

**Technologie im Gespräch**  
**Discussing Technology**

**AIT Austrian Institute of Technology**

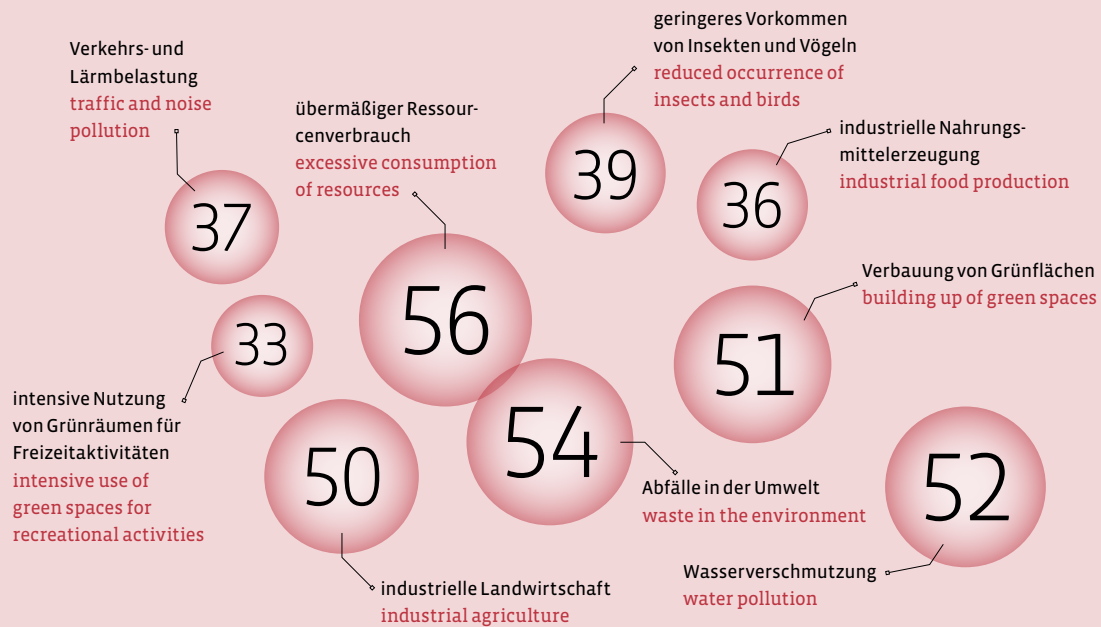
Shaping  
the green and  
digital  
Transformation

Jahrbuch anlässlich des Europäischen Forum Alpbach 2023  
Yearbook on the occasion of the European Forum Alpbach 2023

**1** Wie weit ist die digitale Transformation in Europa fortgeschritten?  
How advanced is digital transformation in Europe?



**2** Als „sehr große Herausforderung“ für ein nachhaltiges Leben wird in Österreich angesehen  
A “very great challenge” for sustainable living in Austria is considered to be



**3** Einstellung der Europäer:innen zur Energiewende  
Attitudes of Europeans toward the energy transition

Bitte sagen Sie, inwieweit Sie jeder der folgenden Aussagen zustimmen oder nicht zustimmen  
Please tell to what extent you agree or disagree with each of the following statements



Die EU sollte massiv in erneuerbare Energien wie Wind- und Sonnenenergie investieren.  
The EU should invest massively in renewable energies, such as wind and solar power.



Langfristig können erneuerbare Energien den Preis begrenzen, den wir für unseren Energieverbrauch zahlen.  
In the long run, renewable energy can limit the price we pay for our energy consumption.



Die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden, Verkehr und Gütern wird unsere Abhängigkeit von Energieerzeugern außerhalb der EU verringern.  
Increasing energy efficiency of buildings, transport, and goods will make us less dependent on energy producers outside the EU.



Die Verringerung der Öl- und Gasimporte und Investitionen in erneuerbare Energien sind wichtig für unsere allgemeine Sicherheit.  
Reducing imports of oil and gas and investing in renewable energy is important for our overall security.



Sie haben in letzter Zeit Maßnahmen ergriffen, um Ihren eigenen Energieverbrauch zu senken, oder planen, dies in naher Zukunft zu tun.  
You have recently taken action to reduce your own energy consumption or you plan to do so in the near future.

■ totally agree ■ tend to agree ■ tend to disagree  
■ totally disagree ■ don't know

Quellen Sources

- 1** European Commission, Digital Economy and Society Index (DESI) 2022
- 2** Transformations-Barometer 2022, Dialog für den Wandel/UBA, INTEGRAL-Umfrage unter 1.007 Österreicher:innen zwischen 16 und 80 Jahren
- 3** EU-Kommission: Standard Eurobarometer STD98 – Winter 2022-2023

Technologie im Gespräch 2023  
Discussing Technology 2023

# Shaping the green and digital Transformation

**Herausgegeben vom**

**published by**

AIT Austrian Institute of Technology

**Redaktion Editor**

Martin Kugler

**Mit Beiträgen von**

**with contributions from**

Hannes Androsch, Gudrun Haindlmaier, Wolfgang Hribernik, Martin Kugler,  
Karl-Heinz Leitner, Helmut Leopold, Alexandra Millonig, Petra Schaper Rinkel  
und Matthias Weber

## Inhalt Contents

- 4 Hannes Androsch/Martin Kugler  
Wie wir die „grüne“ und die digitale Transformation schaffen  
How we manage the “green” and the digital transformation

### Was ist Transformation? What is Transformation?

- 14 Transformation: Definition und Begriffsgeschichte  
Transformation: Definition and history of the term
- 26 Verschiedene Perspektiven auf Transformationsprozesse  
Various perspectives on transformation processes

### Den Wandel gestalten Shaping Transformation

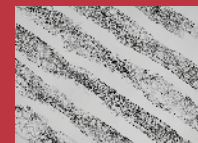
- 36 Interview Matthias Weber  
„Transformationen sind immer ein Zusammenspiel zwischen sozialen und technologischen Entwicklungen“  
“Transformations are always an interplay between social and technological developments”
- 50 Soziale Kipppunkte für die „grüne“ Transformation nutzen  
Social tipping points for the “green” transformation
- 58 Interview Gudrun Haindlmaier  
„Transformationsprozesse müssen alle mitnehmen – und nicht nur ein paar Auserwählte“  
“Transformation processes must take everyone with them – and not just a select few”
- 70 Gesucht: ein klimafreundlicher Lebensstil  
Wanted: a climate-friendly lifestyle

ARTTEC zeigt Schnittstellen zwischen Kunst, Technologie und Wissenschaft.

ARTTEC highlights interfaces between art, technology, and science.



Martin Grödl und Moritz Resl (Process-Studio for Art and Design):  
TOKENS FOR CLIMATE CARE



### Konkrete Transformationsfelder Areas of Transformation

- 78 Interview Wolfgang Hribernik  
Energiewende: „Die Dekarbonisierung steht über allem“  
Energy: “Decarbonization is above all”
- 92 Alexandra Millonig  
Mobilitätswende: „Der Blick nur auf das Unterwegssein ist zu eng“  
Mobility: “Just looking at being on the way is not enough”
- 102 Interview Helmut Leopold  
Digitalisierung: „Wir müssen Technik so gestalten, dass sie einen Mehrwert hat“  
Digitisation: “We need to design technology in such a way so that it has added value”
- 114 Karl-Heinz Leitner  
Industrie: „Große Chancen für innovative Unternehmen“  
Industry: “Great opportunities for innovative companies”
- 122 Kreislaufwirtschaft  
Circular Economy

### Rahmenbedingungen General Framework

- 132 Interview Petra Schaper Rinkel  
„Wir brauchen neue Modi der Welterzeugung“  
“We need new modes of worldmaking”
- 144 Technologie und Geopolitik  
Technology and geopolitics
- 150 ARTTEC – the art programme of AIT: Tokens for Climate Care  
Artists in Residence: Martin Grödl and Moritz Resl (Process Studio)
- 158 Jahrbuch-Reihe „Technologie im Gespräch“ Yearbooks “Discussing Technology”
- 160 Impressum Imprint



Hannes Androsch und Martin Kugler

## Wie wir die „grüne“ und die digitale Transfor- mation schaffen

**Die Welt befindet sich in einem tiefgreifenden Transformationsprozess, in dem unser CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Ressourcenverbrauch vermindert werden und gleichzeitig durch Digitalisierung eine nachhaltigere und effizientere Lebens- und Arbeitsweise entstehen soll. Dies erfordert komplexe Veränderungen unseres Wirtschafts- und Gesellschaftssystems. Die Macht von Innovationen kann uns dabei stark helfen.**

Unsere Zeit ist jüngst gekennzeichnet von tiefgreifenden Veränderungen, einer Vielzahl „Schwarzer Schwäne“ – unerwarteter Schocks und Krisen – sowie von demografischen Veränderungen und den Herausforderungen des digitalen Zeitalters mit dem jüngsten Hype von Sprachrobotern wie etwa ChatGPT. Zugleich sind wir konfrontiert mit geo- und weltraumpolitischen Ambitionen und bedrohlichen Rivalitäten zwischen den Großmächten, allen voran die USA und China, bis hin zum heißen Aggressionsüberfall Russlands auf die Ukraine. Wir erleben geoökonomische Verwerfungen und einen Kampf um technologische Vormachtstellung.

### **Bedeutung und Macht von Innovationen**

Immer schon haben Rohstoffvorteile, aber auch Innovationsvorsprünge in der Zivilisationsgeschichte des Menschen eine wesentliche Rolle gespielt. Im digitalen Zeitalter hat dies eine neue Dimension bekommen, bei der es um die Vormachtstellung in zukunftsentscheidenden und damit auch machtpolitischen Technologien in ihren vielfältigen Anwendungen geht. Mit Sicherheit gehört dazu die Nutzung von riesigen Datenmengen, deren Verarbeitung mit Algorithmen und durch statistischen Maschinenprogrammen – etwas irreführend als „Künstliche Intelligenz“ bezeichnet. Dies zeigt einmal mehr die Bedeutung und Macht von Innovationen und allenthalben auch ihre Gefahren – wie es immer war bei neuen Technologien, ob Schießpulver, Dampfmaschine oder Atomwaffen.

### **Tragödie der planetaren Allmende**

Dabei laufen wir nicht nur Gefahr, ein „Zauberlehrling-Schicksal“ zu erleiden und von der Technologie überrollt zu werden. Auch einige weitere Fallen warten auf

Hannes Androsch and Martin Kugler

## How we manage the “green” and the digital transformation

**The world is undergoing a profound transformation process in which our CO<sub>2</sub> emissions and resource consumption are to be reduced and, at the same time, digitalization is to create a more sustainable and efficient way of living and working. This requires complex changes to our economic and social system. The power of innovation can greatly help us to achieve this.**

Our times have recently been marked by profound changes, a multitude of “black swans” – unexpected shocks and crises – as well as demographic shifts and the challenges of the digital age with the recent hype of voice robots such as ChatGPT. At the same time, we are confronted with geo- and space-political ambitions and threatening rivalries between the great powers, first and foremost the USA and China, up to Russia’s hot aggression raid on Ukraine. We are witnessing geo-economic dislocations and a struggle for technological supremacy.

### **The importance and power of innovations**

Raw material advantages, but also innovation advantages, have always played an essential role in the history of human civilization. In the digital age, this has taken on a new dimension, involving supremacy in technologies that are decisive for the future and thus also for power politics in their many applications. Certainly, this includes the use of huge amounts of data, their processing with algorithms and by statistical machine programs – somewhat misleadingly referred to as “artificial intelligence.” This shows once again the importance and power of innovations and everywhere also their dangers – as it has always been with new technologies, whether gunpowder, the steam engine or nuclear weapons.

### **Tragedy of the planetary commons**

Not only do we run the risk of suffering a “sorcerer’s apprentice fate” and being overrun by technology. Several other traps also await us: first, the

uns: zum einen die „Thukydides-Falle“ – die Gefahr eines Krieges, wenn eine aufstrebende Macht eine bestehende Großmacht als regionalen oder internationalen Hegemon zu verdrängen droht –, und zum anderen die „Kindleberger-Falle“: Der us-Ökonom Charles Kindleberger, der die Weltwirtschaftskrise der 1930er-Jahre bei Isolierung der USA erforschte, die ihrerseits nicht unmaßgeblich zum Aufstieg Hitlers und damit zum Zweiten Weltkrieg geführt hat, und dessen Einsichten eine Basis für den Marshallplan war, hat auch darauf hingewiesen, dass es „Global Public Goods“ gibt – das heißt, globale Gemeingüter wie zum Beispiel die Atmosphäre, die Ozonschicht, die Ozeane, Wasserversorgung, Wälder etc. Ohne diese globalen Gemeingüter kann das globale Gemeinwohl nicht gesichert werden. Diese sind aber wegen der „Tragik der Allmende“ (oder „Tragödie des Allgemeinguts“) nicht gesichert: Darunter versteht man, dass etwa in einem Dorf eine riesige Weidefläche allen zur Verfügung steht, aber sich jeder im Eigennutz den größten Anteil verschaffen will. Dies führt zu Übernutzung und im Endeffekt zur Zerstörung des Gemeingutes. Dafür gibt es in der Geschichte viele Beispiele – vom Schicksal der Osterinseln bis hin zur Abholzung des Libanon oder des Dinarischen Gebirges. Die Begründung liegt darin, dass es keine ausreichend starke Bestandsmacht gibt, die so stark ist, dass sie in der Lage ist, sich neben ihren Eigeninteressen um die Gesamtinteressen des Planeten zu kümmern. Das ist dann die „planetare Tragödie“ oder die „Tragödie der planetaren Allmende“ – ob dies nun den Weltraum betrifft, das Klima, die Trinkwasserreserven usw. Die Macht der Innovation macht es möglich, viele Probleme zu lösen. Aber ohne globale Vorsorge für die planetarischen Gemeingüter – also entsprechende politische Kraft, diese Aufgabe sicherzustellen – kann das nicht gelingen. Dies ist auch Gegenstand der Auseinandersetzungen des reichen globalen Nordens und des armen globalen Südens.

### **Twin Transition: digitale und ökologische Transformation**

Womit wir mitten im Thema dieses Jahrbuches sind: Es herrscht weitestgehender Konsens, dass wir eine große Transformation benötigen: weg von einer Lebens- und Wirtschaftsweise, die auf fossilen Ressourcen beruht und mit der wir das Weltklima und die Umwelt dramatisch verändern, hin zur Nutzung erneuerbarer Energieträger, die nicht nur klimafreundlicher sind, sondern auch größere Unabhängigkeit von Lieferantenländern erlauben. Diese „grüne“ Transformation ist eng verknüpft mit einer zweiten Transformation, in der wir uns seit geraumer Zeit befinden: der digitalen Transformation, die alle unsere Lebens- und Arbeitsbereiche vielfach verändern wird. Wir haben größte Probleme, mit dieser Veränderung fertig zu werden – gerade in Österreich, wo wiederholt Entwicklungen verschlafen wurden und werden (jetzt gerade im Bereich der Künstlichen Intelligenz) und wir die nächsten Generationen wegen unseres steinzeitlichen Bildungssystems nicht adäquat auf die Herausforderungen der Zukunft vorbereiten.

Diese beiden Transformationen haben sehr viel miteinander zu tun: Ohne modernstes Datenmanagement, ohne innovative Sensoren, ohne fruchtbringende Auswertung von Big Data, ohne fortschrittliche Optimierungen können die meisten ökologischen Ziele nicht erreicht werden – man denke etwa an die Einspeisung großer Mengen an Erneuerbarer Energie in die chronisch lückenhaften Stromnetze,

„Thucydides Trap“ – the danger of war when an emerging power threatens to displace an existing great power as regional or international hegemon – and second, the “Kindleberger Trap.” U.S. economist Charles Kindleberger, who researched the Great Depression of the 1930s when the U.S. was isolated, which in turn led in no small part to the rise of Hitler and thus to World War II, and whose insights were a basis for the Marshall Plan, has also pointed out that there are “global public goods” – that is, global commons such as the atmosphere, the ozone layer, the oceans, water supplies, forests, and so on. Without these global commons, the global common good cannot be secured. However, these are not secured because of the “tragedy of the commons” (or “tragedy of the commons”): This is understood to mean that in a village, for example, a huge area of pasture is available to all, but everyone in self-interest wants to get the largest share. This leads to overuse and ultimately to the destruction of the common good. There are many examples of this in history – from the fate of the Easter Islands to the deforestation of Lebanon or the Dinaric Mountains. The reason is that there is no stock power strong enough to be able to take care of the overall interests of the planet in addition to its own interests. This is then the “planetary tragedy” or the “tragedy of the planetary commons” – whether this concerns space, the climate, drinking water reserves, etc. The power of innovation makes it possible to solve many problems. But without global provision for the planetary commons – that is, corresponding political power to ensure this task – this cannot succeed. This is also the subject of the disputes between the rich global North and the poor global South.

### **Twin transition: digital and ecological transformation**

Which brings us to the heart of this yearbook’s theme: There is widespread consensus that we need a major transformation: away from a way of life and economy based on fossil resources, with which we are dramatically changing the global climate and environment, and toward the use of renewable energy sources, which are not only more climate-friendly but also allow greater independence from supplier countries. This “green” transformation is closely linked to a second transformation we have been undergoing for some time: the digital transformation, which will change all areas of our lives and work in many ways. We are having the greatest problems coping with this change – especially in Austria, where developments have repeatedly been and are being slept through (now especially in the area of artificial intelligence) and we are not adequately preparing the next generations for the challenges of the future because of our stone-age education system.

These two transformations have a lot to do with each other: Without state-of-the-art data management, without innovative sensors, without fruitful analysis of Big Data, without advanced optimizations, most ecological goals cannot be achieved – think, for example, of feeding large amounts of renewable energy into the chronically patchy electricity grids, of precision farming that can massively reduce the impact of agriculture on the environment, of reorganizing material flows to move from linear to circular economic systems, of

an Precision Farming, das die Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt massiv verringern kann, an die Neuorganisation von Stoffströmen, um von linearen zu einem zirkulären Wirtschaftssystem zu gelangen, an eine hocheffiziente Industrieproduktion oder an ein klimaverträgliches Verkehrssystem. Die Europäische Union hat daher die „grüne“ und die digitale Transformation unter dem Schlagwort „Twin Transition“ zusammengefasst und entwickelt Strategien und Maßnahmen, mit denen sowohl der Ökologie als auch einer sinnvollen Digitalisierung gedient ist.

### **Fahrplan durch dieses Jahrbuch**

Der Weg dorthin ist kein Einfacher, wie in diesem Jahrbuch – dem nunmehr siebenten einer höchst erfolgreichen Serie – von berufener Seite dargestellt wird. Beschrieben wird der Stand der internationalen Transformationsforschung, zu Wort kommen unter anderem Expert:innen des AIT Austrian Institute of Technology und weitere exzellente Forschende aus dem In- und Ausland. Nach einer allgemeinen Einführung in das Thema Transformation und einer historischen Einordnung der heutigen Situation werden Mechanismen und die Dynamik von Transformationen analysiert – inklusive höchst aktuellen Forschungsthemen wie etwa „Social Tipping Points“.

Die zentrale Frage, der sich dieses Jahrbuch stellt, ist, wie sich die laufenden Transformationen in verschiedenen Bereichen darstellen – etwa in der sogenannten „Energiewende“, bei der Mobilitätswende, in der Transformation der Industrie oder beim Umbau unseres Wirtschaftssystem in Richtung Kreislaufwirtschaft. Die Expert:innen analysieren, wo die größten Hürden beim Erreichen der Ziele liegen, aber auch, wie wir die Entwicklungen befördern und beschleunigen können – also wie wir die Transformation bestmöglich gestalten können.

### **Position Europas in der Welt**

Eine gelingende zweifache Transformation ist freilich kein reiner Selbstzweck, sondern soll im Endeffekt auch einen Beitrag dazu leisten, die Rolle Europas und Österreichs in der Welt zu festigen bzw. zu verbessern. Derzeit ist Europa eingeklemmt zwischen den beiden großen Machtblöcken USA und China, die sich in praktisch allen Bereichen in einem heftigen Wettstreit befinden – im wirtschaftlichen Bereich genauso wie im militärischen oder technologischen. Dies lässt sich auch in zahlreichen Statistiken ablesen. Zum Beispiel im aktuellen „EU Industrial R&D Investment Scoreboard“, in dem Daten zu den 2.500 forschungstärksten Unternehmen der Welt gesammelt sind: Demnach haben 822 dieser Firmen ihren Sitz in den USA und 678 Firmen in China. An dritter Stelle, ziemlich abgeschlagen, liegt die Europäische Union mit 361 Unternehmen. Aus Österreich findet sich kein Unternehmen auf dieser Liste – wohl aber 53 aus der Schweiz. Die Dynamik ist gewaltig: Während europäische Technologiefirmen ihre Forschungsaufwendungen im Jahr 2021 um 8,9 Prozent steigerten, wuchsen jene von US-Firmen um 16,5 Prozent und die von chinesischen Unternehmen um 24,9 Prozent. Vor zehn Jahren noch unterfer liefen, überstiegen die Forschungsausgaben chinesischer Unternehmen im Jahr 2020 erstmals jene von japanischen Firmen, 2021 wurden auch EU-Unternehmen überholt. Der Technologiewettlauf illustriert auf das Eindrücklichste, dass es entscheidend ist,

highly efficient industrial production, or of a climate-friendly transport system. The European Union has therefore combined the “green” and digital transformation under the catchphrase “Twin Transition” and is developing strategies and measures to serve both ecology and meaningful digitalization.

### **Roadmap through this Yearbook**

The road ahead is not an easy one, as this Yearbook – now the seventh in a highly successful series – presents from an appointed perspective. It describes the state of the art in international transformation research and features the work of experts from the AIT Austrian Institute of Technology and other excellent researchers from Austria and abroad. After a general introduction to the topic of transformation and a historical classification of the current situation, mechanisms and dynamics of transformations will be analyzed – including highly topical research topics such as “social tipping points”.

The central question addressed by this yearbook is how ongoing transformations are taking place in different areas – for example, in the so-called “energy turnaround,” in the mobility turnaround, in the transformation of industry, or in the transformation of our economic system toward a circular economy. The experts analyze where the biggest hurdles lie in achieving the goals, but also how we can promote and accelerate the developments – in other words, how we can shape the transformation in the best possible way.

### **Europe’s position in the world**

A successful twofold transformation is, of course, not a pure end in itself, but should ultimately also contribute to consolidating or improving the role of Europe and Austria in the world. At present, Europe is sandwiched between the two major power blocs, the United States and China, which are engaged in fierce competition in virtually all areas – economic, military and technological. This can also be seen in numerous statistics. For example, in the current “EU Industrial R&D Investment Scoreboard,” which collects data on the 2,500 most research-intensive companies in the world: According to this, 822 of these companies are based in the U.S. and 678 in China. In third place, quite far behind, is the European Union with 361 companies. There are no companies from Austria on this list – but there are 53 from Switzerland. The dynamics are enormous: While European technology companies increased their research expenditures by 8.9 percent in 2021, those of U.S. companies grew by 16.5 percent and those of Chinese companies by 24.9 percent. Ten years ago, the research expenditures of Chinese companies exceeded those of Japanese companies for the first time in 2020, and EU companies were also overtaken in 2021. The technology race is a striking illustration of how crucial it is to be at the forefront in this area: Whoever is ahead in research and technology development today will leave their mark on the world tomorrow. In doing so, Europe must move away from a lecturing, missionary Eurocentrism. Like America and Asia, it must invest and promote new technologies – and not strangle the economy through regulation and develop into a compulsory

in diesem Bereich an der Spitze zu sein: Wer heute bei Forschung und Technologieentwicklung die Nase vorn hat, wird morgen der Welt ihren Stempel aufdrücken. Dabei muss sich Europa von einem beherrschenden, missionarischen Eurozentrismus lösen. Es muss wie Amerika und Asien investieren und neue Technologien fördern – und nicht durch Regulierung die Wirtschaft strangulieren und sich in ein Pflichtmuseum entwickeln. „Europa muss sich von den Vorstellungen befreien, dass Europas Probleme die Probleme der Welt sind, aber die Probleme der Welt nicht die Europas“, formulierte der indische Außenminister Subrahmanyam Jaishankar zutreffend.

### **Österreich muss die Transformation schaffen!**

Österreich hat in jüngster Zeit seine lange Nachkriegsjahrzehnte gute Position verspielt. Zuletzt hat sich in immer mehr Bereichen bleibender Stillstand und Boden verlierender Rückschritt breit gemacht. Dies spiegelt sich in politischer Instabilität, Lähmung und zunehmender außenpolitischer Isolierung wider. Umso wichtiger ist es, im international immer härter werdenden globalen Wettbewerb – hier ist Österreich von Platz 11 im Jahr 1999 inzwischen auf Rang 24 zurückgefallen – den Status der österreichischen Industrie zu stärken. Die EU tut hier so manches Richtige – so sollen beispielsweise durch den „Net Zero Industry Act“ oder den „Critical Raw Material Act“ die nötigen Veränderungen beschleunigt werden. In Österreich gibt es zwar auch bereits ein Problembewusstsein, doch es herrscht noch keine Zukunftsorientierung und Aufbruchstimmung. Um die Zukunftsfähigkeit zu stärken braucht es eine Neuausrichtung des Bildungs-, Wissenschafts- und Forschungssystems und insbesondere eine realitätsbasierte und technologieoffene Energie- und Klimapolitik.

Diese Herausforderung muss endlich angenommen werden, damit die Aufgabe der Transformation gelingt. ✘

---

**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 RFTE Rats für Forschung und Technologieentwicklung und bis Juni 2016 Aufsichtsratsvorsitzender der FIMBAG Finanzmarkteteiligungsgesellschaft des Bundes. Er erhielt Ehrendokorate und ist Ehrensensator verschiedener österreichischer und internationaler Universitäten, u. a. der Montanuniversität Leoben und der Universität New Orleans, USA.

museum. “Europe must free itself from the notion that Europe’s problems are the world’s problems, but the world’s problems are not Europe’s,” Subrahmanyam Jaishankar, India’s foreign minister, aptly put it.

### **Austria has to manage the transformation!**

Austria has recently gambled away its long post-war decades of good position. Most recently, leaden stagnation and ground-losing regression have spread in more and more areas. This is reflected in political instability, paralysis and increasing foreign policy isolation. This makes it all the more important to strengthen the status of Austrian industry in the face of increasingly fierce global competition – in this area, Austria has now fallen from 11th place in 1999 to 24th. The EU is doing a lot of the right things here – for example, the “Net Zero Industry Act” or the “Critical Raw Material Act” are intended to accelerate the necessary changes. In Austria, there is already an awareness of the problem, but there is still no future orientation and no mood of departure. In order to strengthen future viability, a reorientation of the education, science and research system and, in particular, a reality-based and technology-open energy and climate policy are needed.

This challenge must finally be taken up if the task of transformation is to succeed. ✘

---

**Hannes Androsch**, born in Vienna in 1938, was during his political career (SPÖ) Member of the National Assembly (1966–1970), Federal Minister of Finance (1970–1981), and Vice Chancellor (1976–1981). After this, he served as Director General of Creditanstalt-Bankverein (1981–1988) and as Chairman of Oesterreichische Kontrollbank AG (1985–1986). In 1989, he founded AIC Androsch International Management Consulting GmbH, and in 1994 initiated the establishment of an industrial investment group (Austria Technologie & Systemtechnik AG, Österreichische Salinen AG, etc.). In 2004, he founded the “Hannes Androsch Foundation at the Austrian Academy of

Sciences,” where he has been a member of the senate since 2005. From 2007 to 2021, he was Chairman of the Supervisory Board of AIT Austrian Institute of Technology, until 2020 Chairman of RFTE Council for Research and Technological Development, until 2016 Chairman of the Supervisory Board of FIMBAG Finanzmarkteteiligungsgesellschaft des Bundes. 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.



Was ist

Transformation?

What is

Transformation?

# Was ist Transformation?

## Definition und Begriffsgeschichte

**Der Begriff „Transformation“ bzw. „Transition“ wurde in jüngster Zeit zu einem echten Modewort. Jüngst prägte die Europäische Union den Begriff „Twin Transition“ für die parallele und miteinander verknüpfte digitale und „grüne“ Transformation. Es gibt freilich keine allgemein anerkannte Definition des Begriffs – wohl aber einige Elemente eines gemeinsamen Verständnisses.**

Schon seit mehreren Jahrzehnten – und derzeit massiv beschleunigt durch die rasanten Fortschritte im Bereich der Künstlichen Intelligenz – befindet sich die Welt in einer durchgreifenden digitalen Transformation, die alle Bereiche unseres Lebens und Arbeitens verändert. Parallel dazu stehen wir gerade am Anfang einer „grünen“ Transformation hin zu einer nachhaltigen, klimaneutralen Wirtschaft. Diese stellt im Kern eine Abkehr von fossilen Ressourcen dar, sie wird insbesondere in der Industrie, aber auch in unserem täglichen Leben massive Auswirkungen haben.

Die EU fasst diese doppelte Transformation unseres Wirtschafts- und Gesellschaftssystems mit dem Begriff „Twin Transition“ zusammen. Denn die beiden Veränderungsprozesse überschneiden sich nicht nur zeitlich, sondern haben auch inhaltlich einiges miteinander zu tun. „In vielen Bereichen können sich die grüne und die digitale Transformation gegenseitig verstärken“, heißt es im „Science for Policy Report“ des Joint Research Centers der EU namens „Towards a green and digital future“, der im Vorjahr veröffentlicht wurde (EUR 31075). „Digitale Technologien bieten Funktionen, die den grünen Wandel beschleunigen können“, führen die Expert:innen aus. Die reicht von einer ressourcenschonenden Präzisionslandwirtschaft über hocheffiziente und flexible Energienetze bis hin zu Datenerfassung und Informationsaustausch für eine künftige Kreislaufwirtschaft.

Gleichzeitig werden in dem Bericht aber auch Unterschiede zwischen den beiden Bereichen beleuchtet: Die beiden Transformationen unterscheiden sich in ihrer Art und Dynamik. „Die green transition wird von der Notwendigkeit angetrieben, die Ziele der Klimaneutralität und Nachhaltigkeit zu erreichen, und zwar schnell. Dies geschieht nicht von allein, sondern erfordert einen politischen und gesellschaftlichen Anstoß. Im Gegensatz

# What is Transformation?

## Definition and history of the term

**The term “transformation” or “transition” has recently become a real buzzword. Recently, the European Union coined the term “twin transition” for the parallel and interlinked digital and “green” transformation. Admittedly, there is no generally accepted definition of the term – but there are some elements of a common understanding.**

For several decades now – and currently massively accelerated by the rapid advances in artificial intelligence – the world has been undergoing a sweeping digital transformation that is changing all areas of our lives and work. In parallel, we are just at the beginning of a “green” transformation toward a sustainable, climate-neutral economy. At its core, this represents a shift away from fossil resources; it will have a massive impact, particularly in industry, but also in our daily lives.

The EU summarizes this double transformation of our economic and social system with the term “Twin Transition”. This is because the two processes of change not only overlap in time, but also have a lot to do with each other in terms of content. “In many areas, the green and digital transformations can be mutually reinforcing,” says the EU Joint Research Center’s “Science for Policy Report” called “Towards a green and digital future,” published last year (EUR 31075). “Digital technologies offer features that can accelerate green transformation,” the experts state. This ranges from resource-efficient precision agriculture and highly efficient and flexible energy grids to data collection and information exchange for a future circular economy.

At the same time, the report also highlights differences between the two areas: The two transformations differ in nature and dynamics. “The green transition is driven by the need to achieve climate neutrality and sustainability goals, and to do so quickly. This does not happen on its own, but requires a political and societal push. In contrast, the digital transition is an ongoing, technology-driven process in which the private sector is one of the main drivers. Therefore, governance

dazu ist der digitale Wandel ein fortlaufender, technologiegetriebener Prozess, bei dem der Privatsektor eine der Haupttriebkraften ist. Daher sind Steuerung und Unterstützung wichtig, um sicherzustellen, dass der digitale Wandel zu einem wirksamen Instrument für einen fairen und gerechten grünen Wandel wird.“

### **Transformation in der Geschichte**

Was den beiden Prozessen auf jeden Fall gemein ist, ist ihr transformativer Charakter: Beide Bereiche haben weitreichende Auswirkungen, die über einzelne Technologien, Teilbereiche und Sektoren hinausgehen – vielmehr werden unsere Gesellschaften und Volkswirtschaften grundlegend langfristig und dauerhaft verändert. Verglichen werden sowohl die digitale als auch die grüne Transformation mit den größten Wandlungsprozessen, die die Menschheit bisher erlebt hat: zum einen die „Neolithische Revolution“, zum anderen die „Industrielle Revolution“.

Der Begriff „Neolithische Revolution“ bezeichnet das Aufkommen und die Ausbreitung sesshafter Gesellschaften nach der „Erfindung“ von Ackerbau und Viehzucht und der Möglichkeit zur Vorratshaltung. Dadurch haben sich die zivilisatorischen Grundlagen der Menschheit grundlegend verändert. Es entstanden wesentlich stärker ausdifferenzierte und komplexere Gesellschaften, möglich wurde ein bis dahin ungeahnter materieller Wohlstand, das Zusammenleben vieler Menschen in Städten, eine arbeitsteilige Wirtschaft und eine erste kulturelle Hochblüte. Gleichzeitig nahmen auch die Eingriffe in die natürliche Umwelt rasant zu: Die Hauptenergiequelle wurde neben der tierischen und menschlichen Arbeitskraft Biomasse, zu einem geringen Ausmaß auch Wasser- und Windenergie. Der Energiebedarf der Menschen wuchs auf das Fünffache.

Das änderte sich erst wieder in der „Industriellen Revolution“ in den Jahrzehnten um 1800: Der Einsatz fossiler Energieträger (zuerst Kohle, später Erdöl und Erdgas bzw. Elektrizität) revolutionierte in Kombination mit neuen Technologien (Dampfmaschine, Eisenbahn, Auto, Traktor etc.) die Wirtschaft. Da nun an Stelle von Futtermittel vermehrt Nahrungsmittel angebaut werden konnten und weniger Forst bewirtschaftet werden musste, wurden in der Landwirtschaft Kapazitäten frei. Das ermöglichte den Zuzug unzähliger Menschen in Städte, wo die expandierende Industrie riesigen Bedarf an billigen Arbeitskräften hatte. Die stark wachsenden Städte begünstigten Innovation und die Diffusion von sozio-technischen Neuerungen weiter. Im Gefolge veränderten sich praktisch alle Aspekte des Arbeitens und Lebens – Institutionen und Arbeitsorganisation genauso wie Mobilität, Kommunikation und Lebensstil.

and support are important to ensure that digital transformation becomes an effective tool for a fair and equitable green transition.”

### **Transformation in history**

What the two processes have in common in any case is their transformative character: Both areas have far-reaching effects that go beyond individual technologies, sub-areas and sectors – rather, our societies and economies are being fundamentally changed in the long term and permanently. Both the digital and the green transformation are compared with the greatest processes of change that mankind has experienced to date: the “Neolithic Revolution” on the one hand, and the “Industrial Revolution” on the other.

The term “Neolithic Revolution” refers to the emergence and spread of sedentary societies after the “invention” of agriculture and livestock farming and the possibility of stockpiling. This fundamentally changed the civilizational basis of mankind. Much more differentiated and complex societies emerged, making possible a previously undreamed-of material prosperity, the coexistence of many people in cities, an economy based on the division of labor, and a first cultural heyday. At the same time, intervention in the natural environment increased rapidly: biomass became the main source of energy, along with animal and human labor, and to a lesser extent also water and wind energy. People’s energy needs grew fivefold.

This did not change again until the “Industrial Revolution” in the decades around 1800: The use of fossil fuels (first coal, later oil and natural gas or electricity) in combination with new technologies (steam engine, railroad, automobile, tractor, etc.) revolutionized the economy. As more food could be grown instead of fodder and fewer forests had to be managed, capacities were freed up in agriculture. This allowed countless people to move to cities, where expanding industry had a huge need for cheap labor. The rapidly growing cities further favored innovation and the diffusion of socio-technical innovations. As a result, virtually all aspects of work and life changed – institutions and work organization as well as mobility, communication and lifestyle.

### **(Keine) Theorie der Transformation**

Es gibt derzeit weder eine allgemein anerkannte Definition des Begriffs „Transformation“ noch eine stringente Theorie dazu. In einem Bericht des deutschen Umweltbundesamt zum Thema „Transformationsforschung“ (103/2017) wird der Begriff wie folgt umschrieben: „Transformationen werden grundsätzlich als radikale, strukturelle und paradigmatische Umwandlungen von Gesellschaften und ihrer Teilsysteme verstanden, durch welche die funktionelle Ausrichtung eines (Teil-)Systems beziehungsweise die Art und Weise, wie diese erfüllt wird, grundlegend verändert wird.“ Nachsatz: „Was genau eine Transformation ist, lässt sich jedoch nur in Verbindung mit einem Fallbeispiel konkret beantworten.“

Der österreichische Politologe Ulrich Brand umschreibt den Begriffsinhalt in seinem Buch „Imperiale Lebensweise“ (gemeinsam mit seinem Berliner Kollegen Markus Wissen) so: „Transformation‘ geht deutlich über die bislang dominanten umweltpolitischen und Nachhaltigkeitsperspektiven hinaus, die davon ausgehen, dass mit Technologien und Investitionen – und den entsprechenden Finanzierungsmöglichkeiten und politischen Rahmenbedingungen – ein Übergang in eine kohlenstoffarme Gesellschaft erreicht werden kann. Stattdessen werden grundlegendere Veränderungen für nötig gehalten, die von ‚Pionieren des Wandels‘ wie ökologisch orientierten Unternehmen, Bürger:inneninitiativen oder Wissenschaftler:innen vorangetrieben werden sollen. Ergänzt wird das durch Hoffnungen auf einen gesellschaftlichen Wertewandel hin zur Nachhaltigkeit.“

### **Begriffsverwirrungen**

Eine weitere begriffliche Schwierigkeit ist die alles andere als einheitliche Verwendung der Wörter „Transformation“ und „Transition“. Die beiden Wörter gehen auf das lateinische „transire“ (hinübergehen) bzw. „transformare“ (umgestalten, verwandeln einer Form) zurück. Darauf beziehungsweise meinen manche Forscher:innen mit „Transition“ einen Prozess des umfassenden Wandels und mit „Transformation“ einen Pfad innerhalb dieser Transition. In der Literatur wird diese scharfe Unterscheidung aber typischerweise nicht getroffen – die beiden Begriffe werden meist gleichbedeutend verwendet. In der DACH-Region ist es überdies Usus, im Deutschen den Begriff „Transformation“ zu verwenden und in der englischen Übersetzung „Transition“. Aus diesen Gründen verzichtet wird auch in diesem Jahrbuch auf eine scharfe Unterscheidung der beiden Wörter.

Unabhängig davon: Der Begriff „Transformation“ wird in verschiedenen Forschungsrichtungen unterschiedlich verwendet. Hier eine Auswahl (nach: ISSV/UNESCO 2013):

- **Umweltsozialwissenschaften:** Transformation ist ein Prozess der Veränderung der grundlegenden Eigenschaften eines Systems, einschließlich Strukturen und Institutionen, Infrastrukturen, Regulierungssysteme, Finanzsysteme sowie Einstellungen und Praktiken, Lebensstile, Politik und Machtverhältnisse.

### **(No) Theory of Transformation**

There is currently neither a generally accepted definition of the term “transformation” nor a stringent theory of it. In a report of the German Federal Environmental Agency on “Transformation Research” (103/2017), the term is paraphrased as follows: “Transformations are basically understood as radical, structural and paradigmatic transformations of societies and their subsystems, through which the functional orientation of a (sub)system, or the way it is fulfilled, is fundamentally changed.” Postscript: “What exactly a transformation is, however, can only be answered concretely in connection with a case study.”

The Austrian political scientist Ulrich Brand paraphrases the conceptual content in his book “Imperiale Lebensweise” (with his Berlin colleague Markus Wissen) as follows: “Transformation‘ clearly goes beyond the hitherto dominant environmental policy and sustainability perspectives, which assume that technologies and investments – and the corresponding financing options and political frameworks – can achieve a transition to a low-carbon society. Instead, more fundamental changes are deemed necessary, to be driven by ‘pioneers of change‘ such as ecologically oriented companies, citizens‘ initiatives or scientists. This is complemented by hopes for a societal shift in values toward sustainability.”

### **Conceptual confusion**

Another conceptual difficulty is the anything but consistent use of the words “transformation” and “transition.” The two words derive from the Latin “transire” (to pass over) and “transformare” (to reshape, transform a form), respectively. Referring to this, some researchers use “transition” to mean a process of comprehensive change and “transformation” to mean a path within this transition. In the literature, however, this sharp distinction is typically not made – the two terms are usually used synonymously. In the DACH region, moreover, it is customary to use the term “transformation” in German and “transition” in the English translation. For these reasons, we will refrain from making a sharp distinction between the two words in this yearbook.

Regardless: The term “transformation” is used differently in different research directions. Here is a selection (according to: ISSV/UNESCO 2013):

- **Environmental social sciences:** Transformation is a process of changing the fundamental properties of a system, including structures and institutions, infrastructures, regulatory systems, financial systems, as well as attitudes and practices, lifestyles, politics, and power relations.

- **Anthropologie:** Reform der Grundlage, auf der wir über die Welt denken. Ein dynamischer Prozess, der sich aus vielen kleinen Einzelaktionen ergibt, die sich weiterentwickeln können.
- **Ökonomie:** Der wirtschaftliche Wandel hat grundlegende Auswirkungen auf das menschliche Leben und führt zu bedeutenden Veränderungen von Werten, Normen, Überzeugungen und Bräuchen. Die Anpassungen in der Gesellschaft und in den Institutionen können als „kontrollierte Revolution“ betrachtet werden.
- **Bildung:** Transformatives Lernen ist der Prozess der Veränderung eines Bezugsrahmens, d. h. der Strukturen von Annahmen, durch die Erfahrungen verstanden werden. Es hat kognitive, affektive und konative Dimensionen und ermöglicht eine umfassendere, differenziertere, durchlässigere und integrativere Perspektive und Entscheidungsfindung.
- **Leadership Studies:** Transformatorische Führungskräfte sind diejenigen, die ihre Anhänger:innen dazu anregen und inspirieren, außergewöhnliche Ergebnisse zu erzielen und dabei ihre eigenen Führungsfähigkeiten zu entwickeln.
- **Geografie:** Transformationen sind grundlegende Veränderungen in Systemen (kulturell, politisch, wirtschaftlich usw.), an denen zahlreiche Akteure auf miteinander verknüpften Ebenen beteiligt sind.
- **Ressourcenmanagement:** Transformation ist ein diskreter Prozess, der grundsätzlich (aber nicht notwendigerweise irreversibel) zu einer Veränderung der biophysikalischen, sozialen oder wirtschaftlichen Komponenten eines Systems von einer Form, Funktion oder Lage (Zustand) zu einer anderen führt.
- **Business:** Organisatorische Umgestaltung bedeutet, dass sich die Struktur und die Praktiken einer Organisation grundlegend ändern, was häufig aus vielfältigen und miteinander verbundenen Veränderungen im gesamten System, der Schaffung neuer Organisationen, der Neugestaltung der Machtverhältnisse und einer neuen Kultur, Ideologie und organisatorischen Bedeutung besteht.

Großen Einfluss auf die Begriffsgeschichte hatte das Buch „The Great Transformation“, das der in Wien geborene und 1935 emigrierte Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler Karl Polanyi im Jahr 1944 veröffentlichte. Darin beschreibt er im Detail den tiefgreifenden Wandel der westlichen Gesellschaftsordnung vom 16. bis zum 20. Jahrhundert, vorwiegend am historischen Beispiel der Industrialisierung Englands. Über Jahrzehnte in Europa kaum beachtet, wurde der Text ab den 1980er-Jahren immer wirkmächtiger.

- **Anthropology:** Reforming the basis on which we think about the world. A dynamic process that results from many small individual actions that can evolve.
- **Economics:** Economic change has a fundamental impact on human life and leads to significant changes in values, norms, beliefs, and customs. Adjustments in society and institutions can be viewed as a “controlled revolution.”
- **Education:** Transformative learning is the process of changing a frame of reference, i.e., the structures of assumptions through which experiences are understood. It has cognitive, affective, and conative dimensions and allows for a more comprehensive, nuanced, permeable, and inclusive perspective and decision making.
- **Leadership Studies:** Transformational leaders are those who energize and inspire their followers to achieve extraordinary results while developing their own leadership skills.
- **Geography:** Transformations are fundamental changes in systems (cultural, political, economic, etc.) involving multiple actors at interrelated levels.
- **Resource Management:** Transformation is a discrete process that leads fundamentally (but not necessarily irreversibly) to a change in the biophysical, social, or economic components of a system from one form, function, or location (state) to another.
- **Business:** Organizational transformation involves a fundamental change in the structure and practices of an organization, often consisting of multiple and interrelated changes throughout the system, the creation of new organizations, the reshaping of power relations, and a new culture, ideology, and organizational meaning.

The book “The Great Transformation,” published in 1944 by the Vienna-born economist and social scientist Karl Polanyi, who emigrated in 1935, had a major influence on the history of the term. In it, he describes in detail the profound transformation of the Western social order from the 16th to the 20th century, primarily using the historical example of the industrialization of England. For decades it received little attention in Europe, but from the 1980s onward the text became increasingly influential.

Ein Schlüsselereignis im deutschen Sprachraum war der Bericht „Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation“, den der „Wissenschaftliche Beirat der Bundesregierung Globale Veränderungen“ (WBGU) im Jahr 2011 als Beitrag zur Rio+20-Konferenz veröffentlichte: Dieser umfassende Text, der den Begriff „sozial-ökologische Transformation“ einführte, ist bis heute eine wichtige Grundlage aller aktuellen Debatten, wie das Ziel einer klimaverträglichen Gesellschaft zu erreichen wäre.

### Elemente von Transformationsprozessen

Die geschilderte Begriffsverwirrung macht das Wort „Transformation“ – ähnlich übrigens wie beim Begriff „Nachhaltigkeit“ – zu einem beinahe beliebig gebrauchten Allerweltswort. Dennoch gibt es ein weithin gemeinsames Verständnis, welche Elemente im Kern einer Theorie des Wandels stehen (basierend auf WBGU, 2011, und Umweltbundesamt, 2017):

- Transformation ist ein Prozess, der die Veränderung grundlegender Eigenschaften eines Systems beinhaltet.
- Während einer Transformation überlagern sich lange Perioden graduellen Wandels und schnelle Perioden radikalen Wandels.
- Im Zuge einer Transformation kommt es häufig zu nicht-linearen Veränderungen.
- Inkrementeller Wandel oder einzelne technische Innovationen werden als unzureichend angesehen.
- Die anstehenden Veränderungen reichen weit über technologische Neuerungen hinaus.
- Erforderlich sind tiefgreifende Änderungen von Produktionssystemen und Infrastrukturen.
- Alle ökonomischen Prozesse und technologischen Veränderungen sind eingebettet in gesellschaftliche und politische Zusammenhänge.
- Normen, Werte, Präferenzen und Lebensstil müssen sich an die neuen Herausforderungen anpassen.
- Die Transformation erfordert einen gestaltenden Staat, der aktiv Prioritäten setzt.
- Es braucht ein neues Zusammenspiel von Politik, Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft.
- Die Politik muss den angestrebten Wandel für große Mehrheiten annehmbar machen (Akzeptanz), sich Zustimmung verschaffen (Legitimation) und ihnen Teilhabe ermöglichen (Partizipation).
- Der Wandel muss sozial so gerecht wie möglich erfolgen („just transition“).
- Vielfältige Pfadabhängigkeiten, Interessensstrukturen und Blockaden erschweren den Wandel.
- Angesichts der globalen Herausforderungen braucht es eine stärkere Kooperation der internationalen Staatengemeinschaft („global governance“).

A key event in the German-speaking world was the report “World in Transition: Social Contract for a Great Transformation” published by the “German Advisory Council on Global Change” (WBGU) in 2011 as a contribution to the Rio+20 conference: this comprehensive text, which introduced the term “socio-ecological transformation,” remains an important basis for all current debates on how the goal of a climate-compatible society could be achieved.

### Elements of transformation processes

The confusion of terms described above makes the word “transformation” – similar, by the way, to the term “sustainability” – an almost arbitrarily used household word. Nevertheless, there is a widely shared understanding of what elements are at the core of a theory of change (based on WBGU, 2011, and Umweltbundesamt, 2017):

- Transformation is a process that involves changing fundamental properties of a system.
- During a transformation, long periods of gradual change and rapid periods of radical change overlap.
- Non-linear change often occurs in the course of a transformation.
- Incremental change or single technical innovations are considered insufficient.
- The upcoming changes extend far beyond technological innovations.
- Profound changes in production systems and infrastructures are required.
- All economic processes and technological changes are embedded in social and political contexts.
- Norms, values, preferences and lifestyles must adapt to the new challenges.
- The transformation requires a shaping state that actively sets priorities.
- It needs a new interplay between politics, society, science and business.
- Politics must make the desired change acceptable to large majorities (acceptance), gain their approval (legitimation) and enable them to participate (participation).
- Change must be as socially just as possible (“just transition”).
- Multiple path dependencies, interest structures and blockades make change difficult.
- In view of the global challenges, the international community needs to cooperate more closely (global governance).

Viele dieser Aspekte treffen sowohl auf die digitale als auch auf die „grüne“ Transformation zu. In beiden Fällen besteht der dringende Bedarf, die Veränderungsprozesse in eine gesellschaftlich erwünschte Richtung zu steuern und voranzutreiben. Unter anderem auch, um das Haupthindernis bei jeglicher Systemtransformation zu überwinden, das John Maynard Keynes so formulierte: „Die Schwierigkeit liegt nicht so sehr darin, neue Ideen zu entwickeln, als sich von alten zu lösen.“ ✖

#### Quellen Sources

Muench, S., Stoermer, E., Jensen, K., Asikainen, T., Salvi, M. and Scapolo, F., *Towards a green and digital future, EUR 31075 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-52451-9, doi:10.2760/977331, JRC129319. Download: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129319>*

Julia Wittmayer, Katharina Hölscher: *Transformationsforschung. Definitionen, Ansätze, Methoden. Umweltbundesamt Texte | 103/2017. Download: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/transformationforschung>*

Ulrich Brand, Markus Wissen: *Imperiale Lebensweise. Zur Ausbeutung von Mensch und Natur im globalen Kapitalismus. Oekom, München 2017, ISBN 978-3-86581-843-0*

International Social Science Council (ISSI) / UNESCO: *World Social Science Report 2013: Changing Global Environments. P 101. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264203419-en>*

Many of these aspects apply to both the digital and the “green” transformation. In both cases, there is an urgent need to steer and drive the change processes in a socially desirable direction. Among other things, also in order to overcome the main obstacle in any system transformation, which John Maynard Keynes formulated as follows: “The difficulty lies not so much in developing new ideas as in escaping from old ones.” ✖

## Verschiedene Perspektiven auf Transformationsprozesse

**Es gibt unzählige Betrachtungsweisen und Theorien, welche Ursachen ein Wandel hat, wie Veränderungen ablaufen und wie Transformationsprozesse gesteuert werden könnten. Jede dieser Perspektiven hat ihre Stärken und Schwächen. Ein multiperspektivischer Blick soll Inkompatibilitäten, aber auch Synergien zwischen verschiedenen Ansätzen und Maßnahmen erkennbar und nutzbar machen.**

Wie im vorherigen Kapitel ausgeführt, gibt es eine Vielzahl an verschiedenen Sichtweisen auf Transformationsprozesse. Jeder Wissenschaftszweig hat eigene Sichtweise und eigene Theorien entwickelt. „Es gibt keine Theorien, Modelle und Heuristiken, die alle Dimensionen eines Wandels in Richtung Strukturen klimafreundlichen Lebens sowie deren Gegenspieler adäquat erfassen“, betonen Andreas Novy (Wirtschaftsuniversität Wien), Margaret Haderer (Technische Universität Wien) und Klaus Kubeczko (AIT Austrian Institute of Technology) in einem zentralen Kapitel des „APCC Special Report: Strukturen für ein klimafreundliches Leben“.

Es ist ein großes Verdienst dieses Berichts, dass diese Vielfalt von Theorien explizit gemacht wurde. In einem Bottom-up-Prozess wurden dabei die am Bericht mitarbeitenden Forscher:innen aufgefordert, ihre jeweiligen Sichtweisen darzulegen. Im Zuge eines reiterativen und kollaborativen Review- und Assessment-Prozesses wurde die Vielzahl der Theorien und Betrachtungsweisen zu vier Gruppen von Perspektiven auf Transformationsprozesse zusammengefasst: Markt-, Innovations-, Bereitstellungs- und Gesellschaftsperspektive.

### **Bewusster Umgang mit Pluralismus**

Diese verschiedenen Perspektiven sollen, so führen die Autoren aus, zum einen dem Schärfen von Sichtweisen dienen. „Beispielsweise kann das Handlungsfeld „Wohnen“ und dessen Transformation in Richtung Klimafreundlichkeit aus allen Perspektiven betrachtet werden. Je nach Betrachtungsweise wird man Unterschiedliches sehen: zu regulierende Wohnungsmärkte aus der Marktperspektive oder die Klimabilanz von Neubauten aus der Gesellschaftsperspektive.“ Zum anderen sollen die Perspektiven dem „bewussten Umgang mit epistemischem Pluralismus“, das heißt der Vielfäl-

## Various perspectives on transformation processes

**There are countless perspectives and theories on the causes of change, how change occurs, and how transformation processes could be managed. Each of these perspectives has its strengths and weaknesses. A multi-perspective view should make incompatibilities, but also synergies between different approaches and measures recognizable and usable.**

As explained in the previous chapter, there is a multitude of different views on transformation processes. Each branch of science has its own perspective and has developed different theories. “There are no theories, models and heuristics that adequately capture all dimensions of a transformation towards structures for climate-friendly living as well as their counterparts,” emphasize Andreas Novy (Vienna University of Economics and Business), Margaret Haderer (TU Wien) and Klaus Kubeczko (AIT Austrian Institute of Technology) in a central chapter of the “APCC Special Report: Structures for Climate-Friendly Living”.

It is a great merit of this report that this diversity of theories was made explicit. In a bottom-up process, the researchers who contributed to the report were invited to present their respective perspectives. In the course of a reiterative and collaborative review and assessment process, the multitude of theories and viewpoints were grouped into four sets of perspectives on transformation: Market, Innovation, Delivery, and Society perspectives.

### **Deliberate approach to pluralism**

The authors state that these different perspectives are intended, on the one hand, to sharpen perspectives. “For example, the field of action “housing” and its transformation toward climate friendliness can be viewed from all perspectives. Depending on the perspective, one will see different things: housing markets that need to be regulated from the market perspective or the climate balance of new buildings from the societal perspective.” Second, the perspectives should serve to “consciously deal with epistemic pluralism,” that is, the



tigkeit von Wissensformen sowie deren Stärken und Schwächen dienen. „Unterschiedliche Perspektiven implizieren unterschiedliche Problematisierungen klimarelevanter gesellschaftlicher Transformationen, die Auswahl als relevant identifizierter Strukturen klimafreundlichen Lebens und damit verbundener Lösungsstrategien. Damit mit Hilfe von Multiperspektivität umzugehen, heißt: Differenzen, Inkompatibilitäten, Stärken und Schwächen, Ähnlichkeiten und mögliche produktive Überschneidungen zwischen Ansätzen und Perspektiven zu erkennen und diese Erkenntnis sowohl in Analysen und Zielvorstellungen als auch in Gestaltungsoptionen zu übersetzen“, schreiben Novy, Haderer und Kubeczko.

### **Marktperspektive**

Theorien der Marktperspektive erachten Märkte als zentrale Institutionen und Preisrelationen als wirksame Hebel. Wichtige Theorien des Wandels aus einer Marktperspektive sind insbesondere die Umwelt- und Verhaltensökonomik, die Umwelt-, Klima- und Wirtschaftspsychologie sowie die Politische Institutionentheorie und Public Choice. Zentral sind dabei Preissignale, die Konsum- und Investitionsentscheidungen beeinflussen. Preissignale sollen Knappheiten widerspiegeln und zu Kostenwahrheit führen (Verursacherprinzip). Die Marktperspektive fokussiert einerseits auf individuelle Konsum- und Investitionsentscheidungen und andererseits auf die wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen, wie etwa Anreizsysteme. Umweltpolitische Ziele sollen in erster Linie durch Preisanreize erreicht werden.

Als Problem wird gesehen, dass Marktversagen (unvollständige Information, Monopolbildung, Mangel an Kostenwahrheit) zu Fehlallokationen führen kann oder dass die bestehenden Anreize nicht ausreichen, um eine intergenerationell gerechte Allokation von natürlichen Ressourcen herzustellen. Auch können Effizienzsteigerungen durch verschiedene Rebound-Effekte aufgewogen werden. Zentrale Maßnahmen, um Entwicklungen zu beeinflussen, sind in dieser Perspektive Marktregulierungen (z. B. CO<sub>2</sub>-Bepreisung), Ökosteuern, handelbare Emissionszertifikate, aber auch Information, Aufklärung und Bewusstseinsbildung.

### **Innovationsperspektive**

In der Innovationsperspektive steht die Wirkung unterschiedlicher Formen von Innovationen und deren Anwendung auf die soziale und wirtschaftliche Praxis im Vordergrund. Wichtige Theorien des Wandels, die sich an dieser Perspektive orientieren, sind der Mehrebenen-Ansatz, Ansätze zu sozialer Innovation, Strategisches Nischenmanagement und Transitionsmanagement, Regionale Innovationssysteme, Technologische Innovationssysteme, Konversion (Umbau) und Exnovation (bewusstes Abschaffen oder Zurücknehmen von Innovationen). Technologische und nichttechnologische Innovationen haben das Potenzial, Preisstrukturen, Marktstrukturen, Infrastrukturen bis hin zu Akteurskonstellationen, Governancestrukturen, Organisa-

diversity of forms of knowledge and their strengths and weaknesses. “Different perspectives imply different problematizations of climate-relevant social transformations, the selection of structures of climate-friendly living identified as relevant, and associated solution strategies. Dealing with this with the help of multiperspectivity means: recognizing differences, incompatibilities, strengths and weaknesses, similarities and possible productive overlaps between approaches and perspectives and translating this insight into analyses and objectives as well as design options,” write Novy, Haderer and Kubeczko.

### **Market Perspective**

Theories of the market perspective consider markets as central institutions and price relations as central levers. Important theories of change from a market perspective include, in particular, environmental and behavioral economics, environmental, climate and economic psychology, as well as political institutional theory and public choice. Central to this are price signals that influence consumption and investment decisions. Price signals should reflect scarcities and lead to true costs (polluter pays principle); environmental policy goals should be achieved primarily through price incentives. The market perspective focuses on the one hand on individual consumption and investment decisions and on the other hand on the economic policy framework, such as incentive systems.

It is seen as a problem that market failures (incomplete information, monopoly formation, lack of cost truth) can lead to misallocations or that the existing incentives are not sufficient to establish an intergenerationally equitable allocation of natural resources. Efficiency gains may also be offset by various rebound effects. In this perspective, central measures to influence developments are market regulations (e.g. CO<sub>2</sub> pricing), eco-taxes, tradable emission certificates, but also information, education and awareness raising.

### **Innovation Perspective**

The innovation perspective focuses on the impact of different forms of innovation and their application to social and economic practice. Important theories of change guided by this perspective include the multilevel approach, social innovation approaches, strategic niche management and transition management, regional innovation systems, technological innovation systems, conversion (reengineering), and exnovation (deliberate elimination or withdrawal of innovations). Technological and non-technological innovations have the potential to change price structures, market structures, infrastructures, and even actor constellations, governance structures, organizational structures or entire socio-technical production and consumption systems.

tionsstrukturen oder ganze soziotechnische Produktions- und Konsumptionssysteme zu verändern.

Der zentrale Punkt dabei ist es, Innovationen zu ermöglichen. Gestalten bedeutet dabei, Wandel bewusst mittels Innovationen herbeizuführen. Das kann etwa durch das Schaffen und Unterstützen soziotechnischer Nischen oder durch neue Governancestrukturen erfolgen, die koordiniertes Handeln über und zwischen mehreren Verwaltungsebenen ermöglichen und verschiedene Akteursgruppen einbeziehen (zum Beispiel durch Beteiligungsprozesse oder Roadmapping). Ein aktuelles Instrument, um erwünschte Transformationen zu befördern, sind missionsorientierte Forschungs- und Technologieförderprogramme für Systeminnovationen. Als problematisch wird die Trägheit demokratischer Entscheidungsprozesse bei erhöhter Dringlichkeit angesehen.

### **Bereitstellungsperspektive**

Der Bereitstellungsperspektive liegt ein weites Wirtschaftsverständnis zugrunde, wonach Wirtschaften die gemeinsame Organisation der Lebensgrundlagen betrifft. Wichtige Theorien des Wandels, die von der Bereitstellungsperspektive ausgehen, sind Bereitstellungssysteme und Alltagsökonomie, praxistheoretische Ansätze, Lebensformen, umfassendes Klimarisikomanagement, Suffizienz und Resilienz. Diese Perspektive beschränkt sich nicht wie in der Marktperspektive auf die Untersuchung individueller Wahl- bzw. Konsumentscheidungen unter Bedingungen der Knappheit, sondern rückt die gesellschaftliche Bereitstellung und eine Ökonomie des Versorgens ins Zentrum. In der Bereitstellungsperspektive sind Menschen nicht vorrangig autonome Individuen, die Konsumententscheidungen treffen und Lebensstile wählen, sondern soziale und politische Wesen, die in gesellschaftliche und biophysische Zusammenhänge eingebettet sind.

Als soziotechnische Systeme bestehen Bereitstellungssysteme aus physischen (etwa technischen Infrastrukturen oder Lieferketten) und sozialen Elementen (beispielsweise Institutionen, Gesetze, Machtverhältnisse oder kulturelle Normen). Diese sollen so gestaltet werden, dass sie Grundbedürfnisse befriedigen, ohne planetare Grenzen zu überschreiten. Suffiziente und resiliente Praktiken und Lebensformen sollen erleichtert werden. Wichtige Instrumente zur Steuerung von Entwicklungen sind insbesondere die Steuer- und Förderpolitik, die kommunale Bereitstellung, leistbare öffentliche Verkehrsmittel oder Raumordnung.

### **Gesellschafts-Natur-Perspektive**

Theorien in der Gesellschafts-Natur-Perspektive betrachten das Soziale und die (biophysische) Natur nicht als unabhängig voneinander, sondern als eng miteinander verzahnt. Wichtige Theorien des Wandels, die sich an dieser Perspektive orientieren, sind: Soziale und Politische Ökologie, Debatten um Anthropozän und planetare Grenzen; intersektionale Gerechtigkeitsdebatten; Polyanischen Transformationstheorien; Staatstheorien; politische Ökonomie des Wachstumszwangs, Postwachstum und Degrowth sowie „cultural theory“.

The central point here is to enable innovation. Design means consciously bringing about change by means of innovation. This can be done, for example, by creating and supporting sociotechnical niches or through new governance structures that enable coordinated action across and between several administrative levels and involve different groups of actors (for example, through participation processes or roadmapping). Mission-oriented research and technology support programs for system innovations are a current instrument for promoting desired transformations. The inertia of democratic decision-making processes in the face of increased urgency is seen as problematic.

### **Provisioning perspective**

The provisioning perspective is based on a broad understanding of economics, according to which economics concerns the common organization of livelihoods. Important theories of change that take the provisioning perspective as their starting point include provisioning systems and everyday economics, practice-theoretic approaches, ways of life, comprehensive climate risk management, sufficiency, and resilience. This perspective is not limited to examining individual choices or consumption decisions under conditions of scarcity, as in the market perspective, but rather focuses on societal provisioning and an economy of provisioning.

As sociotechnical systems, provisioning systems consist of physical (such as technical infrastructures or supply chains) and social elements (such as institutions, laws, power relations, or cultural norms). These should be designed to meet basic needs without exceeding planetary boundaries. Sufficiency and resilience practices and lifestyles should be facilitated. In the provisioning perspective, people are not primarily autonomous individuals making consumption choices and lifestyle choices, but social and political beings embedded in social and biophysical contexts. Important instruments to steer developments are in particular tax and subsidy policies, e.g. regarding municipal provision, affordable public transport or spatial planning.

### **Society-Nature Perspective**

Theories in the society-nature perspective view the social and (biophysical) nature not as independent of each other, but as closely intertwined. Important theories of change that are guided by this perspective are: Social and Political Ecology, debates around the Anthropocene and planetary boundaries; intersectional justice debates; Polyanian theories of transformation; theories of the state; political economy of the growth imperative, post-growth and degrowth, and “cultural theory.” A central pattern of explanation is the structures of power and domination embedded in human-nature relations-particularly long-term and impactful drivers such as consumptive lifestyles, human-nature dualism,

Ein zentrales Erklärungsmuster sind die Macht- und Herrschaftsstrukturen, die in Mensch-Natur-Beziehungen eingelassen sind – insbesondere langfristige und wirkmächtige Treiber wie etwa die konsumptive Lebensform, der Mensch-Natur-Dualismus, westliche Naturbeherrschung, Kapitalakkumulation, Wachstumszwang, soziale Ungleichheit oder Geschlechterunterschiede. Keine der unter der Gesellschafts-Natur-Perspektive zusammengefassten Theorien geht davon aus, dass sich klimaanfreundliche Strukturen durch koordiniertes Handeln „einfach“ gestalten ließen – vielmehr werden Konflikte und der produktive Umgang mit ihnen als Teil einer Gestaltung der Entwicklung angesehen. Die Stärke dieser Perspektive liegt eher in der Analyse und Beurteilung von Verhältnissen und möglichen Lösungen.

### **Inkompatibilitäten und Synergien**

Den Autor:innen des APCC-Berichts ist bewusst, dass diese Zusammenstellung in vier Betrachtungsperspektiven nicht vollständig ist. Es gibt weitere Theorien des Wandels, die relevant sind, aber aufgrund fehlender personeller Kapazitäten nicht aufgenommen worden seien. Dazu zählen unter anderem systemtheoretische Ansätze, die sozial-ökologische Systeme als komplexe, adaptive Systeme und deren Zusammenspiel begreifen. Als weitere Sichtweisen werden angeführt: ökologische Ökonomie, ökologische Modernisierung, Wertewandel, „urban transitions“ und Umweltbewegungen.

All diese Perspektiven werden jedenfalls als wichtig erachtet: „Wenn bloß von einer Perspektive ausgegangen wird, dann kommen nur bestimmte Problem Diagnosen, Zielhorizonte und Gestaltungsoptionen zur Anwendung“, wird betont. Für die Gestaltung klimafreundlichen Lebens gelte indes: „Wenn mehrere Perspektiven berücksichtigt werden, dann ist die Wahrscheinlichkeit am höchsten, dass Problem Diagnosen, Zielhorizonte und Gestaltungsoptionen differenziert verstanden, Prioritäten informiert gesetzt und Inkompatibilitäten sowie Synergien identifiziert werden können.“ ✖

### **Quelle Source**

*APCC Special Report: Strukturen für ein klimafreundliches Leben (APCC SR Klimafreundliches Leben) [Görg, C., V. Madner, A. Muhar, A. Novy, A. Posch, K. Steinger und E. Aigner (Hrsg.)]. Springer Spektrum: Berlin/Heidelberg*

Western domination of nature, capital accumulation, the growth imperative, social inequality, and gender inequality. None of the theories grouped under the society-nature perspective assumes that climate-unfriendly structures can be “easily” designed through coordinated action—rather, conflict and the productive management of it are seen as part of shaping development. The strength of this perspective lies more in the analysis and assessments of conditions and solutions offered.

### **Incompatibilities and synergies**

The authors of the APCC report are aware that this compilation in four perspectives is not complete. There are other theories of change that are relevant but have not been included due to lack of staff capacity. These include systems theory approaches that conceptualize social-ecological systems as complex, adaptive systems and their interactions. Other perspectives cited are: ecological economics, ecological modernization, changing values, “urban transitions,” and environmental movements.

In any case, all these perspectives are considered important: “If only one perspective is taken as a basis, then only certain problem diagnoses, target horizons and design options are applied,” it is emphasized. For the design of climate-friendly living, however, the following applies: “If several perspectives are taken into account, then it is most likely that problem diagnoses, target horizons and design options can be understood in a differentiated manner, priorities can be set in an informed manner and incompatibilities as well as synergies can be identified”. ✖

Den Wandel  
gestalten  
Shaping  
Transformation

„Transformationen sind immer ein Zusammenspiel zwischen sozialen und technologischen Entwicklungen“

**Die Entwicklungen, die in verschiedenen gesellschaftlichen, politischen und ökonomischen Bereichen ablaufen, führen irgendwann zu so großen Spannungen, dass es zu Systembrüchen kommt. Der Innovationsforscher Matthias Weber im Interview über Möglichkeiten, Transformationsprozesse zu steuern und auf diese Weise Systemzusammenbrüche und Katastrophen zu vermeiden.**

**Wie entstehen Transformationen? Was sind die Anstöße zu einem tiefgreifenden Systemwandel?**

**Matthias Weber:** Wir leben in keinem stabilen Gleichgewichtssystem, sondern alles um uns herum entwickelt sich ständig inkrementell weiter. Diese Art von Entwicklung folgt evolutionären Dynamiken, die aber nicht notwendigerweise zu Strukturbrüchen führen müssen. Zwischen den Trends in verschiedenen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und organisatorischen Bereichen treten aber mit der Zeit Spannungen auf. Wenn diese irgendwann zu groß werden, kann das der Auslöser für eine tiefgreifende Transformation sein. In der Geschichte zeigte sich, dass es häufig neue Technologien sind, die eine Transformation getriggert haben. So waren zum Beispiel die Prozesse, die zur Industriellen Revolution geführt haben, in hohem Ausmaß durch technologische Neuerungen angestoßen, aber immer begleitet von sozialen und ökonomischen Veränderungen.

Neue Technologien haben ein gewisses Veränderungspotenzial, aber sie setzen sich nicht automatisch durch, wenn zum Beispiel die Eigentumsstrukturen oder die Organisation von Unternehmen nicht passen. Es gibt ein Spannungsfeld zwischen dem, was neue Technologien



**MATTHIAS WEBER** ist Head of Center for Innovation Systems and Policy am AIT Austrian Institute of Technology. Nach seinem Studium der Verfahrenstechnik und der Politikwissenschaften erlangte er das Doktorat in Volkswirtschaftslehre. In seiner Forschung setzt er sich mit sozio-technischem Wandel in einer Reihe von thematischen Bereichen sowie mit den Veränderungen von Forschungs- und Innovationsmustern auseinander. Außerdem berät er nationale Regierungen, europäische Institutionen und internationale Organisationen zu Fragen der Forschungs-, Technologie und Innovationspolitik.

Shaping Transformation

“Transformations are always an interplay between social and technological developments”

**MATTHIAS WEBER** is Head of Center for Innovation Systems and Policy at the AIT Austrian Institute of Technology. After studying process engineering and political science, he obtained a doctorate in economics. His research focuses on socio-technical change in a number of thematic areas as well as on changes in research and innovation patterns. He also advises national governments, European institutions and international organizations on research, technology and innovation policy issues.

**The developments taking place in various social, political and economic areas will at some point lead to tensions so great that system breakdowns will occur. Innovation researcher Matthias Weber talks about ways to steer transformation processes and thus avoid system collapses and catastrophes.**

**How do transformations arise? What are the impetuses for profound systemic change?**

**Matthias Weber:** We do not live in a stable equilibrium system, but everything around us is constantly evolving incrementally. This kind of development follows evolutionary dynamics, but these do not necessarily have to lead to structural breaks. However, over time, tensions arise between trends in various social, economic and organizational areas. If these become too great at some point, this can be the trigger for a profound transformation. History has shown that it is often new technologies that have triggered transformation. For example, the processes that led to the Industrial Revolution were to a large extent triggered by technological innovations, but always accompanied by social and economic changes.

New technologies have a certain potential for change, he says, but they do not automatically prevail if, for example, ownership structures or the organization of companies do not fit. There is a tension between what new technologies make possible and what existing structures and institutions allow. Transformations only occur when there

Den Wandel gestalten

ermöglichen, und dem, was existierende Strukturen und Institutionen zulassen. Zu Transformationen kommt es erst dann, wenn es auch Veränderungen der Kulturen und Institutionen in anderen Bereichen als dem ursprünglichen Ausgangsbereich eines Veränderungsprozesses gibt. Das kann dann auch sehr schnell gehen und zum Beispiel zum Zusammenbruch von Unternehmen oder zum Absturz von Ländern führen.

Historisch betrachtet gibt es aber auch Transformationen, die nicht so sehr von der technologischen Seite angestoßen werden, sondern stärker aus gesellschaftlichen oder politischen Spannungsfeldern heraus. Das können zum Beispiel auch geopolitische Spannungsfelder sein, die letztlich besondere Anstrengungen im technologischen Bereich nach sich ziehen. Ein Beispiel: Grundlagenforschung zur Atomenergie gab es auch vorher schon, aber erst mit dem Manhattan-Projekt ab 1942 wurde die Technologie so weit vorangetrieben, dass man zuerst Atombomben und später auch Kraftwerke bauen konnte.

#### **Technologie ist also niemals eine autonome Entwicklungskraft?**

Technologien als Treiber spielt sicher eine wichtige Rolle, es braucht aber ko-evolutionäre Prozesse, damit diese wirksam werden können. Und diese sind davon abhängig, wie man die Bedingungen für die Weiterentwicklung der Technologie gestaltet. Wir sehen derzeit zum Beispiel rasante Entwicklungen bei Künstlicher Intelligenz. Aber es ist nicht vordeterminiert, was daraus werden wird, sondern abhängig von einer Vielzahl gestaltbarer Faktoren, von der Finanzierung über Regularien bis hin zur internationalen Zusammenarbeit. Ein anderes Beispiel ist die Landwirtschaft: Dieser Bereich ist auch, aber nicht ausschließlich technologisch getrieben, sondern sehr stark zum Beispiel durch das Bevölkerungswachstum, durch das es zu Knappheiten an produktiven Agrarflächen kommt. So gut wie alle historischen Beispiele zeigen, dass man Transformationen immer im Zusammenspiel zwischen sozialen und technologischen Entwicklungen sehen muss. Was davon in welcher Gewichtung hineinspielt, hängt vom konkreten Einzelfall ab.

#### **Welche Dynamik haben Transformationsprozesse typischerweise?**

Wenn die Spannungen zwischen verschiedenen Bereichen steigen, ist irgendwann der Punkt erreicht, an dem es zu Konflikten kommt, die zu massiven Dysfunktionalitäten (wie der langsamen Paralyse von Verkehrssystemen) oder sogar zu Systemzusammenbrüchen (wie dem Zusammenbruch der sozialen Ordnung in Kriegen und Bürgerkriegen) führen können. Oder aber es werden besondere Anstrengungen unternommen, um bewusst und vorausschauend

are also changes in cultures and institutions in areas other than the original starting area of a change process. This can then also happen very quickly and lead, for example, to the collapse of companies or the crash of countries.

Historically, however, there have also been transformations that are not so much triggered by the technological side, but more strongly by social or political areas of tension. These can also be geopolitical areas of tension, for example, which ultimately lead to special efforts in the technological field. For example, basic research into atomic energy had already been carried out, but it was not until the Manhattan Project in 1942 that the technology was advanced to the point where it was possible to build atomic bombs and later power plants.

#### **So technology is never an autonomous force for development?**

Technologies as drivers certainly play an important role, but co-evolutionary processes are needed for them to become effective. And these depend on how one shapes the conditions for the further development of the technology. We are currently seeing rapid developments in artificial intelligence, for example. But what will become of it is not pre-determined; it depends on a variety of factors that can be shaped, from funding to regulations to international cooperation. Another example is agriculture: This sector is also, but not exclusively, technologically driven, but very much so, for example, by population growth, which leads to shortages of productive agricultural land. Almost all historical examples show that transformations must always be seen in the interplay between social and technological developments. Which of these plays a role, and in what weighting, depends on the specific individual case.

#### **What dynamics do transformation processes typically have?**

When tensions between different areas increase, at some point the point is reached where conflicts arise that can lead to massive dysfunktionalitäten (such as the slow paralysis of transport systems) or even to system breakdowns (such as the breakdown of social order in wars and civil strife). Alternatively, special efforts are made to deliberately and proactively bring about systemic change that prevents this from happening. An example: If the environmental impact of our energy and consumption system becomes so high that, for example, the air is so polluted that this has health consequences or even destroys our livelihoods, then a point is reached where conventional measures such as improving components or

einen Systemwandel herbeizuführen, der dies verhindert. Ein Beispiel: Wenn die Umweltbelastung durch unser Energie- und Konsumsystem so hoch werden, dass zum Beispiel die Luft so stark verschmutzt ist, dass dies gesundheitliche Folgen hat oder sogar unsere Lebensgrundlagen zerstört werden, dann ist ein Punkt erreicht, wo herkömmliche Maßnahmen wie etwa die Verbesserung von Komponenten oder die Erhöhung der Effizienz nicht mehr ausreichen und irgendwann auch nicht mehr hinreichend wirksam sind. Dann müssen vielmehr strukturelle und umfassende Veränderungen erzielt werden.

#### **Wie kann man solche transformativen Veränderungen, die einen Systemkollaps verhindern, erzielen?**

Da gibt es zwei Denkschulen: Die einen – ich nenne sie mal die Katastrophentheoretiker – meinen, dass man erst einen Systemkollaps oder massive Systemstörungen erleiden muss, bevor es die Bereitschaft gibt, tatsächlich strukturelle Veränderungen zuzulassen. Andere wiederum meinen, dass wir so vorausschauend sein müssen, dass wir unsere Systeme rechtzeitig strukturell und institutionell so anpassen, dass die Dysfunktionalitäten oder gar Systemzusammenbrüche erst gar nicht auftreten. So wird insbesondere in der Literatur zu Sustainability Transitions argumentiert: dass wir als Gesellschaft dazu in der Lage sein und uns bemühen sollten, sanfte Transformationsprozesse so zu gestalten, dass katastrophenähnliche Konsequenzen vermieden werden.

#### **Dazu ist es erst einmal erforderlich, zu erkennen, dass kritische Spannungen auftreten. Wie macht man dies?**

Dafür gibt es gute Methoden. Man kann auf Basis von Zeitreihen und von Systembeobachtung bestimmter dynamischer Verhaltensweisen wissenschaftlich erkennen, dass man sich einem kritischen Zustand nähert. Wachsende Diskrepanzen wie zum Beispiel soziale Ungleichheit können ein Frühindikator für Systemkrisen sein. Nicht ganz so einfach ist es freilich, sogenannte „weak signals“ richtig zu deuten, also Veränderungen, die erst in Ansätzen zu erkennen sind. Man sieht erst einmal Anzeichen für Entwicklungen, die vielleicht eine gewisse Dynamik entfalten könnten. Dann stellen sich viele Fragen: Ist man in der Lage, aus „weak signals“ plausible Pfade zu entwickeln, die mehr sind als nur naive technologische Projektionen und Visionen? Welche von den zehntausenden „weak signals“ haben das Potenzial, zu mehr zu werden? Denn es gibt so viele Möglichkeiten, dass eine anfangs dynamische Entwicklung abschmiert und ein Hype wieder in sich zusammenbricht. Häufig steht am Anfang eine optimistische technologische Vision. Darauf aufbauend kann man versuchen zu antizipieren,

increasing efficiency are no longer sufficient and, at some point, no longer sufficiently effective. Instead, structural and comprehensive changes must then be achieved..

#### **How can such transformative changes that prevent systemic collapse be achieved?**

There are two schools of thought on this: Some – I’ll call them the catastrophe theorists – think that you have to suffer a system collapse or massive system dysfunction before there is a willingness to actually allow structural change. Others think that we need to be so forward-looking that we make timely structural and institutional adjustments to our systems so that the dysfunctionalities or even system collapses do not occur in the first place. This is how the literature on Sustainability Transitions in particular argues: that we as a society should be able to, and should strive to, shape smooth transformation processes in a way that avoids catastrophe-like consequences.

#### **To do this, it is first necessary to recognize that critical stresses occur. How does one do this?**

There are good methods for this. One can scientifically recognize that one is approaching a critical state on the basis of time series and of system observation of certain dynamic behaviors. Growing discrepancies such as social inequality can be an early indicator of systemic crises. However, it is not quite so easy to correctly interpret so-called “weak signals,” i.e., changes that are only beginning to be recognized. First, one sees signs of developments that could perhaps develop a certain momentum. Then many questions arise: Is it possible to develop plausible paths from “weak signals” that are more than just naïve technological projections and visions? Which of the tens of thousands of “weak signals” have the potential to become more? Because there are so many possibilities for an initially dynamic development to smear and a hype to collapse again. Often there is an optimistic technological vision at the beginning. Based on this, one can try to anticipate which social, economic and political framings are necessary so that a technology can actually be used more widely and whether this development would then also be socially desirable.

This analysis is important for transformation processes because it also opens up options for applications that have not yet been fully understood. One prerequisite for being able to influence a development is that there is a sufficiently large

welche sozialen, ökonomischen und politischen Framings nötig sind, damit eine Technologie tatsächlich breiter eingesetzt werden kann und ob diese Entwicklung dann auch gesellschaftlich wünschenswert wäre.

Diese Analyse ist wichtig für Transformationsprozesse, weil sich daraus auch Optionen für Anwendungen, die man noch gar nicht richtig verstanden hat, ergeben. Eine Voraussetzung dafür, eine Entwicklung beeinflussen zu können, ist, dass es eine hinlänglich große Anzahl an Handlungsoptionen gibt, die man im Sinne einer Transformation nutzen kann.

Eine andere Frage ist, wie eine Entwicklung in der Gesellschaft wahrgenommen wird: Besteht überhaupt die Möglichkeit, einen so hohen Handlungsdruck zu erzeugen, dass tatsächlich etwas getan wird? Ein gutes Beispiel dafür ist die Klimaproblematik: In Form des UN-Weltklimarats IPCC wurde eine globale Institution geschaffen, die einen Handlungsdruck aufgebaut hat, der zu global abgestimmten Maßnahmen geführt hat – wobei man natürlich über deren Reichweite und Qualität streiten kann und es unklar ist, ob diese umgesetzt werden und ausreichen, um den Klimawandel einzudämmen. In anderen Bereichen ist das schwieriger oder inexistent – etwa wenn es um die Regulierung von Künstlicher Intelligenz (KI) geht: Diese Technologie hat sicherlich transformatives Potenzial in einem breiten Spektrum von Anwendungsbereichen, die Frage ist, ob wir auch dafür eine Art globales Regime brauchen, das Standards setzt und sich über bedrohliche Szenarien austauscht – als eine Art Frühwarnsystem für Konflikte, vielleicht ähnlich wie bei Nuklearwaffen.

**Welche dynamischen Prozesse laufen an und nach den Kippunkten ab, wenn viele Bereiche wie etwa soziale, technologische, wirtschaftliche oder geopolitisch Entwicklungen zusammenwirken?**

Da sind wir auf jeden Fall im Bereich komplexer Systeme, in denen nicht-lineare Dynamiken auftreten, auf deren Grundlage es zu Selbstverstärkungsprozessen kommen kann, die auch in Konfliktsituationen enden können – bis hin zu militärischen Konflikten. Diese Dynamik zu verstehen ist sehr wichtig. In jüngster Zeit sehen wir dabei eine Tendenz, dass man weggeht von der isolierten Betrachtung einzelner Bereiche wie z.B. von einzelnen Umweltsystemen (Atmosphäre, Wasserkreislauf etc.) und zunehmend die Verknüpfung mit anderen Systemen samt der dabei auftretenden Dynamiken untersucht, aber auch auf die Governance-Dynamiken schaut, die verhindern oder ermöglichen, dass man mit gekoppelten geophysikalischen und sozio-ökonomischen Phänomenen klar kommt. Man geht also weg von einer Teilsystem-Betrachtung hin zu einer integrativeren Betrachtung des Gesamtsystems; was

number of options for action that can be used in the sense of a transformation.

Another question is how a development is perceived in society: Is there even the possibility of creating such a high pressure to act that something is actually done? A good example of this is the climate issue: In the form of the UN Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), a global institution has been created that has built up a pressure to act that has led to globally agreed measures – although, of course, one can argue about their scope and quality, and it is unclear whether they will be implemented and whether they will be sufficient to curb climate change. In other areas, this is more difficult or non-existent – for example, when it comes to regulating artificial intelligence (AI): this technology certainly has transformative potential in a wide range of application areas, the question is whether we also need some kind of global regime for this that sets standards and exchanges information about threatening scenarios – as a kind of early warning system for conflicts, perhaps similar to nuclear weapons.

**What dynamic processes occur at and after tipping points when many areas interact, such as social, technological, economic, or geopolitical developments?**

In any case, we are in the area of complex systems in which non-linear dynamics occur, on the basis of which self-reinforcement processes can occur, which can also end in conflict situations – up to and including military conflicts. Understanding this dynamic is very important. Recently, we have seen a tendency to move away from looking at individual areas in isolation, such as individual environmental systems (atmosphere, water cycle, etc.), and to increasingly look at the linkages with other systems, including the dynamics that occur, but also to look at the governance dynamics that prevent or enable one to deal with coupled geophysical and socio-economic phenomena. Thus, one moves away from a subsystem view to a more integrative view of the whole system; something that has only become possible, for example, through powerful simulation techniques. In such a multi-perspective view, one observes the dynamics both in the sub-areas and in their interaction. This is the prerequisite for dealing with the non-linear dynamics that take place between the subsystems. Governance is the task of accompanying and framing this interaction to such an extent that the development as a whole moves in a desirable direction. Only on the



beispielsweise erst durch leistungsfähige Simulationstechniken möglich geworden ist. In einer solchen multiperspektivischen Betrachtung beobachtet man die Dynamiken sowohl in den Teilbereichen als auch in ihrem Zusammenwirken. Das ist die Voraussetzung dafür, um mit den nicht-linearen Dynamiken, die zwischen den Teilsystemen ablaufen, umzugehen. Governance ist die Aufgabe, dieses Zusammenspiel so weit zu begleiten und zu framen, damit die Entwicklung insgesamt in eine wünschenswerte Richtung geht. Erst auf der Grundlage eines solchen komplexen Verständnisses von Systemdynamiken sind gezielte Interventionen möglich.

### Kann man Transformationsprozesse unter Kontrolle halten?

Nein, man kann Transformationsprozesse nicht unter Kontrolle halten, jedenfalls nicht im engeren Sinne einer detaillierten Steuerung. Aber man kann gewisse Leitplanken definieren, innerhalb derer Raum für selbstorganisierende Prozesse bleibt. In gewisser Weise will man Transformationsprozesse gar nicht unter Kontrolle halten, weil durch sie ja auch neue Potenziale entstehen – wie zum Beispiel bei KI oder synthetischer Biologie. Der finnische Innovationsforscher Ilkka Tuomi spricht in diesem Zusammenhang von „ontological expansion“: Damit bezeichnet er den Vorgang, dass wir erst durch neue Erkenntnisse und Erfahrungen in die Lage kommen, uns neue Möglichkeitsräume vorzustellen: Am Anfang einer Entwicklung wissen wir noch nicht, was passieren könnte. Wir müssen zuerst das Vorstellungsvermögen dafür entwickeln.

Eine zentrale Frage ist: Wie früh oder wie spät will man in einen Transformationsprozess eingreifen? Einerseits will man Innovationspotenziale nutzen, andererseits stehen dem zum Beispiel wichtige ethische Fragestellungen entgegen. Eng damit zusammen hängt das „Collingridge-Dilemma“: Der britische Technikforscher David Collingridge beschrieb damit die Schwierigkeit, dass der Beginn einer neuen technologischen Entwicklung einer so hohen Ungewissheit unterliegt, dass man noch nicht absehen kann, welche Auswirkungen diese haben kann. Wenn man sehr früh versucht, eine Entwicklung mit Leitplanken einzugrenzen bzw. zu regulieren, riskiert man, dass man viele Möglichkeiten und Optionen beschneidet und gar nicht erst zulässt. Wenn man das sehr spät macht, hat man zwar besser verstanden, was da eigentlich passiert, und kann die Auswirkungen besser abschätzen und bewerten – aber dann ist die Technologie schon so weit fortgeschritten und umgesetzt, dass man nicht mehr so viele Gestaltungsmöglichkeiten hat.

basis of such a complex understanding of system dynamics are targeted interventions possible.

### Is it possible to keep transformation processes under control?

No, you cannot keep transformation processes under control, at least not in the narrow sense of detailed control. But you can define certain guard rails within which there is room for self-organizing processes. In a certain sense, we don't want to keep transformation processes under control at all, because they also create new potential – as in the case of AI or synthetic biology, for example. In this context, the Finnish innovation researcher Ilkka Tuomi speaks of “ontological expansion”: This is the term he uses to describe the process whereby we are only able to imagine new spaces of possibility as a result of new knowledge and experience: At the beginning of a development, we do not yet know what might happen. We first have to develop the ability to imagine it.

A central question is: How early or how late does one want to intervene in a transformation process? On the one hand, we want to exploit the potential for innovation, but on the other hand, there are important ethical issues that stand in the way. Closely related to this is the “Collingridge dilemma”: The British technology researcher David Collingridge used this term to describe the difficulty that the start of a new technological development is subject to such a high degree of uncertainty that it is not yet possible to foresee what effects it may have. If you try to limit or regulate a development with guard rails at a very early stage, you risk limiting many possibilities and options and not allowing them in the first place. If you do this very late, you may have a better understanding of what is actually happening and can better assess and evaluate the effects – but by then the technology is already so far advanced and implemented that you no longer have so many options for shaping it.

## Was kann man als Gesellschaft tun, um Transformationsprozesse dennoch gestalten zu können?

Man kann eben versuchen, gewisse Leitplanken zu definieren und die Entwicklung innerhalb dieser Leitplanken zu halten. Da gibt es grundsätzlich zwei Zugänge: Wenn man von der Illusion ausgeht, dass man Transformationsprozesse gezielt steuern kann, braucht man eine klare Vision und versucht, daraus Strategien zu entwickeln: Das ist der planerische Zugang. Beim anderen Zugang lässt man mehr Spielraum für Dinge, die während der Transformation entstehen – man versucht aber Reflexivität zu schaffen, mit deren Hilfe man das, was entsteht, auch hinterfragen und dann gegebenenfalls adaptiv nachjustieren kann.

Diese beiden Zugänge spiegeln sich auch in sehr unterschiedlichen Vorstellungen von Governance wider: in einem klassischen Staatsverständnis mit einer – vermeintlich – klaren und festgefügt Zukunftsvorstellung, die man mit Roadmaps, Fünfjahresplänen usw. umsetzen will. Oder in einem offenen, adaptiven Vorgehen, bei dem man Ungewissheit akzeptiert und sowohl der Weg als auch die Ziele flexibel gestaltet und laufend adaptiert werden, ohne dabei die übergeordneten gesellschaftlichen Ziele und Orientierungen aus den Augen zu verlieren – René Kemp, Innovationsforscher an der Maastricht University, bezeichnet diesen Weg als „goal oriented modulation“.

In der Praxis liegen die Leitplanken meist zwischen diesen beiden Extremen. Als Gesellschaft muss man sich jedenfalls überlegen, was man will. Das ist – zumindest bei uns in Europa, wo es keinen allmächtigen Diktator gibt, der zentrale staatliche Kontrolle ausübt – ein Verhandlungsprozess zwischen unterschiedlichen Interessen, unterschiedlichen Positionen und unterschiedlichen Werthaltungen. In einem demokratisch-diskursiv durchgeführten Prozess sollten unterschiedlichste Akteure eingebunden werden, damit die kollektive Strategie dann von einem wesentlichen Teil der Stakeholder mitgetragen wird. So ein partizipativer Prozess hat zwar den Nachteil, dass es unter Umständen länger dauert, bis eine Entscheidung getroffen wird, aber in manchen Fällen ist die vielleicht etwas zögerliche und konsensorientierte Herangehensweise, die man in Europa häufig verfolgt, durchaus wirksam: Die Datenschutzgrundverordnung ist so ein Beispiel. Man kann über sie durchaus meckern, aber sie hat weltweit Standards gesetzt, auch weil es noch ein regulatives Vakuum gab, das die DSGVO noch rechtzeitig füllen konnte.

## What can we do as a society to nevertheless be able to shape transformation processes?

You can try to define certain guard rails and keep development within these guard rails. There are basically two approaches: If you start from the illusion that you can control transformation processes in a targeted manner, you need a clear vision and try to develop strategies from it: This is the planning approach. The other approach leaves more room for things that emerge during the transformation process – but tries to create reflexivity, with the help of which one can also question what emerges and then adaptively readjust it if necessary.

These two approaches are also reflected in very different ideas of governance: in a classic understanding of the state with a – supposedly – clear and fixed vision of the future, which one wants to implement with roadmaps, five-year plans, and so on. Or in an open, adaptive approach in which one accepts uncertainty and both the path and the goals are flexibly designed and continuously adapted without losing sight of the overarching societal goals and orientations – René Kemp, innovation researcher at Maastricht University, calls this path “goal-oriented modulation.”

In practice, the guard rails usually lie between these two extremes. In any case, as a society, you have to think about what you want. This is – at least here in Europe, where there is no omnipotent dictator exercising central state control – a process of negotiation between different interests, different positions and different values. In a democratic, discursive process, a wide variety of actors should be involved so that the collective strategy is then supported by a substantial part of the stakeholders. Such a participatory process does have the disadvantage that it may take longer to reach a decision, but in some cases the perhaps somewhat hesitant and consensus-oriented approach often taken in Europe is quite effective: The General Data Protection Regulation is one such example. You can certainly grumble about it, but it has set standards worldwide, partly because there was still a regulatory vacuum that the GDPR was able to fill in time.

### **Ist es eine staatliche Aufgabe, solche Leitplanken zu definieren?**

Nein, nicht unbedingt. Aber es ist die Aufgabe des Staates, dafür zu sorgen, dass Leitplanken definiert und gewisse Pflöcke eingeschlagen werden. Inwieweit die Definitionsmacht über diese Leitplanken dann an Stakeholder delegiert wird, ist eine Frage des politischen Systems und der politischen Kultur. Die Leitplanken sollten jedenfalls nicht in Stein gemeißelt sein, sondern auf der Grundlage neuer Erkenntnisse und gesammelter Erfahrungen angepasst werden können. Man braucht bei solchen Systemtransformationen ein Monitoring, um anhand neuer Erkenntnisse zur Problemsituation und zu möglichen Lösungen lernen und nachjustieren zu können.

### **Kann man den Verlauf von Transformationsprozessen modellieren und auf diese Weise Vorhersagen über die künftige Entwicklung treffen?**

Zur Modellierung gibt es viele Möglichkeiten, die die Vielschichtigkeit mehr oder weniger widerspiegeln, durch die Transformationsprozesse charakterisiert sind. Man kann sich zum Beispiel nur die technologische Performance von Lösungen anschauen und historische Regelmäßigkeiten in die Zukunft fortschreiben – das funktioniert zum Beispiel bei Moore's Law (zunehmende Miniaturisierung von Halbleitern; Anm.) ganz gut, wobei dabei Mechanismen sich selbst erfüllender Prophezeiungen mitwirken. Wenn man wirtschaftliche Überlegungen einbeziehen will oder die Tatsache, dass unterschiedliche Akteure unterschiedliche Strategien verfolgen, dann nutzt man besser Agenten-basierte Modelle. Man kann damit auch Komplexitätsphänomene wie Emergenz – etwa die Entstehung neuer Spielregeln oder Institutionen – abbilden. Allerdings gibt es bei Modellierungen immer einen Trade-off: Je umfassender ein Modell ist, umso abstrakter sind in der Regel die Ergebnisse. Mit einem vielschichtigen Modell kann man zwar die Realität adäquater abbilden und dadurch Phänomene vielleicht besser verstehen – aber umso weniger konkret sind die Ergebnisse. Handlungsanleitung kann man davon eher nicht erwarten. Man kann die Welt nicht in allen ihren Ziselierungen vorausberechnen. ✘

### **Is it a governmental task to define such guardrails?**

No, not necessarily. But it is the task of the state to ensure that guard rails are defined and certain stakes are driven in. The extent to which the power to define these guard rails is then delegated to stakeholders is a question of the political system and the political culture. In any case, the guard rails should not be set in stone, but should be adaptable on the basis of new insights and accumulated experience. Such system transformations require monitoring in order to be able to learn and readjust on the basis of new insights into the problem situation and possible solutions.

### **Is it possible to model the course of transformation processes and in this way make predictions about future development?**

There are many options for modeling that more or less reflect the complexity that characterizes transformation processes. For example, one can look only at the technological performance of solutions and extrapolate historical regularities into the future – this works quite well for Moore's Law (increasing miniaturization of semiconductors; note), for example, with mechanisms of self-fulfilling prophecies involved. If you want to include economic considerations or the fact that different actors pursue different strategies, then it is better to use agent-based models. They can also be used to model complexity phenomena such as emergence – for example, the emergence of new rules of the game or institutions. However, there is always a trade-off in modeling: the more comprehensive a model is, the more abstract the results tend to be. A multi-layered model may be able to depict reality more adequately and thus perhaps understand phenomena better, but the less concrete the results. One cannot expect instructions for action from it. One cannot predict the world in all its chiselings. ✘

## Soziale Kippunkte für die „grüne“ Transformation nutzen

**Komplexe Systeme können an bestimmten Punkten einer Entwicklung plötzlich in einen ganz anderen Zustand übergehen. Dieses Phänomen wollen manche Forscher:innen gezielt für den Übergang zu einer nachhaltigeren Gesellschaft nutzen.**

Viele komplexe Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie lange Zeit stabil und resilient gegenüber Störungen von außen sind, dass sie aber an gewissen Punkten rasch in andere Zustände übergehen können – dass sie also „umkippen“. Diese Punkte, an denen dynamische Systeme plötzlich nicht-lineares Verhalten zeigen, werden folglich „Kippunkte“ (tipping points) genannt, an denen eine kleine Veränderung einen abrupten Wandel auslöst. Dies geschieht typischerweise über sich selbst verstärkende positive Rückkopplungsmechanismen.

Laut einer geläufigen Definition, die auf den britischen Klimaforscher Timothy Lenton zurückgeht, ist ein Kippunkt ein kritischer Grenzwert, an dem eine kleine zusätzliche quantitative Veränderung zu einer qualitativen Veränderung im System führen kann. Die Reaktion hängt davon ab, ob sich der aktuelle Zustand des Systems in der Nähe des kritischen Grenzwerts befindet. In der Praxis ist es meist schwierig festzustellen, wo genau dieser kritische Grenzwert liegt bzw. wie weit man davon entfernt ist.

Viel untersucht werden solche positiven Rückkopplungen bzw. Kippunkte derzeit im Klimasystem: So führt etwa ein großflächiges Schmelzen von Meereis dazu, dass weniger Sonnenstrahlung in den Weltraum zurückreflektiert wird – dadurch wird die Erderwärmung weiter beschleunigt. Ein anderes Beispiel ist das Auftauen des Permafrost-Bodens im Hohen Norden, wodurch im Boden gebundenes Methan freigesetzt wird, das seinerseits ein hochwirksames Treibhausgas ist und die Erderwärmung weiter angeheizt. Ab einem gewissen Punkt verläuft die weitere Entwicklung unaufhaltsam. Mit einer Bezifferung dieser Kippunkte tut sich die Wissenschaft sehr schwer. In der Praxis hat sich vor einiger Zeit das Konzept der „planetaren Grenzen“ (planetary boundaries) durchgesetzt, in dem versucht wird, „sichere Bereiche“ in Sektoren wie Treibhausgase, Süßwasser, Luftverschmutzung oder Artenvielfalt zu definieren, in denen man jedenfalls unterhalb von kritischen Grenzwerten liegt.

## Social tipping points for the “green” transformation

**Complex systems can suddenly change to a completely different state at certain points in a development. Some researchers want to use this phenomenon specifically for the transition to a more sustainable society.**

Many complex systems are characterized by the fact that they are stable and resilient to external disturbances for a long time, but that at certain points they can rapidly change into other states – that is, they “tip over”. These points at which dynamical systems suddenly exhibit non-linear behavior are consequently called “tipping points”, where a small change triggers an abrupt transformation. This typically occurs via self-reinforcing positive feedback mechanisms.

According to a common definition, originating with British climatologist Timothy Lenton, a tipping point is a critical threshold at which a small additional quantitative change can lead to a qualitative change in the system. The response depends on whether the current state of the system is near the critical threshold. In practice, it is usually difficult to determine exactly where this critical limit lies or how far away from it one is.

Much research is currently being done on such positive feedbacks or tipping points in the climate system: for example, large-scale melting of sea ice causes less solar radiation to be reflected back into space – further accelerating global warming. Another example is the thawing of permafrost in the Far North, which releases methane trapped in the soil, which in turn is a highly potent greenhouse gas and further fuels global warming. After a certain point, further development is unstoppable. Scientists have great difficulty in quantifying these tipping points. In practice, the concept of “planetary boundaries” gained acceptance some time ago, in which attempts are made to define “safe areas” in sectors such as greenhouse gases, freshwater, air pollution or biodiversity, in which one is in any case below critical limits.

### Gesellschaftliche Umbrüche

Auch soziale Systeme sind von Kipppunkten geprägt. Als Beispiel dafür wird in der Literatur immer wieder der Arabische Frühling genannt, bei dem sich eine Gemengelage verschiedener Faktoren wie etwa Missernten, steigende Lebensmittelpreise und wachsende Unzufriedenheit mit der politischen Führung immer weiter aufschaukelte, bis Aufstände losbrachen, die sich in den betroffenen Gesellschaften rasch ausbreiteten und diese veränderten. Ein anderes Beispiel ist die rasche Verbreitung der Ideen von Martin Luther durch die neu verfügbare Drucktechnik, die zur Gründung protestantischer Kirchen und jahrhundertelangen Auseinandersetzungen führte. Aus dem Bereich der Energiepolitik werden als weiteres Beispiel Subventionen für erneuerbare Energie genannt, die zu einer erheblichen Systemreaktion in Form eines sich gegenseitig verstärkenden Marktwachstums und einer exponentiellen Verbilligung der Technologien geführt haben.

### Gezielte Veränderung von Rahmenbedingungen

In den Augen vieler Expert:innen könnte diese Dynamik gezielt für die Verminderung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und die Anpassung an den Klimawandel genutzt werden. Der Grundgedanke: Soziale Kipppunkte können in der Regel dann erreicht werden, wenn die Randbedingungen in eine Richtung gezwungen werden, die positive Rückkopplungen verstärkt und/oder negative Rückkopplungen abschwächt, heißt es im Abschlussbericht eines Expert:innen-Workshops, den das Institut für Angewandte Systemanalyse (IIASA) im Vorjahr durchführte. Als positive Rückkopplungseffekte werden dabei u. a. Lernkurven und Skaleneffekte angesehen, aber auch Veränderungen von Normen oder selbsterfüllende Überzeugungen. Obwohl solche Prozesse anfangs noch umkehrbar sind, könnten sie im Laufe der Zeit irreversibel werden, wenn neue Rückkopplungen auftreten. So ist es z. B. für die Politik schwierig, die Unterstützung für einen neuen Technologiesektor rückgängig zu machen, sobald sich ein Markt dafür etabliert hat. Wichtige Effekte – auch zur Überwindung von Pfadabhängigkeiten – sind dabei insbesondere ein Wandel der öffentlichen Meinung oder verstärkten Aktivismus.

### Bereiche für Interventionen

Eine internationale Forscher:innengruppe um Ilona M. Otto, die seit dem Jahr 2020 Professorin für Gesellschaftliche Auswirkungen des Klimawandels am Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel der Universität Graz ist, hat vor einigen Jahren versucht, eine Liste von Bereichen zu erstellen, in denen Kippeffekte durch Interventionen gezielt angestoßen werden könnten, um durch Kaskadeneffekte in Gesellschaften, Institutionen und Wirtschaftssystemen beschleunigte Klimaschutzmaßnahmen auszulösen.

### Social upheavals

Social systems are also characterized by tipping points. As an example of this, the literature repeatedly cites the Arab Spring, in which a mix of factors, such as crop failures, rising food prices and growing dissatisfaction with political leadership, built up until uprisings broke out, rapidly spreading through and transforming the societies affected. Another example is the rapid spread of Martin Luther's ideas through newly available printing technology, which led to the establishment of Protestant churches and centuries of controversy. From the field of energy policy, another example is subsidies for renewable energy, which led to a significant system response in the form of mutually reinforcing market growth and exponential cheapening of technologies.

### Targeted change of framework conditions

In the eyes of many experts, this dynamic could be used specifically to reduce CO<sub>2</sub> emissions and adapt to climate change. The basic idea is that social tipping points can usually be reached if the boundary conditions are forced in a direction that strengthens positive feedbacks and/or weakens negative feedbacks, according to the final report of an expert workshop conducted by the Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) last year. Positive feedback effects include learning curves and economies of scale, but also changes in norms or self-fulfilling beliefs. Although such processes are initially reversible, they could become irreversible over time as new feedbacks emerge. For example, it is difficult for policymakers to reverse support for a new technology sector once a market for it has become established. Important effects here – also for overcoming path dependencies – are in particular a change in public opinion or increased activism.

### Areas for intervention

An international group of researchers led by Ilona M. Otto, who has been Professor of Social Impacts of Climate Change at the Wegener Center for Climate and Global Change at the University of Graz since 2020, attempted a few years ago to draw up a list of areas in which tipping effects could be specifically triggered by interventions in order to trigger accelerated climate protection measures through cascading effects in societies, institutions and economic systems.

Die Forschenden baten Expert:innen aus aller Welt um Vorschläge, destillierten daraus eine Liste von zwölf Elementen und kamen am Ende zu sechs Bereichen, in denen Interventionen nichtlineare Veränderungsdynamik im Sinne des Klimaschutzes auslösen könnten – und zwar in absehbarer Zeit und kompatibel mit den Nachhaltigen Entwicklungszielen. Dies sechs sozialen Kippelemente sind (im Folgenden zitiert nach S. Eker und Ch. Wilson, 2022):

- **Energieerzeugung und -speicherung:** Die Erhöhung des relativen Preises sauberer Energietechnologien durch Subventionsprogramme und dezentrale Produktion kann verstärkende Rückkopplungsmechanismen im Energiesystem für einen schnellen Übergang zu sauberen Technologien auslösen.
- **Menschliche Siedlungen:** Die Entscheidung für saubere Technologien in neuen städtischen Infrastrukturen löst sowohl Kostensenkungen als auch das Interesse der Verbraucher an Umwelttechnologien aus und kann zu einer raschen Dekarbonisierung führen.
- **Finanzmärkte:** Desinvestitionen im Bereich fossiler Brennstoffe können Investoren die Risiken kohlenstoffintensiver Anlagen vor Augen führen und eine Verlagerung der finanziellen Unterstützung von fossilen Brennstoffen auf saubere Technologien bewirken.
- **Normen und Wertesysteme:** Der Einsatz einer kleinen Gruppe von Vordenker:innen kann dazu führen, dass ein großer Teil der Bevölkerung den unmoralischen Charakter fossiler Brennstoffe erkennt, was zu einem Wandel der Normen und Werte führt und den Druck auf die politischen Entscheidungsträger:innen erhöht, die Nutzung fossiler Brennstoffe einzuschränken.
- **Bildungssystem:** Die Behandlung der Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels in den Lehrplänen an Schulen führt zu einer Steigerung des öffentlichen Wissens und Bewusstseins, was ein nachhaltiges und breites Engagement für den Klimaschutz auslösen kann.
- **Rückkopplung von Informationen:** Sowohl im Bereich des öffentlichen Konsums als auch auf den Finanzmärkten kann die Offenlegung von Informationen über CO<sub>2</sub>-Emissionen rasche Verhaltensänderungen auslösen. Es ist davon auszugehen, dass die Offenlegung von Informationen durch Unternehmen den Anlegern die Risiken von kohlenstoffintensiven Anlagen bewusst machen. Die Offenlegung von Informationen über Verbraucherprodukte kann ein breites Engagement für den Klimaschutz und eine Änderung des Lebensstils bewirken.

The researchers asked experts from around the world for suggestions, distilled them into a list of twelve elements, and ultimately came up with six areas in which interventions could trigger non-linear change dynamics in the sense of climate protection – in the foreseeable future and compatible with the Sustainable Development Goals. These six social tipping elements are (hereafter cited from S. Eker and Ch. Wilson, 2022):

- **Energy production and storage:** Increasing the relative price of clean energy technologies through subsidy programs and decentralized production can trigger reinforcing feedback mechanisms in the energy system for a rapid transition to clean technologies.
- **Human settlements:** The choice of clean technologies in new urban infrastructure triggers both cost reductions and consumer interest in environmental technologies and can lead to rapid decarbonization.
- **Financial markets:** Fossil fuel divestment can expose investors to the risks of carbon-intensive assets and cause a shift in financial support from fossil fuels to clean technologies.
- **Norms and value systems:** Engaging a small group of thought leaders can lead to a large segment of the population recognizing the immoral nature of fossil fuels, leading to a shift in norms and values and increasing pressure on policymakers to limit fossil fuel use.
- **Education system:** Addressing the causes and impacts of climate change in school curricula leads to an increase in public knowledge and awareness, which can trigger sustained and widespread commitment to climate action.
- **Feedback of information:** In both public consumption and financial markets, disclosure of information about CO<sub>2</sub> emissions can trigger rapid changes in behavior. Information disclosure by companies is likely to make investors aware of the risks of carbon-intensive investments. Disclosure of information about consumer products can generate widespread commitment to climate action and lifestyle change.

Diese Liste wurde schon von anderen Forschungsgruppen aufgegriffen und weiterentwickelt. So etwa bei dem bereits angesprochenen Workshop am IIASA, bei dem die Beziehungen zwischen den sechs Bereichen untersucht und dabei sowohl positive als auch negative Rückkopplungen festgestellt wurden. Auf dieser Basis soll nun in einem nächsten Schritt ein formalisiertes systemdynamisches Modell zur Simulation vernetzter sozialer Kippprozesse konstruiert werden, um die künftige Dynamik von Interventionen auch quantitativ abschätzen zu können.

Damit begonnen hat bereits eine Forscher:innengruppe um Frances C. Moore (University of California). Mit den erstellten Modellen konnte bereits bewiesen werden, dass emissionsarme Pfade, die mit den Zielen des Pariser Abkommens übereinstimmen, durch eine positive Kippdynamik entstehen können; von zentraler Bedeutung sind dabei soziale Konformität, technologisches Lernen, politisches Reagieren auf die öffentliche Meinung und kognitive Verzerrungen bei persönlichen Erfahrungen mit den Klimaauswirkungen.

Geforscht wird überdies an weiteren für den Klimawandel relevanten Bereichen wie z. B. Ernährung oder Landnutzung. Überdies wird eine Verlagerung des Fokus' angestrebt: weg vom Reagieren (Wie können Emissionen reduziert werden?) hin zum Ergreifen von Chancen (Wie kann menschliches Wohlergehen ermöglicht werden?). ✖

## Quellen Sources

Lenton, T., H. Held, E. Kriegler, J. Hall, W. Lucht, S. Rahmstorf, and H. J. Schellnhuber, 2008: Tipping elements in the Earth's climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 1786-1793.

Sibel Eker and Charlie Wilson. Outcome Report of IIASA Expert Workshop on System Dynamics of Social Tipping Processes. March 2022. Download: [https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17955/1/IIASA\\_SocialTippingPoints\\_WorkshopReport.pdf](https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17955/1/IIASA_SocialTippingPoints_WorkshopReport.pdf)

Ilona M. Otto, Jonathan F. Donges, Roger Cremades, Avit Bhowmik, Richard J. Hewitt, Wolfgang Lucht, Johan Rockström, Franziska Allerberger, Mark McCaffrey, Sylvanus S. P. Doe, Alex Lenferna, Nerea Morán, Detlef P. van Vuuren, and Hans Joachim Schellnhuber. 2020. Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117: 2354-65

Moore, Frances C., Katherine Lacasse, Katharine J. Mach, Yoon Ah Shin, Louis J. Gross, and Brian Beckage. 2022. Determinants of emissions pathways in the coupled climate–social system, *Nature* 603, 103

This list has already been taken up and further developed by other research groups. For example, at the workshop at IIASA mentioned earlier, the relationships between the six domains were examined and both positive and negative feedbacks were identified. On this basis, the next step will now be to construct a formalized system dynamics model to simulate networked social tipping processes, so that the future dynamics of interventions can also be estimated quantitatively.

This has already been started by a group of researchers led by Frances C. Moore (University of California). The models created have already demonstrated that low-emission pathways consistent with the goals of the Paris Agreement can emerge through positive tipping dynamics; central to this are social conformity, technological learning, political responsiveness to public opinion, and cognitive biases in personal experiences of climate impacts.

Research is also being conducted on other areas relevant to climate change, such as nutrition and land use. Furthermore, a shift in focus is sought: away from reacting (how can emissions be reduced?) to seizing opportunities (how can human well-being be enabled?). ✖

„Transformationsprozesse müssen alle mitnehmen – und nicht nur ein paar Auserwählte“



**GU DRUN HAINDLMAIER** studierte Soziologie und Geografie und dissertierte in Sozial- und Wirtschaftswissenschaften mit Fokus auf strategische Stadtentwicklung. Sie leitet am AIT Austrian Institute of Technology im Center for Innovation Systems and Policy das Research Field Innovation Policies and Transformation und lehrt am Institut für Geografie und Regionalforschung an der Universität Wien. Ihre aktuellen Forschungsschwerpunkte umfassen innovation systems, multi-level governance, transformative research, FTI-Politik, urban transformation and climate-neutrality sowie social innovation und Partizipation.

**Partizipation, überlegte Beteiligungsprozesse und Vertrauen zwischen Projektpartnern sind für das Gelingen urbaner Transformationsprozesse entscheidend. Die Forschung hat zahlreiche Methoden dafür entwickelt, die sich in der Praxis bereits sehr bewährt haben, berichtet die AIT-Forscherin Gudrun Haindlmaier.**

**Urbanität wird häufig als ein Kernelement von sozio-technischen Transformationsprozessen angesehen. Wieso?**

**Gudrun Haindlmaier:** Das hat mehrere Gründe: Transformationsprozesse, die im urbanen Raum ablaufen, erreichen relativ schnell eine kritische Masse – das ist in peripheren Räumen schwieriger, obwohl sich auch dort so einiges tut. Der urbane Raum hat viele Akteure mit guter Bildung und einen entsprechenden Problemdruck. Trotz der Digitalisierung ist die räumliche Nähe ein entscheidender Faktor, dass Dinge ins Rollen kommen. Natürlich ist es positiv, wenn man sich auch digital vernetzen und austauschen kann, aber nach wie vor sind Nachbarschaftsbeziehungen und das reale, persönliche Treffen wichtig. Solche Beziehungen beinhalten zum einen viel „tacit knowledge“ – also Wissen, das nicht explizit gemacht wird – und zum anderen Vertrauen. Sehr häufig ist es gerade das Vertrauen verschiedener Akteure zueinander, das entscheidend dafür ist, dass Innovationsprozesse ins Rollen kommen und eine nachhaltige Wirkung erzielen.

Und genau darum geht es in Transformationsprozessen: Es reicht nicht aus, dass einmal etwas geschieht, sondern dass auch auf der Prozess- und Strukturebene tiefgreifende Veränderungen stattfinden, welche die sozialen Praktiken verändern. Eine neue Technologie, mit

Den Wandel gestalten

Shaping Transformation

“Transformation processes must take everyone with them – and not just a select few”

**GU DRUN HAINDLMAIER** studied sociology and geography and received her doctorate in social and economic sciences with a focus on strategic urban development. She is head of the research field Innovation Policies and Transformation at the Center for Innovation Systems and Policy at the AIT Austrian Institute of Technology and teaches at the Institute for Geography and Regional Research at the University of Vienna. Her current research interests include innovation systems, multi-level governance, transformative research, RTI policy, urban transformation and climate-neutrality, and social innovation and participation.

**Participation, deliberate involvement processes and trust between project partners are crucial for the success of urban transformation processes. Research has developed numerous methods for this, which have already proven very successful in practice, reports AIT researcher Gudrun Haindlmaier.**

**Urbanity is often seen as a core element of socio-technical transformation processes. Why?**

**Gudrun Haindlmaier:** There are several reasons for that: Transformation processes that take place in urban areas reach a critical mass relatively quickly – this is more difficult in peripheral areas, although a lot is happening there as well. The urban area has many actors with good education and a corresponding problem pressure. Despite digitization, spatial proximity is a decisive factor in getting things rolling. Of course, it's positive if people can also network and exchange ideas digitally, but neighborhood relationships and real, face-to-face meetings are still important. Such relationships contain a lot of “tacit knowledge” on the one hand – knowledge that is not made explicit – and trust on the other. Very often, it is precisely the trust of different actors in each other that is crucial for innovation processes to get rolling and achieve a sustainable impact.

And that is precisely what transformation processes are all about: It is not enough that something happens once, but that profound changes also take place at the process and structural level that change social practices. A new technology that can be



der man etwas tun kann, ist wichtig und gut, aber es braucht dazu auch soziale und institutionelle Innovationen.

#### Welche Bereiche sind dabei zentral?

Aus Sicht der EU ist alles, was auf Klimaneutralität hinarbeitet, derzeit sehr relevant. Dabei fällt auf, dass sich der Fokus geändert hat: Während früher Entwicklungen sektoral angestoßen wurden, zum Beispiel in den Bereichen Mobilität oder Energie, so werden nun viel stärker die Schnittstellen adressiert – mit dem Ziel, dass Synergieeffekte und Co-Benefits erzielt werden. Ein Beispiel: Ein Reparatur-Café ist eine soziale Innovation, die auch gewisse Klima- und Nachhaltigkeitsrelevanz hat: Zum einen erzielt man durch repair und reuse Abfallvermeidung, Ressourcenschonung und Energieeffizienz. Und zum anderen wird auch das lokale Umfeld gestärkt, es entstehen neue Arbeitsplätze vor Ort, und es werden oft damit auch benachteiligte Gruppen speziell angesprochen, gerade weil nicht sofort ein Business-Modell im Vordergrund steht, sondern die Nachhaltigkeitsziele. Insbesondere auf der urbanen Ebene sehen wir, dass diese Co-Benefits, diese indirekten Zusatzwirkungen hoch relevant sind. Das ist auch ein Kernelement von urbanen Transformationen: dass das Gesamtheitliche gesehen wird und nicht nur einzelne Aspekte. Im Grunde genommen ist es auch genau das, was die EU mit ihrer missionsorientierten Politik versucht. Zum Beispiel, dass bis zum Jahr 2030 hundert klimaneutrale Städte entstehen sollen. Die Idee dahinter ist, dass man Interventionen setzt und Innovationen hinsichtlich eines großen gemeinsamen Ziels fördert, damit insgesamt eine kritische Masse zustande kommt und die Dinge schneller geschehen. Denn wir sehen sehr stark: Wir haben Probleme, die auf die Menschheit zukommen, und wir haben viele Technologien und viel Wissen, das wir für die Lösungen brauchen – aber es geht zu langsam und es werden die bestehenden Barrieren viel zu langsam überwunden.

#### Welche Rolle spielt dabei die digitale Transformation?

Man muss die digitale Transformation mit der grünen Transformation zusammendenken – im Sinne einer „Twin Transition“. Oft wird auch noch über eine „Triple Transition“ nachgedacht, bei der der soziale Aspekt im Sinne einer gerechten Transformation (just transition) noch dazu genommen wird. Die Transition muss insgesamt für die Gesellschaft positive Aspekte haben, es darf niemand zurückbleiben: Diese Prozesse sollen alle mitnehmen, und nicht nur ein paar Auserwählte, die es sich leisten können oder die schnell genug oder entsprechend mächtig sind.

Dazu kommt nun auch noch die Künstliche Intelligenz (KI). Das ist nicht spezifisch urban, spielt aber eine große Rolle beim

used to do something is important and good, but it also requires social and institutional innovations.

#### Which areas are central to this?

From the EU's perspective, everything that works toward climate neutrality is currently very relevant. It is noticeable that the focus has changed: While developments used to be initiated sectorally, for example in the areas of mobility or energy, the interfaces are now being addressed much more strongly – with the aim of achieving synergy effects and co-benefits. For example, a repair café is a social innovation that also has a certain relevance to climate and sustainability: On the one hand, waste avoidance, resource conservation and energy efficiency are achieved through repair and reuse. On the other hand, the local environment is also strengthened, new jobs are created locally, and disadvantaged groups are often specifically addressed, precisely because the focus is not immediately on a business model, but on sustainability goals. Especially at the urban level, we see that these co-benefits, these indirect additional effects, are highly relevant. That is also a core element of urban transformations: that the totality is seen and not just individual aspects. Basically, this is also exactly what the EU is trying to do with its mission-oriented policy. For example, that one hundred climate-neutral cities should be created by 2030. The idea behind this is that you set interventions and promote innovations with regard to a big common goal, so that overall a critical mass comes about and things happen faster. Because we see very strongly: we have problems coming up for humanity, and we have a lot of technologies and a lot of knowledge that we need for the solutions – but it's happening too slowly and it's overcoming the existing barriers much too slowly.

#### What role does digital transformation play in this?

You have to think about the digital transformation together with the green transformation – in the sense of a “twin transition. A “triple transition” is also often considered, in which the social aspect is added in the sense of a just transition. The transition must have positive aspects for society as a whole; no one should be left behind: These processes should take everyone along, and not just a select few who can afford it or who are fast enough or suitably powerful.

On top of that, we now have artificial intelligence (AI). This is not specifically urban, but it plays a big role in shaping how we live together and how we are governed. Everything to

Gestalten des Zusammenlebens und der Steuerung. Alles, was mit urbaner Transformation zu tun hat, ist ein gesellschaftlicher Aushandlungsprozess. Gerade in Städten hat man das Problem, dass Platz nicht unbegrenzt zur Verfügung steht und die Ressourcen beschränkt sind. Es geht also darum, wer welchen Raum benutzen kann. Wenn hier KI mitspielt – etwa über die Bereitstellung von Wissen, durch die Steuerung von Inhalten in Sozialen Medien oder bei digital gestützten Entscheidungsprozessen wie in der Raumplanung – dann sind ethische Betrachtungen entscheidend: Wer profitiert davon? Wie transparent sind diese Prozesse? Bei Prozessen, bei denen Partizipation, Teilhabe und Empowerment wichtige Zieldimensionen sind, haben technologische Plattformen (Crowd Funding, das Nutzen von kollektiver Intelligenz etc) großes Potenzial. Aber das bringt natürlich auch ein gewisses Überforderungspotenzial mit sich: Da sind bestimmte Skills notwendig, die die Akteure und Institution erst lernen müssen, um damit verantwortungsvoll umzugehen. Das wird mitentscheidend sein, wie die urbane Transformation in Zukunft aussieht.

**Was kann man konkret tun, damit abstrakte Ziele wie zum Beispiel Klimaschutz im Sinne von sozialen Transformationsprozessen lebendig werden?**

Das hat zwei Aspekte: Eine Idee hinter der missionsorientierten Politikgestaltung ist, die Ambitionen bewusst hoch anzusetzen: Wenn man sich kein ambitioniertes Ziel setzt – zum Beispiel hundert Städte klimaneutral zu gestalten, wohl wissend, dass es nicht jede dieser hundert Städte auch schaffen wird –, wird auch nichts geschehen. Es geht vielmehr darum, dass etwas angestoßen wird, dass eine Motivation entsteht, dieses Ziel irgendwie erreichen zu wollen. Wenn man sich das Ziel statt 2030 für das Jahr 2050 setzt – was wohl realistischer wäre –, dann fangen wir erst 2040 damit an. Durch das Setzen solcher Ziele soll auch klar werden, dass der Problemdruck hoch ist und wir uns ordentlich anstrengen müssen.

Der zweite Aspekt ist: Was passiert mit denen, die nicht Teil dieser Mission sein können und wollen? Es gibt sehr viele Städte, die sehr unterschiedliche Voraussetzungen mitbringen, sehr unterschiedliche Bedürfnisse und Fähigkeiten bzw. Kapazitäten haben. Eine kleinere Stadt mit 50.000 Einwohnern hat eine andere institutionelle Kapazität als Millionenstädte, die fachliche und methodische Kompetenzen und vor allem das Personal dafür haben. Die Zivilgesellschaft spielt zwar ebenfalls eine wichtige Rolle, aber es gibt hoheitliche Aufgaben, die man nicht auf den privaten Bereich auslagern kann.

do with urban transformation is a social negotiation process. Especially in cities, you have the problem that space is not unlimited and resources are limited. It's about who can use what space. If AI plays a role here – for example, by providing knowledge, by controlling content in social media or in digitally supported decision-making processes such as in spatial planning – then ethical considerations are crucial: Who benefits? How transparent are these processes? In processes where participation, sharing and empowerment are important target dimensions, technological platforms (crowd funding, harnessing collective intelligence, etc) have great potential. But of course, this also entails a certain potential for excessive demands: Certain skills are necessary that the actors and institutions must first learn in order to deal with them responsibly. This will be a decisive factor in determining what urban transformation will look like in the future.

**What can be done concretely to make abstract goals such as climate protection come alive in terms of social transformation processes?**

There are two aspects to this: One idea behind mission-oriented policymaking is to set ambitions deliberately high: If you don't set an ambitious goal – for example, to make a hundred cities climate neutral, knowing full well that not every one of those hundred cities will actually make it – nothing will happen. It's more a matter of triggering something, of creating a motivation to want to achieve this goal somehow. If the target is set for 2050 instead of 2030 – which would probably be more realistic – then we won't start until 2040. Setting such targets should also make it clear that the problem pressure is high and that we have to make a proper effort.

The second aspect is: What happens to those who can't and don't want to be part of this mission? There are very many cities that have very different prerequisites, very different needs and capabilities or capacities. A smaller city with 50,000 inhabitants has a different institutional capacity than cities with millions of inhabitants, which have technical and methodological competencies and, above all, the personnel to do so. Civil society also plays an important role, but there are sovereign tasks that cannot be outsourced to the private sector.

### **Wie bekommt man angesichts der Heterogenität von Städten möglichst viele Menschen mit ins Boot?**

Das wird versucht über Beteiligungsprozesse. Bei Planungs- und Innovationsprozessen holt man die Zivilgesellschaft mit ins Boot und schaut nicht nur auf die Struktur, sondern vor allem auf die Prozessgestaltung. Das ist auch ein wichtiger Forschungsbereich bei uns am AIT Center for Innovation Systems & Policy: Wir untersuchen, an welcher Stelle welche Akteure oder Gruppen in den Prozess hereingenommen werden sollen, damit die Transformation am Ende nachhaltig gelingt. Das kann im Agenda-Setting sein oder bei der Visions- und Strategieformulierung. Das kann aber auch dabei sein, wenn Verantwortung und Ownership zu übernehmen ist, oder erst bei der Wirkungsmessung. Damit alle unterschiedlichen Aspekte, die eine Stadt ausmachen, berücksichtigt werden, können sich das nicht nur Expert:innen im stillen Kämmerchen ausmachen, sondern das kann auch über Citizen Science und andere transdisziplinäre Formate aufgeweitet werden.

### **Welche Instrumente können für urbane Transformationsprozesse eingesetzt werden?**

Es gibt viele Formate für Partizipation, die aber alle unterschiedliche Zielsetzungen haben. Es kann etwa nur darum gehen, dass Informationen weitergegeben werden. Es kann aber auch bis hin zu echtem Empowerment gehen, wo man echte Entscheidungskompetenz an die Bürgerinnen und Bürger abgibt. Die Crux an der Sache ist, dass dabei Macht abgegeben werden muss, und das passiert nur in den seltensten Fällen. Deshalb bleibt es oft auf einer unteren Stufe der Partizipation, wo es nur um Informationen und ein bisschen Mitsprache geht. Dabei hat man aber relativ wenig Hebelwirkung.

Höhere Hebelwirkung hat man zum Beispiel bei Energiegemeinschaften, bei denen Selbstorganisation und Selbstbestimmung ermöglicht werden. Das kann sich bottom-up entwickeln, wenn eine Gruppe einen entsprechenden Problemdruck oder eine Motivation hat, etwas zu tun. Oder es kann zum Beispiel über Forschungsprojekte angestoßen werden: Wenn man aus der Forschung weiß, dass etwas funktioniert, und dies in der Folge etabliert und gelernt ist, dann braucht es am Ende keine Förderung mehr, damit etwas passiert.

Auch Foresight-Prozesse und partizipative Strategieentwicklungsprozesse haben grundsätzlich das Potenzial, wirklich etwas zu bewirken, weil dabei über einen längeren Zeitraum unterschiedliche Bevölkerungs- und Expert:innengruppen in die Entwicklung von Zielen und Maßnahmen einbezogen werden. Der Grundgedanke dabei: Wenn man von Anfang an bei einem Prozess dabei ist und ein Ziel mitentwickelt, hat man auch eine gewisse Verantwortung

### **Given the heterogeneity of cities, how do you get as many people on board as possible?**

We try to do this through participation processes. In planning and innovation processes, civil society is brought on board and we look not only at the structure, but above all at the process design. This is also an important area of research for us at the AIT Center for Innovation Systems & Policy: We investigate at which point which actors or groups should be involved in the process so that the transformation is ultimately successful in the long term. This can be in agenda setting or in the formulation of visions and strategies. But it can also be at the point when responsibility and ownership are to be assumed, or only at the impact measurement stage. To ensure that all the different aspects that make up a city are taken into account, this can be done not only by experts in a quiet room, but can also be expanded via citizen science and other transdisciplinary formats.

### **Which instruments can be used for urban transformation processes?**

There are many formats for participation, but they all have different objectives. It can be just a matter of passing on information. But it can also go as far as genuine empowerment, where you hand over real decision-making authority to the citizens. The crux of the matter is that power has to be surrendered in the process, and that happens only in the rarest of cases. That's why it often remains at a lower level of participation, where it's just a matter of information and a bit of a say. But this gives you relatively little leverage.

You have higher leverage, for example, with energy communities, where self-organization and self-determination are enabled. This can develop bottom-up if a group has a corresponding problem pressure or motivation to do something. Or it can be initiated through research projects, for example: If you know from research that something works, and this is subsequently established and learned, then in the end it no longer needs funding for something to happen.

Foresight processes and participatory strategy development processes also have the potential to make a real difference, because they involve different groups of the population and experts in the development of goals and measures over a longer period of time. The basic idea is that if you are involved in a process from the very beginning and help to develop a goal, you also have a certain amount of responsibility – and there is a higher probability that actors will take action. “Gatekeepers” are important here, i.e. central persons in

– und es besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass Akteure etwas in die Hand nehmen. Wichtig sind dabei „Gatekeeper“, also zentrale Personen in verschiedenen Bereichen, die Zugang zu entsprechenden Gruppen oder Akteuren ermöglichen und „Gamechanger“ sein können: Sie sind Multiplikatoren und sorgen dafür, dass sich mehr Menschen für eine Sache begeistern. Das heißt, dass man bei Prozessen, die urbane Transformationen befördern sollen, nicht nur überlegen muss, wer die Zielgruppen sind, sondern auch, über welche Personen man in diese Zielgruppen hineinkommt. Eine Schwierigkeit bei partizipativen Prozessen ist: Wenn man sie nicht gut steuert, hat man die üblichen Verdächtigen dabei – das sind besser Gebildete, die sich artikulieren können. Aber wenn man eine Transformation anstoßen will, muss man bewusst auch jene ins Boot holen, die nicht von selber kommen.

Neben organisierten Prozessen gibt es freilich auch Bereiche, die sich selbst organisieren: Urban Gardening zum Beispiel ist kein organisiertes Phänomen, sondern das hat sich Guerilla-mäßig ergeben – im Normalfall dann, wenn der Leidensdruck ordentlich groß ist. Das muss man einfach zulassen.

#### **Können Sie einige Beispiele nennen, bei denen am man Transformationsprozesse erfolgreich gesteuert hat?**

Im fünfjährigen EU Smart Cities Lighthouse Projekt RUGGEDISED, das wir im vergangenen Jahr abgeschlossen haben, ging es darum, in drei europäischen Lighthouse-Cities (Rotterdam, Umea und Glasgow) sowie in drei Fellow-Cities (Parma, Brno und Gdansk) eine nachhaltige Entwicklung in den Bereichen Energie, Mobilität und Digitalisierung zu erreichen. Wir haben zum Beispiel in Brno einen Foresight-Prozess gemacht und eine Smart-City-Strategie erarbeitet. Häufig gibt es das Problem, dass beim Wechsel der Stadtregierung die alten Konzepte gekübelt und neue erarbeitet werden. In Brno haben sich für jedes der mehr als 15 Hauptthemen Ambassadors – das sind motivierte Personen aus der Stadtbevölkerung mit entsprechendem Fachwissen – gefunden, die zugleich Ansprechpartner für die Bevölkerung und Vertreter gegenüber der Stadtverwaltung sind. Gepusht durch den Rückhalt aus dem EU-Projekt haben diese es geschafft, dass der neue Bürgermeister das Konzept eins zu eins vom Vorgänger übernommen hat, obwohl sich die politische Couleur um 180 Grad geändert hat. Das klingt banal, aber das ist aus einer Stadtplanungssicht heraus ein großer Erfolg. Überdies haben sich mehrere Abteilungen der Stadtverwaltung zusammengetan, die eigentlich nicht Teil des Projektes waren, aber gemerkt haben, dass das auch sie angeht. Dadurch haben alle an einem Strang gezogen.

various areas who provide access to relevant groups or actors and can be “gamechangers”. They are multipliers and ensure that more people become enthusiastic about a cause. This means that in processes designed to promote urban transformations, one must not only consider who the target groups are, but also through which people one can get into these target groups. One difficulty with participatory processes is that if you don’t manage them well, you’ll have the usual suspects – these are better educated people who can articulate themselves. But if you want to initiate a transformation, you have to consciously bring on board those who don’t come of their own accord.

In addition to organized processes, there are also areas that organize themselves: Urban gardening, for example, is not an organized phenomenon, but has emerged in a guerrilla-like way – usually when the pressure of suffering is really high. You simply have to allow that to happen..

#### **Can you give us some examples of transformation processes that have taken place at?**

In the five-year EU Smart Cities Lighthouse project RUGGEDISED, which we completed last year, the aim was to achieve sustainable development in the areas of energy, mobility and digitization in three European Lighthouse Cities (Rotterdam, Umea and Glasgow) and three Fellow Cities (Parma, Brno and Gdansk). For example, we did a foresight process in Brno and developed a smart city strategy. There is often the problem that when the city government changes, the old concepts are dumped and new ones are developed. In Brno, Ambassadors – motivated individuals from the city population with the appropriate expertise – have been found for each of the more than 15 main topics. They are both contact persons for the population and representatives vis-à-vis the city administration. Thanks to the support they received from the EU project, the new mayor was able to adopt the concept one-to-one from his predecessor, despite the fact that the political color has changed by 180 degrees. This sounds banal, but from an urban planning point of view, it is a great success. Moreover, several departments of the city government got together that were not actually part of the project, but realized that this also concerned them. As a result, everyone pulled together..

Activities in Rotterdam, for example, where a sustainable event center was built and an electric bus line was installed, were also successful. In Umea, public transport has been made much more attractive and cycling has been promoted, among

Erfolgreich waren zum Beispiel auch Aktivitäten in Rotterdam, wo ein nachhaltiges Veranstaltungszentrum errichtet und eine Elektrobuslinie installiert wurde. In Umea wurde der öffentliche Verkehr deutlich attraktiviert und der Radverkehr unter anderem dadurch gefördert, indem der Schneeräumungsplan verändert wurde: Dort werden nun zuerst die Radwege von Schnee geräumt und erst danach die Straßen. Auch in Glasgow ist es gelungen, durch lokale Änderungen den CO<sub>2</sub>-Ausstoß drastisch zu senken.

Das sind Beispiele, auf die auch andere Städte blicken. „Copy – paste“ funktioniert bei solchen urbanen Transformationsprozessen zwar nicht – dafür sind die spezifisch-lokalen Voraussetzungen zu unterschiedlich. Aber wenn man versteht, warum eine Maßnahme in einer Stadt funktioniert, kann man überlegen, welche Elemente man auch in einem anderen Kontext anwenden kann. Dazu braucht es Forschungspartner und Expert:innen, die den Städten dabei helfen.

**In jüngster Zeit taucht immer wieder der Begriff „Transformative Forschung“ (transformative research) auf. Was genau ist darunter zu verstehen?**

Forschung, die zu Transformationsprozessen beitragen soll, kann nicht mehr nur passive Begleitforschung sein. Vielmehr muss man versuchen, gemeinsam mit nicht-wissenschaftlichen Stakeholdern transdisziplinär Forschung zu betreiben – ohne dass das gleich Aktionismus sein muss. Denn die Forschung muss gewissen wissenschaftlichen Qualitätskriterien entsprechen. Dazu zählt unter anderem Reflexivität – was ist meine Rolle als Forscher:in? Oder: Wie schafft man Transparenz und Nachvollziehbarkeit? Wie kann man durch Monitoring und Evaluierung die Qualität und die Wirkung messbar machen? Solche Kriterien werden derzeit in der internationalen Forschungscommunity entwickelt. Das ist eine große Herausforderung. Denn unsere Welt ist nun einmal komplex und nicht mechanistisch. In einer komplexen Welt sind natürlich einfache Lösungen gewünscht. Aber einfache Lösungen verkürzen das Problem, sind technokratisch und funktionieren am Ende nicht. Man braucht ganzheitlich positive Lösungen für die Gesellschaft. ✖

other things, by changing the snow-clearing schedule: There, the bike paths are now cleared of snow first and only then the roads. Glasgow has also succeeded in drastically reducing CO<sub>2</sub> emissions through local changes.

These are examples that other cities are looking to. It is true that “copy – paste” does not work for such urban transformation processes – the specific local conditions are too different for that. But if you understand why a measure works in one city, you can consider which elements can be applied in another context. This requires research partners and experts to help the cities.

**Recently, the term “transformative research” has appeared again and again. What exactly is meant by this?**

Research that is intended to contribute to transformation processes can no longer be merely passive accompanying research. Rather, we must try to conduct transdisciplinary research together with non-scientific stakeholders – without this having to be actionism. After all, the research must meet certain scientific quality criteria. These include reflexivity – what is my role as a researcher? Or: How do you create transparency and traceability? How can quality and impact be measured through monitoring and evaluation? Such criteria are currently being developed in the international research community. This is a major challenge. After all, our world is complex and not mechanistic. In a complex world, simple solutions are naturally desired. But simple solutions short-circuit the problem, are technocratic and do not work in the end. You need holistic positive solutions for society. ✖

## Gesucht: ein klimafreundlicher Lebensstil

**Im Zuge der „grünen“ Transformation werden alternative Lebensformen gesucht, die trotz eines verringerten Ressourcenverbrauchs ein „gutes Leben“ für alle erlauben. Es gibt eine Vielzahl an Ideen und neuen Konzepten, bei der Umsetzung hapert es aber noch.**

Mit einzelnen technologischen Maßnahmen lässt sich der menschengemachte Klimawandel nicht stoppen. Dies erfordert vielmehr grundlegende Veränderungen in vielen Bereichen – vom Forcieren erneuerbarer Energie und alternativer Mobilitätsformen über effizientere Formen der Produktion und des Wohnens bis hin zu neuen Industrie- und Wirtschaftsstrukturen. Nicht weniger wichtig ist, wie all dies von den Menschen gelebt wird – und das ist insbesondere eine Frage der unterschiedlichen Lebensweisen von Menschen, des Lebensstils.

Wie entscheidend dieser Aspekt für die Erreichung der Klimaziele ist, haben vor einigen Jahren Forscher:innen von Joanneum Research gezeigt: Sie haben unter dem Titel „Paris Lifestyle“ anhand von empirischen Daten eine „Energy-Lifestyle“-Typologie mit sechs Gruppen von Verhaltensmustern ausgearbeitet – von „mobilen Performern“, die 20.000 kWh pro Person und Jahr verbrauchen bis zu den „Unterprivilegierten“, die mit knapp 9000 kWh einen nur halb so hohen Energiebedarf haben. Aber selbst das liegt noch deutlich über den Zielen des Pariser Weltklimaabkommens. Ein „Paris-konformer“ Lebensstil müsste in allen Bereichen den CO<sub>2</sub>-Ausstoß absenken – überspitzt formulierten die Studien-Autor:innen, dass der Prototyp für einen „Paris-Lebensstil“ ein vegetarischer Radfahrer, der in der Innenstadt wohnt und regionale Produkte kauft, sein könnte. Nachsatz: Das müsse nicht mit Verzicht oder mit Einbußen hinsichtlich der Lebensqualität einhergehen. Es wäre einfach ein anderes Leben, betonen die Autor:innen.

### **Leben mit natürlichen Beschränkungen**

In den Sozialwissenschaften gibt es eine reiche Literatur zu der Frage, wie wir als Gesellschaft mit den natürlichen Beschränkungen (planetary boundaries) umgehen können. Der Politologe Ulrich Brand (Universität Wien) zum Beispiel nennt die heute im „Westen“ dominierende Lebensweise „imperial“ – er meint damit eine auf Massenkonsum basierende Konsumnorm, die verschiedene nicht-nachhaltige soziale Praktiken des Wohnens, des Essens, des Fortbewegens und der Energienutzung umfasst. Wohlstand wird dabei durch exzessiven Ressourcenverbrauch geschaffen, der nur auf Kosten anderer, insbesondere des „Globalen Südens“, möglich ist.

## Wanted: a climate-friendly lifestyle

**In the course of the “green” transformation, alternative lifestyles are being sought that allow a “good life” for all despite reduced resource consumption. There are a multitude of ideas and new concepts, but there is still a lack of implementation.**

Man-made climate change cannot be stopped with individual technological measures. Rather, this requires fundamental changes in many areas – from pushing renewable energy and alternative forms of mobility, to more efficient forms of production and housing, to new industrial and economic structures. No less important is how all this is lived by people – and this is especially a question of people’s different ways of living, their lifestyles.

A few years ago, researchers from Joanneum Research showed how crucial this aspect is for achieving the climate targets: under the title “Paris Lifestyle,” they used empirical data to work out an “energy lifestyle” typology with six groups of behavior patterns – from “mobile performers” who consume 20,000 kWh per person per year to the “underprivileged” who, at just under 9,000 kWh, have an energy requirement that is only half as high. But even that is still well above the targets of the Paris global climate agreement. A “Paris-compliant” lifestyle would have to reduce CO<sub>2</sub> emissions in all areas – the study authors exaggeratedly formulated that the prototype for a “Paris lifestyle” could be a vegetarian cyclist who lives in the city center and buys regional products. Addendum: This would not have to be accompanied by renunciation or by losses in terms of quality of life. It would simply be a different life, the authors emphasize.

### **Living with natural limitations**

In the social sciences, there is a rich literature on the question of how we as a society can deal with natural limitations (planetary boundaries). Political scientist Ulrich Brand (University of Vienna), for example, calls the dominant way of life in the “West” today “imperial” – by which he means a consumption norm based on mass consumption that encompasses various unsustainable social practices of living, eating, moving, and using energy. In this context, prosperity is created through excessive consumption of resources, which is only possible at the expense of others, especially the “Global South.”

Das Ziel solle hingegen ein „klimafreundliches“ Leben sein, das dauerhaft ein Klima sichert, das ein gutes Leben innerhalb planetarer Grenzen ermöglicht. Eine zentrale Aussage des Special Reports „Strukturen für ein klimafreundliches Leben“, den das Austrian Panel on Climate Change (APCC) kürzlich veröffentlicht hat, ist, dass die imperiale Lebensform von unseren heutigen Gesellschafts- und Wirtschaftsstrukturen stark gestützt wird. „Derzeit ist es schwierig, in Österreich klimafreundlich zu leben. In den meisten Lebensbereichen, von Arbeit über Mobilität und Wohnen bis hin zu Ernährung und Freizeitgestaltung, fördern bestehende Strukturen klimaschädigendes Verhalten und erschweren klimafreundliches Leben“, so die Expert:innen.

### Ein „gutes Leben“ für alle

Im Raum steht daher die Frage, wie alternative Lebensstile aussehen könnten, die mit einem geringeren Ressourcenverbrauch ein „gutes Leben für alle“ ermöglichen würden. „Alternativen zur wachstumsgetriebenen und konsumorientierten kapitalistischen Modernisierung müssen vielfältige Strategien verfolgen, indem sie die Vielzahl radikaler oder systemischer Alternativen stärken, die es überall auf der Welt gibt, und/oder indem sie darauf abzielen, den Staat zu verändern, sei es von außen oder von innen, wo immer dies möglich ist“, heißt es in dem einflussreichen Artikel „From planetary to societal boundaries: an argument for collectively defined self-limitation“ einer Forschergruppe unter maßgeblicher Beteiligung Ulrich Brands, des Ökonomen Andreas Novy (Wirtschaftsuniversität Wien) und des Sozialökologen Christoph Görg (Universität für Bodenkultur Wien).

Genannt werden zwei mögliche Quellen alternativer Lebensformen:

- Viele Alternativen seien Wiederbelebungen alter und traditioneller Ansätze, die von marginalisierten Völkern und Widerstandsbewegungen gegen das herrschende System ausgehen – wie z. B. Buen vivir (Leben in Fülle; Lateinamerika), Ubuntu (Menschsein; Südafrika), Kyosei (Zusammenleben; Japan), Swaraj (Selbstregierung; Indien) oder Minobimaatisiwin (Wohlbefinden; Indigene Völker Nordamerikas). Gemeinsam ist diesen Ansätzen, dass sie sich auf Prinzipien bzw. Werte wie Solidarität, Verbundenheit, Gegenseitigkeit, Einbettung in die Natur und Gesundheit berufen.
- Andere Alternativen bilden sich innerhalb industrialisierter Gesellschaften heraus – „oft von Teilen der Mittelschicht oder der städtischen Elite, die von ihrem eigenen Lebensstil enttäuscht sind und auf die Ungerechtigkeiten und die mangelnde Nachhaltigkeit aufmerksam machen“, so die Forscher:innen. Dazu zählen u. a. Konzepte wie „Degrowth“, Ökosozialismus, Ökofeminismus, Konvivialität, Erdspiritualität, Pazifismus, Allmende, Umweltgerechtigkeit oder Ökoanarchismus. Auf diesen Ideen fußen Praktiken wie zum Beispiel Agrarökologie, Ökodörfer, solidarische Ökonomie, die „Slow“-Bewegung oder Energie- und Nahrungsmittelsouveränität.

The goal, on the other hand, should be a “climate-friendly” life that permanently ensures a climate that enables a good life within planetary boundaries. A central message of the Special Report “Structures for a Climate-Friendly Life” recently published by the Austrian Panel on Climate Change (APCC) is that the imperial way of life is strongly supported by our current social and economic structures. “Currently, it is difficult to live in a climate-friendly way in Austria. In most areas of life, from work to mobility and housing to food and leisure, existing structures encourage climate-damaging behavior and make climate-friendly living more difficult,” the experts said.

### A “good life” for all

In space, therefore, is the question of what alternative lifestyles might look like that would provide a “good life for all” with less resource consumption. “Alternatives to growth-driven and consumption-oriented capitalist modernization need to pursue multiple strategies, by strengthening the multitude of radical or systemic alternatives that exist around the world, and/or by aiming to change the state, whether from the outside or the inside, wherever possible,” states the influential article “From planetary to societal boundaries: an argument for collectively defined self-limitation” by an international group of researchers with significant participation of Ulrich Brand, economist Andreas Novy (Vienna University of Economics and Business) and social ecologist Christoph Görg (University of Natural Resources and Applied Life Sciences Vienna).

The researchers name two possible sources of alternative forms of living:

- Many alternatives, they say, are revivals of ancient and traditional approaches emanating from marginalized peoples and resistance movements against the dominant system – such as Buen vivir (life in abundance; Latin America), Ubuntu (being human; South Africa), Kyosei (living together; Japan), Swaraj (self-government; India) or Minobimaatisiwin (well-being; indigenous peoples of North America). What these approaches have in common is that they invoke principles or values such as solidarity, connectedness, reciprocity, embeddedness in nature, and health.
- Other alternatives are emerging within industrialized societies – “often from sections of the middle class or urban elite who are disillusioned with their own lifestyles and are drawing attention to the injustices and lack of sustainability,” according to the researchers. These include concepts such as “degrowth,” ecosocialism, ecofeminism, conviviality, earth spirituality, pacifism, commons, environmental justice or ecoanarchism. Practices such as agroecology, ecovillages, solidarity economy, the “Slow” movement, or energy and food sovereignty are based on these ideas.

## Unterschiedliche gesellschaftliche Gruppierungen

Über all diese möglichen alternativen Lebensformen wird derzeit heiß diskutiert. Die Vielstimmigkeit der Ansichten spiegelt sich in einer bunten Vielfalt an gesellschaftlichen Gruppierungen wider. Ein Schlaglicht auf die österreichische Gesellschaft wirft das „Transformationsbarometer 2022“, in dem das Marktforschungsinstitut INTEGRAL im Auftrag des Umweltbundesamtes 1.007 in Österreich lebende Personen zwischen 16 und 80 Jahren zu ihren Werthaltungen bei Umwelt- und Klimathemen befragt hat. Die Daten zeigen, dass diese Themen in der österreichischen Bevölkerung angekommen sind: Es herrscht ein hohes Problembewusstsein; immerhin die Hälfte der Befragten fühlt sich gut über Klimaschutzmaßnahmen informiert; und es gibt grundsätzlich eine hohe Bereitschaft, im eigenen Bereich Maßnahmen umzusetzen.

Allerdings: Geht es um Einschnitte in den Lebensstil, die mit Komfortverlusten verbunden sind, nimmt die Bereitschaft merklich ab – und zwar in verschiedenen Gesellschaftsgruppen unterschiedlich stark: So zählen etwa die „Progressiven Realisten“ zu den größten Treibern der ökologischen Transformation: 37 Prozent der Befragten haben eigenen Angaben zufolge bereits ihre Lebensweise nach Nachhaltigkeitskriterien umgestellt. Das „adaptiv-pragmatische“ Milieu als wachsende „neue Mitte“ der Gesellschaft hingegen ist flexibel, anpassungsfähig und leistungswillig, gleichzeitig aber auch auf Sicherheit und Eigennutz orientiert: Abstrakte Verantwortungsaufträge haben hier nur eine geringe Wirkung, es herrscht eine große Kluft zwischen Absicht und tatsächlicher Umsetzung.

Eine zentrale Folgerung der Meinungsforscher:innen lautet daher: Klimafreundliches Verhalten müsse der Mitte der Gesellschaft als klare Selbstverständlichkeit präsentiert werden und mit konkreten, niederschweligen Hilfestellungen sowie mit einem persönlichen Nutzen verbunden sein. ✕

## Quelle Source

<https://www.diepresse.com/5274368/klimaabkommen-pariser-lebensstil-in-alpbach>

APCC Special Report: Strukturen für ein klimafreundliches Leben (APCC SR Klimafreundliches Leben) [Görg, C., V. Madner, A. Muhar, A. Novy, A. Posch, K. Steininger und E. Aigner (Hrsg.)]. Springer Spektrum: Berlin/Heidelberg

Ulrich Brand et al. (2021): From planetary to societal boundaries: an argument for collectively defined self-limitation, *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 17:1, 264-291, DOI: 10.1080/15487733.2021.1940754

Transformationsbarometer 2023: Download <https://www.umweltbundesamt.at/dialog-fuer-den-wandel/transformationsbarometer>

## Different social groupings

All these possible alternative forms of life are currently the subject of heated debate. The polyphony of views is reflected in a colorful diversity of social groupings. A spotlight on Austrian society is cast by the “Transformation Barometer 2022,” in which the market research institute INTEGRAL, commissioned by the Federal Environment Agency, surveyed 1,007 people between the ages of 16 and 80 living in Austria about their values on environmental and climate issues. The data show that these issues have reached the Austrian population: There is a high level of awareness of the problem; at least half of those surveyed feel well informed about climate protection measures; and there is generally a high level of willingness to implement measures in their own area.

However, when it comes to making lifestyle cuts that involve a loss of comfort, the willingness to do so decreases noticeably – and to different degrees in different social groups: For example, the “progressive realists” are among the biggest drivers of the ecological transformation: 37 percent of respondents have already changed their lifestyle according to sustainability criteria, according to their own statements. The “adaptive-pragmatic” milieu, on the other hand, as the growing “new middle” of society, is flexible, adaptable and willing to perform, but at the same time oriented toward security and self-interest: Abstract appeals to responsibility have little effect here, and there is a wide gap between intention and actual implementation.

A central conclusion of the opinion researchers is therefore that climate-friendly behavior must be presented to the middle of society as a matter of course and be linked to concrete, low-threshold assistance and personal benefits. ✕



Konkrete  
Transformations-  
felder  
Areas of  
Transformation

## Energiewende

# „Die Dekarbonisierung steht über allem“

**Mittlerweile ist es völlig akzeptiert, dass das Energiesystem weitestgehend dekarbonisiert werden muss. Die erfordert komplexe Anpassungen der Technologien und der Organisation von Energienetzen, insbesondere in der Industrie. Wolfgang Hribernik, Leiter des AIT Centers for Energy, erläutert im Interview Chancen, Potenziale, Hemmschuhe und Erfahrungen aus Pilotprojekten.**

### Wo stehen wir bei der „Energiewende“?

**Wolfgang Hribernik:** Es ist bei allen Stakeholdern – öffentlichen Entscheidungsträgern, Energieversorgern, Netzbetreibern, aber auch bei den Kunden und damit auch der Industrie – völlig akzeptiert, dass es eine fundamentale Transformation braucht. Das primäre Ziel, raus aus den CO<sub>2</sub>-Emissionen zu kommen, ist „common sense“, die Dekarbonisierung steht über allem. Dazu braucht es einen Zubau bei erneuerbarer Energie, in erster Linie bei erneuerbarem Strom. Damit einher gehen große Veränderungen: zum einen, wie wir die Infrastrukturen planen und ausbauen müssen; und zum anderen in der Art und Weise, wie wir Energie einsetzen und unter welchen wirtschaftlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen dies geschieht. Hier geht der Raum des Transformationsprozesses auf. Die große Frage ist, wie wir diesen Prozess gestalten.

Wichtig dabei ist, dass wir uns nicht auf einzelne Sektoren beschränken, denn die Bedarfssektoren – private Haushalte, Industrie und Verkehr – sind gekoppelt. So ein Transforma-



#### WOLFGANG HRIBERNIK

absolvierte das Studium der Elektrotechnik an der Technischen Universität Wien und war als Doktorand und Universitätsassistent an der ETH Zürich tätig. Seit 2005 forscht er am AIT Austrian Institute of Technology, leitete das Geschäftsfeld Electric Energy Systems und übernahm 2018 die Leitung des AIT Center for Energy. Hribernik koordiniert derzeit auch den Innovationsverbund NEFI – New Energy for Industry.

Areas of Transformation

## Energy

# “Decarbonization is above all”

#### WOLFGANG HRIBERNIK

graduated in electrical engineering at TU Wien and worked as a doctoral student and university assistant at ETH Zurich. He has been conducting research at the AIT Austrian Institute of Technology since 2005, headed the Electric Energy Systems business unit, and in 2018 took over as head of the AIT Center for Energy. Hribernik is currently also coordinating the innovation network NEFI – New Energy for Industry.

**It is now fully accepted that the energy system must be decarbonized as far as possible. This requires complex adjustments to technologies and the organization of energy networks, especially in industry. In this interview, Wolfgang Hribernik, head of the AIT Center for Energy, explains opportunities, potentials, obstacles and experiences from pilot projects.**

### Where are we in the energy transition?

**Wolfgang Hribernik:** It is fully accepted by all stakeholders – public decision-makers, energy suppliers, grid operators, but also customers and thus also industry – that a fundamental transformation is needed. The primary goal of getting out of CO<sub>2</sub> emissions is common sense, decarbonization is above all. This requires an increase in renewable energy, primarily renewable electricity. This will be accompanied by major changes: first, in how we need to plan and develop infrastructures; and second, in how we use energy and under what economic and regulatory frameworks. This is where the space of the transformation process opens up. The big question is how we shape this process.

It is important that we do not limit ourselves to individual sectors, because the demand sectors – private households, industry and transport – are coupled. A transformation process like this therefore also needs a

Konkrete Transformationsfelder

tionsprozess braucht daher auch eine gekoppelte Analyse. Dazu fehlt zur Zeit noch etwas die Akzeptanz. Ein Beispiel ist die Stromnetzplanung: Wir haben in Österreich das Ziel einer bilanziell 100-prozentigen Abdeckung des österreichischen Stromverbrauchs durch erneuerbare Erzeugung bis 2030 – das ist übermorgen. Aus unserer Sicht ist das technisch und wirtschaftlich möglich, aber es basiert derzeit nicht auf einer fundamentalen Prognose, wie hoch der Verbrauch in welchen Sektoren sein wird. So etwas haben wir derzeit noch nicht, da gibt es viel Forschungsarbeit. Am AIT machen das derzeit für den Industriesektor in Österreich. Dazu kommt noch, dass so ein Transformationsprozess keine nationale Insel ist, sondern auch davon abhängt, was im Rest Europas und in der Welt geschieht.

**Kritiker bemängeln, dass sich der Plan, 100 Prozent erneuerbare Energie im Inland zu produzieren, ein „Luftschloss“ ist, dass sich das nie ausgehen kann ...**

Das ist richtig. Aber die Frage ist eher: Wie viel ist so viel? Es ist ja nicht so, dass sich Österreich jetzt vollständig selbst mit Energie versorgt, sondern wir importieren rund zwei Drittel unseres Primärenergiebedarfes – aktuell in erster Linie in Form von Erdöl für den Verkehr und Erdgas für Industrie, Stromerzeugung und Haushalte. Wenn sonst alles gleich bleibt, zum Beispiel die industrielle Entwicklung oder der Wohlstand, wird es auch in Zukunft ein ähnliches Bild sein. Nur werden die Energieträger andere sein müssen. Das muss man sich sektorübergreifend anschauen. Für das kurzfristige 2030-Ziel bei erneuerbarem Strom haben wir jedenfalls realistische Potenziale – und das ist auch wirtschaftlich in Österreich möglich. Wo wir bei der Realisierung immer wieder Probleme haben, ist die Umsetzbarkeit der nötigen Investitionen in Kraftwerke und in Netze.

**Wir sprechen seit vielen Jahren von intelligenten Netzen (smart grids), die Ungleichgewichte zwischen Angebot und Nachfrage zu einem gewissen Grad ausgleichen können. Sind unsere Netze heute fähig, die benötigten Mengen an erneuerbarer Energie aufzunehmen?**

Zum jetzigen Zeitpunkt sicher nicht. Dazu reicht auch sehr große Intelligenz nicht aus. Durch das Bewirtschaften von Flexibilitäten ersparen wir uns nur ein bisschen Netzausbau. Aber um die steigenden Erzeugungsvolumina aufnehmen zu können, muss man auch in Leitungen investieren. Im Moment ist das der größte Hemmschuh.

Wir betreiben am AIT seit mehr als 15 Jahren Forschung an smarten Stromnetzen, speziell auf der Verteilnetzebene. Wir wissen bereits sehr viel, wir haben viele Technologien und Verfahren, um uns Netzstrukturen detailliert anzuschauen. Diese helfen

coupled analysis. At the moment, there is still a lack of acceptance for this. One example is electricity grid planning: in Austria, we have the goal of covering 100 percent of Austrian electricity consumption by renewable generation by 2030 – that's the day after tomorrow. From our point of view, this is technically and economically possible, but it is not currently based on a fundamental forecast of how high consumption will be in which sectors. We don't have anything like that at the moment; there's a lot of research to be done. At AIT, we are currently doing this for the industrial sector in Austria. In addition, such a transformation process is not a national island, but also depends on what happens in the rest of Europe and in the world.

**Critics complain that the plan to produce 100 percent renewable energy domestically is a “pipe dream,” that it can never pan out ...**

That's true. But the question is rather: How much is so much? It's not as if Austria is now completely self-sufficient in energy; we import about two-thirds of our primary energy needs – currently primarily in the form of petroleum for transport and natural gas for industry, power generation and households. If everything else remains the same, for example industrial development or prosperity, it will be a similar picture in the future. Only the energy sources will have to be different. You have to look at that across sectors. In any case, we have realistic potential for the short-term 2030 target for renewable electricity – and this is also economically possible in Austria. Where we repeatedly have problems with implementation is the feasibility of the necessary investments in power plants and grids.

**For many years, we have been talking about smart grids, which can balance out imbalances between supply and demand to a certain extent. Are our grids today capable of absorbing the required amounts of renewable energy?**

At the present time, certainly not. Even very great intelligence is not enough to do that. By managing flexibilities, we only save ourselves a bit of grid expansion. But in order to be able to absorb the increasing generation volumes, you also have to invest in lines. At the moment, that's the biggest stumbling block.

At AIT, we've been doing research on smart grids for more than 15 years, especially at the distribution grid level. We already know a lot, we have many technologies and processes to look at grid structures in detail. These are now helping to accelerate the transformation – but not to the extent we would

jetzt, die Transformation zu beschleunigen – allerdings nicht in dem Ausmaß, wie wir geglaubt hätten. Vieles von dem, was eigentlich Stand der Forschung ist, ist noch nicht standardisiert in den Systemen integriert. Die Kommunikation zwischen einem Wechselrichter, einer Wärmepumpe und der Ladestation zu Hause zum Beispiel funktioniert zwar irgendwie, aber optimal ist das noch nicht. Es ist ein zutiefst menschliches Verhalten, dass die Probleme erst dann Priorität bekommen, wenn sie unmittelbar bevorstehen.

**Ein Spezialthema, das öffentlich nicht so stark diskutiert wird, ist Wärme.**

Die Wärme war lange Zeit ein Stiefkind bei der Betrachtung der Energiesystem-Transformation. Tatsächlich findet der Großteil des Energieverbrauchs auf der Wärmeseite statt, sowohl im Haushaltsbereich als auch in der Industrie. Aufgrund der Notwendigkeit der Dekarbonisierung und der Steigerung der Energiesouveränität – Stichwort: Gas aus Russland – müssen wir aus Erdgas rauskommen. Hier sehen wir große Potenziale für Wärmepumpen, die mithilfe von Elektrizität Abwärme und Umgebungswärme sehr effizient nutzen – mit einem thermodynamischen Faktor von drei bis fünf. Das bedeutet, dass man durch den Einsatz von einer Energieeinheit Elektrizität drei bis fünf Energieeinheiten Wärme erzeugen kann.

Das erfordert sowohl im Gebäude- als auch im Industriesektor Eingriffe in bestehende Infrastrukturen, etwa bei der Art und Weise, wie wir in Städten die Wohnungen heizen und wie wir im Industriebereich Prozesswärme bereitstellen. Vor allem in der Industrie ist das relativ komplex, weil die Umstellung der Energieversorgung auch Einfluss auf die Prozesse hat. Das heißt, dass man für die Integration von Hochtemperaturwärmepumpen viele Kenntnisse über die Prozesse braucht. Im Haushaltsbereich muss man sehr stark zwischen urbanem und ländlichem Umfeld differenzieren. Da braucht es einen großen Push für den Einsatz von Wärmepumpen: Es braucht die Technologien dafür, es braucht die Finanzierung, es braucht die Integration auf einer Prozessebene – der Einbau von Wärmepumpen muss zum Beispiel Teil eines Sanierungsprozesses sein.

Die Elektrifizierung des Wärmesektors mithilfe von Wärmepumpen hat natürlich auch Auswirkungen auf das Gesamtenergiesystem. Es verschärft das Thema der Saisonalität der Energieversorgung – Strom aus Photovoltaik wird vorwiegend im Sommer produziert, die Heizleistung braucht man aber im Winter. Diese Schere wird weiter aufgehen, und das muss beim Marktdesign berücksichtigt werden.

have believed. Much of what is actually state of the art research is not yet integrated into systems in a standardized way. Communication between an inverter, a heat pump and the charging station at home, for example, works somehow, but it's not yet optimal. It is deeply human behavior that problems only get priority when they are imminent.

**One special topic that is not discussed as much in public is heat.**

Heat has long been a stepchild when considering energy system transformation. In fact, the majority of energy consumption occurs on the heat side, both in the residential and industrial sectors. Because of the need to decarbonize and increase energy sovereignty – keyword: gas from Russia – we need to get out of natural gas. Here we see great potential for heat pumps that use waste heat and ambient heat very efficiently with the help of electricity – with a thermodynamic factor of three to five. This means that by using one energy unit of electricity, you can generate three to five energy units of heat.

This requires intervention in existing infrastructures in both the building and industrial sectors, for example in the way we heat homes in cities and the way we provide process heat in industry. In industry in particular, this is relatively complex because the change in energy supply also has an impact on processes. That means you need a lot of knowledge about the processes to integrate high-temperature heat pumps. In the household sector, you have to differentiate very strongly between urban and rural environments. That's where there needs to be a big push for the use of heat pumps: it needs the technologies for it, it needs the financing, it needs the integration on a process level – the installation of heat pumps needs to be part of a renovation process, for example.

Electrification of the heating sector with the help of heat pumps naturally has an impact on the overall energy system. It exacerbates the issue of seasonality of energy supply – electricity from photovoltaics is mainly produced in summer, but heating power is needed in winter. This gap will continue to widen, and this must be taken into account in market design.

### Ein entscheidender Punkt ist auch der effiziente Einsatz von Energie ...

Wir machen bei der effizienten Nutzung der Primärenergie große Schritte nach vorne. Das spielt auch die Wärmepumpe eine große Rolle, da wir Verlust- oder Umgebungswärme nutzbar machen. Im industriellen Bereich hat man immer effizientere Antriebstechnologien oder Wärmerückgewinnung. Bei der weiteren Effizienzsteigerung industrieller Anlagen geht es stark darum, wie man Anreize für Energieeffizienz setzt. Im Gebäudebereich hängt alles an der Sanierungsquote. Diese müsste bei 2,5 bis drei Prozent pro Jahr liegen; tatsächlich kommen wir nicht einmal auf ein Prozent.

### Wie bereits angesprochen, spielt die Sektorkopplung einen zentralen Stellenwert bei der „Energiewende“. Wo stehen wir dabei zur Zeit?

Das ist für viele Bereiche wichtig. Die Notwendigkeit, raus aus dem Gas zu müssen, bringt eine starke Elektrifizierung des Energiesystems mit sich und schafft zugleich auch neue Freiheitsgrade: Wenn die Sektorkopplungsstellen zwischen Strom und Wärme dezentral sind, kann man schon dezentral Volatilitäten auskompensieren. Man kann zum Beispiel die Speichermasse eines Hauses nutzen, um das Erzeugungs- und Verbrauchsverhalten dezentral anzupassen. Damit das passiert, muss man es beanreizen. Ein anderes Beispiel ist die Elektromobilität: Wir haben hier ein Kopplungsstelle zwischen Elektrizität und Verkehr – mit dem Potenzial, das Ladeverhalten und die Stromspeicher der Autos zu nutzen, um das stochastische Verhalten der Erzeugung von erneuerbarem Strom auszugleichen.

Das Thema Sektorkopplung bzw. Verlagerung in andere Sektoren reicht aber noch viel weiter. Zum Beispiel auch auf die stofflichen Seite: Im Sinne einer Kreislaufwirtschaft muss es uns auch gelingen, den Kohlenstoff in einen Kreislauf zu schicken. In manchen industriellen Prozessen werden wir um das Thema CO<sub>2</sub>-Abscheidung nicht herumkommen. Aber was machen wir dann mit dem Kohlenstoff? Eine Möglichkeit ist es, den Kohlenstoff in Form von synthetischen Treibstoffen zu nutzen. Dann hat man zwar weiterhin kohlenstoffbasierte Treibstoffe im System, die aber aus aufgesammeltem Kohlenstoff entstanden sind. Für manche Bereiche, in denen Elektromobilität keine Option ist, kann das sinnvoll sein.

Ein anderes Beispiel ist eine Kopplung zwischen Elektrizität und chemischer Industrie: Man kann die Herstellung von Grundstoffen auch als Energiespeicher betrachten, um die Saisonalität zu überwinden: So könnte man etwa im Sommer, wenn saisonal viel Wasserstoff anfällt, Ammoniak herstellen und zu Düngemittel weiterverarbeiten. Die Frage, ob das wirtschaftlich sein kann, ist derzeit offen.

### A crucial point is also the efficient use of energy ...

We are making great strides forward in the efficient use of primary energy. The heat pump also plays a major role in this, as we are harnessing lost or ambient heat. In the industrial sector, you have more and more efficient drive technologies or heat recovery. In terms of further increasing the efficiency of industrial plants, it's very much about how you incentivize energy efficiency. In the building sector, everything depends on the renovation rate. This should be 2.5 to three percent per year; in fact, we don't even achieve one percent.

### As already mentioned, sector coupling plays a central role in the “energy transition”. Where do we stand in this at the moment?

This is important for many areas. The need to get out of gas brings with it a strong electrification of the energy system and at the same time also creates new degrees of freedom: If the sector coupling points between electricity and heat are decentralized, it is already possible to compensate for volatilities in a decentralized manner. For example, you can use the storage mass of a house to adjust the generation and consumption behavior in a decentralized manner. For this to happen, it has to be incentivized. Another example is electromobility: here we have a coupling point between electricity and transport – with the potential to use the charging behavior and electricity storage of cars to compensate for the stochastic behavior of renewable electricity generation.

But the issue of sector coupling, or shifting to other sectors, extends much further. For example, to the material side as well: In terms of a circular economy, we must also succeed in sending carbon into a cycle. In some industrial processes, we will not be able to avoid the issue of CO<sub>2</sub> capture. But what do we do with the carbon then? One possibility is to use the carbon in the form of synthetic fuels. Then you still have carbon-based fuels in the system, but they are created from captured carbon. For some areas where electric mobility is not an option, that can make sense. Another example is a coupling between electricity and the chemical industry: you can also look at the production of basic materials as energy storage to overcome seasonality: For example, in the summer, when there is a lot of hydrogen seasonally, you could produce ammonia and process it into fertilizer. The question of whether this can be economically viable is currently open.

### Wie wichtig ist die Digitalisierung für die Energiewende?

Sehr wichtig – so wie in vielen anderen Bereichen auch. Bei der Energiesystem-Transformation braucht es digitale Technologien insbesondere dazu, um die Komplexität im Griff zu haben. Überdies bedeutet ein stärker strombasiertes System, dass mehr Leistungselektronik notwendig ist – und diese ist inhärent digital. Energieversorgung ist ein Grundbedürfnis des Menschen: Sie darf für den Konsumenten keine Arbeit sein, daher muss alles hochgradig automatisiert sein – sowohl im Betrieb als auch in der Planung. Das System ist so komplex, dass man das nur mit hohen Rechenleistungen und/oder mit Künstlicher Intelligenz handeln kann. KI hilft uns beispielsweise, die Systeme effizienter und resilienter zu planen oder schneller zu lernen, wie man Sektorkopplungsgrenzen effizient betreibt.

### Der Innovationsverbund NEFI (New Energy for Industry), den Sie koordinieren, ist quasi ein Großversuch im Bereich der Industrie, um viele der besprochenen Technologien in die Praxis umzusetzen. Klappt das gut?

Bei NEFI kommen einige Dinge zusammen: Zum einen kann man neue Technologien in Form von Pilotanlagen ausprobieren. Wir haben ein großes Arsenal an existierenden Technologien und bestehendem Prozess- und Technologiewissen, das für neue Fragestellungen und in neuen Anwendungsfeldern zum Einsatz kommt – etwa Industrierärmepumpen. Überdies erproben wir neue Technologien, wie zum Beispiel Oxyfuel-Brenner – also eine Verbrennung unter reinem Sauerstoff, um das entstehende CO<sub>2</sub>-leichter abscheiden zu können. Es gibt daraus viele technologische Learnings.

Zum anderen machen wir Fortschritte bei der Entwicklung von Transformationspfaden. Die Unternehmen benötigen Roadmaps, wie die Technologien in den nächsten Jahren umgesetzt werden können. Inspiriert durch Erfolge aus einzelnen Demonstrationen – zum Beispiel, wie man die Ziegelerzeugung CO<sub>2</sub>-frei aufstellen kann – kann man Priorisierungen und Standortkonzepte ableiten. Das geht einher mit dem Bedarf, den die Industrie sowieso hat, um überleben zu können.

Schwieriger ist es, den „gap“ von einer Demo-Anlage zu einer Pilotanlage zu überbrücken – das bedeutet, von einem Investitionsvolumen von einer Million Euro auf zehn bis hundert Millionen zu kommen. Hier stellt sich die Frage, welche Förderinstrumente und Kooperationsmodelle es braucht, um diesen Schritt zu gehen. Das reicht hin bis zur nötigen Industriestruktur: Um die jetzige Industriestruktur in Österreich zu erhalten, benötigen wir viel mehr Elektrizität. Wenn man sagt: Ja, wir wollen das, kann man Importstrategien entwickeln. Man könnte aber auch überlegen, bestimm-

### How important is digitization for the energy transition?

Very important – just as it is in many other areas. In the energy system transformation, digital technologies are needed in particular to keep the complexity under control. Moreover, a more electricity-based system means that more power electronics are needed – and these are inherently digital. Energy supply is a basic human need: it must not be work for the consumer, so everything must be highly automated – both in operation and in planning. The system is so complex that it can only be handled with high computing power and/or artificial intelligence. AI helps us, for example, to plan the systems more efficiently and resiliently or to learn faster how to operate sector coupling boundaries efficiently.

### The NEFI (New Energy for Industry) innovation alliance, which you coordinate, is more or less a large-scale experiment in industry to put many of the technologies we've discussed into practice. Is that working well?

At NEFI, a number of things come together: One is the ability to try out new technologies in the form of pilot plants. We have a large arsenal of existing technologies and existing process and technology knowledge that can be used for new issues and in new fields of application – such as industrial heat pumps. In addition, we are testing new technologies, such as oxyfuel burners – i.e. combustion under pure oxygen in order to be able to capture the resulting CO<sub>2</sub> more easily. There are many technological learnings from this.

Second, we are making progress in developing transformation pathways. Companies need roadmaps on how to implement the technologies in the next few years. Inspired by successes from individual demonstrations – for example, how to make brick production CO<sub>2</sub>-free – prioritization and site concepts can be derived. This goes hand in hand with what the industry needs anyway to survive.

It is more difficult to bridge the gap from a demo plant to a pilot plant – that means going from an investment volume of one million euros to ten to one hundred million. The question here is which funding instruments and cooperation models are needed to take this step. This extends to the necessary industrial structure: To maintain the current industrial structure in Austria, we need a lot more electricity. If you say: Yes, we want that, you can develop import strategies. But one could also consider manufacturing certain products elsewhere. We don't want de-industrialization, but you do have to think about how a business location should develop against

te Produkte wo anders herzustellen. Wir wollen keine Deindustrialisierung, aber man muss schon darüber nachdenken, wie sich ein Wirtschaftsstandort vor dem Hintergrund von CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Verfügbarkeit von Ressourcen und Energie weiterentwickeln soll.

Learnings gibt es bei NEFI auch auf einer techno-ökonomischen Ebene. Etwa in der Frage, welche Technologien für welche Anwendungen wirtschaftlich sinnvoll sind. Thermische Speichertechnologien zum Beispiel schauen auf den ersten Blick sehr interessant aus, aber wenn man die Prozesse skalieren will, geht es sich wirtschaftlich vorne und hinten nicht aus. Das ist eine Art des Scheiterns, wie wir es bei Forschungs- und Demonstrationsprojekten wollen.

#### **Fehlen noch irgendwelche Technologien komplett?**

Wir haben großen Bedarf bei Wasserstofftechnologien – sowohl hinsichtlich Erzeugung als auch Nutzung und Speicherung. Das gilt auch für Wasserstoffderivate wie zum Beispiel Ammoniak: Da wissen wir viel Grundlegendes, aber wir wissen nicht, wie das skaliert.

Auch bei einzelnen Industrien müssen wir noch viel lernen: Wie kann man zum Beispiel skalierbar und wettbewerbsfähig eine CO<sub>2</sub>-freie Stahlerzeugung bewerkstelligen? Ist das ein Elektrolichtbogenofen? Oder Wasserstoffreduktion? Oder CO<sub>2</sub>-Abscheidung? Das ist Gegenstand industrieller Forschung, da ist bei weitem noch nicht alles fertig.

Auch bei Speichertechnologien müssen wir vorankommen. Auf der elektrischen Seite geht es nach wie vor um die Weiterentwicklung der bestehenden Ansätze bei Batterien – etwa in Richtung „post Lithium“. Auch bei der Recyclebarkeit von Batterien sind noch viel größere Anstrengungen in der Forschung nötig. Aber auch auf der stofflichen Seite – wie bereits angesprochen – braucht es noch viel Forschung. Man muss systemisch auch in solche Richtungen denken, anstatt krampfhaft nur an Batterien zu forschen.

#### **Wie wichtig ist der Faktor Mensch bei der „Energiewende“? Wie wichtig ist es also, Menschen zum bewussten Umgang mit Energie zu motivieren?**

Bei der Endnutzerseite geht es in erster Linie darum, die Menschen bei Investitionsentscheidungen zu sensibilisieren. Welche Wohnungen nimmt man sich? Wie baut man ein Haus? Wann und wie saniert man ein Haus? Welche Technologien baut man ein? Um die Transformation zu schaffen, muss man diese Entscheidungen möglichst gut lenken. Da braucht man einerseits passende Förderungssysteme. Andererseits müssen effiziente Technologien in der Anwendung einfach sein.

the background of CO<sub>2</sub> emissions and the availability of resources and energy.

NEFI has also learned lessons on a techno-economic level. For example, on the question of which technologies make economic sense for which applications. Thermal storage technologies, for example, look very interesting at first glance, but if you want to scale up the processes, it doesn't make economic sense at all. That's the kind of failure we want in research and demonstration projects.

#### **Are any technologies still completely missing?**

We have a great need for hydrogen technologies – both in terms of production and use and storage. This also applies to hydrogen derivatives such as ammonia: We know a lot of the basics, but we don't know how to scale it.

We also have a lot to learn about individual industries: how, for example, can CO<sub>2</sub>-free steel production be achieved in a scalable and competitive way? Is that electric arc furnaces? Or hydrogen reduction? Or CO<sub>2</sub> capture? That's the subject of industrial research, and by no means everything is ready yet.

We also have to make progress with storage technologies. On the electrical side, it's still a question of further developing existing approaches to batteries – in the direction of “post lithium,” for example. Much greater research efforts are also needed on the recyclability of batteries. But also on the material side – as already mentioned – a lot of research is still needed. We need to think systemically in such directions, too, instead of frantically researching only batteries.

#### **How important is the human factor in the “energy transition”? So how important is it to motivate people to use energy consciously?**

On the end-user side, it's primarily about making people more aware when making investment decisions. Which apartments do you take? How does one build a house? When and how does one renovate a house? What technologies does one build in? In order to achieve the transformation, these decisions have to be guided as well as possible. On the one hand, you need suitable subsidy systems. On the other hand, efficient technologies must be easy to use.

Und man braucht genügend geschulte Handwerker, um das zu stemmen. Eine gute Sache können auch Energiegemeinschaften sein, wenn es um lokale Aspekte von Energie geht – insbesondere um die Wärmeversorgung. Österreich ist international eines der Pionierländer bei Energiegemeinschaften – da braucht es nun den nächsten Schritt der Verkopplung auf die Wärmeseite und in Richtung lokale Mobilitätskonzepte. Man muss den Enthusiasmus der an Energiegemeinschaften beteiligten Menschen für die Weiterentwicklung nutzen.

Ich glaube aber nicht daran, dass man einen signifikanten Anteil des Verbrauchs durch das Verhalten steuern kann – zum Beispiel, dass man Wäsche nur dann wäscht, wenn die Sonne scheint. Damit kann man, denke ich, nur bestimmte Gruppen wie etwa early adopter abholen.

Die Menschen holt man am besten über das Geldbörstel ab und darüber, dass Dinge einfach gehen. Eine Wärmepumpe anzuschaffen, muss so einfach sein, wie wenn man einen Kühlschrank kauft. Das ist für die Nutzerbereitschaft wichtig. ✕

And you need enough trained craftsmen to manage it. Energy communities can also be a good thing when it comes to local aspects of energy – especially heat supply. Internationally, Austria is one of the pioneer countries in energy communities – so we now need the next step of coupling on the heating side and in the direction of local mobility concepts. The enthusiasm of the people involved must be harnessed for further development.

But I don't believe that you can control a significant amount of consumption through behavior – for example, only doing laundry when the sun is shining. With that, I think you can only pick up certain groups, such as early adopters.

The best way to pick up people is through their wallets and by making things easy to do. Buying a heat pump has to be as easy as buying a refrigerator. This is important for user readiness. ✕



## Mobilitätswende

„Der Blick nur auf das Unterwegssein ist zu eng“

**„Mobilitätswende“ bedeutet nicht nur, das Mobilitätssystem zu optimieren und zu dekarbonisieren, sondern muss auch bei den Ursachen der Mobilität ansetzen. Das Hauptziel müsse sein, die Erreichbarkeiten der Ziele zu verbessern und dadurch weniger weit unterwegs zu sein, sagt Alexandra Millonig, Mobilitätsforscherin am AIT Austrian Institute of Technology.**

Das Verkehrssystem zählt für die angestrebte Dekarbonisierung zu den schwierigsten Bereichen: In Österreich verursacht der Verkehr 28 Prozent der gesamten Treibhausgasemission – und im Unterschied zu anderen Bereichen gibt es keinen deutlichen Trend nach unten. Im Gegenteil: Nach einer kurzen Pause in der Corona-Zeit haben die Verkehrsemissionen längst wieder das Vorkrisenniveau erreicht. Das Ziel der erforderlichen „Mobilitätswende“ ist klar umrissen: Österreich hat sich vorgenommen, bis 2040 die Emissionsziele auch im Verkehr zu erreichen. „Das heißt, wir müssen innerhalb der nächsten 17 Jahren 95 Prozent der Emissionen reduzieren“, erläutert Alexandra Millonig, Verkehrsforscherin am AIT Austrian Institute of Technology. Derzeit werden im österreichischen Verkehrssektor 21,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente (2021) ausgestoßen, das Ziel liegt folglich bei 1,2 Mio. Tonnen im Jahr 2040. „Das bedeutet, dass wir sofort damit anfangen müssen, jedes Jahr um 16 Prozent weniger Emissionen ausstoßen als im Jahr davor. Anders werden wir es nicht schaffen.“ Nachsatz: „Das Ausmaß dieser nötigen Reduktion ist offensichtlich nicht allen klar. Und auch bei der Frage, wie wir das erreichen könnten, gibt es viele Fragezeichen.“



**ALEXANDRA MILLONIG** studierte Raumplanung und promovierte 2014 an der TU Wien. Am AIT Austrian Institute of Technology erforscht sie seit 2005 menschliches Mobilitätsverhalten sowie Lösungen für nachhaltige Mobilität und ist als Senior Scientist für die Konzeption, Durchführung und Leitung wissenschaftlicher Projekte verantwortlich. Als Leiterin der Thematic Group Mobility bei ECTRI arbeitet sie darüber hinaus aktiv an der Gestaltung und Förderung der Mobilitätsforschung auf europäischer Ebene mit.

## Mobility

“Just looking at being on the way is not enough”

**ALEXANDRA MILLONIG** studied spatial planning and received her PhD from the TU Wien in 2014. At the AIT Austrian Institute of Technology, she has been researching human mobility behavior and solutions for sustainable mobility since 2005 and, as a Senior Scientist, is responsible for the conception, implementation and management of scientific projects. As head of the Thematic Group Mobility at ECTRI, she is also actively involved in shaping and promoting mobility research at the European level.

**Mobility transition not only means optimizing and decarbonizing the mobility system, but must also address the causes of mobility. The main goal must be to improve the accessibility of destinations and thus travel less far, says Alexandra Millonig, mobility researcher at the AIT Austrian Institute of Technology.**

The mobility system is one of the most difficult areas for the targeted decarbonization: In Austria, transport accounts for 28 percent of total greenhouse gas emissions – and unlike other sectors, there is no clear downward trend. On the contrary: after a brief pause during the Corona period, transport emissions have long since returned to pre-crisis levels. The goal of the necessary “mobility turnaround” is clearly outlined: Austria has set itself the goal of achieving emissions targets in transport as well by 2040. “That means we have to reduce emissions by 95 percent within the next 17 years,” explains Alexandra Millonig, a transport researcher at the AIT Austrian Institute of Technology. Currently, the Austrian transport sector emits 21.6 million metric tons of CO<sub>2</sub> equivalents (2021), so the target is 1.2 million metric tons in 2040. “That means we have to start immediately, emitting 16 percent less emissions each year than the year before. We won’t get there any other way.” Postscript: “The scale of this necessary reduction is clearly not clear to everyone. And there are also many question marks about how we might achieve it.”

### Individuelle Mobilitätsbudgets

Es gibt zahlreiche Konzepte, wie die Mobilitätswende zu schaffen sein könnte. Unbestritten ist, dass an vielen Stellschrauben gedreht werden muss. Das beginnt bei der Vermeidung von motorisiertem Verkehr und reicht über das Forcieren von Zu-Fuß-Gehen und Radfahren und die Verlagerung auf öffentliche Verkehrsmittel bis hin zur Umstellung auf Elektromobilität bzw. andere am Fahrzeug emissionsfreie Antriebstechnologien. „Die meisten Konzepte beruhen auf einem „predict and provide“-Ansatz: Man berechnet Szenarien und erhält einen Forecast. Allerdings habe ich bisher keinen Forecast gesehen, bei dem sich die erforderliche CO<sub>2</sub>-Reduktion ausgeht“, so Millonig.

Um einen Schritt weiterzukommen, hat die Forscherin gemeinsam mit Kolleg:innen einen anderen Ansatz gewählt, bei dem ein individuelles „Mobility Budget“ definiert wird. Dies ist die (fixe) Menge an Treibhausgasemissionen, die jede Person angesichts des Reduktionspfades in einem bestimmten Zeitraum im Zusammenhang mit Mobilität ausstoßen darf; in Summe geht sich dann die Reduktion um 95 Prozent aus. Das Ergebnis: Diese höchstzulässigen Emissionen erlauben es, mit einem herkömmlichen Auto täglich nicht einmal 1,5 Kilometer zurückzulegen, oder mit einem Elektroauto rund drei Kilometer. Per Zug schafft man mit seinem täglichen Mobility Budget gerade einmal elf Kilometer. Die Wege, die wir heute zurückzulegen gewohnt sind, gehen sich damit nicht oder nur schwer aus.

### Definition von Mindestmobilitätsstandards

Parallel dazu haben die Forscher:innen untersucht, welche Wege mindestens nötig sind, damit Menschen die grundlegenden Mobilitätsanforderungen für ihr Alltagsleben (hinsichtlich Arbeit, Bildung, Grundversorgung, Erholung und Sozialkontakte) erfüllen können. Dieser Mindestmobilitätsstandard geht von einer menschlichen Verhaltenskonstante aus, die sich in vielen Studien gezeigt hat: „Normal ist für uns Menschen, dass man täglich im Durchschnitt 60 bis 80 Minuten unterwegs sein will. Einerseits will man nicht ständig daheimsitzen, andererseits will man auch nicht täglich drei oder vier Stunden unterwegs sein“, so Millonig. Typischerweise legt man täglich drei bis vier Wege zurück. Jene Emissionen, die in diesen 60 bis 80 Minuten Unterwegssein anfallen (und zwar zur nächstgelegenen Möglichkeit für Einkauf, Arbeit, Freizeit usw. mit der jeweils saubersten Fortbewegungsart) müssen also akzeptiert werden.

„Um die Emissionen, die Zeit und die Kosten für die Alltagswege möglichst gering zu halten, muss man die Dinge wieder zu den Menschen bringen“, kommentiert Millonig. „Das entspricht dem Prinzip der 15-Minuten-Neighbourhoods, in denen man im Umkreis von einer Viertel-Stunde Wegzeit mehr oder weniger alles Alltägliche erledigen kann.“ Als positives Beispiel nennt sie den Wiener Wohnpark Alterlaa: Dort ist die Wohnzufriedenheit extrem hoch, weil fast alles dort zu Fuß erreichbar ist – mit Ausnahme des Wegs zur Arbeit.

### Individual mobility budgets

There are numerous concepts on how the mobility turnaround could be achieved. It is undisputed that many adjustments need to be made. This starts with the avoidance of motorized traffic and extends to the promotion of walking and cycling and the shift to public transport, right through to the switch to electromobility or other (on the vehicle) emission-free drive technologies. “Most concepts are based on a predict and provide approach: you calculate scenarios and get a forecast. However, I haven’t seen a forecast yet where the required CO<sub>2</sub> reduction works out,” Millonig said.

To go one step further, the researcher and her colleagues have chosen a different approach in which an individual “mobility budget” is defined. This is the (fixed) amount of greenhouse gas emissions that each person is allowed to emit in connection with mobility in a given period, given the reduction path; in total, the reduction is then 95 percent. The result: these maximum permissible emissions allow a person to travel less than 1.5 kilometers a day in a conventional car, or about three kilometers in an electric car. By train, you can manage just eleven kilometers with your daily mobility budget. The distances we are accustomed to traveling today are therefore not feasible, or only with difficulty.

### Defining minimum mobility standards

In parallel, the researchers investigated the minimum distances needed for people to meet the basic mobility requirements for their daily lives (in terms of work, education, basic services, recreation and social contacts). This minimum mobility standard is based on a human behavioral constant that has been shown in many studies: “Normal for us humans is that we want to be on the road for 60 to 80 minutes a day on average. On the one hand, you don’t want to sit at home all the time, but on the other hand, you don’t want to be on the road for three or four hours a day,” Millonig says. Typically, people make three to four trips a day. So those emissions that occur during those 60 to 80 minutes of being on the way (to the nearest possibility for shopping, work, leisure, etc. and with the cleanest mode of transportation in each case) have to be accepted.

“To minimize the emissions, time and cost of everyday travel, you have to bring things back to the people,” Millonig comments. “This is in line with the principle of 15-minute Neighborhoods, where you can do more or less everything everyday within a quarter-hour walk.” She cites Vienna’s Alterlaa residential park as a positive example: residential satisfaction is extremely high there because almost everything is within walking distance – with the exception of the commute to work.

„Mobilitätswende bedeutet also nicht nur, das Mobilitätssystem zu optimieren und zu dekarbonisieren, sondern wesentlich mehr: Man muss bei den Ursachen der Mobilität ansetzen“, fasst Millonig zusammen. Wir müssen uns viel stärker fragen, warum wir überhaupt irgendwo hinfahren müssen oder wollen. „Das Problem haben wir uns selbst in den letzten Jahrzehnten herangezüchtet: Einerseits sind wir natürlich gern unterwegs – Autofahren macht ja auch Spaß, teilweise ist das Auto ein Statussymbol, manchen dient es als fahrendes Wohnzimmer. Andererseits gibt es wirtschaftliche Treiber, etwa weil der Arbeitsplatz dort ist, wo es für die Unternehmen günstiger ist, oder weil es lokal keine Nahversorgung mehr gibt.“

#### „Wir müssen weniger weit unterwegs sein“

Die eigentliche Mobilitätswende sieht sie also nicht in einer Änderung der Technologie, sondern der (nicht-motorisierten) Erreichbarkeit. „Wir müssen weniger unterwegs sein.“ Während in der Vergangenheit laut Mobilitätshebungen die zurückgelegten Distanzen stetig gewachsen sind (bei gleichgebliebenen durchschnittlichen Reisezeiten), so müssten nun die Distanzen wieder kürzer werden.

Und das müsse gar nicht so schwierig sein, wie man glaubt, betont Millonig: In einem Forschungsprojekt wurden die Mobilitätsmindeststandards auf Basis von Open Street-Map in einem Geographischen Informationssystem (GIS) implementiert, das darüber Auskunft gibt, wo die Umsetzung theoretisch schon möglich wäre und wie viele Emissionen man an einem bestimmten Standort in Kauf nehmen muss, um alles Alltägliche erledigen zu können. Die gute Nachricht: „Im gesamten Wiener Stadtgebiet geht das schon. Niemand müsste wo anders hinfahren.“ Die Praxis ist eine andere, die Menschen sind trotzdem viel unterwegs – teilweise, weil sie es gewohnt sind, teilweise, weil es (von Arbeitgebern) verlangt wird – zum Beispiel wenn ein Mitarbeiter in einem Handelsunternehmen nicht in der nächstgelegenen Filiale eingeteilt wird, sondern am anderen Ende der Stadt.

„Der derzeitige Fokus der Diskussion liegt allein auf der Mobilität – man muss von A nach B kommen. Das ist aber zu eng: Man muss sich vielmehr fragen: Wo muss denn B sein?“ Ein Beispiel, wie dies gelöst werden könnte, sind Co-Working-Spaces, die ein Unternehmen in der Nähe der Wohnorte der Mitarbeiter:innen mietet, anstatt die Arbeitsplätze am Firmenstandort anzumieten.

“A mobility turnaround therefore means not only optimizing and decarbonizing the mobility system, but much more: you have to start with the causes of mobility,” Millonig summarizes. We have to ask ourselves much more why we need or want to drive somewhere in the first place. “We have bred the problem for ourselves in recent decades: On the one hand, of course, we like to be on the road – driving is fun, after all; in some cases, the car is a status symbol, and for some people it serves as their living room on the road. On the other hand, there are economic drivers, for example because the workplace is where it is cheaper for businesses, or because there is no local supply anymore.”

#### “We need to travel less far”

So she sees the real mobility shift not in a change in technology, but in (non-motorized) accessibility. “We need to travel less.” While in the past, according to mobility surveys, the distances traveled have grown steadily (while average travel times have remained the same), now the distances must become shorter again.

And that doesn’t have to be as difficult as people think, Millonig emphasizes: In a research project, the minimum mobility standards were implemented in a geographic information system (GIS) based on Open Street-Map, which provides information on where implementation would already be theoretically possible and how many emissions one would have to accept at a specific location in order to be able to do all the everyday things. The good news: “It’s already possible throughout Vienna’s urban area. No one would have to drive anywhere else.” The practice is different, people still travel a lot – partly because they are used to it, partly because it is required (by employers) – for example, when an employee in a retail company is not assigned to the nearest branch, but to the other end of the city.

“The current focus of the discussion is solely on mobility – you have to get from A to B. That’s not the case. But that’s too narrow: Instead, you have to ask yourself: where does B have to be?” One example of how this could be solved is co-working spaces, which a company rents close to where its employees live, instead of renting the workstations at the company’s location.

### Prioritäten für die „Mobilitätswende“

Allgemeiner formuliert, gibt es in Millionigs Augen eine klare Priorisierung von Maßnahmen der „Mobilitätswende“:

- Man muss die lokalen Erreichbarkeiten bei alltäglichen Dingen steigern
- Was nicht lokal möglich ist, kann man vielleicht ins Virtuelle verlagern (z. B. Amtswege oder Besprechungen).
- Das dann noch übrig bleibende Mobilitätsbedürfnis soll möglichst nachhaltig abgedeckt werden. Das (kleine und elektrische) Auto ist dabei die letzte Option, wenn nichts anderes möglich ist.

Die Umsetzung dieser so logisch klingenden Prinzipien ist freilich alles andere als einfach. Den bedeutsamsten Hemmschuh sieht Millonig im fehlenden Problembewusstsein hinsichtlich des Ausmaßes und der Dringlichkeit der Dekarbonisierung. „Es wird zum Beispiel nicht klar kommuniziert, dass es nicht reicht, auf Elektroautos umzusteigen“, so die Forscherin. Gleichzeitig unterschätze man die Bereitschaft der Bevölkerung, einschneidende Maßnahmen mitzutragen. „Den Menschen wird nicht zugetraut, dass sie das Problem verstehen und Lösungen mittragen. Man will niemanden verschrecken, immer hängt die Vorstellung in der Luft, dass jemand eingeschränkt wird und dass das als Verlust wahrgenommen wird.“ Millonig berichtet aus ihren Erfahrungen in Workshops, dass zumindest Teile der Bevölkerung viele Maßnahmen sehr wohl mittragen würde, wenn man ihnen die Zusammenhänge erklärt. Menschen seien extrem anpassungsfähig, wenn sich die Rahmenbedingungen ändern – es gebe viele Beispiele, die das zeigen. „Natürlich gibt es Menschen, die das kritisieren – aber um einen Social Tipping Point, an dem sich das Verhalten der Gesellschaft insgesamt verändert, zu erreichen, braucht man keine Mehrheit – da reichen bei einem komplexen Problem vielleicht 30 Prozent.“

### Unterschiedliches Mobilitätsverhalten

Um den Menschen die Zusammenhänge rund um die Mobilitätswende besser erklären zu können haben, haben Forscher:innen des AIT und der TU Wien eine Typologie von verschiedenen Gruppen mit unterschiedlichem Mobilitätsverhalten, Bedürfnissen, Einstellungen und Informationsbeschaffung erarbeitet. Angelehnt an das Konzept der Sinus-Milieus ergaben sich aus einer Befragung von 1.000 deutschsprachigen Einwohner:innen Österreichs folgende fünf Cluster:

- **Spontaneous – On the Go** (7 %): Diese Gruppe ist urban, gebildet, in der digitalen Welt zuhause und sehr flexibel. .
- **Highly Informed Sustainability** (22 %): Dieser Cluster ist höher gebildet, ökologisch orientiert und hat einen hohen Informationsbedarf.
- **Efficiency-oriented Information Pickers** (24 %): Diese Menschen sind meist im mittleren arbeitsfähigen Alter und entscheiden hauptsächlich nach den Effizienzkriterien Zeit und Kosten.

### Priorities for the mobility system of the future

More generally speaking, in Millonig’s eyes, there is a clear prioritization of “mobility turnaround” measures:

- Increase local accessibility for everyday things.
- What cannot be done locally can perhaps be shifted to the virtual world (e.g., official business or meetings).
- The remaining need for mobility should be met as sustainable as possible. The (small and electric) car is the last option if nothing else is possible.

Implementing these principles, which sound so logical, is anything but easy. Millonig sees the most significant stumbling block in the lack of problem awareness regarding the extent and urgency of decarbonization. “For example, it is not clearly communicated that it is not enough to switch to electric cars,” says the researcher. At the same time, people underestimate the willingness of the population to support drastic measures. “People are not trusted to understand the problem and support solutions. You don’t want to scare anyone away, there’s always the idea hanging in the air that someone will be restricted and that this will be perceived as a loss.” Millonig reports from her experience in workshops that at least parts of the population would very much support many measures if the connections were explained to them. People are extremely adaptable when conditions change, she says – there are many examples that show that. “Of course, there are people who criticize it – but you don’t need a majority to reach a social tipping point where the behavior of society as a whole changes – maybe 30 percent is enough for a complex problem.”

### Different mobility behavior

In order to be able to better explain to people the interrelationships surrounding the mobility transition, researchers from the AIT and the Vienna University of Technology have developed a typology of different groups with different mobility behavior, needs, attitudes and information procurement. Based on the concept of Sinus-Milieus, a survey of 1,000 German-speaking inhabitants of Austria resulted in the following five clusters:

- **Spontaneous – On the Go** (7 %): This group is urban, educated, at home in the digital world, and very flexible.
- **Highly Informed Sustainability** (22 %): This cluster is more highly educated, ecologically oriented and has a high demand for information.
- **Efficiency-oriented Information Pickers** (24 %): These people are mostly in the middle working age and decide mainly according to the efficiency criteria time and cost.

- **Pragmatic-interested** (29%) haben einen mittleren sozialer Status und sind sehr aufgeschlossen gegenüber neuen Mobilitätsservices.
- **Low Demand** (19%): Diese Gruppe ist älter, hat einen niedrigen Bildungsstand und ist sehr in Routinen verhaftet.

Diese Typologie von Präferenzen lässt sich großteils auf drei Faktoren zurückführen: Ein große Rolle spielen soziale Lage, Bildung und Einkommen. Weiters ist die Grundhaltung (konservativ oder veränderungswillig) für das Mobilitätsverhalten relevant. Und drittens spielt es eine große Rolle, ob man in einer Stadt oder am Land lebt. „Die Erklärungskraft dieser drei Faktoren für unser Verhalten ist sehr hoch.“ Die Umsetzung dieser Präferenzen hängt sehr stark davon ab, ob das, was man präferiert, im Alltagsleben auch umsetzbar ist. „Wenn ein extrem nachhaltig orientierter Mensch am Land wohnt, dann hat er zwar dabei ein schlechtes Gewissen, fährt aber dennoch mit dem Auto.“

Auf der Grundlage dieser Typologie wurden maßgeschneiderte Kommunikationskonzepte für jede spezifische Zielgruppe hinsichtlich Argumenten Informationsbedarf und bevorzugten Informationskanäle entwickelt. „Das Konzept bietet eine solide Grundlage für die Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung der aktiven Mobilität und von zielgruppen-spezifische Interventionen als Voraussetzung für die Erreichung verkehrspolitischer Ziele“, fasst Millonig zusammen. ✖

- **Pragmatic-interested** (29 %) have a medium social status and are very open to new mobility services.
- **Low Demand** (19 %): This group is older, has a lower level of education and is very stuck in routines.

This typology of preferences can largely be traced back to three factors: Social situation, education and income play a major role. Furthermore, the basic attitude (conservative or willing to change) is relevant for mobility behavior. And third, whether one lives in a city or in the country plays a major role. “The explanatory power of these three factors for our behavior is very high.” The implementation of these preferences depends very much on whether what one prefers is feasible in everyday life. “If a person who is extremely sustainably oriented lives in the countryside, he may have a guilty conscience in doing so, but he still drives his car.”

Based on this typology, customized communication concepts were developed for each specific target group in terms of arguments information needs and preferred information channels. “The concept provides a solid basis for implementing measures to promote active mobility and target group-specific interventions as a prerequisite for achieving transport policy goals,” Millonig summarizes. ✖

## Digitalisierung

„Wir müssen Technik so gestalten, damit sie einen Mehrwert hat“

**Computer, E-Mail, mobiles Internet, Künstliche Intelligenz usw. verändern seit vielen Jahren unser Leben und Arbeiten. Angst vor der Digitalisierung zu haben, hilft jedenfalls nicht weiter. Vielmehr muss man sich aktiv daran beteiligen, die Technik zu gestalten, betont Helmut Leopold, Leiter des AIT Center for Digital Safety & Security. Andernfalls verliert man seine Souveränität.**

**Wir befinden uns mitten in einer durchgreifenden digitalen Transformation. Was haben wir bisher über die Veränderungen gelernt?**

**Helmut Leopold:** Viele glauben, dass es bei der Digitalisierung in erster Linie um komplizierte Technik geht. Aber das ist meiner Meinung nach ein Fehler. Viele haben in der Vergangenheit zu sehr nur auf die Wissenschaft und auf die Technik geschaut und waren dann überrascht, welche Effekte deren Einführung hatte. Das wichtigste Ziel muss sein, dass wir die Technik so gestalten, dass sie einen Mehrwert hat. Man muss dabei drei große Gruppen berücksichtigen: erstens Unternehmen, deren Abläufe und Strukturen; zweitens Personen als Benutzer und deren gewohnte Gedanken- und Verhaltensmuster; und drittens die öffentliche Hand, die über die Gesetzgebung Regelungen und Rahmenbedingungen für den Einsatz und die Verwendung von Technik macht.

Der größte Feind einer vernünftigen digitalen Transformation ist die Angst vor der Veränderung. Das ist eine klassische Frage der Technologieakzeptanz. Ein Beispiel: Vor 30 Jahren bei der Einführung des E-Mails meinten viele: So ein Blödsinn, wenn ich etwas Wichtiges zu sagen habe, dann schreibe ich einen Brief. Oder zehn



**HELMUT LEOPOLD** leitet seit Jänner 2009 am AIT Austrian Institute of Technology das Center for Digital Safety & Security, das in Schlüsselbereichen moderner Informations- und Kommunikationstechnologien zur Steigerung der Sicherheit und Verfügbarkeit kritischer Infrastrukturen und Systeme arbeitet. Zuvor war er bei Telekom Austria in verschiedenen Managementfunktionen tätig, als Technologiechef der Telekom Austria war er maßgeblich für die digitale Transformation des Unternehmens zu einem modernen Multimedia- und Breitbandunternehmen verantwortlich.

Areas of Transformation

## Digitization

“We need to design technology in such a way so that it has added value”

**HELMUT LEOPOLD** has headed the Center for Digital Safety & Security at the AIT Austrian Institute of Technology since January 2009, working in key areas of modern information and communications technologies to increase the security and availability of critical infrastructures and systems. Previously, he held various management positions at Telekom Austria. As Telekom Austria's Head of Technology, he was largely responsible for the company's digital transformation into a modern multimedia and broadband company.

**Computers, e-mail, mobile Internet, artificial intelligence, etc. have been changing our lives and work for many years. In any case, being afraid of digitalization doesn't help. Instead, you have to actively participate in shaping technology, emphasizes Helmut Leopold, Head of AIT Center for Digital Safety & Security, otherwise you lose your sovereignty.**

**We are in the midst of a sweeping digital transformation. What have we learned about the changes so far?**

**Helmut Leopold:** Many people believe that digitization is primarily about complicated technology. But that is a mistake, in my opinion. In the past, many people focused too much on science and technology and were then surprised by the effects of their introduction. The most important goal must be that we design the technology so that it has added value. We have to consider three major groups: first, companies, their processes and structures; second, people as users and their habitual patterns of thought and behavior; and third, the public sector, which makes regulations and framework conditions for the deployment and use of technology through legislation.

The biggest enemy of a sensible digital transformation is the fear of change. This is a classic issue of technology acceptance. An example: 30 years ago when e-mail was introduced, many said: What nonsense, if I have something important to say, I'll write a letter. Or ten years later, some people said: No one needs the Internet on a cell phone, people just want to use their cell phones to make

Konkrete Transformationsfelder

Jahre später sagten manche: Das Internet am Handy braucht niemand, die Menschen wollen mit dem Handy nur telefonieren. Diese Einwände hatten nichts mit komplizierter Technik zu tun, sondern es war ein Nichtverstehen, ein Nicht-Akzeptieren von Veränderung.

Es muss klar sein: Die Digitalisierung geschieht, das hat eine Eigendynamik. Die Frage ist: Wie setzen wir die Technik ein? Wie gestalten wir die Technik? Wir müssen uns auf jeden Fall damit auseinandersetzen und unbedingt eine gestalterische Attitüde einnehmen – Augen zu und nichts tun ist genauso schlecht wie eine überbordende Angst vor der Technologie. Es geht also um die Weiterentwicklung unseres Zugangs zu Technik und um die Zusammenarbeit.

#### **Was bedeutet es konkret, einen „anderen Zugang“ zu Technik zu entwickeln?**

Es ist nachvollziehbar, dass man neue Technologien nicht gleich versteht. Das geht allen so. Man weiß zwar nie, was wirklich kommen wird, aber man muss sich dennoch darauf vorbereiten und vor allem bei der Technologieeinführung mitwirken. Das wird oft ignoriert. Wir müssen aktiv „Technology Mediation“ und „Technology Shaping“ betreiben. So einen Prozess gibt es bei jeder neuen Technologie: In Autos zum Beispiel haben wir mit der Zeit Sicherheitsgurte und Airbags eingebaut, jetzt haben wir auch Fahrerassistenzsysteme. Wir bauen die Technik also laufend um. Als Gesellschaft beeinflussen wir Technologien immer.

Die Frage ist nun: Bin ich dabei und gestalte die Technologie mit – etwa durch Regelungen oder durch einen frühzeitigen Testeinsatz neuer Technologien? Wenn ich nicht dabei bin, dann verliere ich meine Souveränität. Österreich ist manchmal ein Meister des Nicht-Mittuns, viele denken sich: Das macht ohnehin irgendwer anderer in der Welt. Die zweite Schlüsselfrage ist: Benutze ich die Technik so, dass ich souverän bleibe, was ich wie benutze? Man muss sich auf jeden Fall damit beschäftigen, ein klares Bewusstsein entwickeln und sich das entsprechende Know-how für eine souveräne Techniknutzung aneignen.

#### **Wie überwindet man dieses angesprochene „Nicht-Mittun“?**

Man muss in erster Linie offen sein, keine Angst haben und auf das Thema zugehen. Offen zu sein ist viel wichtiger als Geld. Denn es gibt technisches Know-how, es gibt Wissende, die sich auskennen – etwa Forschungseinrichtungen oder spezialisierte Unternehmen. Und es gibt eine breite Palette von vorbildlichen innovationsunterstützenden Förderprogrammen – in Österreich und in der EU.

calls. These objections had nothing to do with complicated technology; they were a failure to understand, a failure to accept change.

It must be clear: Digitization is happening, it has a momentum of its own. The question is: How do we use the technology? How do we shape the technology? We have to deal with it in any case and absolutely adopt a creative attitude – closing our eyes and doing nothing is just as bad as an exuberant fear of technology. So it's about evolving our approach to technology and working together.

#### **What does it mean in concrete terms to develop a “different approach” to technology?**

It's understandable that you don't understand new technologies right away. That's the way it is for everyone. You never know what's really going to come, but you still have to prepare for it and, most importantly, be involved in the technology rollout. That's often ignored. We need to actively do “technology mediation” and “technology shaping.” There's a process like that with any new technology: in cars, for example, we've added seat belts and airbags over time, and now we have driver assistance systems. So we are constantly reshaping technology. As a society, we are always influencing technologies.

The question now is: Am I involved and shaping technology – for example, through regulations or by testing new technologies early on? If I am not involved, then I lose my sovereignty. Austria is sometimes a master of not doing anything; many people think to themselves: someone else in the world is doing this anyway. The second key question is: Am I using technology in such a way that I remain sovereign over what I use and how? In any case, you have to deal with this, develop a clear awareness and acquire the appropriate know-how for sovereign use of technology.

#### **How does one overcome this “not doing anything” that has been mentioned?**

First and foremost, you have to be open, not afraid, and approach the subject. Being open is much more important than money. After all, there is technical know-how, there are people who know the ropes – such as research institutions or specialized companies. And there is a wide range of exemplary innovation-supporting funding programs – in Austria and in the EU.

Damit „Technology Shaping“ stattfinden kann, braucht es Kooperationsbereitschaft. Es gibt niemanden, dem man einfach einen Auftrag geben könnte, die Technologie für die eigenen Bedürfnisse zu shapen. Man muss selber eine Arbeitsgemeinschaft, ein Konsortium bauen, in dem sich Forscher:innen, Unternehmen, Policy Maker, Datenschützer:innen usw. zusammenschließen und die Themen diskutieren bzw. etwas ausprobieren. Dafür muss man das Bewusstsein haben und sich die Zeit nehmen. Wenn man zum Beispiel einen neuen Server kauft, geht es nicht um das Beschaffen, sondern es geht darum, wie man diesen einsetzt. Welche Auswirkungen hat das? Was ändert sich dadurch? Ein Beispiel: Als es möglich wurde, über das Internet Filme anzusehen, war schon damals offensichtlich, dass damit alle Videotheken verschwinden werden und sich die Medienlandschaft grundlegend verändern wird – dazu gab es auch bereits vor 15 Jahren eigene Workshops in Alpbach. Dennoch haben sich viele damit nicht ausreichend auseinandergesetzt und rechtzeitig zum Beispiel ihr Geschäftsmodell verändert.

Dazu braucht es Kooperation in einem Ökosystem von Menschen, Institutionen und Organisationen mit ähnlichen Interessen, einer bestimmten Risikobereitschaft, aber vor allem einer Freude an der Sache und einem Gestaltungswillen. Damit dieses entsteht sind unter anderem Ausbildung, Förderung der Anwendung und öffentliche Beschaffung wichtig. Ein derartiges Ökosystem ist auch ein wesentlicher Innovationstreiber. Wenn ein Markt entsteht, gibt es auch Start-ups und Investitionsbereitschaft. Es braucht Ideen, intelligente Köpfe und Kooperation – dann kommt man auch zu Lösungen. Man muss sich gemeinsam zum Beispiel Gedanken darüber machen, welche Chancen sich für den Wirtschaftsstandort ergeben, welche neuen Geschäftsfelder erschlossen werden könnten. Man kann nicht nur zuschauen, wie China und die USA das machen. Wenn man nichts tut, dann passiert auch nichts.

Ein wichtiger Partner dabei ist die öffentliche Hand, sie ist durch ihre Größe als Einkäufer und durch ihre Beeinflussungsmacht durch Regulierungen ein Riesenfaktor, auch für die Akzeptanz neuer Technologien. Nur Wissenschaft und Forschung zu fördern, ist ein zu kurz gedachter Ansatz. Erst durch innovative Investitionen im größeren Stil wird ein nachhaltiger Markteffekt erzielt und die Grundlage für einen globalen Einfluss geschaffen. In Österreich lässt die öffentliche Hand bei der Digitalisierung aber weitgehend aus. Dies wirkt innovationsverhindernd und ist ein wichtiger Grund, warum es in Österreich so wenige Start-ups gibt. Wenn man nur bei einem Prozent der öffentlichen Beschaffung auf innovative Beschaffung setzen würde, wären wir Weltmeister.

For “technology shaping” to take place, there needs to be a willingness to cooperate. There is no one to whom you can simply give an order to shape the technology for your own needs. You have to build a working group, a consortium, in which researchers, companies, policy makers, data protection experts, etc. get together and discuss the issues or try something out. You have to have the awareness and take the time to do that. For example, when you buy a new server, it’s not about getting it, it’s about how you use it. What impact does it have? What does it change? For example, when it became possible to watch movies over the Internet, it was already obvious that all video stores would disappear and that the media landscape would change fundamentally – there were workshops on this topic in Alpbach 15 years ago. Nevertheless, many have not dealt with this sufficiently and, for example, changed their business model in time.

This requires cooperation in an ecosystem of people, institutions and organizations with similar interests, a certain willingness to take risks, but above all a joy in the cause and a will to shape things. For this to emerge, training, promotion of application and public procurement are important, among other things. Such an ecosystem is also a key driver of innovation. When a market emerges, there are also startups and a willingness to invest. It takes ideas, intelligent minds and cooperation – then you also get solutions. You have to think together, for example, about what opportunities arise for the business location, what new business areas could be developed. You can’t just watch China and the U.S. do it. If nothing is done, nothing will happen.

The public sector is an important partner in this process; its size as a purchaser and its power to influence through regulation make it a huge factor, also for the acceptance of new technologies. Promoting only science and research is too short-sighted an approach. It is only through innovative investments on a larger scale that a sustainable market effect is achieved and the basis for global influence is created. In Austria, however, the public sector is largely missing out on digitization. This acts as an obstacle to innovation and is an important reason why there are so few startups in Austria. If only one percent of public procurement were based on innovative procurement, we would be world champions.



### **Liegt ein Grund für die Skepsis gegenüber neuen Technologien nicht auch darin, dass man Angst vor disruptiven Entwicklung hat?**

Ja, einer der stärksten Treiber der Entwicklung ist das Verhindern durch Akteure, die Angst davor haben, dass Zuständigkeiten und Macht verschoben werden. Auch dem Benutzer, der sich noch nicht auskennt, machen viele Entwicklungen Angst. Das liegt zum Teil daran, wie Technologien dargestellt werden – etwa, dass sich Roboter mit Künstlicher Intelligenz (KI) selbständig machen und seine:n Auftraggeber:innen verletzen. Da sind wir weit in der Science Fiction. Aber solche Bilder produzieren Angst.

Prinzipiell ist Angst ja begründet: Es macht Stress, wenn zum Beispiel der Job bedroht ist. Wenn man sich nicht proaktiv damit auseinandersetzt, wird man auf jeden Fall überrollt. Man muss dieser Angst begegnen, indem man sich darauf einlässt. Ja, einige Berufsbilder verschwinden vielleicht, aber andere Berufsbilder entstehen. Jeder Roboter, der irgendwo eingesetzt wird, verändert die Arbeit. Aber ein Roboter ist auch nur ein Werkzeug, und jedes neue Werkzeug verändert Arbeitsprozesse. Umso wichtiger ist es, solche Erneuerungsprozesse mitzugestalten. Dann wird eine neue Technologie nicht zu einer unüberwindbaren Bedrohung, die einem etwas wegnimmt.

### **Wie reiht sich Künstliche Intelligenz in die digitale Transformation ein?**

KI ist ein digitales Werkzeug, das man trainiert und das sehr viele Muster erkennt. Wir haben sehr viele Daten, die wir durch interessante Mechanismen verknüpfen und analysieren können. Das ist absolut faszinierend, das ist als wichtiges Werkzeug zu sehen. KI wird alle unsere Abläufe verändern – so wie das E-Mail unser Kommunikationsmuster gravierend verändert hat. Dieser Technologie wird nun von manchen zugesprochen, besser als ein Mensch zu sein. Das glaube ich nicht. Die Maschine macht etwas, das ich eigentlich als nicht sehr intelligent bezeichnen würde. Ein Taschenrechner berechnet auch Primzahlen – aber man hat nie gesagt, dass er intelligent ist. Nur etwas viel schneller zu machen, ist für mich noch keine Intelligenz. Ein Formel-1-Auto fährt auch schneller, als ich gehen kann – das ist auch nicht unbedingt menschlicher als ich.

Die Angst davor, dass die KI den Menschen übernimmt, ist mit der Psychologie des Menschwerdens verknüpft, sie ist Gegenstand einer philosophischen Diskussion über einen neuen „Transhumanismus“ und Thema vieler Science-Fiction-Filme. Wir dürfen aber nicht vergessen, dass wir Menschen die Technik gestalten und diese immer vernünftig einsetzen müssen. Man designt üblicherweise IT-Systeme so, damit man sie unter Kontrolle hat. Man kann auch keinen Bremsassistenten bauen, der in 0,1 Prozent der Fälle nicht bremst, sondern beschleunigt. Da würde sich jeder auf den

### **Isn't one reason for skepticism about new technologies that people are afraid of disruptive developments?**

Yes, one of the strongest drivers of development is obstruction by actors who are afraid of shifting responsibilities and power. Many developments also scare users who are not yet familiar with them. This is partly because of how technologies are portrayed – for example, robots with artificial intelligence (AI) becoming autonomous and hurting its client. We're well into science fiction there. But such images produce fear.

In principle, fear is well-founded: It causes stress if, for example, your job is threatened. If you don't deal with it proactively, you'll be overrun in any case. You have to counter this fear by getting involved in it. Yes, some job descriptions may be disappearing, but other job descriptions are emerging. Every robot that is used somewhere changes the work. But a robot is also just a tool, and every new tool changes work processes. That makes it all the more important to help shape such renewal processes. Then a new technology does not become an insurmountable threat that takes something away from you.

### **How does artificial intelligence fit into the digital transformation?**

AI is a digital tool that you train and that recognizes a lot of patterns. We have a lot of data that we can link and analyze through interesting mechanisms. That's absolutely fascinating, that's to be seen as an important tool. AI is going to change all of our processes – just as email has seriously changed our communication patterns. This technology is now said by some to be better than a human. I don't think it is. The machine does something that I would actually describe as not very intelligent. A pocket calculator also calculates prime numbers – but it has never been said to be intelligent. Just making something much faster is not intelligence to me. A Formula 1 car also goes faster than I can go – that's not necessarily more human than I am either.

The fear of AI taking over humans is linked to the psychology of becoming human; it is the subject of a philosophical discussion about a new “transhumanism” and the theme of many science fiction films. However, we must not forget that we humans design technology and must always use it wisely. IT systems are usually designed to be under control. You can't build a brake assistant that accelerates rather than brakes 0.1 percent of the time. That would make everyone hit their head. AI systems also have to be built and tested in such a way that even if something goes wrong, an

Kopf greifen. Auch KI-Systeme müssen so gebaut und getestet sein, dass selbst wenn etwas daneben geht, ein Notfallsystem ein-springt. Warum sollte nun jemand ein Gerät bauen, das planlos um sich schießen darf? Das ist ja absurd.

Man braucht auf jeden Fall Regeln rund um KI-Systeme. Missbrauch ist immer möglich, dagegen müssen wir uns wehren, dafür haben wir Gesetze, Polizei, das Bundesheer usw. Mit der wachsenden Informationsflut gehen auch Desinformation und Fake News einher. Gelogen wurde schon immer, aber heute ist die Menge an Lügen so riesig, dass das kein Mensch mehr fassen kann. Daher entwickeln wir auch in Österreich international führendes Wissen und bauen Werkzeuge, um mit jenen, die die Technologie missbräuchlich oder zu kriminellen Zwecken einsetzen, mithalten zu können – auch mithilfe von KI. Wenn man das einfach ignoriert, haben wir als Gesellschaft ein Problem. Man muss sich damit auseinandersetzen.

Mit dem „International Digital Security Forum“ (IDSF), das zum nächsten Mal von 19. bis 21. September 2023 in Wien stattfindet, mit Kooperationspartnern wie UNO, IAEA, OSCE und den österreichischen Behörden initiieren wir den notwendigen breiten Dialog für eine sichere Digitalisierung und positionieren Österreich als treibender High-Tech-Akteur zur Sicherstellung einer nachhaltigen sicheren Digitalisierung.

**Digitalisierung wird auch als Teil der ökologischen Transformation gesehen – im Sinne einer „Twin Transition“, wie es die EU nennt. Wie stellt sich aus Ihrer Sicht dieser Zusammenhang dar?**

Da gibt es einen sehr engen Zusammenhang. Zum einen geht es um ein Verstehen der Mechanismen unserer gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Systeme. Um sie zu verstehen und auf Veränderungen reagieren zu können, braucht man Know-how, Informationen und entsprechende Werkzeuge. Themen wie Ressourcenschonung, Wiederverwendung oder Recycling können nur funktionieren, wenn wir dafür auch ein funktionierendes Datenmanagement aufbauen. Ein Beispiel ist der elektronische Produktpass: Zu jedem Produkt ist ein Datenfile vorhanden, das das Produkt beschreibt. So weiß jeder, der es benutzt oder verbaut, wo das Produkt herkommt, wie man damit umgehen soll und wie man es recyceln kann.

emergency system steps in. Why should someone build a device that is allowed to shoot around haphazardly? That is absurd.

In any case, we need rules around AI systems. Misuse is always possible, and we have to defend ourselves against it; that's why we have laws, police, the federal army, and so on. The growing flood of information is accompanied by disinformation and fake news. People have always lied, but today the amount of lies is so huge that no one can grasp it anymore. That's why in Austria, too, we are developing leading international knowledge and building tools to keep up with those who misuse technology or use it for criminal purposes – also with the help of AI. If you just ignore that, we have a problem as a society. It needs to be addressed.

With the “International Digital Security Forum” (IDSF), which will next take place in Vienna from September 19 to 21, 2023, with cooperation partners such as the UN, IAEA, OSCE and the Austrian authorities, we are initiating the necessary broad dialog for secure digitization and positioning Austria as a driving high-tech player for ensuring sustainable secure digitization.

**Digitization is also seen as part of the ecological transformation – in the sense of a “twin transition,” as the EU calls it. How do you see this connection?**

There is a very close connection. On the one hand, it's about understanding the mechanisms of our social and economic systems. In order to understand them and be able to react to changes, we need know-how, information and appropriate tools. Topics such as resource conservation, reuse or recycling can only work if we also establish a functioning data management system for them. One example is the electronic product passport: a data file describing the product is available for every product. This means that everyone who uses or installs the product knows where it came from, how it should be handled and how it can be recycled.

Zum anderen haben wir Technik bisher nicht so sehr unter dem Aspekt der Ressourcenschonung gebaut. Das betrifft sowohl die Materialien als auch den Energieverbrauch. Nun sind Innovationen zum Beispiel für die ressourcenschonende Produktion von Energie oder für die Minimierung von Verlusten gefragt. Zum Energiesparen gehört auch ein entsprechendes Energiemanagement. Das geht nur über eine elektronische Steuerung. In jedem Endgerät befindet sich ein Stück Software, das mit anderen Geräten kommunizieren kann. Ohne IT können solche Lösungsansätze nicht erreicht werden.

Auch wenn die IT selbst immer effizienter wird – heutige Geräte verbrauchen viel weniger Energie als noch vor einigen Jahren –, müssen wir in Zukunft Techniken bauen, die den Energieverbrauch massiv senken. Und das geschieht ja: Ein Beispiel ist der nächste Mobilfunk-Standard 6G, bei dem man nur einen Bruchteil der Energie verbraucht, weil diese Technologie intelligente Antennen hat, die ein Signal punktgenau mit viel geringeren Sendeleistungen übertragen. Ein anderes Beispiel ist der Einsatz von Photonik in der Datenübertragung, Verarbeitung und Speicherung: Wenn man Photonen statt Elektronen verwenden, reduziert das den Energieverbrauch um den Faktor 1000. Oder neue Speichersysteme für die ständig wachsende Datenflut, bei denen man den Speicher nicht regelmäßig refreshen muss, was viel Energie benötigt, sondern bei denen nur einmal beim Schreiben Energie verbraucht wird – auch dafür gibt es Innovation und High-tech „made in Austria“. ✖

On the other hand, we have not built technology so much with resource conservation in mind. That applies to both materials and energy consumption. Now innovations are needed, for example, for the resource-saving production of energy or for minimizing losses. Saving energy also involves appropriate energy management. This can only be achieved by electronic control. Every end device contains a piece of software that can communicate with other devices. Without IT, such solutions cannot be achieved.

Even though IT itself is becoming more and more efficient – today's devices consume much less energy than just a few years ago – in the future we will have to build technologies that massively reduce energy consumption. And this is happening: One example is the next mobile communications standard, 6G, which uses only a fraction of the energy because this technology has smart antennas that transmit a signal with pinpoint accuracy at much lower transmission powers. Another example is the use of photonics in data transmission, processing and storage: using photons instead of electrons reduces energy consumption by a factor of 1,000. Or new storage systems for the ever-growing flood of data, where you don't have to refresh the memory regularly, which requires a lot of energy, but where energy is only consumed once when writing – there is innovation and high-tech “made in Austria” for this as well. ✖

## „Große Chancen für innovative Unternehmen“



**KARL-HEINZ LEITNER** ist Senior Scientist am AIT Austrian Institute of Technology und Professor an der Universität Graz. Er studierte Wirtschaftsinformatik, 2010 habilitierte er sich an der TU Wien. Er ist Autor zahlreicher Publikationen zu den Themen Start-ups und Entrepreneurship und leitet nationale und europäische Forschungsprojekte im Bereich Innovationsdynamik und Industrial Transformation.

**Der Innovationsforscher Karl-Heinz Leitner sieht in der „grünen“ Transformation einerseits riesige Herausforderungen, andererseits aber auch große Möglichkeiten. Für innovative Unternehmen, die schon in der Vergangenheit stark auf Digitalisierung gesetzt haben, ist Leitner jedenfalls optimistisch.**

Die Industrie hat derzeit zwei Notwendigkeiten zu lösen, die von der Politik und von den Märkten kommen: „Es ist absehbar, dass Kunden in Zukunft vermehrt Produkte nachfragen, die ressourcen- und energieeffizient sowie CO<sub>2</sub>-neutral hergestellt werden. Die Politik kann in diesem Prozess als Beschleuniger fungieren, der gesellschaftliche Interessen in Vorgaben umsetzt“, erläutert der Innovationsforscher Karl-Heinz Leitner. Das gesetzte Klimaziel – Österreich hat sich Klimaneutralität in der Industrie bis 2040 vorgenommen – bringt für die Industrie große kurz-, mittel- und langfristige Herausforderungen. „Um die Ziele zu erreichen ist eine große Transformation der Industrie notwendig: Diese Art von Wandel ist eine völlig neue Situation“, so Leitner.

Auch früher wurde in der Industrieökonomie häufig von „industriellem Wandel“ gesprochen. Dem österreichischen Nationalökonom Joseph Schumpeter zufolge gibt es in der Wirtschaft stets einen Wandel, weil Unternehmen, Startups oder Forschungsinstitutionen neue Technologien entwickeln, die die Produktion effizienter, schneller oder kostengünstiger machen oder neue Produkte für neue Märkte ermöglichen. Die nun erforderliche industrielle Transformation ist Leitner zufolge in mehrfacher Hinsicht anders als früher:

- Sie ist ein zielgerichteter Wandel – wobei die Ziele von Kunden, Märkten und der Politik vorgegeben werden.
- Im Zusammenhang mit Dekarbonisierung muss die Produktion auf eine Weise umgestellt werden, dass sie kaum oder null CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht – und das unter großem Zeitdruck.

## “Great opportunities for innovative companies”

**KARL-HEINZ LEITNER** is Senior Scientist at the AIT Austrian Institute of Technology and Professor at the University of Graz. He studied business informatics, and in 2010 he habilitated at the Vienna University of Technology. He is the author of numerous publications on the topics of start-ups and entrepreneurship and leads national and European research projects in the field of innovation dynamics and industrial transformation.

**Innovation researcher Karl-Heinz Leitner sees huge challenges in the “green” transformation on the one hand, but also great opportunities on the other. At any rate, Leitner is optimistic for innovative companies that have already relied heavily on digitization in the past. .**

The industry currently has to solve two necessities, which come from politics and from the markets: “It is foreseeable that in the future customers will increasingly demand products that are manufactured in a resource- and energy-efficient as well as CO<sub>2</sub>-neutral way. Politics can act as an accelerator in this process, translating social interests into specifications,” explains innovation researcher Karl-Heinz Leitner. The climate target that has been set – Austria has set itself climate neutrality in industry by 2040 – brings major short-, medium- and long-term challenges for industry. “To achieve the targets, a major transformation of industry is necessary: This kind of transformation is a completely new situation,” Leitner said.

Even earlier, “industrial transformation” was often referred to in industrial economics. According to Austrian national economist Joseph Schumpeter, there is always change in the economy because companies, startups or research institutions develop new technologies that make production more efficient, faster or cheaper, or enable new products for new markets. According to Leitner, the industrial transformation that is now required is different from the past in several respects:

- It is a purposeful change – where the targets are set by customers, markets and politics.
- In the context of decarbonization, production must be transformed in such a way that it produces hardly any or zero CO<sub>2</sub> emissions – and under great time pressure.

- Dafür reicht es nicht aus, ein Produkt inkrementell zu verbessern, sondern es müssen grundsätzlich neue Technologien eingesetzt werden – zum Beispiel um einen Energieträger zu 100 Prozent gegen einen anderen auszutauschen.
- Von diesem Prozess ist nicht nur ein Industriezweig betroffen, sondern viele Branchen gleichzeitig – und jede Industrie ist auf andere Weise betroffen.
- Für die nunmehrige „grüne“ Transformation werden überdies neue Infrastrukturen benötigt. So wird insbesondere die Nachfrage nach elektrischem Strom steigen, für bestimmte Prozesse auch jene nach Wasserstoff. Diese Infrastrukturen müssen aufgebaut werden, es sind große Investitionen nötig.
- Diese Veränderungen müssen zwischen verschiedenen Politikfeldern – etwa Industrie-, Innovations-, Energie-, Technologie-, Umwelt- und Regionalpolitik – abgestimmt erfolgen.

„Diese Transformation ist ein ziemlich komplexer systemischer Wandel“, fasst Leitner zusammen.

### Österreichs Industrie ist vergleichsweise stark betroffen

Von dieser Transformation ist die österreichische Industrie besonders stark betroffen, weil sie im Vergleich zu anderen EU-Staaten überdurchschnittlich energieintensiv und grundstofflastig ist. Konkret: Der Anteil energieintensiver Industrien liegt in Österreich bei 27 Prozent, während es im EU-Durchschnitt 23 Prozent und in Deutschland 21 Prozent sind. Dazu kommt, dass diese Industrien bisher zu einem hohen Anteil billiges Erdgas genutzt haben. „Österreich hat also im Vergleich zu anderen Ländern eine doppelte Herausforderung“, so Leitner. Jede Industriesparte muss diese Herausforderung auf andere Weise lösen: „Die Eisen- und Stahlindustrie könnte zum Beispiel auf Wasserstoffreduktion setzen. In der Zement- oder der Glasindustrie ist man noch auf der Suche nach passenden Technologien. Und in der chemischen Industrie bleibt vielleicht à la longue nichts anderes übrig, als auf Carbon Capture zu setzen“, mutmaßt der Innovationsforscher. Erschwerend kommt für Österreich dazu, dass es Unternehmen in Ländern, die an Küsten liegen, leichter haben werden, sich kostengünstig mit alternativen Energien zu versorgen. Und: Österreich ist ein traditionelles Industrieland, das in der Vergangenheit tendenziell auf inkrementelle Prozessinnovationen gesetzt hat – und damit lange Zeit sehr gut gefahren ist.

Die größte Herausforderung – und gleichzeitig Chance – sieht Leitner nun darin, dass neben Prozessinnovationen vermehrt auch Produktinnovationen wichtig werden. „Die beiden Bereiche hängen eng zusammen: Bei der Umsetzung neuer Prozesse können auch neue Produkte entwickelt werden, mit denen höhere Preise erzielt werden können, durch die man die Investitionen und die vielleicht höheren Kosten finanzieren kann“, so der Forscher.

- To achieve this, it is not enough to improve a product incrementally, but fundamentally new technologies must be used – for example, to replace one energy source 100 percent with another.
- This process affects not just one industry, but many industries at the same time – and each industry is affected in a different way.
- Moreover, new infrastructures will be needed for the “green” transformation that is now underway. In particular, the demand for electricity will increase, and for certain processes also for hydrogen. These infrastructures will have to be built, and large investments will be needed.
- These changes will have to be coordinated between different policy areas – such as industrial, innovation, energy, technology, environmental and regional policy.

“This transformation is a rather complex systemic change,” Leitner summarizes.

### Austrian industry is comparatively hard hit

Austrian industry is particularly hard hit by this transformation because, compared to other EU countries, it is above average in terms of energy intensity and basic materials. Specifically, the share of energy-intensive industries in Austria is 27 percent, compared with an EU average of 23 percent and 21 percent in Germany. In addition, these industries have so far used cheap natural gas to a large extent. “So Austria has a double challenge compared to other countries,” Leitner said. Each industry sector has to solve this challenge in a different way: “The iron and steel industry, for example, could rely on hydrogen reduction. In the cement or glass industry, we are still looking for suitable technologies. And in the chemical industry, there may be no alternative but to rely on carbon capture,” speculates the innovation researcher. Another complicating factor for Austria is that it will be easier for companies in coastal countries to obtain low-cost supplies of alternative energies. What’s more, Austria is a traditional industrialized country that has tended to rely on incremental process innovations in the past – and has done very well with them for a long time.

Leitner now sees the greatest challenge – and at the same time opportunity – in the fact that product innovations are becoming increasingly important alongside process innovations. “The two areas are closely related: When new processes are implemented, new products can also be developed, with which higher prices can be achieved, through which investments and perhaps higher costs can be financed,” says the researcher.

Für Österreichs Industrie ist er vorsichtig optimistisch: Zum einen waren manche Industriesparten, wie etwa die Stahlindustrie, schon immer hochinnovativ. Und zum anderen haben manche Industriesparten bereits bewiesen, dass man die Dekarbonisierung auch als Chance begreifen und dabei höchst erfolgreich sein kann. Leitner verweist dabei insbesondere auf „grünen“ Technologien im Anlagenbau, der schon früh den Bedarf für nachhaltige Lösungen gesehen und dabei viele Chancen genutzt hat. Dafür hält Leitner es insbesondere für nötig, Forschungs- und Entwicklungsprojekte gezielt zu fördern. „In dem einen oder anderen Fall wird es vermutlich passieren, dass bestimmte Industrien nicht mehr wettbewerbsfähig sind und abwandern. Aber für andere Teile der Industrie wird es neue Chancen geben: Die Kunden werden CO<sub>2</sub>- oder energieeffizient hergestellte Produkte nachfragen – das ist ein Riesenzugpotenzial.“

### **Jedes dritte Startup ist „grün“**

Eine bedeutsame Rolle dabei werden auch Startup-Unternehmen spielen. „Diese sind es gewohnt, jede Veränderung als Chance zu erkennen: Sie sehen nicht nur eine Dystopie, sondern erkennen auch neue Märkte und können durch unkonventionelle Perspektiven neue Themen adressieren“, erläutert Leitner, der alljährlich federführend an der Erarbeitung des Austrian Startup Monitors mitarbeitet. „Startups haben den Vorteil, dass sie kein starkes Beharrungsvermögen haben – wohingegen es in etablierten Unternehmen häufig auch Tabuthemen und Scheuklappen gibt; da ist es schwierig, neue Pfade zu gehen.“ Für viele heutige Unternehmensgründer:innen sind die neuen Rahmenbedingungen bereits die Normalität. „Es geht ihnen nicht mehr nur um das erfolgreiche Umsetzen einer Idee, um Wachstum und um Geldverdienen. Sondern sie wollen einen Beitrag zur Bewältigung der großen Herausforderungen leisten“, fasst Leitner zusammen. Laut der aktuellen Ausgabe des Austrian Startup Monitors beschäftigt sich ein Drittel der Startups mit „grünen“ Themen. Dies sei auch im internationalen Vergleich ein überdurchschnittlich hoher Anteil.

### **Digitalisierung als Voraussetzung für die ökologische Transformation**

Ein großer Teil der neuen „grünen“ Technologien und Lösungen wird erst durch den Einsatz von digitalen Technologien möglich. „Das sehen wir zum Beispiel im Innovationsverbund NEFI (New Energy for Industry), bei dem es in allen Projekten darum geht, digitale Tools, wie zum Beispiel bessere Sensoren, effiziente Optimierungen oder virtuelle Marktplätze, für die Dekarbonisierung zu nutzen“, so Leitner. „Wenn man beispielsweise gute Daten über die Energieflüsse im eigenen Unternehmen hat, kann man Überschusswärme möglicherweise den Nachbarn zur Verfügung stellen.“

Österreich ist dabei relativ gut aufgestellt, wie aus der „European Manufacturing Survey“ hervorgeht, die Expert:innen des AIT gemeinsam mit Kolleg:innen anderer europäischer Forschungsinstitute alle drei Jahre

He is cautiously optimistic for Austria's industry: On the one hand, some industrial sectors, such as the steel industry, have always been highly innovative. And on the other hand, some industrial sectors have already proven that decarbonization can also be seen as an opportunity and be highly successful. Leitner points in particular to “green” technologies in plant engineering, which saw the need for sustainable solutions early on and has exploited many opportunities in the process. To this end, Leitner believes it is particularly necessary to provide targeted support for research and development projects. “In one case or another, what will probably happen is that certain industries will no longer be competitive and will migrate. But for other parts of the industry, there will be new opportunities: Customers will demand products manufactured in a CO<sub>2</sub>-efficient or energy-efficient way – that’s a huge potential.”

### **Every third startup is “green”**

Startup companies will also play a significant role in this. “These are used to recognizing every change as an opportunity: They don’t just see a dystopia, but also recognize new markets and can address new issues through unconventional perspectives,” explains Leitner, who plays a leading role in the preparation of the Austrian Startup Monitor every year. “Startups have the advantage that they don’t have a strong inertia – whereas in established companies there are often also taboo topics and blinkers; there it is difficult to go down new paths.” For many of today’s entrepreneurs, the new framework is already the norm. “For them, it’s no longer just about successfully implementing an idea, about growth and about making money. Rather, they want to make a contribution to overcoming the major challenges,” Leitner summarizes. According to the current edition of the Austrian Startup Monitor, one third of startups deal with “green” topics. This is also an above-average proportion in an international comparison.

### **Digitization as a prerequisite for ecological transformation**

A large proportion of new “green” technologies and solutions are only made possible by the use of digital technologies. “We see this, for example, in the NEFI (New Energy for Industry) innovation network, where all projects are about using digital tools, such as better sensors, efficient optimization or virtual marketplaces, for decarbonization,” says Leitner. “For example, if you have good data on energy flows in your own company, you can potentially make excess heat available to your neighbors.”

Austria is relatively well positioned in this respect, as can be seen from the “European Manufacturing Survey”, which experts from the AIT compile every three years together with colleagues from other

erstellen. In der Digitalisierung liegt die heimische Wirtschaft demnach – so wie in vielen anderen Bereichen auch – im oberen Drittel Europas. „Österreichs Industrie ist bei der Digitalisierung sicher nicht die führende Nation, ist aber immerhin gleich gut aufgestellt wie zum Beispiel Deutschland oder die Schweiz“, so Leitner.

Auch das stimmt hinsichtlich der nötigen Dekarbonisierung optimistisch: „Man weiß, dass jene Unternehmen, die stärker digitalisiert sind, in der Regel auch die sind, die früher und stärker dekarbonisieren.“ Denn: Wenn ein Unternehmen innovativ ist, ist es meistens auf allen Ebenen innovativ. Unternehmen mit höherem Digitalisierungsgrad setzen früher und stärker auf nachhaltige Technologien.

#### **Die „Twin Transition“ verstärkt bisherige Trends**

Sorgen müsse man sich hingegen um Firmen machen, die schon bislang nicht oder kaum innovativ waren. „Diese Unternehmen haben weder das Kapital für die nötigen Investitionen in neue Prozesse noch das Know-how und die Erfahrung, ihr Produkt-Portfolio anzupassen und neue Geschäftsmodelle zu entwickeln“, so Leitner. Man weiß aus zahlreichen Studien, dass innovative Unternehmen rascher wachsen, im Export erfolgreicher sind und auch besser durch Krisen kommen. „Das ist also eigentlich nichts Neues – aber die Twin Transition verstärkt diese Mechanismen und bietet besonders für innovative Unternehmen Startvorteile.“ ✖

European research institutes. According to the survey, the Austrian economy ranks in the top third of Europe in digitalization, as it does in many other areas. “Austria’s industry is certainly not the leading nation in terms of digitization, but it is at least as well positioned as Germany or Switzerland, for example,” says Leitner.

This also gives cause for optimism with regard to the necessary decarbonization: “We know that those companies that are more digitized are generally also those that decarbonize earlier and more strongly.” After all, when a company is innovative, it is usually innovative at all levels. Companies with a higher level of digitization rely on sustainable technologies earlier and more strongly.

#### **The “Twin Transition” reinforces previous trends**

On the other hand, he said, there is reason to be concerned about companies that have already not been innovative or have hardly been innovative at all. “These companies have neither the capital for the necessary investments in new processes nor the know-how and experience to adapt their product portfolio and develop new business models,” says Leitner. It is known from numerous studies that innovative companies grow faster, are more successful in exports and also come through crises better. “So this is actually nothing new – but the Twin Transition reinforces these mechanisms and offers start-up advantages especially for innovative companies.” ✖

# Kreislaufwirtschaft

**Das Konzept der Kreislaufwirtschaft ist eine der Ideen, um unser Wirtschaftssystem zu einem deutlich nachhaltigeren System zu transformieren. Kreislaufwirtschaft strebt einen geschlossenen Prozess an, der den Ressourceneinsatz minimiert, toxische Stoffe aus dem Verkehr zieht und Abfälle minimiert. Der Weg dorthin ist noch sehr weit und beschwerlich.**

Die Idee der Kreislaufwirtschaft hat eine lange Geschichte: Wie das Österreichische Wirtschaftsforschungsinstitut (wifo) im Vorjahr in der Kurzstudie „Transformation zur Kreislaufwirtschaft“ (im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung) zusammenfasste, geht das Konzept der Kreislaufwirtschaft auf Forderungen in den 1970er-Jahren zurück: Materialien sollen in einem geschlossenen Kreislauf verarbeitet und Abfall als Ressource betrachtet werden, um auf diese Weise die industrielle Wirtschaft zu entmaterialisieren. In dem durch die Begriffskette „Nehmen – Herstellen – Entsorgen“ als cradle-to-grave charakterisierten „linearen“ Modell der Wirtschaft werden große Mengen von nicht erneuerbaren Ressourcen für die Produktion entnommen und die Produkte nach ihrem Gebrauch als Abfall entsorgt. Diesem Bild wurde in den frühen 2000er-Jahren unter dem Motto cradle-to-cradle die Vision einer zirkulären Wirtschaft gegenübergestellt, die durch die Begriffskette „Nehmen – Herstellen – Verwenden – Wiederverwenden“ beschrieben wird und darauf abzielt, den Kreislauf der Materialflüsse zu schließen und somit Abfall zu vermeiden.

## Elemente eines zirkulären Systems

In Ermangelung einer scharfen und allgemein akzeptierten Definition des Begriffs „Kreislaufwirtschaft“ fassen die wifo-Forscher:innen um Andreas Reinstaller den Begriffsgehalt wie folgt zusammen:

- **Effiziente Nutzung von Ressourcen:** Es wird die Minimierung von Vorleistungen und Materialien und effiziente Nutzung vor allem regenerativer Ressourcen in den Vordergrund gestellt (Material- und Energieeffizienz sowie Beschaffung und vorrangige Verwendung von erneuerbaren und ungefährlichen Materialien).
- **Verlängerung von Produktlebenszyklen:** Es wird die Bedeutung der Ausdehnung von Produktlebenszyklen durch Reparatur-, Wiederaufbereitungs- und Wiederherstellungsoptionen hervorgehoben. Ebenso

# Circular economy

**The concept of circular economy is one of the ideas to transform our economic system into a much more sustainable system. Circular economy strives for a closed-loop process that minimizes the use of resources, removes toxic substances from circulation and minimizes waste. The road there is still very long and arduous.**

The idea of the circular economy has a long history: As summarized by the Austrian Institute of Economic Research (wifo) in the previous year's short study "Transformation to a Circular Economy" (commissioned by the Austrian Council for Research and Technology Development), the concept of the circular economy goes back to calls in the 1970s to process materials in a closed loop and to view waste as a resource, thus dematerializing the industrial economy. In the "linear" model of the economy characterized by the conceptual chain "take – make – dispose" as cradle-to-grave, large quantities of non-renewable resources are taken for production and the products are disposed of as waste after use. In the early 2000s, this image was contrasted with the vision of a circular economy under the slogan cradle-to-cradle, which is described by the conceptual chain "take – make – use – reuse" and aims to close the cycle of material flows and thus avoid waste.

## Elements of a circular system

In the absence of a sharp and generally accepted definition of the term "circular economy", the wifo researchers around Andreas Reinstaller summarize the conceptual content as follows:

- **Efficient use of resources:** The focus is on minimizing inputs and materials and efficient use of primarily renewable resources (material and energy efficiency as well as procurement and priority use of renewable and non-hazardous materials).
- **Extending product life cycles:** the importance of extending product life cycles through repair, remanufacturing and recovery options is emphasized. Similarly, the importance of new sourcing business models, for example by sharing or building cross-company reuse loops of materials and products, or designing products to enable reuse or repurposing in other applications, is emphasized.



wird die Bedeutung neuer Geschäftsmodelle im Bereich der Beschaffung, zum Beispiel durch gemeinsame Nutzung oder den Aufbau von unternehmensübergreifenden Wiederverwendungskreisläufen von Materialien und Produkten, oder durch das Design von Produkten, das eine Wieder- oder Weiterverwendung in anderen Anwendungsbereichen ermöglicht, betont.

- **Verringerung des Produktionsausstoßes und Abfallminimierung:** Recycling, der Aufbau von Verwertungsnetzen zur Rückführung von Rohstoffen, Materialien und Produkten am Ende ihres Lebenszyklus und damit deren Valorisierung stellt in den meisten Definitionen der Kreislaufwirtschaft die dritte zentrale Säule dar.

„Diese Konzeption wirtschaftlicher Prozesse hin zu einer nachhaltigeren, energie- und ressourceneffizienteren Wirtschaftsweise erfordert eine Neubewertung bestehender Technologien, Logistikketten und Geschäftsmodelle und erfordert somit umfangreiche Forschungs- und Innovationsanstrengungen“, halten die wifo-Expert:innen fest. Der technologische Wandel biete indes eine Vielzahl konkreter Möglichkeiten, die Kreislauffähigkeit der Wirtschaft zu verbessern. „Insbesondere die Digitalisierung ist ein wichtiger Wegbereiter. Denn neue Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI), additive Fertigung oder das Internet der Dinge können in dieser Transformation eine entscheidende Rolle spielen, indem sie u. a. ein hohes Maß an Transparenz von Daten sowie verbesserte Fertigungsmethoden ermöglichen“, heißt es in der Studie.

### Schwieriger und langer Weg

Trotz aller politischen Anstrengungen insbesondere von der Europäischen Union, die 2015 einen Aktionsplan beschlossen hat, aber auch von Nationalstaaten wie Österreich, das sich in einer Kreislaufstrategie konkrete Ziele gesetzt hat (bis 2030 minus 25 Prozent des inländischen Ressourcenverbrauchs und eine Erhöhung der Ressourceneffizienz um 50 Prozent), kommt man diesem Ziel nur sehr langsam näher. Die Zirkularitätsrate (Circular Material Use Rate; CMU) – also jene in der Wirtschaft eingesetzten Materialressourcen, die aus einer kreislaforientierten Rückführung und Wiederverwendung von Materialien gewonnen werden – liegt im EU-Schnitt gerade einmal bei 12,8 Prozent. Die Spannweite reicht von 1,3 Prozent in Rumänien bis 30,9 Prozent in den Niederlanden; Österreich liegt bei 12,0 Prozent (mit dem Ziel, diesen Wert bis 2030 auf 18 Prozent zu erhöhen). Als gewisser politischer Erfolg wird von Beobachtern der Reparaturbonus der Bundesregierung gewertet.

Die Abhängigkeit von einer stetigen Zufuhr von Rohstoffen – die in hohem Ausmaß aus dem Ausland stammen – ist jedenfalls unverändert hoch. In Österreich werden über 40 Prozent der gesamten Materialien, die in der Produktion oder im Konsum gebraucht werden, importiert. Zum Vergleich: Im Jahr 2000 lag die Importabhängigkeit bei 33 Prozent. Besonders

- **Reducing production output and minimizing waste:** Recycling, the establishment of recovery networks to return raw materials, materials and products at the end of their life cycle and thus valorize them, represents the third central pillar in most definitions of the circular economy.

“This conception of economic processes towards a more sustainable, energy- and resource-efficient economy requires a re-evaluation of existing technologies, logistics chains and business models, and thus requires extensive research and innovation efforts,” the wifo experts state. Technological change, however, offers a multitude of concrete opportunities to improve the circularity of the economy. “Digitalization in particular is an important enabler. New technologies such as artificial intelligence (AI), additive manufacturing or the Internet of Things can play a decisive role in this transformation by enabling a high degree of data transparency and improved manufacturing methods,” the study states.

### A long and winding road

Despite all political efforts, particularly by the European Union, which adopted an action plan in 2015, but also by nation states such as Austria, which has set itself concrete targets in a circular strategy (by 2030, minus 25 percent of domestic resource consumption and a 50 percent increase in resource efficiency), progress toward this goal is very slow. The circularity rate (CMU) – those material resources used in the economy that are obtained from a circular recycling and reuse of materials – is just 12.8 percent on average in the EU – from 1.3 percent in Romania to 30.9 percent in the Netherlands; Austria is at 12.0 percent (with a target to increase this to 18 percent by 2030). Observers consider the government’s repair bonus to be a certain political success.

In any case, the dependence on a steady supply of raw materials – which to a large extent come from abroad – remains high. In Austria, more than 40 percent of all materials used in production or consumption are imported. By way of comparison, the dependence on imports was still 33 percent in 2000. At 85 percent, the import share is particularly high for metallic raw materials; for technology metals, without which electronics or renewable energy would be inconceivable, it is generally as high as 100 percent.

An excellent example of how difficult the path to a circular economy is is the textile sector: On the one hand, the majority of textiles are produced in low-wage countries for cost reasons. On the other hand, in recent years textiles have increasingly become disposable items that are only used for a short time (“fast fashion”). Moreover, reuse or recycling of the materials is hardly possible – for at least two reasons: Firstly, the design of the products and material mixtures does

hoch ist der Importanteil mit 85 Prozent bei metallischen Rohstoffen; bei Technologiemetallen, ohne die Elektronik oder Erneuerbare Energie undenkbar ist, liegt er in der Regel sogar bei 100 Prozent.

Ein exzellentes Beispiel, wie schwierig der Weg zu einer zirkulären Wirtschaft ist, ist der Textilbereich: Zum einen wird aus Kostengründen der Großteil von Textilien in Billiglohnländern produziert. Zum anderen wurden Textilien in den vergangenen Jahren immer mehr zu nur kurzfristig genutzten Wegwerfartikeln („fast fashion“). Überdies ist eine Wiederverwendung bzw. Wiederverwertung der Materialien kaum möglich – und zwar aus zumindest zwei Gründen: Erstens lassen die Produkte und Materialmischungen schon vom Design her kein Recycling zu; und zweitens werden Altkleider in einem sehr hohen Ausmaß wieder exportiert – die Ausfuhren von Textilien aus der EU haben sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten glatt verdreifacht.

### **Konzepte für viele Bereiche**

Ungeachtet solcher Probleme macht man sich dennoch in vielen Bereichen Gedanken, wie ein Umstieg zu zirkulären Stoffkreisläufen gelingen könnte – so hat die EU jüngst eine Textilstrategie verabschiedet. Ein anderes Beispiel ist der Kunststoffbereich: Die oberösterreichische Standortagentur Business Upper Austria hat gemeinsam mit dem AIT Austrian Institute of Technology im Auftrag des Klimaschutzministeriums BMK eine Technologie-Roadmap namens „Sustainable Plastic Solutions“ erarbeitet, wie der Kunststoffsektor in Oberösterreich nachhaltiger werden könnte. Dabei kristallisierten sich drei zentrale Themenkomplexe heraus: Design4Circularity; Sammlung, Sortierung und Recycling; Materialien, Technologien sowie Forschung und Entwicklung. Daraus ergaben sich eine Reihe von Handlungsfeldern wie beispielsweise die Einführung eines einheitlichen Standards für die Kennzeichnung, die Reduktion der Materialvielfalt, das Etablieren eines „digitalen Wasserzeichens“ für die Sortierung, die Einführung eines österreichweit einheitlichen Sammelsystems und eines neuen Recyclingcodes für biologisch abbaubare Kunststoffe auf EU-Ebene sowie das Schaffen einer ganzheitlichen Recyclingstrategie, die mechanisches, chemisches und lösemittelbasiertes Recycling inkludiert. Und nicht zuletzt wird eine Bewusstseinsbildung in der breiten Bevölkerung für (Kunststoff)Abfall als neuen Wertstoff als notwendig erachtet.

Als weiteres Beispiel möge die Bauwirtschaft dienen: In Städten sind riesige Mengen an Materialien für viele Jahrzehnte in Gebäuden gebunden, die nach dem Ende ihrer Nutzungsdauer dann wiederverwertet werden sollen. Bei vielen Gebäuden ist allerdings unbekannt, welche Materialien genau verbaut wurden bzw. ist fraglich, ob diese sinnvoll getrennt werden können. Daher sollen künftige Gebäude auf jeden Fall kreislauffähig sein – und dabei bedient man sich vor allem digitaler Technologien. Am AIT wird derzeit im Projekt „Digitale Grundlagen für kreislauffähiges Bauen“ eine Methode entwickelt, um konkrete Bauprojekte mit Hilfe eines digitalen, materiellen Gebäudepasses auf ihre Kreislauffähigkeit und die Anforderun-

not allow recycling; and secondly, used clothing is re-exported to a very high extent – in the EU, textile exports have tripled in the past two decades.

### **Concepts for many sectors**

Despite such problems, many sectors are nevertheless thinking about how a changeover to circular material cycles could succeed – for example, the EU recently adopted a textile strategy. Another example is the plastics sector: The Upper Austrian location agency Business Upper Austria, together with the AIT Austrian Institute of Technology, has developed a technology roadmap called “Sustainable Plastic Solutions” on behalf of the Ministry of Climate Protection (BMK) on how the plastics sector in Upper Austria could become more sustainable. Three central thematic complexes emerged: Design4Circularity; collection, sorting and recycling; materials, technologies and research and development. This resulted in a number of fields of action, such as the introduction of a uniform standard for labeling, the reduction of material diversity, the establishment of a “digital watermark” for sorting, the introduction of a uniform Austria-wide collection system and a new recycling code for biodegradable plastics at EU level, and the creation of a holistic recycling strategy that includes mechanical, chemical and solvent-based recycling. And last but not least, raising awareness among the general public for (plastic) waste as a new valuable material is considered necessary.

Another example is the construction industry: In cities, huge amounts of materials are tied up in buildings for many decades, which are then to be recycled at the end of their lifetime. In many buildings, however, it is unknown exactly which materials were used or it is questionable whether they can be separated. Future buildings should therefore be recyclable in any case – and digital technologies are being used above all to achieve this. At AIT, a method is currently being developed in the project “Digital foundations for recyclable building” to individually assess concrete building projects for their recyclability and the requirements of the EU taxonomy (environmental criteria) with the help of a digital, material building passport – both from an economic and technical perspective.

### **Economic and physical barriers**

In any case, the hurdles to establishing a circular economy are very high: they start with economic difficulties – recycled secondary raw materials are expensive in many cases – and extend to the inertia of existing supply chains and production processes and the lack of recyclability of many of today’s materials and products.

gen der EU-Taxonomie (Umweltkriterien) individuell zu bewerten – und zwar sowohl aus wirtschaftlicher als auch technischer Sicht.

### **Wirtschaftliche und physikalische Hindernisse**

Die Hürden für eine Etablierung einer Kreislaufwirtschaft sind jedenfalls sehr hoch: Das beginnt bei wirtschaftlichen Schwierigkeiten – recycelte Sekundärrohstoffe sind in vielen Fällen teurer und weisen geringere Qualität auf – und reicht über das Beharrungsvermögen bestehender Lieferketten und Produktionsprozesse bis hin zu der fehlenden Recyclingfähigkeit vieler heutigen Materialien und Produkte.

Helmut Haberl, Professor für sozialökonomischen Stoffwechsel an der Universität für Bodenkultur, machte kürzlich darauf aufmerksam, dass Kreislaufwirtschaft kein Allheilmittel ist und man auch nicht zu viel von diesem Konzept erwarten dürfe. Denn es gibt grundsätzliche Hindernisse, die auf physikalischen Gesetzen beruhen, konkret auf den beiden Hauptsätzen der Thermodynamik: Eine Folge des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik (Energieerhaltungssatz) ist, dass Materialbestände in einem Kreislaufsystem im besten Fall konstant gehalten werden können – jegliches Wachstum erfordert einen zusätzlichen Materialinput. Und eine Konsequenz des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik (Entropiesatz) ist, dass Recycling niemals alle Primärrohstoffe regenerieren kann – und dass umso mehr Energie für das Recycling nötig ist, je ungeordneter die Abfälle sind (also je größer die Entropie ist).

Nichtsdestotrotz gilt das Konzept der Kreislaufwirtschaft als zukunftsweisend. Der Übergang in diese Richtung hält laut WIFO für österreichische Unternehmen neben den Herausforderungen auch große Chancen bereit. Gleichzeitig wird betont, dass die Transformation der Wirtschaft auf der Grundlage kreislaufwirtschaftlicher Prinzipien umfangreiche soziale, institutionelle und gesellschaftliche Innovationen, sowie unternehmensübergreifende Innovationen und Investitionen in Infrastrukturen erfordert, die durch die öffentliche Hand koordiniert werden müssen. Auf einzelbetrieblicher Ebene seien neben technischen Neuerungen auch Neuerungen in Geschäftsmodellen, der Organisation der Logistik und anderen Bereichen erforderlich. „Neue technologische Innovationen sind in diesem Kontext unerlässlich, doch nicht ausreichend für einen erfolgreichen Transformationsprozess“, so die WIFO-Forscher:innen. ✖

### **Quelle Source**

Andreas Reinstaller, Jürgen Janger, Ina Meyer, Michael Peneder: *Transformation zur Kreislaufwirtschaft. Leistungsfähigkeit, industrie- und FTI-politische Förderung*. März 2022. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung (WIFO) im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung. 2022/1/S/WIFO-Projekt Nummer: 9021

Helmut Haberl, professor of socioeconomic metabolism at the University of Natural Resources and Applied Life Sciences, recently pointed out that circular economy is not a panacea, nor should we expect too much from this concept. This is because there are fundamental obstacles based on physical laws, specifically the two laws of thermodynamics: one consequence of the 1st law of thermodynamics (law of conservation of energy) is that material stocks in a circular system can be kept constant in the best case – any growth requires additional material input. And a consequence of the 2nd law of thermodynamics (entropy law) is that recycling can never regenerate all primary raw materials – and that the more disordered the waste (i.e., the greater the entropy), the more energy is required.

Nonetheless, the concept of a circular economy is considered forward-looking, and according to WIFO, the transition in this direction holds great opportunities for Austrian companies in addition to challenges. At the same time, it is emphasized that the transformation of the economy on the basis of circular economy principles requires extensive social, institutional and societal innovations, as well as cross-company innovations and investments in infrastructure, which must be coordinated by the public sector. At the individual company level, he said, innovations in business models, the organization of logistics and other areas are needed in addition to technical innovations. “New technological innovations are essential in this context, but they are not sufficient for a successful transformation process,” say the WIFO researchers. ✖

Rahmen-  
bedingungen  
General  
Framework

## „Wir brauchen neue Modi der Welterzeugung“ – oder: Das Spekulieren als transformative Praxis der Wissenschaften und der Künste

**Die Innovationsforscherin Petra Schaper Rinkel fordert Raum für die Wissenschaften und Künste, in denen Grenzen überschritten und wirklich Neues geschaffen werden kann. Um nachhaltige und demokratieförderliche Zukünfte kreieren zu können, schlägt sie den Aufbau eines offenen, öffentlichen Innovationssystems algorithmischer Plattformen vor.**

**Welche Rahmenbedingungen braucht es, damit Transformationen stattfinden können und man sie vielleicht sogar in eine wünschenswerte Richtung steuern kann?**

**Petra Schaper Rinkel:** Das Wesentliche ist aus meiner Sicht die Rolle der Wissenschaften, der Künste und der Zukünfte. Wichtig dabei ist der Plural: Ich spreche bewusst nicht von Wissenschaft oder Kunst in der Einzahl. Und zwar aus einem wesentlichen Grund: Es gibt viele Wissenschaften mit unterschiedlichen wissenschaftlichen Praxen, und diese stehen ständig in einem produktiven Widerstreit, der nicht etwa ein Defizit ist, sondern vielmehr die Dynamik wissenschaftlichen Wissens ausmacht. Wir haben heute einen sehr desintegrierten Blick: Wir schauen uns die Welt als technologiegetrieben an – und nicht in ihren sozialen und politischen Möglichkeiten. Was fehlt, ist ein integratives Weltverständnis, das aus den Wissenschaften und Künsten erzeugt werden kann.

Ein Beispiel: Wir merken derzeit, dass die Nachhaltigen Entwicklungsziele (SDG) ein wichtiger Zwischenschritt auf dem Weg in eine nachhaltige Zukunft waren, aber sie wurden schnell formalisiert, quantifiziert und mit Indikatoren versehen. Das ist ein notwendiger Schritt zu einer Transformation und dient der



**PETRA SCHAPER RINKEL** ist aktuell Professorin für Wissenschafts- und Technikforschung des digitalen Wandels an der Karl-Franzens-Universität Graz. Sie ist zudem die designierte Rektorin der Universität für angewandte Kunst Wien – die Angewandte – und wird dieses Amt ab Oktober 2023 übernehmen. Ihre aktuellen Forschungsschwerpunkte sind die Methoden und Praxen des "Zukunft-Machens": Antizipieren und Spekulieren als Praxen der Wissenschaften und der Künste, Utopien, partizipative Zukunftsprozesse, Zukunftstechnologien, Szenarien und Meta-Narrative der Zukunft. Sie forscht zudem zu Fragen des Politischen im Kontext von Algorithmisierung und Digitalität sowie zu zukünftigen Innovationssystemen.

General Framework

## “We need new modes of worldmaking” – Speculating as a transformative practice of the sciences and the arts

**PETRA SCHAPER RINKEL** is currently Professor of Science and Technology Studies of Digital Transformation at Karl Franzens University Graz. She is also the designated rector of the University of Applied Arts Vienna – the Angewandte – and will assume this office from October 2023. Her current research focuses on the methods and practices of "making the future": anticipation and speculation as practices of the sciences and the arts, utopias, participatory future processes, future technologies, scenarios and meta-narratives of the future. She also conducts research on questions of the political in the context of algorithmization and digitality, and on future innovation systems.

**Innovation researcher Petra Schaper Rinkel calls for space for the sciences and arts to cross boundaries and create something truly new. In order to be able to create sustainable futures that promote democracy, she proposes building an open, public innovation system of algorithmic platforms.**

**What framework conditions are needed so that transformations can take place and perhaps even be steered in a desirable direction?**

**Petra Schaper Rinkel:** The essential thing, in my view, is the role of the sciences, the arts and the futures. The plural is important here: I deliberately do not speak of science or art in the singular. And this is for one essential reason: there are many sciences with different scientific practices, and these are constantly in productive conflict, which is not a deficit, but rather constitutes the dynamics of scientific knowledge. We have a very disintegrated view today: We look at the world as technology-driven – rather than in terms of its social and political possibilities. What is missing is an integrative understanding of the world that can be generated from the sciences and arts.

An example: We currently note that the Sustainable Development Goals (SDG) were an important intermediate step toward a sustainable future, but they were quickly formalized, quantified, and given indicators. This is a necessary step toward transformation and serves to generate evidence, but this specification and concretization limits the potential contributions from universities –

Rahmenbedingungen

Evidenzerzeugung, aber diese Spezifizierung und Konkretisierung schränkt die möglichen Beiträge aus den Universitäten – ihren Wissenschaften und Künsten – ein. Eine Transformation im globalen Maßstab bedeutet nichts weniger als einen Weltübergang von einer auf Wettbewerb und Wachstum gerichteten Wirtschafts- und Lebensweise hin zu einer, die auf Kooperation und letztlich auch auf Degrowth beruht.

Die andere, zur Zeit viel zu wenig präsente Dimension der Wissenschaften ist es – und da gibt es eine enge Verwandtschaft mit den Künsten –, über das Bestehende radikal hinauszugehen. Radikal in dem Sinne, zu den Wurzeln eines Problems zu gehen und nicht bei den Erscheinungen stehen zu bleiben. Die Erscheinungen kann man mit Indikatoren bearbeiten, aber wir brauchen auch ein grundlegendes Denken, das über den jetzigen Denkhorizont hinausgeht: Wir brauchen neue Modi der Welterzeugung.

Eine berühmte Feststellung von Meret Oppenheim lautet: „Jede wirklich neue Idee ist eine Aggression.“ Das bedeutet auch, dass jede grundlegende Transformation des Bestehenden eben irritiert und etablierte Erwartungshaltungen stört. Die wichtigste Fähigkeit der Grundlagenforschung besteht nicht in der Bestätigung der Welt, sondern in der radikalen Infragestellung, im radikalen Spekulieren gegen das Erwartbare und gegen das Wahrscheinliche. Das wird heute zwar noch den Natur- und Ingenieurwissenschaften zuerkannt, ist aber den Geistes- und Sozialwissenschaften ausgetrieben worden. Für eine Zukunft, in der die allgegenwärtige Algorithmisierung von Allem nicht den Raum des Politischen und damit jede Demokratie abschafft und auch nicht ein Treiber zerstörerischen Wachstum ist, braucht es die zutiefst wissenschaftliche, radikale Kunst des Spekulierens – disziplinär und interdisziplinär.

#### Wie sieht diese andere Dimension der Wissenschaft genau aus?

Die Praxis der Wissenschaften ist eine schöpferische, eine erfindende und damit kreative Praxis. Seit der Neuzeit waren es die Wissenschaften und die Künste, die die großen Fragen der Menschheit zu stellen gewagt haben. Am Anfang jeder wissenschaftlichen Forschung und aller künstlerischen Praktiken steht das Spekulieren: Was wäre wenn? Wie könnte die Welt ganz anders aussehen? Wie könnte ich die Welt ganz anders sehen? Wissenschaft ist nicht nur Entdeckung, sondern auch Erfindung. Das wurde aus den Wissenschaften hinausgedrängt. Die systematische Wissensgenerierung und Evidenzerzeugung kommt aber erst nach den großen Fragen. Auch in den Sozial- und Geisteswissenschaften haben wir eine Verengung auf empirische Fragestellungen – die Entwicklung des spekulativen Denkens kommt da zu kurz.

their sciences and arts. A transformation on a global scale means nothing less than a world transition from an economy and way of life based on competition and growth to one based on cooperation and, ultimately, degrowth.

The other dimension of the sciences, which is currently far too little present – and there is a close relationship between the sciences and the arts – is to go radically beyond the existing. Radical in the sense of going to the roots of a problem and not stopping at the appearances. We can work on the appearances with indicators, but we also need fundamental thinking that goes beyond the current horizon of thought: we need new modes of creating the world.

A famous observation by Meret Oppenheim is that “Every truly new idea is an aggression.” This also means that every fundamental transformation of the existing is precisely irritating and disrupts established expectations. The most important ability of basic research is not to confirm the world, but to radically question it, to radically speculate against what is expected and against what is probable. Today, this is still accorded to the natural and engineering sciences, but it has been driven out of the humanities and social sciences. For a future in which the ubiquitous algorithmization of everything does not abolish the space of the political and thus all democracy, nor is it a driver of destructive growth, we need the profoundly scientific, radical art of speculation – disciplinary and interdisciplinary.

#### What exactly does this other dimension of science look like?

The practice of the sciences is a creative practice, an inventive practice, and thus a creative practice. Since modern times, it has been the sciences and the arts that have dared to ask the great questions of humanity. At the beginning of all scientific research and all artistic practices is speculation: What if? How could the world look completely different? How might I see the world very differently? Science is not only discovery, but also invention. That has been pushed out of the sciences. But the systematic generation of knowledge and evidence comes after the big questions. In the social sciences and humanities, too, we have a narrowing to empirical questions – the development of speculative thinking comes up short.

## Warum ist das so?

Die großen Fragen können immer weniger gestellt werden, weil wir als Wissenschaftlerin und Wissenschaftler daran gemessen werden, den nächsten Artikel in einem peer-reviewed Journal zu schreiben und möglichst schnell den nächsten Antrag für ein Forschungsprojekt zu schreiben. In dieser Situation können die Fragen, die man stellt, nur klein sein. Wer neue oder große Fragen stellt, wer irritiert und damit auch die quasi industrielle Produktion von erwartbarem Wissen stört, wird auch einmal methodisch oder theoretisch scheitern und verliert damit im heutigen Wissenschaftssystem die Karrierechancen. Insgesamt ist das aktuelle Wissenschaftsverständnis eine absurde Engführung auf das unmittelbar Erreichbare. Was aber tatsächlich zählt, ist, wiederzufinden, was die Wissenschaften und Künste im besten Fall seit der Neuzeit ausmacht: die Grenzen der Wahrnehmung verschieben, die Grenzen der Wirklichkeit erweitern und die Grenzen des Machbaren überschreiten.

Und das brauchen wir, um neue Transformations-Visionen zu entwickeln, die nicht nur einen neuen diskursiven Rahmen für alte Inhalte darstellen. Ein gutes Beispiel dafür ist die Diskussion um neue Formen der Mobilität: Am Ende einer langen Debatte blieb dann der Indikator: Wie viele neue Elektroautos gibt es im Jahr X? Ähnliches gilt für die Begriffe „Reform“ oder „Nachhaltigkeit“: Große und wertvolle Begriffe, die einmal der Versuch des Neuen waren, werden ganz schnell mit alten Inhalten gefüllt. Wir müssen aber, um auf das Beispiel der SDG zurückzukommen, fragen, wo die Grenzen der bisherigen Nachhaltigkeitsdiskussion liegen? Was brauchen wir Neues, um einen Schritt weiterzukommen?

Davon ist meiner Meinung nach die Transformation der Zukunft abhängig. Für die „Twin Transition“ braucht es gerade diese großen Fragen und ein Spekulieren, wie eine Welt im Futur II aussehen könnte, in der wir leben wollen.

## Wie könnten wir unseren verengten Blick wieder erweitern?

Dafür braucht es politischen Raum. Derzeit wird versucht, die Wissenschaften und die Künste unmittelbar dienstbar zu machen. Immer stärker werden kurzfristige Ergebnisse eingefordert. Wir brauchen aber Raum, um Grenzen zu überschreiten und wirklich Neues zu kreieren. Dieser Raum der Autonomie der Grundlagenforschung und der Entwicklung der Künste, in dem aus den Methoden der Wissenschaften und aus den Praktiken der Künste ein Überschuss an Ideen entstehen kann, muss geschützt und viel stärker gefördert werden. Fundamentale Impulse können nur dann erzeugt werden, wenn der Horizont und das, worauf es hinauslaufen soll, nicht bestimmt sind. Die Unbestimmtheit ist für mich auch der Kern der Interdisziplinarität: Wir müssen miteinander neues

## Why is that?

The big questions can be asked less and less because we as scientists are measured by writing the next article in a peer-reviewed journal and writing the next proposal for a research project as quickly as possible. In this situation, the questions one asks can only be small. Those who ask new or big questions, who irritate and thus also disrupt the quasi-industrial production of expected knowledge, will also fail once methodologically or theoretically and thus lose career opportunities in today's science system. All in all, the current understanding of science is an absurd narrowing to what is immediately achievable. What actually counts, however, is to rediscover what the sciences and arts have been about, at best, since modern times: pushing the boundaries of perception, expanding the limits of reality, and transcending the limits of what is possible.

And we need this in order to develop new visions of transformation that are not just a new discursive framework for old content. A good example of this is the discussion about new forms of mobility: At the end of a long debate, what remained was the indicator: How many new electric cars will there be in year X? The same is true for the terms "reform" or "sustainability": Great and valuable terms that were once an attempt at the new are very quickly filled with old content. But to return to the example of the SDG, we must ask where the limits of the sustainability discussion to date lie? What do we need that is new in order to take a step forward?

In my opinion, the transformation of the future depends on this. For the "Twin Transition", precisely these big questions are needed, and speculation about what a future world might look like in which we want to live.

## How could we widen our narrowed view again?

Political space is needed for this. At present, attempts are being made to make the sciences and the arts directly serviceable. Short-term results are increasingly demanded. But we need space to transcend boundaries and create something truly new. This space of autonomy for fundamental research and the development of the arts, in which a surplus of ideas can emerge from the methods of the sciences and from the practices of the arts, must be protected and much more strongly encouraged. Fundamental impulses can only be generated if the horizon and what it is supposed to lead to are not determined. For me, the indeterminacy is also the core of interdisciplinarity: we need to generate new world knowledge

Weltwissen erzeugen – wie wir in den planetaren Grenzen wirtschaften, miteinander leben und das Gemeinsame dieser Welt stark machen.

**Sie haben vorhin nicht nur von Wissenschaften und Künsten im Plural gesprochen, sondern auch von „Zukünften“? Was meinen Sie damit?**

Mit dem Begriff der „Zukünfte“ soll deutlich werden, dass wir unterschiedliche Möglichkeiten haben, in unterschiedlich Zukünfte zu gehen. Heute wird die Zukunft von vielen Akteuren als etwas Deterministisches gesehen – in dem Sinne, dass wir nur diese eine Zukunft haben. Aktuelle Zukunftserwartungen gehen von Technologien aus und entwickeln gesellschaftliche Zukunft aus hypothetischen technologischen Möglichkeiten. Transformationsprozesse in global nachhaltige und demokratische Zukünfte können aber nur gelingen, wenn wir sozio-technische Innovationspfade entwerfen, in denen Technologieentwicklung – insbesondere algorithmische Systeme – den Anforderungen von Klimaneutralität und dem Politischen im Sinne des Bezugsgewebe menschlicher Angelegenheiten (Hannah Arendt) folgt. Mit dem Begriff der „Zukünfte“ lässt sich einem Determinismus der vermeintlich einen, singular gedachten Zukunft entkommen. In dem Konzept der Zukünfte steckt die Idee: Wir haben viele Zukunftsoptionen.

Welche unterschiedlichen Zukünfte es für eine nachhaltige Gesellschaft gibt, wissen wir erst in den Anfängen und nur partiell. Welche Zukünfte zerstörerisch sind – all die Zukünfte, die das Ende des Planeten Erde als Raum für immer mehr Menschen bedeutet –, wissen wir sehr wohl; das zeigen nicht zuletzt die IPCC-Berichte überdeutlich. Wir haben aber derzeit wenige Orte, an denen die Entwicklung von Zukunftsvisionen als Experimentalraum begriffen wird, in dem das Spekulieren als Praxis kultiviert wird. Universitäten und öffentliche Forschungseinrichtungen sollten diesen Experimentalraum bieten, um ganz unterschiedliche Zukünfte zusammen weiter und zu Ende denken zu können.

**Gibt es nicht ohnehin solche Programme, in denen ein grundsätzliches Nachdenken über die großen Fragen der Zukunft gefördert werden? Ich denke da etwa an Flagship-Projekte der EU oder missionsorientierte Programme.**

Die Missionsorientierung in der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik ist schnell von einem starken Konzept einer tatsächlich gemeinwohlorientierten Förderpolitik zu einem Konzept geworden, unter dem nun alles so läuft wie zuvor. Auch bei den Flagship-Initiativen der EU, den langfristigen und groß angelegte Forschungsinitiativen, die eine ehrgeizige Vision haben sollen, fehlen Initiativen, die algorithmische Systeme – Künstliche Intelligenz – als zentrale Technologie der Gegenwart adressieren.

with each other – how to manage within planetary boundaries, how to live with each other and how to make the common of this world strong.

**You spoke earlier not only of sciences and arts in the plural, but also of “futures”? What do you mean by that?**

The concept of "futures" is meant to make clear that we have different possibilities to go into different futures. Today, the future is seen by many actors as something deterministic – in the sense that we only have this one future. Current expectations of the future are based on technologies and develop societal futures from hypothetical technological possibilities. However, transformation processes into globally sustainable and democratic futures can only succeed if we design socio-technical innovation paths in which technology development – especially algorithmic systems – follows the requirements of climate neutrality and the political in the sense of the web of reference of human affairs (Hannah Arendt). The concept of “futures” allows us to escape a determinism of the supposedly one, singularly conceived future. The concept of futures contains the idea: We have many options for the future.

What different futures there are for a sustainable society, we know only in the early stages and only partially. Which futures are destructive – all the futures that mean the end of planet Earth as a space for more and more people – we know very well; not least the IPCC reports show that abundantly clearly. But we currently have few places where the development of visions of the future is conceived as an experimental space where speculation is cultivated as a practice. Universities and public research institutions should offer this experimental space, in order to be able to think very different futures together further and to the end.

**Aren't there programs of this kind anyway that promote fundamental thinking about the big questions of the future? I'm thinking, for example, of EU flagship projects or mission-oriented programs.**

Mission orientation in research, technology and innovation policy has quickly gone from being a strong concept of a funding policy that is actually oriented towards the common good to a concept under which everything now runs as before. Also missing from the EU's flagship initiatives, the long-term and large-scale research initiatives that are supposed to have an ambitious vision, are initiatives that address algorithmic systems – artificial intelligence – as the central technology of the present. At the European level, we have gigantic large-



Auf europäischer Ebene haben wir gigantische Großprojekte zu Themen wie Graphene, Quantentechnologie oder Human Brain Computing, aber keines, das sich dem Aufbau eines offenen und öffentlichen Innovationssystems algorithmischer Plattformen widmet, obwohl gerade hier – in einem quasi angewandten und interdisziplinären Bereich die höchste Wertschöpfung erzielt wird und genau diese algorithmischen Systeme unseren Alltag, den Handel, die Produktion und die Dienstleistungen umfasst. Wie früher das Straßennetz und später die Telekommunikation öffentlich bestimmt waren, weil sie die grundlegende Infrastruktur für Innovationen aller Art waren, sind es heute algorithmische Plattformen, die wir im Moment nur als private kennen. Geistes- und Sozialwissenschaften sowie die Künste werden methodisch und von der Art ihrer Fragestellung marginalisiert und primär dafür genutzt, um große technologische Ideen zu behübschen, ins Bestehende einzupassen sowie ethische, soziale und juristische Aspekte als add-on beizusteuern.

Stattdessen brauchen wir aber einen Paradigmenwechsel in der Innovationspolitik, in der nicht von Technologien ausgegangen wird, sondern in denen gesellschaftliche Ziele, Notwendigkeiten und Gemeingüter im Vordergrund stehen und sich daran die Frage anschließt, welche Technologien in welcher Weise weiterentwickelt werden sollen. Wenn Technologien aus einer öffentlich-gesellschaftlichen common-good-Perspektive heraus bestimmt werden, würden sie in andere Weise weiterentwickelt als im Moment.

#### **Können Sie das an einem Beispiel illustrieren?**

Es geht zum Beispiel um Großprojekte, die auf Basis algorithmischer Systeme von common goods ausgehen, um das System letztlich für demokratieförderliche und nachhaltige Welten der Zukunft zu nutzen – damit wir uns Welten der Zukunft und die Mittel, wie wir sie erreichen, vorstellen können. So würde auch klarer, welche Innovationspfade bestimmte Technologien einschlagen müssten, um den Zielen – die nicht beliebig sind, vielmehr aus guten Gründen auf europäischer Ebene in Verfassungen festgeschrieben sind – gerecht zu werden.

Derzeit haben wir aber kein öffentliches, offenes System von digitalen Plattformen, das Innovationen von und für alle ermöglicht, sondern es gibt ein extremes Wachstum privater Systeme der wenigen Großkonzerne, die damit zugleich auch Innovationen begrenzen. Kommerzielle algorithmische Plattformen sind historisch aus der öffentlichen Forschungsförderung entstanden und schnell zu riesigen Oligopolen geworden. Die heute marktbestimmenden Plattformunternehmen (GAFA und ihre chinesische Konkurrenz) haben ihre oft nicht-kommerziellen Vorläufer kopiert

scale projects on topics such as graphene, quantum technology or human brain computing, but none dedicated to building an open and public innovation system of algorithmic platforms, although it is precisely here – in a quasi-applied and interdisciplinary area – that the highest value is created and that precisely these algorithmic systems encompass our everyday life, commerce, production and services. Just as the road network and later telecommunications were once publicly determined because they were the basic infrastructure for innovations of all kinds, today it is algorithmic platforms that we know only as private at the moment. The humanities, social sciences, and the arts are marginalized methodologically and in terms of the nature of their questions, and are used primarily to embellish big technological ideas, to fit them into the existing, and to contribute ethical, social, and legal aspects as add-ons.

Instead, however, we need a paradigm shift in innovation policy, in which the starting point is not technologies, but in which societal goals, necessities and common goods are in the foreground, followed by the question of which technologies should be developed further and in what way. If technologies were determined from a public-social common-good perspective, they would be further developed in a different way than at the moment.

#### **Can you illustrate this with an example?**

It is, for example, about large-scale projects that start from common goods on the basis of algorithmic systems, in order to ultimately use the system for democracy-promoting and sustainable worlds of the future – so that we can imagine worlds of the future and the means of achieving them. This would also make it clearer what innovation paths certain technologies would need to take in order to meet the goals – which are not arbitrary, but rather enshrined in constitutions at the European level for good reasons.

Currently, however, we do not have a public, open system of digital platforms that enables innovation by and for all; instead, there is extreme growth of private systems by the few large corporations, which at the same time limit innovation. Commercial algorithmic platforms historically grew out of public research funding and quickly became huge oligopolies. Today's market-dominating platform companies (GAFA and its Chinese competitors) have copied and overtaken their often non-commercial predecessors. Today, the task would be to analyze in an interdisciplinary way the great aspects of today's

und überholt. Heute würde es darum gehen, interdisziplinär die großartigen Aspekte der heutigen algorithmischen Plattform-Technologien der führenden Unternehmen zu analysieren und diese für den Aufbau offener, öffentlicher Plattformtechnologien – für eine europäische Öffentlichkeit – zu nutzen.

Wenn die Daten das wertvollste Gut des 21. Jahrhunderts sind, dann müssen Menschen, Organisationen und Unternehmen über diese frei verfügen können und sollten die Verfügung über ihre eigenen Daten nicht – wie im Moment – in geschlossenen Systemen verlieren. Dafür braucht es nicht nur Regulierung, sondern öffentlich-offene digitale Infrastrukturen. Wir begreifen Infrastrukturen oft als feststehende Entitäten, doch in der algorithmischen Digitalität, in der wir leben und arbeiten, verändern sich Infrastrukturen unentwegt, und insbesondere die Wissenschaften und die Künste brauchen ihre algorithmischen Werkzeuge als Experimentalmöglichkeiten. Ein weiterer Paradigmenwechsel besteht daher darin, Infrastrukturen nicht als Objekte, sondern das „Infrastrukturieren“ als permanenten Prozess der Transformation zu denken und zu konzeptionieren. Da insbesondere algorithmische Infrastrukturen die Handlungsmöglichkeiten bestimmen, kann die Öffnung und Erweiterung im Infrastrukturieren nur interdisziplinär und transdisziplinär erfolgen. Um die langfristigen Möglichkeiten der Digitalität in den Blick zu nehmen, braucht dieses kollaborative Infrastrukturieren neben technologischem Know-how genauso die Fähigkeit zur sozio-technischen Imagination und Spekulation auf höchstem wissenschaftlichem und künstlerischem Niveau.

#### **Warum ist es Ihrer Meinung nach so wichtig, dass solche Plattformen öffentlich sind?**

Wir hören seit bald einem Jahrzehnt, dass die großen Digitalkonzerne verlautbaren, sie werden mit Künstlicher Intelligenz (KI) dazu beitragen, die Welt zu retten. KI ist die grundlegende Technologie für die „Twin Transition“. Die Welt, die Demokratie und das Klima werden aber nur gerettet, wenn KI eine öffentliche Infrastruktur wird, die aus den Wissenschaften und aus den Künsten heraus entwickelt und aktiv genützt wird. Innovationen, die aus einem algorithmischen System heraus vorangetrieben werden, können immer nur so weit gehen, wie es diejenigen, denen das System gehört, zulassen. Keines der großen Plattformunternehmen kann für Gemeinwohl arbeiten, denn ihre Systeme stehen in einem starken Wettbewerb zueinander, der sie für ihr eigenes Überleben zu unentwegtem – am Ende immer materiellem – Wachstum zwingt. Nur mit öffentlichen Plattformen sind wir in der Lage, algorithmische Systeme auch im Sinne der planetaren Grenzen einzusetzen. ✕

algorithmic platform technologies of the leading companies and to use them to build open, public platform technologies – for a European public.

If data are the most valuable asset of the 21st century, then people, organizations and companies must be able to dispose of it freely and should not – as is currently the case – lose the disposal of their own data in closed systems. This requires not only regulation, but public-open digital infrastructures. We often conceive of infrastructures as fixed entities, but in the algorithmic digitality in which we live and work, infrastructures are constantly changing, and the sciences and the arts in particular need their algorithmic tools as experimental spaces. Another paradigm shift is therefore to think and conceptualize infrastructures not as objects, but “infrastructuring” as a permanent process of transformation. Since algorithmic infrastructures in particular determine the possibilities for action, the opening and expansion in infrastructuring can only be interdisciplinary and transdisciplinary. In order to take into account the long-term possibilities of digitality, this collaborative infrastructuring requires not only technological know-how, but also the ability for socio-technical imagination and speculation at the highest scientific and artistic level.

#### **Why do you think it is so important that such platforms should be public?**

We’ve been hearing for almost a decade that the big digital companies are going to use artificial intelligence (AI) to help save the world. AI is the foundational technology for the “Twin Transition.” But the world, democracy, and the climate will only be saved if AI becomes a public infrastructure, developed from the sciences and from the arts, and actively used. Innovations driven from within an algorithmic system can only ever go as far as those who own the system allow. None of the big platform companies can work for the common good, because their systems are in fierce competition with each other, forcing them to grow steadfastly – always materially in the end – for their own survival. Only with public platforms are we able to use algorithmic systems also in the sense of planetary boundaries. ✕

# Technologie und Geopolitik

**Technologien wurden zu einem bedeutsamen Spielball der Großmächte im Ringen um die Vorherrschaft in der Welt. Europa ist zwischen den großen Machtblöcken USA und China eingeklemmt.**

Von der Zähmung des Feuers über die Erfindung von Landwirtschaft, Buchdruck, Dampfmaschine und Elektrizität bis hin zu Atomkraft und Computern – Innovationen haben immer schon wesentlich die Zivilisationsgeschichte des Menschen mitbestimmt. Auch heute ist die Entwicklung neuer Technologien ein wichtiger Motor für den Fortgang der Dinge – inklusive der aktuellen Notwendigkeit, unser Lebens- und Wirtschaftssystem nachhaltiger zu gestalten. Angesichts der Verflochtenheit der globalen Prozesse, aber auch der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Themen sind dabei moderne Verfahren der Informationsverarbeitung zentral.

## Transpazifischer Chipkrieg

In keinem anderen Bereich sieht man zur Zeit deutlicher, dass Technologien mehr denn jemals zuvor als Spielball der Großmächte im Kampf um die Vorherrschaft in der Welt dienen: Wer bei der Entwicklung von Zukunftstechnologien die Nase vorn hat, wird der Welt in Zukunft seinen Stempel aufdrücken. Dramatisch zugespitzt hat sich dieses Wettrennen zuletzt bei Künstlicher Intelligenz und beim Kampf um Ressourcen und Komponenten für die IT-Industrie. Nachdem in China über Jahrzehnte durch massive staatliche Förderung immer mehr High-tech-Unternehmen entstanden sind – häufig auch Niederlassungen westlicher Konzerne –, starteten die USA eine Aktion zum Zurückholen der Halbleiterindustrie. Parallel dazu hat sich Taiwan, dessen Unabhängigkeit von der Volksrepublik China nicht anerkannt wird und wo sich die weltweit wichtigsten Produktionsstätten für Halbleiterchips befinden, zu einem Zankapfel mit großer Sprengkraft entwickelt.

Die jüngste Eskalationsstufe begann, indem die USA Exporte von Hochleistungschips nach China beschränkten, um zu verhindern, dass die Volksrepublik bestimmte Produkte zur Gänze selbst herstellen bzw. weiterentwickeln kann. China reagierte postwendend mit Ausfuhrbeschränkungen bei den Halbleitermaterialien Gallium und Germanium. Der Rest der Welt muss diesen Entwicklungen nachhüpfen: Japan zum Beispiel rüstet sich für den „Chipkrieg“ durch die Verstaatlichung des Technologiekonzerns JSR, der ein kritisches Glied in der globalen Lieferkette für Halbleiter kontrolliert. Europa reagierte auf den sich zuspitzenden Konflikt durch den „European Chips Act“ mit einem 43 Mrd.-Euro-Paket, durch das die Chipproduktion in Europa vorangetrieben werden soll.

# Technology and geopolitics

**Technologies have become a significant pawn of the great powers in the struggle for world dominance. Europe is sandwiched between the major power blocs of the USA and China.**

From the taming of fire to the invention of agriculture, printing, the steam engine and electricity to nuclear power and computers – innovations have always played a major role in shaping the history of human civilization. Today, too, the development of new technologies is an important driver of progress – including the current need to make our world more sustainable. In view of the interconnectedness of global processes, but also of the interrelationships between different issues, modern data processing methods are central to this.

## Transpacific chip war

In no other area can it be seen more clearly at present that technologies are serving more than ever as pawns for the major powers in the battle for world dominance: Whoever is ahead in the development of future technologies will make its mark on the world in the future. This race has recently come to a dramatic head in the field of artificial intelligence and in the battle for resources and components for the IT industry. After decades of massive state subsidies that led to the creation of more and more high-tech companies in China – often subsidiaries of Western corporations – the U.S. launched a campaign to bring back the semiconductor industry. In parallel, Taiwan, whose independence from the People's Republic of China is not recognized and where the world's most important production facilities for semiconductor chips are located, has become a bone of contention with great explosive power.

The most recent escalation began when the U.S. restricted exports of high-performance chips to China in order to prevent the People's Republic from being able to manufacture or further develop certain products entirely on its own. China responded immediately with export restrictions on the semiconductor materials gallium and germanium. The rest of the world has to keep up with these developments: Japan, for example, is preparing for the “chip war” by nationalizing the technology group JSR, which controls a critical link in the global supply chain for semiconductors. Europe responded to the escalating conflict through the “European Chips Act” with a 43 billion euro package designed to boost chip production in Europe.

### „Run“ auf Rohstoffe

Ein ähnliches Gerangel zeigt sich auch bei anderen Rohstoffen, ohne die die moderne Welt nicht funktionieren kann. Neben Energieträgern – ein Dauerbrenner der globalen Machtpolitik – sind das insbesondere Technologiemetalle wie etwa Lithium, Platin, Kobalt, Neodym oder Dysprosium, die für Mobiltelefone, Bildschirme, Elektroautos, Windräder, Flugzeuge, Roboter usw. benötigt werden: Hier wurde die Abhängigkeit von den wenigen Lieferantenländern in letzter Zeit nicht kleiner, sondern im Gegenteil immer größer: Die EU beispielsweise bezieht laut einer Studie des Joint Research Centers der EU derzeit 98 Prozent der benötigten Seltenen Erden und 93 Prozent des Magnesiums aus China. Abhilfe will die EU-Kommission mit dem „Critical Raw Materials Act“ schaffen. Dessen Wirkung wird aber beschränkt bleiben: Das Ziel ist es, mindestens zehn Prozent der strategischen Rohstoffe in Zukunft in Europa zu produzieren, 40 Prozent hier zu verarbeiten und 15 Prozent zu recyceln. Zudem soll die EU von keinem Drittland zu mehr als 65 Prozent abhängig sein. Echte Autonomie sieht anders aus.

### Fragmentierung der Welt

Dieses Ringen um technologische Vorherrschaft trägt unmittelbar zu einer Fragmentierung der Welt in mehrere Machtblöcke bei und beeinträchtigt auch die internationale Kooperation in vielen anderen Bereichen. Neben den unübersehbaren politischen Folgen spiegelt sich das auch in der Wissenschaft wider. Das konnte jüngst die OECD in ihrem „Science, Technology and Innovation Outlook 2023“ mit Zahlen belegen: Die Anzahl gemeinsamer Publikationen von Forschenden aus den USA und China ist demnach, nach Jahrzehnten des Wachstums, seit drei Jahren wieder rückläufig. Das bereitet den OECD-Expert:innen Sorge: Diese Entkopplung könne insgesamt zu einer Schwächung der Aktivitäten in Wissenschaft und Technologie führen – und das just „in einer Zeit, in der die globalen Herausforderungen mehr denn je eine internationale Zusammenarbeit erfordern“.

Die rückläufige internationale Kooperation zeigt sich bei vielen der großen Zukunftsfragen der Menschheit. So gibt es kaum eine funktionierende Koordination im Sinne der erforderlichen ökologischen Transformation. Etwa beim Pariser Weltklimavertrag, in dem sich im Jahr 2015 fast alle Staaten der Welt zu einer weitgehenden Dekarbonisierung bis 2050 und einer Begrenzung der globalen Erwärmung auf maximal zwei Grad über dem Niveau vor der Industriellen Revolution verständigt hatten. Seither sind die Fortschritte überschaubar – die Welt hat sich mittlerweile im Schnitt um knapp 1,2 Grad erwärmt –, das Erreichen der Ziele rückt in immer weitere Ferne. Ähnliches gilt für viele Bereiche der digitalen Transformation, wo man dringend weltweite Kooperation bei Standards und Spielregeln zum Beispiel für Cyber Security oder für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) bräuchte.

### “Run” on raw materials

A similar scramble is evident for other raw materials without which the modern world cannot function. In addition to energy sources – a perennial issue in global power politics – these include in particular technology metals such as lithium, platinum, cobalt, neodymium or dysprosium, which are needed for cell phones, monitors, electric cars, wind turbines, airplanes, robots, and so on: Here, the dependence on the few supplier countries has not become smaller in recent times but, on the contrary, has become ever greater: according to a study by the EU's Joint Research Center, the EU, for example, currently obtains 98 percent of the rare earths it needs and 93 percent of the magnesium from China. The EU Commission wants to remedy this situation with the "Critical Raw Materials Act". However, its effect will remain limited: The goal is to produce at least ten percent of strategic raw materials in Europe in the future, to process 40 percent here and to recycle 15 percent. In addition, the EU should not be more than 65 percent dependent on any third country. Genuine autonomy looks different.

### Fragmentation of the world

This struggle for technological supremacy is directly contributing to the fragmentation of the world into several power blocs and is also affecting international cooperation in many other areas. In addition to the obvious political consequences, this is also reflected in science. The OECD was recently able to prove this with figures in its "Science, Technology and Innovation Outlook 2023": The number of joint publications by researchers from the U.S. and China has been declining again for three years, after decades of growth. The OECD experts are concerned that this decoupling could lead to an overall weakening of activities in science and technology – just "at a time when global challenges require international cooperation more than ever.

The decline in international cooperation is evident in many of the major issues facing humanity in the future. For example, there is hardly any functioning coordination in terms of the necessary ecological transformation. Take, for example, the Paris global climate treaty, in which almost all the world's nations agreed in 2015 to largely decarbonize by 2050 and limit global warming to a maximum of two degrees above pre-Industrial Revolution levels. Since then, progress has been manageable – the world has now warmed by an average of just under 1.2 degrees – and achieving the targets is becoming ever more distant. The same applies to many areas of digital transformation, where global cooperation on standards and rules is urgently needed, for example for cyber security or artificial intelligence (AI) applications.

## Und wo bleibt Europa?

Für Europa, das zwischen den großen Machtblöcken USA und China eingeklemmt ist, bedeutet dies große Herausforderungen – die durch den aktuellen Ukraine-Krieg und all seine Folgen in politischer, wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht noch weiter verschärft werden. Neben vielen anderen Politiken zur Stärkung der Rolle Europas in der Welt sieht die EU auch in der „Twin Transition“ – der Kopplung der „grünen“ und der digitalen Transformation – einen Teil der Antwort auf diese Situation. Im „Strategic Foresight Report 2022“ der EU-Kommission werden zehn Schlüsselbereiche genannt, in denen dringender Handlungsbedarf besteht:

1. In einem sich wandelnden geopolitischen Umfeld muss die EU ihre Widerstandsfähigkeit weiter stärken und ihre strategische Autonomie in kritischen Sektoren öffnen.
2. Die EU muss ihre Bemühungen für eine grüne und digitale Diplomatie durch Nutzung der Regulierungs- und Normungsbefugnisse, Förderung der EU-Werte und Auf- und Ausbau von Partnerschaften verstärken.
3. Die EU muss ihre Versorgung mit kritischen Rohstoffen strategisch steuern und gleichzeitig ihre Verteidigungskapazitäten stärken und die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Wirtschaft bewahren.
4. Die EU muss den sozialen und wirtschaftlichen Zusammenhalt stärken.
5. Die Bildungs- und Ausbildungssysteme müssen an die neuen sozioökonomischen Gegebenheiten angepasst werden.
6. Die EU muss zusätzliche strategische Investitionen in Forschung und Innovation, in Technologien und Infrastrukturen mobilisieren.
7. Entwickelt werden muss ein Monitoring-Rahmen zur Messung des Wohlstands über das BIP hinaus und zur Bewertung der förderlichen Auswirkungen und des gesamten Fußabdrucks der Digitalisierung.
8. Ein zukunftssicherer und flexibler EU-Rechtsrahmen, in dessen Mittelpunkt der Binnenmarkt steht, wird nachhaltigen Geschäftsmodellen und Verbrauchsmustern förderlich sein.
9. Die Festlegung von Standards ist ein Schlüssel für die Sicherung eines First-Mover-Vorteils der EU für eine wettbewerbsfähige Nachhaltigkeit.
10. Ein stärkerer Rahmen für Cybersicherheit und Datenaustausch ist erforderlich, um das volle Potenzial von Technologien für die Transformation zu erschließen.

Die Umsetzung dieser Maßnahmen erfordert einen dynamischen Ansatz zur Antizipation des Wandels und zur Anpassung der politischen Reaktionen, wobei der Kurs auf die langfristigen Ziele konsequent beibehalten werden muss, wird betont. Und: „Dies wird dazu beitragen, die EU als Verfechterin einer wettbewerbsfähigen Nachhaltigkeit zu positionieren und ihre Widerstandsfähigkeit und offene strategische Autonomie zu stärken.“ ✕

## So where does that leave Europe?

For Europe, which is sandwiched between the major power blocs of the U.S. and China, this means major challenges – further exacerbated by the current Ukraine war and all its consequences in political, economic and social terms. Among many other policies to strengthen Europe's role in the world, the EU also sees the “Twin Transition” – the coupling of the “green” and the digital transformation – as part of the answer to this situation. The EU Commission's “Strategic Foresight Report 2022” identifies ten key areas where urgent action is needed:

1. In a changing geopolitical environment, the EU must further strengthen its resilience and open up its strategic autonomy in critical sectors.
2. The EU must step up its efforts for green and digital diplomacy by using regulatory and standard-setting powers, promoting EU values, and building partnerships.
3. The EU must strategically manage its supply of critical raw materials while strengthening its defense capabilities and preserving the competitiveness of its economy.
4. The EU must strengthen social and economic cohesion.
5. Education and training systems must be adapted to the new socioeconomic realities.
6. The EU must mobilize additional strategic investments in research and innovation, technologies and infrastructures.
7. A monitoring framework needs to be developed to measure prosperity beyond GDP and to assess the beneficial impact and overall footprint of digitization.
8. A future-proof and flexible EU regulatory framework, with the single market at its core, will be conducive to sustainable business models and consumption patterns.
9. Standard setting is key to ensuring an EU first mover advantage for competitive sustainability.
10. A stronger cybersecurity and data-sharing framework is needed to unlock the full potential of transformational technologies.

Implementing these measures requires a dynamic approach to anticipating change and adapting policy responses, while consistently staying the course toward long-term goals, is emphasized. And: “This will help position the EU as a champion of competitive sustainability and strengthen its resilience and open strategic autonomy.” ✕



ARTTEC, das Kunstprogramm des AIT Austrian Institute of Technology, begibt sich mit den Mitarbeitenden auf Spurensuche nach den Schnittstellen zwischen Kunst, Technologie und Wissenschaft. Nach Chris Noelle und Judith Fegerl sind derzeit Martin Grödl und Moritz Resl (Process Studio) „Artists in Residence“ am AIT.

ARTTEC, the art programme of the AIT Austrian Institute of Technology, explores with the employees the interfaces between art, technology and science. After Chris Noelle and Judith Fegerl, Martin Grödl and Moritz Resl (Process Studio) are currently “Artists in Residence” at the AIT.

MICHAEL H. HLAVA  
Head of AIT Communications

Der Mensch verwendet Symbole, um Gedanken, Ideologien und gesellschaftlichen Strukturen Ausdruck zu verleihen. Das Projekt **TOKENS FOR CLIMATE CARE** setzt auf die transformative Wirkung von Symbolen, mit deren Hilfe sich die Menschheit zu einer klimabewussten Spezies entwickeln kann.

Humans use symbols to express thoughts, ideologies and social structures. The **TOKENS FOR CLIMATE CARE** project focuses on the transformative effect of symbols, with the help of which humanity can develop into a climate-conscious species.

CHOICE TRANSFORMATION KNOWING LABOR DISTRIBUTION  
 MINDFUL EMPLOYMENT DECISIVE  
 EXCLUSIVE JOB WORKER OUTCOME  
 ENDANGER WORKFORCE CHOICE  
 NEGLECT CULTURE DECISION  
 SYNTHETIC ART  
 BASE DESIGN DAMAGE  
 LABOR CULTURAL SOIL  
 KNOWING ARTISTIC REVOLUTION  
 UNNATURAL MOVEMENT CHOICE  
 WASTEFUL MOBILE MANAGEMENT  
 JOB RECYCLING LOOP  
 INDIVIDUAL BASE MOBILITY  
 NATURE ICE EXPERTISE  
 CAREFUL SUN FARMING  
 BREATHING SHORTAGE INCLUSION  
 RARE CULTURE DROUGHT  
 SCIENCE EARTH MANUFACTURE  
 JOB LIMITED RIVER  
 SOLID AGRICULTURE DISREGARD  
 SYNTHETIC WATER CULTIVATION  
 WASTEFUL BREATHING OUTCOME  
 SUSTAINABLE WORKFORCE ART  
 LINEAR LABOR MANAGEMENT  
 INFRASTRUCTURAL MOVEMENT TRANSFORMATION  
 FROZEN INFRASTRUCTURE SURPLUS  
 STATIC RECYCLING CULTURE  
 CYCLICAL FRAMEWORK DISTRIBUTION  
 LIMITED ART TREE  
 LABOR MINDFUL ICE  
 SUFFICIENT POWER MOBILITY  
 MOBILE INDIVIDUAL FOSSIL  
 FROZEN DESIGN CARE  
 STRUCTURAL CULTURE SEA  
 EDUCATED CONSUMPTION EXPERTISE  
 STATIC JOB LACK  
 ARTISTIC ARTIFICIALITY CHANGE  
 INFRASTRUCTURAL INCLUSION DIRECTION  
 POWER ABUNDANT SEA  
 FARMING TREE CARE  
 STRAIGHT FOSSIL LOOP  
 KNOWLEDGE EXCLUSIVE FIRE  
 EDGE BREATHING FAIRNESS  
 UNAFFECTED WOOD OUTCOME  
 WASTEFUL POWER TREE  
 LOOPING AGRICULTURE TRANSFORMATION  
 EXCLUSIVE SUSTAINABLE KNOW-HOW  
 INDIVIDUAL MOBILE COMMUNITY  
 ACTIVE WATER FAIRNESS  
 ABUNDANT TRANSFORMATION BASE  
 ARTISTIC LAND LOOP  
 DAMAGED FOSSIL KNOW-HOW  
 PATH KNOWING CONSUMPTION  
 NEGLECTED CONSUMER CYCLE  
 INCLUSIVE SCIENCE PRODUCTION  
 CAREFUL DAMAGE REVOLUTION  
 BALANCED LABOR RESPONSIBILITY  
 LABOR TREE DECISION  
 CHANGING SCIENCE RAIN  
 LABOR WIND CIRCLE  
 ENERGETIC AIR FOREST  
 UNNATURAL FOSSIL ELECTRICITY  
 EDUCATED DROUGHT DISREGARD  
 ARTIFICIALITY STAGNANT POWER




Im ersten Schritt wurden rund 10.000 Symbole ausgewählt. Im zweiten Schritt wurden diesen Symbolen beschreibende Begriffe (Labels) zugeordnet, die aus einer Liste mit rund 40 Schlüsselwörtern, die im Zusammenhang mit sozialen, politischen, ökologischen oder ökonomischen Aspekten der Klimakrise stehen. Mit diesem Datensatz (Symbole plus Labels) wurde im dritten Schritt ein neuronales Netz trainiert: Die KI lernte Zusammenhänge zwischen Symbolen und beschreibenden Begriffen – also zwischen der Form und der Bedeutung, die wir Menschen dieser Form zuschreiben.

In the first step, about 10,000 symbols were selected. In the second step, these symbols were assigned descriptive terms (labels), which were selected from a list of about 40 keywords related to social, political, ecological or economic aspects of the climate crisis. This dataset (symbols plus labels) was used to train a neural network in the third step: The AI learned correlations between symbols and descriptive terms – that is, between the form and the meaning we humans ascribe to that form.



ERSTELLE DEIN TOKEN  
CREATE YOUR TOKEN



Mit Mobiltelefon scannen  
Scan with mobile phone

Benutzer:innen können via App drei Schlüsselwörter eingeben, das System berechnet anhand der zuvor gelernten Zusammenhänge ein neues grafisches Symbol – das TOKEN FOR CLIMATE CARE –, das am besten zu den Begriffen passt. Die Nutzer:innen können dieses neue Symbol frei für ihre Zwecke im Sinne des Klimaschutzes nutzen, wenn sie zuvor den „Terms of Care“ zugestimmt haben.

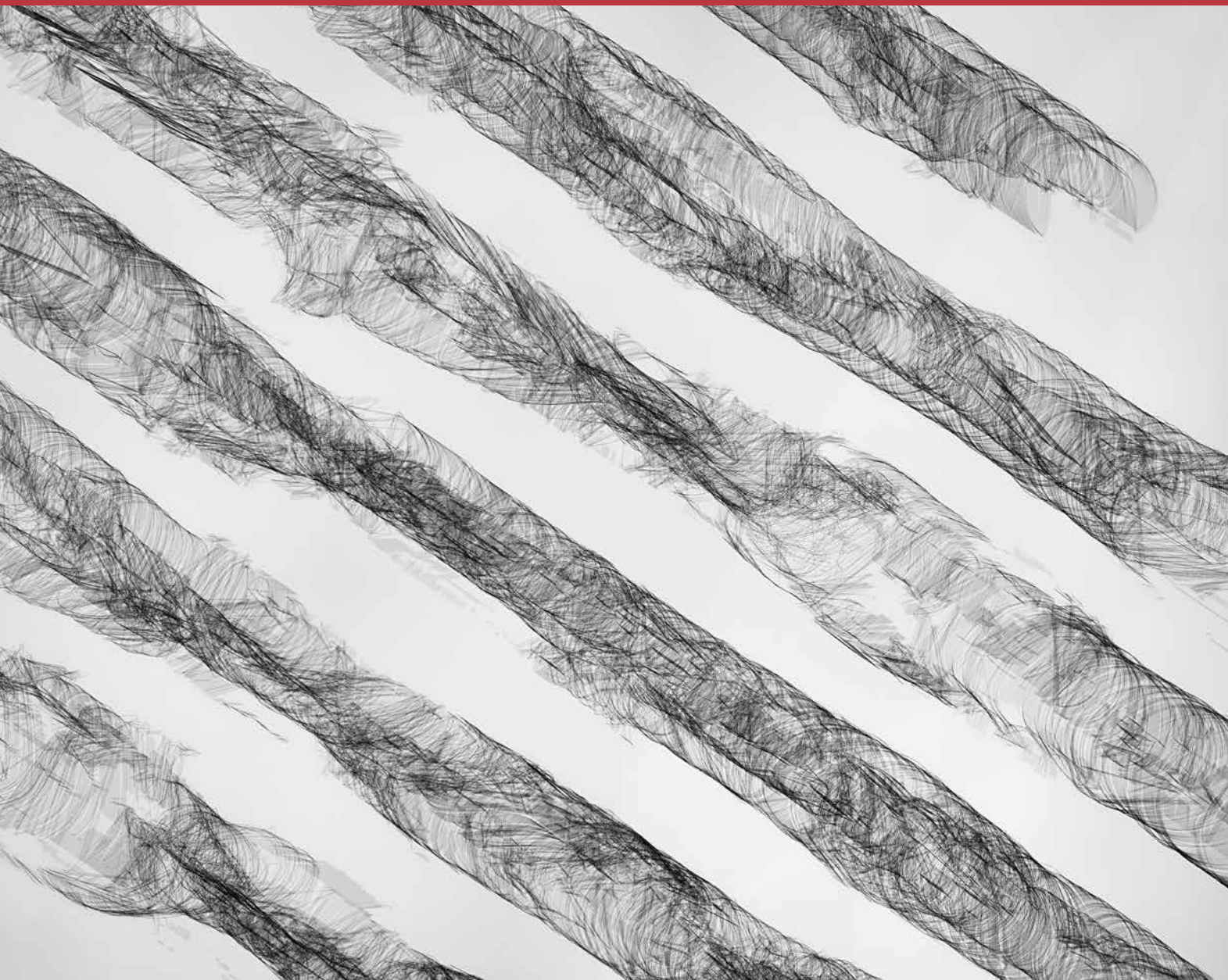
Users can enter three keywords via app, and the system calculates a new graphical symbol – the TOKEN FOR CLIMATE CARE – that best matches the terms based on the previously learned contexts. Users are free to use this new symbol for their own climate care purposes if they have agreed to the “Terms of Care”.

Nutzer:innen können mit der Skulptur über einen QR-Code kommunizieren.

Users can communicate with the sculpture via a QR code.

[www.tokensforclimate.care](http://www.tokensforclimate.care)





Martin Grödl und Moritz Resl (Process – Studio for Art and Design) sind derzeit „Artists in Residence“ am AIT Austrian Institute of Technology. Die Installation **TOKENS FOR CLIMATE CARE** ist im Auftrag des MAK für die London Design Biennale 2021 entstanden und war 2022/23 im Foyer des Headquarters des AIT Austrian Institute of Technology zu sehen.

Martin Grödl und Moritz Resl (Process – Studio for Art and Design) are currently „Artists in Residence“ at the AIT Austrian Institute of Technology. The installation **TOKENS FOR CLIMATE CARE** was commissioned by the MAK for the London Design Biennale 2021 and was on display in the foyer of the Headquarters of the AIT Austrian Institute of Technology in 2022/23.

[www.process.studio](http://www.process.studio)



# Technologie im Gespräch **Discussing Technology**

Aus Anlass der **Alpbacher Technologiegespräche** und des **Europäischen Forum Alpbach** vertieft die **Wissenschaftskommunikation des AIT Austrian Institute of Technology** Themen und Herausforderungen unserer Zeit.

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, maschinellem Lernen und Robotern aufgeworfen werden, lassen sich nicht mit Rückgriffen in die Vergangenheit lösen. Gefragt sind neue Ideen, neue Zugänge und Innovationen.



## **2018 Künstliche Intelligenz** **Artificial Intelligence**

Künstliche Intelligenz könnte von größerer Bedeutung sein als die Zähmung des Feuers oder die Elektrizität, meinen viele Expert:innen. Aufhalten lässt sich die Entwicklung nicht, wir müssen uns ihr stellen und die Rahmenbedingungen proaktiv und zukunftsweisend gestalten.



## **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. Die Publikation widmet sich der Cybersecurity sowie dem Verhältnis zwischen Sicherheit und Freiheit.



## **2020 Komplexe Systeme** **Complexity**

Viele Menschen nehmen die Welt als zunehmend komplex und unübersichtlich wahr. Nicht zuletzt die Corona-Pandemie zeigte 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.



## **2021 Human Centered Innovation**

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. Aber auch in vielen anderen Bereichen wird man sich zunehmend bewusst, dass die systematische Berücksichtigung des Faktors Mensch wesentlich ist.



## **2022 KI in der Praxis** **Applying AI**

Künstliche Intelligenz ist längst kein reines Zukunftsthema mehr. Vielmehr durchdringen Methoden der KI immer weitere Bereiche unseres Lebens und Arbeitens. Und sie ermöglichen auch in Wissenschaft, Forschung und Technologieentwicklung große Fortschritte. Anhand zahlreicher Beispiele von konkreten Anwendungen, unter anderem

aus dem AIT Austrian Institute of Technology und weiteren heimischen Forschungsstätten, wird gezeigt, wo wir bei der Anwendung von KI in verschiedenen Domänen derzeit stehen.

**Idee und Konzept** **Idea and concept**

Hannes Androsch, Michael H. Hlava, Martin Kugler  
AIT Austrian Institute of Technology

Sarah Hellwagner, Clemens Kopetzky  
art:phalanx, Kultur und Urbanität

**Medieninhaber und Herausgeber**  
**Media owners and Publishers**

AIT Austrian Institute of Technology GmbH  
Corporate and Marketing Communications  
Michael H. Hlava  
Giefinggasse 4, A-1210 Wien  
office@ait.ac.at

**Redaktion** **Editor**  
Martin Kugler

**Grafische Gestaltung**  
**Visual design**

Alexandra Warlits  
ap media – Visuelle Kommunikation

**Lithografie** **Lithography**  
Pixelstorm, Wien

**Schriften** **Fonts**  
Vista Sans, Vista Slab (Xavier Dupré)

**Papier** **Paper**  
Materica Gesso, Pergraphica High White Smooth

**Druck** **Printed by**  
Kugler GmbH

**Bildnachweis** **Photo credits**

S./p. 4 © AIC, Peter M. Mayr; S./p. 36 © AIT, Bösendorfer;  
S./p. 58 © AIT, Bösendorfer; S./p. 78 © AIT; S./p. 92 © AIT,  
Krischanz; S./p. 102 © AIT; S./p. 114 © AIT; S./p. 132 © Uni  
Graz, Kanizaj Marija; S./p. 150/151 © Process Studio;  
S./p. 152/153 © Process Studio; S./p. 154 © AIT, Kugler;  
eSeL-Lorenz Seidler; S./p. 155 © eSeL-Lorenz Seidler;  
S./p. 156 © Process Studio; S./p. 157 © eSeL-Lorenz  
Seidler

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 Herausgebers ist  
unzulässig.

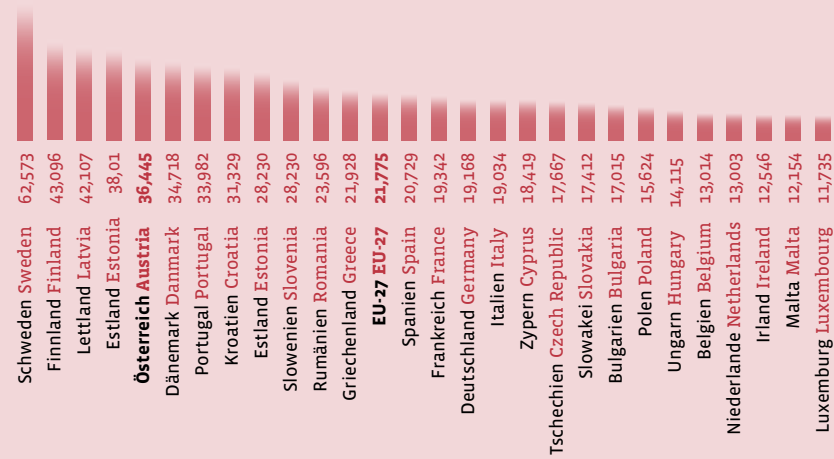
All rights are reserved, including the rights to  
copy extracts or reproduce illustrations. Any  
and all parts of this work are protected by  
copyright. No part of this publication may be  
reproduced, translated, microfilmed or stored in  
a retrieval system without the prior permission  
of the publisher.



1. Auflage 2023  
First Edition 2023

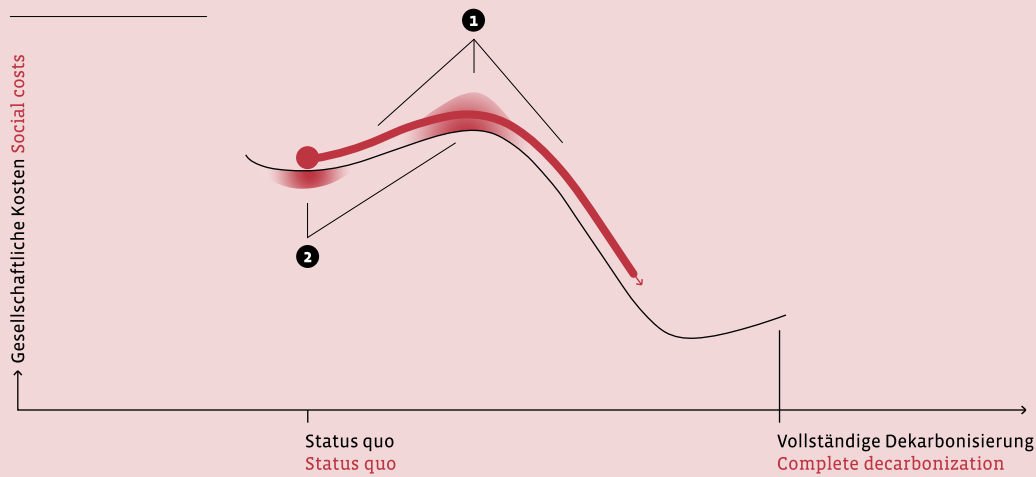
Printed in Austria, EU  
Alle Rechte vorbehalten  
All rights reserved

**4 Anteil erneuerbarer Energie**  
Share of renewable energy



**5 Topographie der Transformation**  
Topography of the transformation

Dekarbonisierungsgrad  
Decarbonization level



**1 Begünstigende Faktoren** Enabling factors

- klimaverträgliche Technologieentwicklung low-carbon technology development
- Finanzierung möglich financing possible
- Wertewandel zur Nachhaltigkeit change of values towards sustainability
- globale Wissensnetzwerke global knowledge networks
- potenzielle Begleitnutzen der Transformation potential co-benefits of the transformation

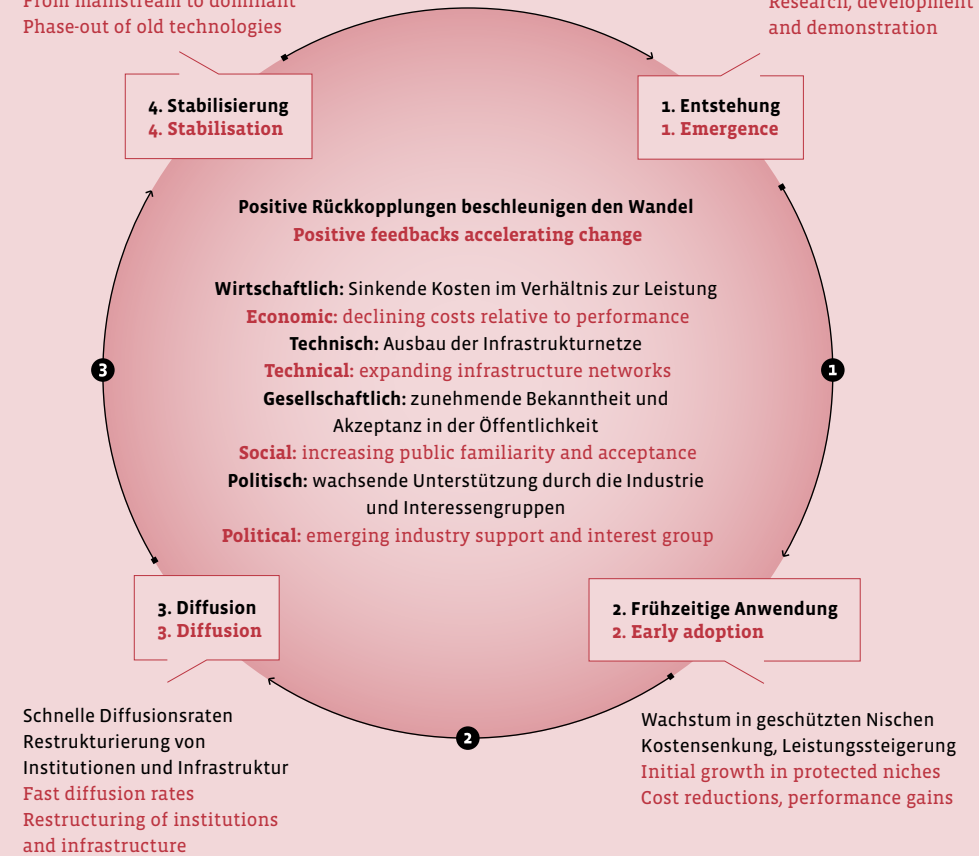
**2 Barrieren** Barriers

- Pfadabhängigkeiten path dependencies
- enge Zeitfenster narrow time windows
- globale Kooperationsblockaden global cooperation blockades
- rasante Urbanisierung rapid urbanization
- günstig verfügbare Kohlevorräte cheaply available coal reserves

**6 Phasen eines sozio-technischen Transformationsprozesses**  
Stages of socio-technical transition processes

Vom Mainstream zur Dominanz  
Auslaufende alte Technologien  
From mainstream to dominant  
Phase-out of old technologies

Forschung, Entwicklung und Demonstration  
Research, development and demonstration



- 1 Barrieren** Barriers:
- Hohe Investitionskosten (High investment costs)
  - Hohe Ungewissheit und hohes Risiko (High uncertainties and risk)

- 2 Barrieren** Barriers:
- Niedrige Akzeptanz (Low public acceptance)
  - Diskrepanz zu bestehenden Netzwerken, Institutionen und Verhaltensweisen (Mismatch with networks, institutions and behaviours)
  - Opposition von dominanten Marktteilnehmern (Opposition from dominant market actors)

- 3 Barrieren** Barriers:
- Sektorübergreifende Wechselwirkungen (Cross-sectoral interactions)
  - Verdrängung von Arbeitnehmer und Eigentümern (Displacement of affected workers, asset owners)

Quellen Sources

- 4** Eurostat (NRG\_IND\_REN)
- 5** Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU): Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. 2011. P 6. <https://www.wbgu.de/>
- 6** Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cross-Chapter Box 12, Figure 1, p 1692

### **Wie wir die „Twin Transition“ gestalten können**

Die Welt befindet sich in einem tiefgreifenden Transformationsprozess.

Die Europäische Union hat für die derzeit parallel ablaufende digitale und „grüne“ Transformation den Begriff „Twin Transition“ geprägt: Es geht darum, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß und den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und gleichzeitig durch Digitalisierung eine nachhaltigere und effizientere Lebens-, Arbeits- und Produktionsweise zu ermöglichen. Diese Entwicklung bringt komplexe Veränderungen unseres Wirtschafts- und Gesellschaftssystems mit sich und erfordert Innovationen bei Technologien, Produktions- und Lebensweisen.

In diesem Jahrbuch werden, neben allgemeinen Aspekten, viele Sektoren und Bereiche diskutiert, in denen sich die Transformation manifestiert – von „Energiewende“ und intelligenter Urbanisierung über neue Formen der Mobilität und Produktion bis hin zu Kreislaufwirtschaft. Fachleute des AIT Austrian Institute of Technology und anderer Forschungsorganisationen beleuchten insbesondere die aktuellen Entwicklungstrends und die Möglichkeiten zur Gestaltung dieses Prozesses.

### **How to shape the “Twin Transition”**

The world is undergoing a profound transformation process. The European Union has coined the term “Twin Transition” for the digital and “green” transformation that is currently taking place in parallel: The aim is to reduce CO<sub>2</sub> emissions and resource consumption while at the same time enabling a more sustainable and efficient way of living, working and producing through digitization. This development entails complex changes to our economic and social system and requires innovations in technologies, production and lifestyles.

In this yearbook, in addition to general aspects, many sectors and areas in which the transformation manifests itself are discussed – from energy transition and smart urbanization to new forms of mobility and production as well as, circular economy. In particular, experts from the AIT Austrian Institute of Technology and other research organizations shed light on current development trends and the opportunities for shaping this process.