB verzeichnen diese Publikation
in den Nationalbibliografien; detaillierte bibliografi-
sche Daten sind im Internet abrufbar. Für die
Österreichische Bibliothek: <http://onb.ac.at>, für die
Deutsche Bibliothek: <http://dnb.ddb.de>

Bibliographic information published by the Österreichische Nationalbibliothek and the Deutsche Nationalbibliothek:

The ÖNB and the DNB are listing these
publications in the Nationalbibliografien;
detailed bibliographic data are available on the
Internet. For the Österreichische Nationalbiblio-
thek: <http://onb.ac.at> For the Deutsche
Nationalbibliothek: <http://dnb.ddb.de>

© 2021 art:phalanx, Kultur & Urbanität
Kommunikationsagentur GmbH, Wien

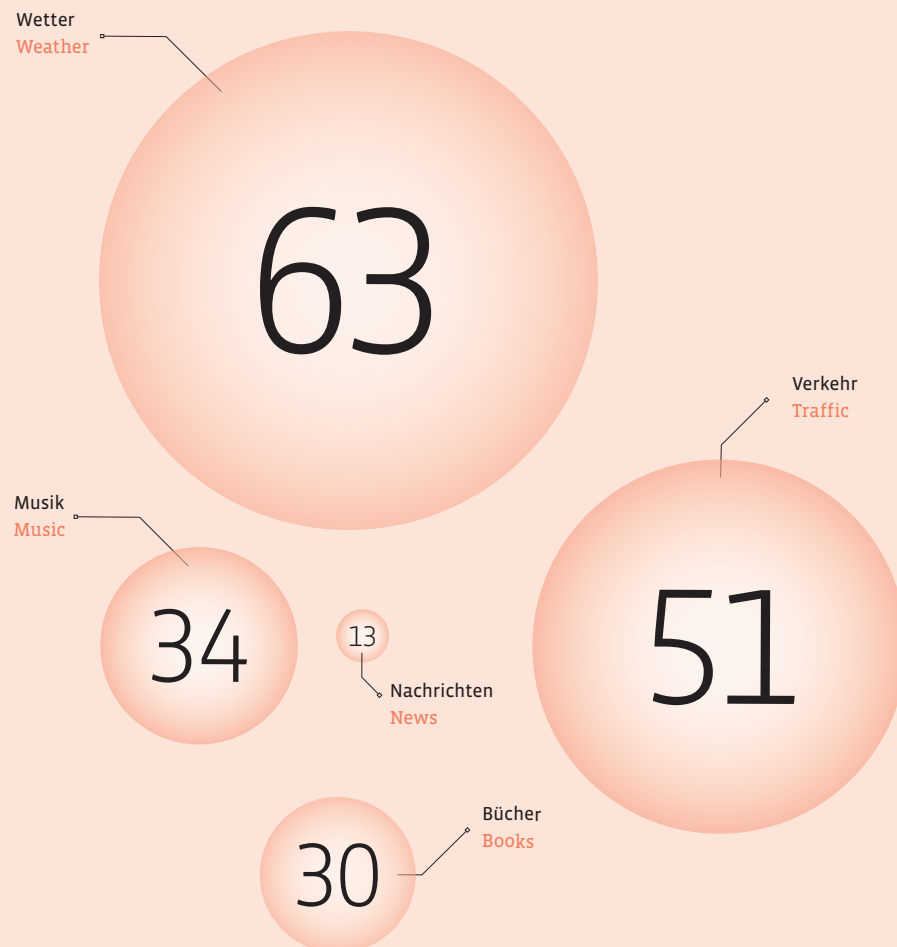
4 Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz nimmt zu
The acceptance of Artificial Intelligence is growing

83 Prozent von 1000 befragten Deutschen können sich vorstellen, mit KI zu kommunizieren. Ein Jahr zuvor waren es noch 58 Prozent.

83 per cent of 1,000 Germans interviewed can imagine communicating with AI. A year earlier it was only 58 per cent.

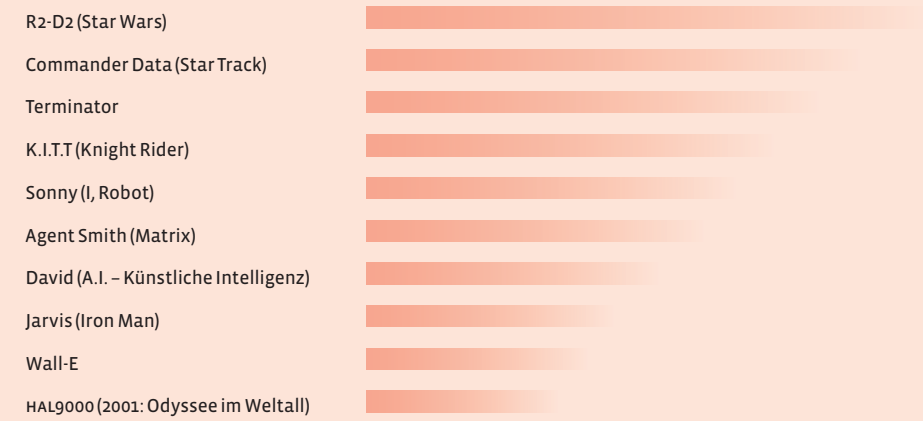
Für ... Prozent der Befragten ist ein Konsum von automatisch generierten Berichten in folgenden Bereichen gut vorstellbar:

For ... percent of respondents, consumption of automatically generated reports in the following areas is well conceivable

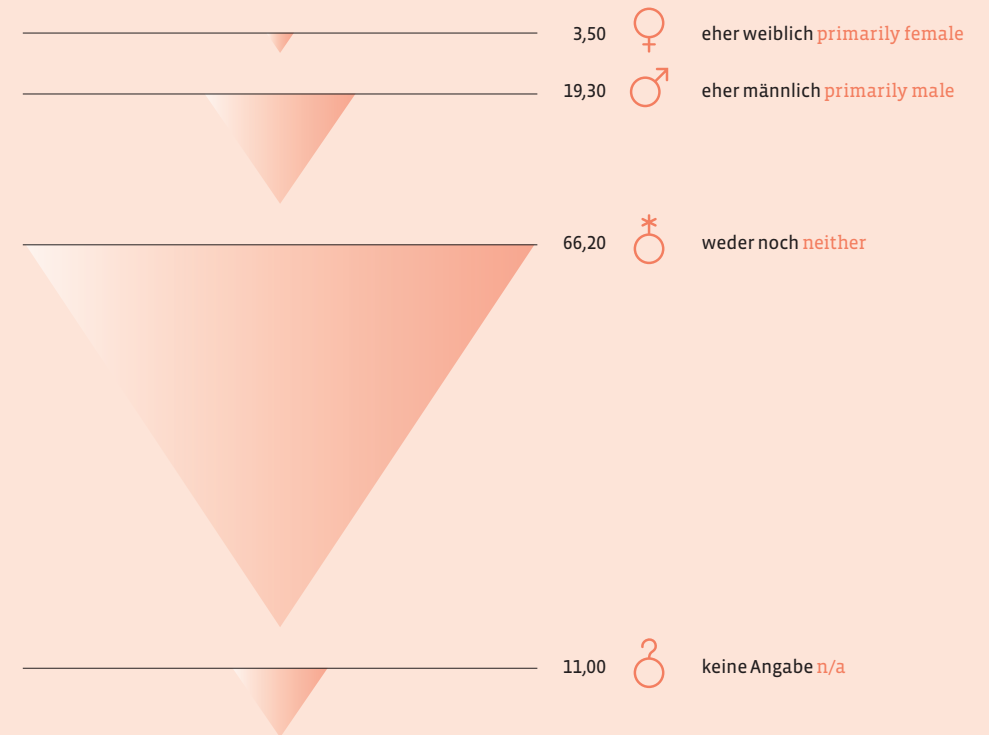


Angaben in Prozent der Befragten Data in percent of respondents

5 Diese Science Fiction-Figuren prägen die Vorstellung von künstlich intelligenten Robotern am stärksten:
These figures from science fiction most strongly shape our notion of artificially intelligent robots



6 Welches Geschlecht hat Künstliche Intelligenz?
What is the gender of Artificial Intelligence?



Quellen Sources

4 Media Innovation Report 2019, nextMedia. Hamburg
 Media Innovation Report 2019, nextMedia. Hamburg

5 Allensbach-Umfrage unter 1283 Deutschen älter als 16 Jahre
 Allensbach Survey of 1,283 Germans over the age of 16

6 Allensbach-Umfrage unter 1283 Deutschen älter als 16 Jahre
 Allensbach Survey of 1,283 Germans over the age of 16

Angaben in Prozent der Befragten Data in percent of respondents

Den Menschen ins Zentrum rücken

Der Grundgedanke von „Human Centered Innovation“ ist, dass der Mensch, seine Bedürfnisse und Werte bei jeglicher Entwicklung von Anfang an mitberücksichtigt werden. Nur so kann erreicht werden, dass die Technik dem Menschen dient – und nicht umgekehrt – und dass Technologien in keinen unüberwindbaren Konflikt zu menschlichen Werten geraten. Ein zentraler Punkt dabei ist die Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen. Unter dem Schlagwort „Industrie 5.0“ werden nun Technologien entwickelt, die eine sinn- und vertrauensvolle Kollaboration zwischen Mensch und Maschine ermöglichen, bei der die jeweiligen Stärken bestmöglich genutzt werden.

Aber auch in vielen anderen Bereichen wird man sich zunehmend bewusst, dass die systematische Berücksichtigung des Faktors Mensch wesentlich ist. Das reicht vom „One-Health“-Ansatz über Klimaszenarien bis hin zur Transformation unserer Gesellschafts- und Wirtschaftssysteme. Überdies rufen die Künste immer wieder in Erinnerung, dass wir uns nicht sogenannten „Sachzwängen“ beugen dürfen, sondern mit Kreativität und einem ganzheitlichen Blick Visionen und wünschenswerte Szenarien entwickeln können und müssen.

Putting the focus on people

The basic idea of “Human Centered Innovation” is that people, their needs and values should be considered from the very beginning of any development. This is the best way to ensure that technology is the servant of humanity – and not the other way round – and that technologies do not enter into insurmountable conflict with human values. A central issue is the design of the interface between humans and machines. Under to the keyword “Industry 5.0”, technologies are now being developed with the objective of facilitating meaningful and trustful collaboration between humans and machines, making the best possible use of the strengths of both.

But in many other areas, too, it is becoming increasingly apparent that systematic consideration of the human factor is essential. These range from the “One Health” approach to climate scenarios and the transformation of our social and economic systems. Moreover, the arts constantly remind us that, instead of simply giving in to so-called “factual constraints”, we can and must use our creative skills and holistic perspective to develop visions and desirable scenarios for the future.



HOLZHAUSEN
— Der Verlag —