



Foresight und Technikfolgenabschätzung: Monitoring von Zukunftsthemen für das Österreichische Parlament

Berichtsversion: Mai 2018

Foresight und Technikfolgenabschätzung: Monitoring von Zukunftsthemen für das Österreichische Parlament

Berichtsversion: Mai 2018

Institut für Technikfolgen-Abschätzung [ITA]
der Österreichischen Akademie der Wissenschaften

AIT Austrian Institute of Technology
Center for Innovation Systems & Policy

AutorInnen: Michael Nentwich [MN] [Projektleitung]
Petra Schaper-Rinkel [PSR] [Projektleitung]
Leo Capari [LC]
Niklas Gudowsky [NG]
Walter Peissl [WP]
Dana Wasserbacher [DW]

Studie im Auftrag des Österreichischen Parlaments
Wien, Mai 2018

IMPRESSUM

Medieninhaber:

Österreichische Akademie der Wissenschaften
Juristische Person öffentlichen Rechts (BGBl 569/1921 idF BGBl I 130/2003)
Dr. Ignaz Seipel-Platz 2, A-1010 Wien

Herausgeber:

Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA)
Apostelgasse 23, A-1030 Wien
www.oeaw.ac.at/jita

AIT Austrian Institute of Technology
Giefinggasse 4, A-1210 Wien
www.ait.ac.at

Die ITA-Projektberichte erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse des Instituts für Technikfolgen-Abschätzung.

Die Berichte erscheinen in geringer Auflage im Druck und werden über das Internetportal „epub.oeaw“ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt:

epub.oeaw.ac.at/jita/jita-projektberichte

Projektbericht Nr.: ITA-AIT-6

ISSN: 1819-1320

ISSN-online: 1818-6556

epub.oeaw.ac.at/jita/jita-projektberichte/ITA-AIT-6.pdf

parlament.gv.at/SERV/FTA/

© 2018 ITA-AIT – Alle Rechte vorbehalten

Inhalt

Zusammenfassung	5
1 Einleitung: Wozu und wie Monitoring?.....	7
1.1 Themenidentifikation aus Foresight-Perspektive.....	8
1.2 Themenidentifikation aus TA-Perspektive.....	9
1.3 Relevanzprüfung und Selektion.....	10
1.4 Basisquellen des Monitorings.....	11
2 Für das Parlament und für Österreich relevante sozio-technische Entwicklungen	12
<i>Vertiefungsthemen</i>	
Digitalisierung und Anonymität – Ein Widerspruch in sich?	17
Zukunft Lieferdrohnen?	21
Biobasierte Zukunftsmaterialien: Vom Laborleder bis zum Superholz	25
Urban Mining 4.0	29
Künstliches Leben.....	33
Vertrauenswürdige Blockchains	37
Funktionelle Nahrung aus dem Labor.....	41
Virtuelle und augmentierte Realitäten	45
<i>Informationsgesellschaft und Digitalisierung</i>	
Staatliche Souveränität im digitalen Zeitalter	49
Microtargeting – Personalisierte Nachrichten zur Beeinflussung von Verhalten	51
Offene Mobilitätsplattformen zur Unterstützung der Verkehrswende?	53
Existenzielle Risiken von Künstlicher Intelligenz	55
Authentifizierung durch Verhalten	57
Fortgeschrittene Gesichtserkennung	59
Transparente Algorithmen – Wie lässt sich algorithmische Diskriminierung verhindern?	61
Digitale Erinnerung	63
Algorithmische Polizeiarbeit.....	65
Sicherheits-Robotik.....	67
Das Netz der bewegten Dinge	69
Cybersicherheit für kritische Infrastrukturen	71
Social [Ro-]Bots: Maschinen als GefährhtInnen?	73
Sensorrevolution: Smarte Städte – smarte Menschen?	75

Robotik in der Landwirtschaft.....	77
<i>Nachhaltigkeit, Bioökonomie und Life Sciences</i>	
Industrie 4.0 und Bioökonomie	79
Illegaler Handel mit E-Schrott	81
Zwischenspeicher der Zukunft für elektrische Energie	83
Lieferung auf der letzten Meile unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten	85
Biomimikry und Bionik: Designprinzipien aus der Natur	87
Zellfabriken der Zukunft	89
Fliegende Windenergie.....	91
Personalisierte Genomsequenzierung.....	93
Genome editing [CRISPR/Cas9] in der Pflanzenzucht	95
Künstliche Organe – 3D-Biodruck.....	97
Treibstoffe aus Sonnenlicht: Künstliche Photosynthese und bionische Blätter	99
Wasserstoffspeicher der Zukunft.....	101
Chips der Zukunft: Elektronische Haut	103
Cyborg: Gehirn-Computer-Schnittstellen.....	105
<i>Prozessinnovationen</i>	
High-Tech-Nahrungsmittelsysteme	107
Robojournalismus und digitalisierte Medien	109
Dezentralisierte Kollaborationsplattformen	111
Häuser aus dem 3D-Drucker.....	113
Autonome Mini-Häuser.....	115
Geldlose Tauschsysteme: Zeitbanken.....	117
Bionische Produktion der Zukunft: Selbstformende Objekte durch 4D-Druck	119
Quantenbiologie.....	121
Dienstleistung 4.0	123
Automatisierung in der Rechtsberatung.....	125
Ein sicheres, dezentrales Grundbuch über Blockchain.....	127
Die Zukunft von Industrie 4.0	129
Automatisiertes Gesundheitsdaten-Monitoring	131

Zusammenfassung

Dies ist der zweite von sechs Monitoring-Berichten, die den Abgeordneten im Rahmen des Vertrags „Foresight und Technikfolgenabschätzung für das Österreichische Parlament“ (2017-2020) gelegt werden. Dieses Dokument wird im Laufe der Drei-Jahres-Periode des Rahmenvertrags halbjährlich aktualisiert und ergänzt.

Ein kontinuierliches Monitoring aktueller oder sich für die Zukunft abzeichnender internationaler wissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen im gesellschaftlichen Kontext (sozio-technische Trends) ist die Grundlage, um zentrale Zukunftsthemen für nationalstaatliche Politik zu identifizieren sowie um vertiefende Studien im Bereich Foresight und Technikfolgenabschätzung (TA) zu beauftragen. Die Ergebnisse des Monitorings unterstützen damit nicht nur eine vorausschauende FTI-Politik, sondern dienen mit ihrer TA-Komponente auch der Maximierung positiver und zugleich Minimierung möglicher negativer Technikfolgen. Die Foresight-Komponente setzt auf die Gestaltbarkeit von Innovationen: Werden die Potentiale von Zukunftstechnologien frühzeitig in ihrer Bandbreite analysiert, eröffnen sich Gestaltungsspielräume für nachhaltige Innovationspfade. Während der Foresight-Ansatz relevante Technologien aufgrund ihrer Potentiale zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen identifiziert, orientiert sich die Technikfolgenabschätzung an einem problemorientierten Ansatz, bei dem vor allem technologieinduzierte, potentiell problematische Effekte, die durch die Implementierung entstehen können, im Vordergrund stehen.

Der vorliegende Bericht beschreibt insgesamt 50 sozio-technische Entwicklungen, die kurz- und mittelfristig einen Handlungsbedarf aufweisen, für die Arbeit des Parlaments als relevant identifiziert wurden und einen Österreich-Bezug aufweisen. Die identifizierten Themen können drei, teilweise konvergierenden Clustern zugeordnet werden: Nachhaltigkeit, Bioökonomie und Life Sciences, Informationsgesellschaft und Digitalisierung sowie Prozessinnovationen.

Acht dieser Themen werden vertieft dargestellt, die ersten vier davon neu für diese Berichtsversion, wobei jeweils Vorschläge für die weitere parlamentarische Bearbeitung (insb. Beauftragung von Studien) gemacht werden.

- **Das Ende der öffentlicher Anonymität** (siehe Seite 17)
- **Zukunft Lieferdrohnen?** (siehe Seite 21)
- **Biobasierte Zukunftsmaterialien** (siehe Seite 25)
- **Urban Mining 4.0** (siehe Seite 29)
- Künstliches Leben (siehe Seite 33)
- Vertrauenswürdige Blockchains (siehe Seite 37)
- Funktionelle Nahrung aus dem Labor (siehe Seite 41)
- Virtuelle und augmentierte Realitäten (siehe Seite 45)

*Zweiter, dynamischer
Monitoring-Bericht*

*Identifikation zentraler
Zukunftsthemen für die
österreichische Politik*

*Kombination aus
Foresight und
Technikfolgen-
abschätzung*

*50 sozio-technische
Entwicklungen mit kurz-
und mittelfristigem
Handlungsbedarf*

*davon acht besonders
relevant und aktuell*

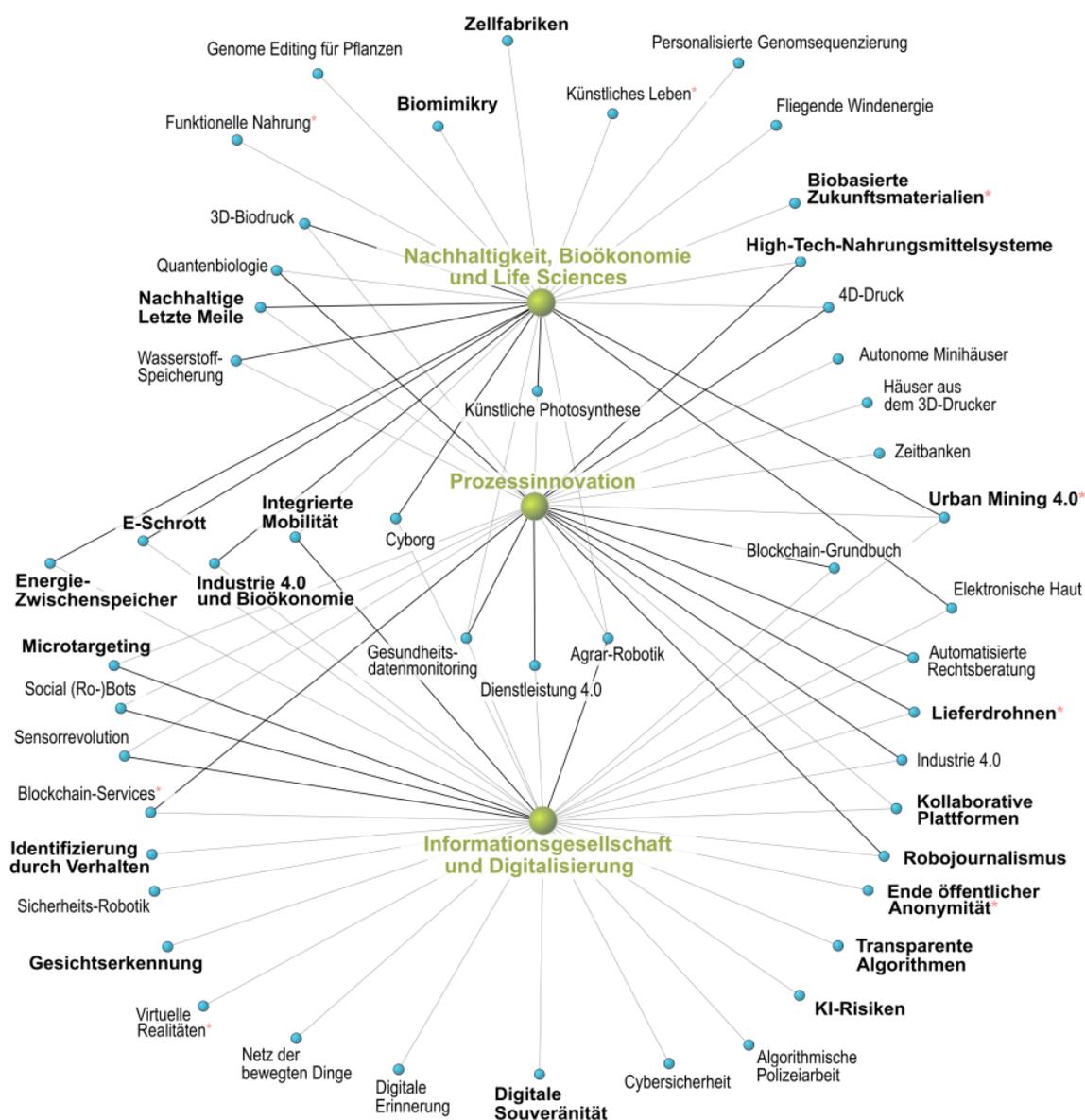


Abbildung: 50 sozio-technische Entwicklungen mit kurz- und mittelfristigem Handlungsbedarf

Legende: **fett** ... neu (Mai 2018); * ... Vertiefungsthemen

1 Einleitung: Wozu und wie Monitoring?

Ein kontinuierliches Monitoring aktueller oder sich für die Zukunft abzeichnender internationaler wissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen im gesellschaftlichen Kontext (sozio-technische Trends) ist die Grundlage, um zentrale Zukunftsthemen für die österreichische Politik zu identifizieren. In so einem Verfahren werden zudem wichtige wissenschaftlich-technische Treiber für Veränderungen sichtbar (drivers of change), die dem Parlament bei frühzeitiger Berücksichtigung erweiterte Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten eröffnen. Ein Monitoring ist damit zugleich die Grundlage für vertiefende Studien im Bereich Foresight und Technikfolgenabschätzung (TA). Somit wird es möglich, später aufkommende, spezifische und tagesaktuell drängende Fragen in breiteren Zukunftsthemen zu verorten und die jeweilige Relevanz schneller und vorausschauend zu beurteilen. Die Ergebnisse des Monitorings unterstützen damit nicht nur eine vorausschauende FTI-Politik, sondern dienen mit ihrer TA-Komponente auch der Maximierung positiver und zugleich Minimierung möglicher negativer Technikfolgen und sind damit auch für andere Politikfelder hochrelevant. Die potentiellen Anwendungsfelder von Zukunftstechnologien sind mit hohen Erwartungen und vielfältigen Versprechen verbunden. Während der Umsetzung zeigt sich aber oft, dass mit diesen Erwartungen und Versprechen auch Effekte einhergehen, die zunächst nicht augenscheinlich sind. Die Foresight-Komponente setzt auf die Gestaltbarkeit von Innovationen: Werden die Potentiale von Zukunftstechnologien frühzeitig in ihrer Bandbreite analysiert, eröffnen sich Gestaltungsspielräume für nachhaltige Innovationspfade.

Das zeigt, dass eine verantwortungsvolle und zukunftsorientierte Technikentwicklung insbesondere den Fokus auf zwei Dimensionen legen sollte, die beide mit Foresight und TA bearbeitbar sind:

- zum einen auf den Handlungsspielraum und die Bedingungen, unter denen aus wissenschaftlich-technischen Potentialen tatsächlich wirtschaftlich und gesellschaftlich relevante Innovationen werden;
- zum anderen auf die möglichen Folgen sozio-technischer Entwicklungen in Hinblick auf Gesundheit, Umwelt, Wirtschaft, Recht und Gesellschaft.

Dieser Abschnitt beschreibt einleitend, wie das Monitoring durchgeführt wurde. Die beiden Partner, ITA und AIT, ergänzen sich in Hinblick auf die Identifikation von relevanten Themen und schöpfen dadurch Synergieeffekte aus: Während das AIT auf reichhaltige Erfahrung im Foresight-Bereich zurückgreift, bezieht sich das ITA auf die in der Technikfolgenabschätzung übliche Vorgangsweise.

Der Foresight-Ansatz des AIT identifiziert relevante Technologien aufgrund ihrer Potentiale zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen. Das ITA orientiert sich an einem problemorientierten Ansatz. Hierbei stehen vor allem technologieinduzierte, potentiell problematische Effekte im Vordergrund, die durch die Implementierung entstehen können.

Identifikation zentraler Zukunftsthemen für die österreichische Politik

Unterstützung der FTI-Politik und Umgang mit Technikfolgen

zwei Dimensionen verantwortungsvoller und zukunftsorientierter Technikentwicklung

Kombination von ...

... Foresight und Technikfolgenabschätzung

Zeithorizont: Foresight hat im Hinblick auf sozio-technische Trends in der Regel einen längeren zeitlichen Horizont (ab zehn Jahren) im Blick, wohingegen TA einen kürzeren zeitlichen Horizont aufweist (bis fünf Jahre). Durch die Kombination dieser Ansätze (gestaltungsorientiert, problemorientiert, lang- bzw. kurzfristig) können Technologien identifiziert werden, die kurz- und mittelfristig Handlungsbedarf nach sich ziehen.

1.1 Themenidentifikation aus Foresight-Perspektive

*gesellschaftliche
Herausforderungen im
Fokus*

Um den gesellschaftlichen Herausforderungen der Zukunft gerecht zu werden, bedürfen die Identifikation und die Bewertung von potentiell relevanten Technologien und Anwendungen eines Rahmens, der außerhalb der technologischen Entwicklungen liegt. Zusätzlich zu den etablierten Maßstäben von wirtschaftlichem Wachstum und internationaler Wettbewerbsfähigkeit werden gesellschaftliche Herausforderungen berücksichtigt: die Bedeutung von Zukunftstechnologien für Herausforderungen für die Bearbeitung von Klimawandel, Energieversorgung und demografischen Wandel¹ oder auch – sehr aktuell – die Bedeutung dieser Technologien zur Bearbeitung der international vereinbarten Nachhaltigkeitsziele (SDGs)².

Für die folgenden Themen wurden aktuelle technologische Entwicklungen und aktuelle Herausforderungen in eine Matrix zusammengefügt, die einerseits Technologien und andererseits Themenfelder aktueller gesellschaftlicher Herausforderungen abbildet. Um die technologischen Entwicklungen adäquat strukturieren und klassifizieren zu können, verwenden wir die OECD-Systematik der Felder von Wissenschaft und Technologie³. Diese ermöglichen es, neue wissenschaftlich-technische Entwicklungen entsprechend zu kontextualisieren. Bei neu aufkommenden Technologien kommt es dabei zu Mehrfachzuordnungen, da neue Technologien sowohl in der Forschung selbst eine hohe Anwendung haben, als auch in angewandten Bereichen (z. B. Gene Editing/CRISPR/Cas9 in Biologie, in der Umweltbiotechnologie, in den Gesundheitswissenschaften).

*neue wissenschaftlich-
technische
Entwicklungen und
ihre möglichen
Anwendungsfelder*

Neue wissenschaftlich-technische Entwicklungen werden damit in Relation zu möglichen Anwendungsfeldern gesetzt. Als Heuristik zu Strukturierung relevanter Felder wurden die globalen Nachhaltigkeitsziele (SDGs) gewählt, da sie umfassender und genauer als die üblichen großen gesellschaftlichen Herausforderungen wirtschaftliche und gesellschaftliche Be-

¹ So bot die Lund Deklaration (2009, Europe must Focus on the Grand Challenges of our Time, Swedish EU Presidency) die Grundlage für die Challenge-Orientierung des Europäischen Forschungsrahmenprogramms Horizon 2020.

² United Nations (2015) Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development, New York: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf (zuletzt aufgerufen am 21.05.2018, so wie alle weiteren in diesem Bericht zitierten URLs).

³ Die Fields of Science and Technology (FOS) ist eine von der OECD festgesetzte Systematik von Wissenschaftszweigen.

darfe repräsentieren. Damit wird sichtbar, welche Technologien eine potentiell hohe Bedeutung für unterschiedliche Ziele wie nachhaltiges Wirtschaftswachstum, nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster, Schutz von Ökosystemen, inklusive Institutionen, Ernährungssicherheit, Gesundheit, Bildung, Energie etc. haben.

1.2 Themenidentifikation aus TA-Perspektive

Aus Perspektive der Technikfolgenabschätzung erscheint es besonders relevant, jene Themen zu identifizieren, die kurz- bis mittelfristig politischen Handlungsbedarf nach sich ziehen könnten. Das betrifft insbesondere sozio-technische Entwicklungen, die möglicherweise problematische Auswirkungen auf Gesundheit, Umwelt, Wirtschaft, Recht oder Gesellschaft haben könnten, aber auch solche, deren Förderung zu frühzeitigen, positiven gesellschaftlichen Effekten führen kann.

Um solche Themen zu finden, führte das ITA-Team eine komprimierte Variante seines laufenden [meTAScan]-Verfahrens durch. Dabei handelt es sich um eine informierte Auswahl aus spezifischen Sekundärquellen, die wichtige zukünftige Entwicklungen beschreiben (siehe Abschnitt 0). Im ersten Schritt wird eine Primärdatenbank sozio-technischer Entwicklungen erstellt. Bei dieser Quellenauswertung handelt es sich um einen laufenden und dynamischen Prozess, d. h. es wird in regelmäßigen Abständen nach neuen Quellen recherchiert, die dann in die Primärdatenbank der sozio-technischen Entwicklungen eingepflegt werden. Dies ist notwendig, um mit der hohen Dynamik der Technologieentwicklung mithalten zu können.

Auf diese Weise wurden für den vorliegenden Bericht mehr als 200 aktuelle sozio-technische Entwicklungen gefunden. Anschließend wurden diese in einem Bottom-up-Prozess 25 Clustern zugeordnet⁴. Danach wurden jene Entwicklungen ausgeschieden, die aus ExpertInnen-Sicht bereits ausreichend abgehandelt sind, eher Science-Fiction-Charakter haben bzw. auf den ersten Blick für Österreich irrelevant scheinen.

Im nächsten Schritt wurden alle Einträge der aktualisierten und geclusterten Primärdatenbank sozio-technischer Entwicklungen parallel durch die beteiligten TA-ExpertInnen entsprechend den Kriterien für Relevanz aus TA-Perspektive eingeschätzt. Diese EHS⁵- und ELSI⁶-Kriterien können in folgenden Fragen beschrieben werden:

*kurz- bis mittelfristiger
politischer
Handlungsbedarf
im Fokus*

*Auswertung von
Studien zu zukünftigen
sozio-technischen
Entwicklungen*

*Relevanzprüfung nach
TA-Kriterien: EHS & ELSI*

⁴ Bergbau; Big Data; Bildung; Computertechnologie; Crowdsourcing; Digitale Wirtschaft; Energie; Genomics; Gesundheitstechnologien; Industrielle Produktion; Informations- und Kommunikationstechnologien; Internet der Dinge; Klimatechnologie; Künstliche Intelligenz; Landwirtschaft; Mensch-Maschine-Schnittstellen-Technologie; Messen und Visualisierung; Mobilität; Nachahmung der Natur und Cyborgs; Neue Arbeit; Neue Werkstoffe; Neurotechnologien; Robotik; Synthetische Biologie; Überwachung.

⁵ EHS steht für „Environmental, Health and Safety“, also Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitsaspekte.

Gibt es Hinweise auf mögliche

- i. Gesundheits- oder Umweltwirkungen;
- ii. ethische Implikationen;
- iii. bevorstehende politische oder schleichende gesellschaftliche Debatten; oder
- iv. gesellschaftliche oder kulturelle Auswirkungen?

1.3 Relevanzprüfung und Selektion

Die kritische Reflexion der gefundenen sozio-technischen Entwicklungen unter Zuhilfenahme der Fragen i-iv ermöglicht die Identifikation wesentlicher Relevanzaspekte. Die wichtigsten Aspekte wurden dokumentiert, wobei auch die Österreich- und Parlamentsrelevanz angesprochen wurden. Unterschiedliche Einschätzungen durch die beteiligten ExpertInnen wurden ausdiskutiert. Jene Entwicklungen, die übereinstimmend von den beteiligten TA- und Foresight-ExpertInnen als potenziell relevante und drängende Themen eingestuft wurden, bildeten das Zwischenergebnis.

*Auswahl durch Gruppe
von TA- und Foresight-
ExpertInnen ...*

In einem gemeinsamen Workshop erfolgte im nächsten Schritt die Zusammenführung der aus den beiden Perspektiven als wichtig erkannten sozio-technischen Entwicklungen. In der folgenden ExpertInnen-Diskussion erfolgte eine Prüfung und Reihung der Entwicklungen auf parlamentarische und auf Österreich-Relevanz. Hier wurden einerseits Potentiale identifiziert, die einen Beitrag zur Bewältigung der Grand Challenges bzw. zur Erreichung der UN-Ziele einer Nachhaltigen Entwicklung beitragen können, und andererseits überprüft, wie eng der Bezug zu Österreich/zum Parlament sein kann. Es wurden folgende Fragen für potentielle Themen diskursiv beantwortet:

*... anhand
folgender Fragen*

- Besteht hier ein Innovationspotential in Österreich, welches über geeignete Maßnahmen ausgeschöpft werden kann?
- Sind gewisse Bereiche der sozio-technischen Entwicklung abzusehen in denen in nächster Zeit politische Handlungen gesetzt werden könnten/ sollten?
- Passen bestimmte Entwicklungen in soeben anstehende Agenden der parlamentarischen Ausschüsse aufgrund von Themenübereinstimmung?
- Das Ergebnis dieses Prozesses, d. h. die Auswahl von insgesamt 30 derzeit besonders relevanten und aktuellen sozio-technischen Entwicklungen ist in Kapitel 2 dokumentiert. Dabei werden die oben gestellten Fragen pro Thema überblicksartig beantwortet.

⁶ ELSI steht für „Ethical, Legal and Societal Implications“, also ethische, rechtliche und gesellschaftliche Wirkungen.

1.4 Basisquellen des Monitorings

Als Quellen dienen für diesen zweiten Bericht folgende Sekundärquellen und Datenbanken:

- European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS-Datenbank)⁷
 - 100 Opportunities for Finland and the World (2014)
 - Forschungs- und Technologieperspektiven 2030 – Ergebnisband 2 zur Suchphase von BMBF-Foresight Zyklus II
 - Metascan 3 – Emerging Technologies
 - World Economic Forum, The Global Risks Report 2016
 - Studien und Publikationen des TAB – Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag
 - OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2016
 - Studien und Publikationen des Europäischen Parlaments/Science and Technology Options Assessment
 - Studien des POST – Parliamentary Office of Science and Technology
 - ITA-Dossiers und -Berichte
 - AIT – Foresight Datenbank Studien
 - World Economic Forum-Top 10 Emerging Technologies 2016
 - Cranfield Futures (Horizon scans)⁸
 - Millenium Project: 2015-16 State of the Future
 - Key Enabling Technologies (KETs) Observatory
 - Governmental Accountability Office (GAO) – Data and Analytics Innovation
 - Foresight Functional Materials Taskforce – Functional Materials Future Directions
 - Teknologiradet Policy Brief – Mobile Self Tests
 - World Technology Evaluation Center – Report: Applications: Nanodevices, Nanoelectronics, and Nanosensors
 - U.S. Department of Health and Human Services: 2020 A New Vision – A Future for Regenerative Medicine
 - Forbes Magazine: Gartner: Top 10 Strategic Technology Trends For 2017
 - Global Change Blog (Futurist Blog)
- sowie allgemein:
- Klassische wissenschaftliche Publikationen
 - Journalistische Medien und Internetquellen

⁷ espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/.

⁸ web.archive.org/web/20160914115240/http://www.cranfieldfutures.com/horizon-scanning-database/.

2 Für das Parlament und für Österreich relevante sozio-technische Entwicklungen

drei thematische Cluster

Die folgenden sozio-technischen Entwicklungen wurden als besonders relevante und aktuelle Themen für das Parlament und für Österreich identifiziert. Die Auswahl zeigt ein breites Spektrum an Themen mit weitreichenden sozialen, ökonomischen, politischen und ökologischen Auswirkungen. Diese lassen sich zugleich drei thematischen Clustern zuordnen:

- Im Themencluster **Informationsgesellschaft und Digitalisierung** sind in diesem Bericht etwa u.a. folgende Themen zusammengefasst: Digitale Souveränität, Anonymität, Risiken der Künstlichen Intelligenz oder Identifizierung durch Verhalten.
- Der Themencluster **Nachhaltigkeit, Bioökonomie und Life Sciences** umfasst in diesem Bericht neu etwa Zellfabriken, Biomimikry, biobasierte Zukunftsmaterialien und High-Tech-Nahrungsmittel.
- Als Cluster **Prozessinnovationen** wurden sozio-technische Entwicklungen gefasst, die primär auf neue Verfahrensweisen gerichtet sind. Dazu gehören in dieser Berichtsversion beispielsweise integrierte Mobilitätsplattformen, Urban Mining, Robojournalismus oder Lieferdrohnen.

*sozio-technische
Entwicklungen an den
Schnittstellen
verschiedener Cluster*

Neue sozio-technische Entwicklungen entstehen heute vielfach an den Schnittstellen verschiedener Cluster: So ist beispielsweise Urban Mining 4.0 ein Thema der Nachhaltigkeit, das von der Digitalisierung profitiert und zugleich ein Bündel an Prozessinnovationen darstellt; Microtargeting ist ein Thema der Informationsgesellschaft, welches eine wirkmächtige Prozessinnovation darstellt; auch Lieferdrohnen wären so eine Prozessinnovation, die jedoch eng mit der Perspektive der Digitalisierung und Roboterisierung verknüpft ist; auch die potenzielle Verknüpfung von Industrie 4.0 mit der Bioökonomie stellt eine sozio-technische Innovation an einer Clusterschnittstelle dar.

In all diesen Bereichen hat Österreich Kompetenzen vorzuweisen, die aus Sicht der Forschungs-, Innovations- und Technologiepolitik wirtschaftliche Entwicklungspotentiale darstellen. Zugleich zeigen diese sozio-technischen Entwicklungen neuen parlamentarischen Handlungsbedarf als auch parlamentarische Gestaltungsspielräume – jeweils in einem breiteren gesamtgesellschaftlichen Kontext (z. B. KonsumentInnenschutz).

*50 Themen, davon
acht vertieft dargestellt*

Im Folgenden werden die 50 (davon 20 neu) identifizierten sozio-technische Entwicklungen dargestellt. Am Anfang stehen dabei jene acht dieser Themen, die vertieft dargestellt sind und durch Vorschläge für die weitere parlamentarische Bearbeitung ergänzt wurden.

Die folgenden acht sozio-technischen Entwicklungen wurden als besonders relevant und aktuell eingestuft und daher vertieft dargestellt (wobei in den folgenden Listen die **fett**-gedruckten Themen im Bericht Frühjahr 2018 neu hinzugekommen sind):

acht Vertiefungsthemen

- **Das Ende öffentlicher Anonymität**
- **Zukunft Lieferdrohnen?**
- **Biobasierte Zukunftsmaterialien**
- **Urban Mining 4.0**
- Künstliches Leben
- Vertrauenswürdige Blockchains
- Funktionelle Nahrung aus dem Labor
- Virtuelle und augmentierte Realitäten

Darüber hinaus enthält der Bericht folgende weitere 42 sozio-technische Entwicklungen, die je auf rund einer Seite dargestellt werden:

Cluster
„Informations-
gesellschaft und
Digitalisierung“

- **Digitale Souveränität**
- **Microtargeting**
- **Integrierte Mobilität**
- **KI-Risiken**
- **Identifizierung durch Verhalten**
- **Gesichtserkennung**
- **Transparente Algorithmen**
- Digitale Erinnerung
- Algorithmische Polizeiarbeit
- Sicherheits-Robotik
- Das Netz der bewegten Dinge
- Cybersicherheit für kritische Infrastrukturen
- Social (Ro-)Bots: Maschinen als GefährtnInnen?
- Sensorrevolution: Smarte Städte – smarte Menschen?
- Robotik in der Landwirtschaft

Cluster
„Nachhaltigkeit,
Bioökonomie &
Life Sciences“

- **Industrie 4.0 und Bioökonomie**
- **E-Schrott**
- **Energie-Zwischenspeicher**
- **Nachhaltige Letzte Meile**
- **Biomimikry**
- **Zellfabriken**
- Fliegende Windenergie
- Personalisierte Genomsequenzierung
- Genome editing (CRISPR/Cas9) in der Pflanzenzucht
- Künstliche Organe – 3D-Biodruck
- Künstliche Photosynthese und bionische Blätter

- Wasserstoffspeicher der Zukunft
- Chips der Zukunft: Elektronische Haut
- Cyborg: Gehirn-Computer-Schnittstellen

- **High-Tech-Nahrungsmittelsysteme**
- **Robojournalismus**
- **Kollaborative Plattformen**
- Häuser aus dem 3D-Drucker
- Autonome Mini-Häuser
- Geldlose Tauschsysteme: Zeitbanken
- 4D-Druck: Bionische Produktion der Zukunft
- Quantenbiologie
- Dienstleistung 4.0
- Automatisierung in der Rechtsberatung
- Ein sicheres, dezentrales Grundbuch über Blockchain
- Die Zukunft von Industrie 4.0
- Automatisiertes Gesundheitsdaten-Monitoring

*Cluster
„Prozessinnovationen“*

Digitalisierung und Anonymität – Ein Widerspruch in sich?

Zusammenfassung

Die Digitalisierung ist einer der wichtigsten Treiber wirtschaftlicher Entwicklung, sie stellt aber auch eine der großen Herausforderungen für Wirtschaft und Gesellschaft dar. Durch die zunehmende Verwendung digitaler Systeme entstehen unglaublich große Mengen von Daten in allen Anwendungsbereichen. Viele dieser Daten können zur Identifizierung von Personen verwendet werden. Damit ist eine anonyme Nutzung unterschiedlicher öffentlicher, aber auch privater (Kommunikations-)Räume nur mehr schwer bis gar nicht möglich.

Technische Entwicklungen, individuelles und gesellschaftliches Nutzungsverhalten sowie politische Rahmenbedingungen stellen Anonymität im öffentlichen Raum zunehmend in Frage. Anonymität stellt aber einen wesentlichen Faktor für freie Meinungsbildung, Entwicklung abweichender Verhaltensweisen und Gedanken als Kern gesellschaftlicher Entwicklung sowie für den Minderheitenschutz und somit für die Demokratie dar. Demokratie ist ohne Anonymität (in ihren unterschiedlichen Facetten von freien Wahlen, Berufsgruppenschutz von JournalistInnen (Kaye 2015), RechtsanwältInnen, PolitikerInnen, DiplomatinInnen bis zu SicherheitsexpertInnen usw.) nicht möglich.

Technische Entwicklungskonzepte wie Privacy-by-Design, neue gesellschaftliche Vereinbarungen und Verhaltensweisen sowie politische Rahmenbedingungen können Bausteine dafür sein, Anonymität trotz allgegenwärtiger Digitalisierung zu sichern.

Überblick zum Thema

Im öffentlichen Raum verbringen wir einen wichtigen Teil unseres Lebens. Der Arbeits- oder Schulweg, das Treffen mit KollegInnen, GeschäftspartnerInnen und FreundInnen, Freizeitaktivitäten und Sport – alles spielt sich im öffentlichen Raum ab. Auch wenn wir uns damit nicht mehr im „privaten“ Bereich, sondern in der Öffentlichkeit bewegen und so unsere Privatsphäre verlassen, konnten wir bisher davon ausgehen, dass auch und gerade in der Öffentlichkeit ein gewisses Maß an Anonymität gegeben war: Als Teil der Menge war man nicht identifizierbar, beobachtet werden konnte man immer nur von den ebenfalls Anwesenden und diese wiederum wechselten je nach Gelegenheit. Dies scheint sich zu ändern.

Der öffentliche Raum ist jedoch zentral für die Demokratie (Boehme-Neßler 2017). Der Meinungs austausch am „Marktplatz“ gilt vielen noch heute als Synonym für gelebte Demokratie. Hier treffen Menschen unterschiedlichster sozialer Herkunft aufeinander, es ist der Raum des Miteinander und für Aushandlung und Kompromissfindung, hier werden fun-

Anonymität im öffentlichen Raum ist zentral für die Demokratie

damentale Rechte wie etwa Versammlungs- und Redefreiheit ausgeübt. Der öffentliche Raum bietet auch jenen eine Möglichkeit sich zu artikulieren, die nicht an vorderster Front ihre Ansichten zu vertreten gewohnt oder in der Lage sind. Die Anonymität ermöglicht Teilhabe, was zentral auch im verbrieften allgemeinen, gleichen, unmittelbaren, persönlichen, geheimen und freien Wahlrecht zum Ausdruck kommt. Dies gilt für alle Gesellschaftsmitglieder, aber insbesondere für Angehörige von Minderheiten sowie VertreterInnen abweichender Ansichten.

*flächendeckende
Überwachung*

Schon heute ist in einigen Ländern eine nahezu flächendeckende Überwachung des öffentlichen Raumes gegeben. Diese stützt sich vor allem auf Videoüberwachungsanlagen, die sich zur Dokumentation und Ex-post-Feststellung von Vorgängen, wie etwa Unfällen oder auch kriminellen Taten, eignen. Die Videoaufnahmen konnten bisher nur einen Vorgang festhalten, nicht jedoch die Identität der aufgenommenen Personen offenbaren. Dies wurde erst mit dem Abgleich der Aufnahmen mit Bildern von gesuchten Personen möglich. Mit zunehmender technischer Reife der Kameras, der damit zusammenarbeitenden Analyse-Software und bestehender Bilddatenbanken wird dieses Instrument immer mehr zu einem Werkzeug für die direkte Identifizierung (Wordsworth 2017).

Die Verbindung von Biotechnologie und Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) führt zu fortgeschrittener Gesichtserkennung, die es in Zukunft möglich machen soll, aus DNA-Spuren auf wahrscheinliche Gesichter zu schließen und diese dann in einer Menge von Menschen zu identifizieren (siehe Thema „Gesichtserkennung“, S. 59).

*fortgeschrittene
Gesichtserkennung*

Die Gesichtserkennung wird immer besser und auch für private NutzerInnen möglich. Eine App für Smartphones ermöglicht es bereits, aus beliebigen, selbst geschossenen Fotos mit hoher Wahrscheinlichkeit die Identität einer fotografierten Person festzustellen, so diese Mitglied eines der großen sozialen Netzwerke ist (Wadhwa 2016). In diesen werden Milliarden von Fotos von anderen Personen hochgeladen. Die meisten der Abgebildeten hatten nicht die Möglichkeit, ihre Zustimmung dazu zu geben. Unseren „Gesichtsabdruck“ können wir nicht, wie etwa den Fingerabdruck mittels Handschuhen vermeiden. Niemand kann sich also mehr sicher sein, in der Öffentlichkeit anonym unterwegs zu sein. Es ist nicht nur das Gesicht, das identifiziert werden kann; wesentliche Entwicklungen gehen sogar dahin, mit Hilfe Künstlicher Intelligenz (KI) Menschen aufgrund ihres Ganges zu identifizieren (siehe auch Thema „Identifizierung durch Verhalten“, S. 57).

Der öffentliche Raum ist aber nicht nur der analoge, reale Raum. In modernen Gesellschaften spielen sich viele der oben angeführten Aktivitäten in virtuellen (Kommunikations-)Räumen ab. Diese sind umso stärker vom Verlust der Anonymität bedroht. Durch die Nutzung von Smart Devices und der Forderung immer „online“ zu sein, tragen wir auch selbst dazu bei, jederzeit ortbar und identifizierbar zu sein. Zu den Smart Devices zählen Smartphones, Navigationssysteme, Wearables mit Biosensoren für Sport und Lifestyle sowie medizinisch-technische Überwachungs- und Monitoringsysteme. Durch die fortschreitende Verbesserung bestehender

Technologien wird sich die Überwachung noch wesentlich ausdehnen lassen. In naher Zukunft kennen intelligente Geräte routinemäßig die Bewegungen und den Standort einer Person bis auf zehn Zentimeter genau. Dies ermöglicht es, in die Aktivitäten, das Verhalten, die Interaktionen und die Beziehungen von Personen einzugreifen. Dadurch wird es für den/die Einzelnen immer schwieriger, unbemerkt zu bleiben. Die Einbindung von Personen in das Internet of Things (IoT) durch die Nutzung des noch engmaschigeren Mobilnetzes der 5. Generation (5G) verstärkt diesen Trend ebenfalls.

Durch den Einsatz von Nano- und Biosensoren, Gehirn-Computer-Schnittstellen und KI wird ständige Überwachung immer breiter und tiefer realisierbar. Zudem kommen auch Konzepte wie etwa Smart Cities nicht ohne die engmaschige Vernetzung und Auswertung der ungeheuren Datenmengen aus.

Die damit verbundenen positiven Erwartungen bzw. Versprechungen liegen vor allem in den Bereichen öffentliche Sicherheit, Umweltmonitoring und Gesundheit (Policy Horizons Canada 2014) sowie in den erwarteten Effizienzgewinnen und wirtschaftlichen Erfolgen (OECD 2017). Ob und inwieweit das Eingreifen von Sensoren und KI-gesteuerten Systemen im Notfall (z.B. Alarmierung bei schlechten Vitaldaten) jedoch die dauernde Überwachung rechtfertigen könnte, wäre zu diskutieren.

Insgesamt zeichnet sich eine Tendenz ab, Persönlichkeitsrechte und die grundrechtlich abgesicherte Privatsphäre zur Verhandlungsmasse unterschiedlicher Akteure zu machen (Policy Horizons Canada 2014). Dem Wesen von Anonymität als Grundpfeiler und Basis für Grundrechte wie Meinungs- und Versammlungsfreiheit wird dies aber nicht gerecht. Eher wäre zu fragen, wie der Prozess der Digitalisierung gestaltet werden kann, ohne die Möglichkeit zur Anonymität und damit zentrale Grundrechte zu verlieren?

positive Erwartungen

Wie Digitalisierung gestalten, ohne Möglichkeit zur Anonymität und damit zentrale Grundrechte zu verlieren?

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Die Digitalisierung ist ein internationales Phänomen, hat freilich relevante Auswirkungen auf die Alltagswelt europäischer und österreichischer BürgerInnen. Wie die Gesellschaft ihre Demokratie gestaltet und welcher Einfluss den internationalen Konzernen auf politische Entwicklungen in der EU und Österreich zugestanden wird, könnte vom österreichischen Parlament beraten und mitgestaltet werden.

Es geht um grundlegende Fragen zum Menschenbild vom „freien Bürger“, der „freien Bürgerin“, den individuellen und gesellschaftlichen Auswirkungen der erodierenden Privatsphäre und dem möglichen Ende der Anonymität. Die Einflussnahme privater Konzerne auf das Such-, Informations- und Kommunikationsverhalten und letztlich das politische Verhalten der BürgerInnen beeinflusst die Gestalt unserer Demokratie.

Ein wesentlicher Aspekt in der Debatte um Anonymität und Demokratie ist die Gefahr der Ausblendung abweichender Gedanken und Verhaltens-

*Richtlinien für
demokratiepolitisch
akzeptable,
privatsphären-
freundliche Produkte*

weisen: Was in betriebswirtschaftlicher Logik Effizienzgewinne verspricht, kann langfristig zu einer Stagnation gesellschaftlicher Entwicklung in sozialen, kulturellen aber auch ökonomischen Bereichen werden. Ein subtiler Zwang zum Konformismus kann langfristig Demokratie und Wirtschaftssystem bedrohen (Tichy and Peissl 2001).

Vom Österreichischen Parlament könnten Impulse ausgehen, diese grundlegenden Fragen aufs Tapet zu bringen, bestimmte Businessmodelle zu hinterfragen und mittels Regulierung eventuell auch einzuschränken. Richtlinien für demokratiepolitisch akzeptable und privatsphärenfreundliche Produkte könnten Vorzeigecharakter für eine selbstbewusste europäische Politik in diesem Bereich sein.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Eine mögliche Herangehensweise im Zuge einer Langstudie wäre es, zunächst einen breiten systematischen Überblick zu den aktuellen technologischen Entwicklungen und Anwendungsgebieten zu erstellen. Zudem wären der internationale und vor allem der europäische Rechtsrahmen zu untersuchen, um daraus abgeleitet Fragen zum Thema Anonymität und Demokratie im europäischen und nationalen Kontext zu diskutieren. Dazu gehören auch Fragen der Durchsetzung privatsphärenfreundlicher Prinzipien und Methoden in Forschung und Produktentwicklung.

Zitierte Quellen

- Boehme-Neßler, V. (2017) Videoüberwachung und Demokratie. [heise.de/tp/features/Videoueberwachung-und-Demokratie-3587282.html](https://www.heise.de/tp/features/Videoueberwachung-und-Demokratie-3587282.html).
- Kaye, D. (2015) Report of the Special Rapporteur on the promotion and protection of the right to freedom of opinion and expression, Human Rights Council: 21.
- OECD (2017) OECD Digital Economy Outlook 2017. Paris.
- Policy Horizons Canada (2014) MetaScan 3: Emerging Technologies. horizons.gc.ca/en/file/6210/download?token=g6Fb9RVA
- Tichy, G. und W. Peissl (2001) Beeinträchtigung der Privatsphäre in der Informationsgesellschaft. Grundrechte in der Informationsgesellschaft – 24.-26.5. Weißenbach am Attersee. Österr. Juristenkommission (ÖJK). Wien, Neuer wissenschaftlicher Verlag. 18: 22-48.
- Wadhwa, T. (2016). Opinion: Powerful facial-recognition software can shred your privacy with just 1 photo. [marketwatch.com/story/facial-recognition-will-soon-end-your-anonymity-2016-06-02](https://www.marketwatch.com/story/facial-recognition-will-soon-end-your-anonymity-2016-06-02).
- Wordsworth, R. (2017) All eyes on you: what is the future of public surveillance? [techradar.com/news/all-eyes-on-you-what-is-the-future-of-public-surveillance](https://www.techradar.com/news/all-eyes-on-you-what-is-the-future-of-public-surveillance).

(WP)

Zukunft Lieferdrohnen?

Zusammenfassung

Die von etlichen Firmen weltweit propagierte Vision eines drohnenbasierten Lieferverkehrs wäre nicht voraussetzungslos: Viele regulative und technische Hürden müssten noch genommen werden, um sie überhaupt Wirklichkeit werden zu lassen. Aufgrund der großen Eingriffstiefe dieser Technologieentwicklung – immerhin würde sich der uns umgebende Luftraum, der bislang nur von Vögeln und gelegentlichen Hubschraubern benutzt wird, gravierend ändern – stellen sich eine Reihe von typischen Fragen der Technikfolgenabschätzung (TA): Bestehen ethische oder Sicherheitsbedenken? Gibt es Umweltrisiken? Kann die Technologie für kriminelle oder terroristische Zwecke missbraucht werden? Besteht ein gesellschaftliches Konfliktpotenzial angesichts unterschiedlicher Interessen (z.B. Lärm, Privatsphäre, Luftraumverwendung)? Reicht die aktuelle Regulierung aus oder müssen neue Regeln geschaffen werden? Auch in Österreich gibt es bereits Experimente mit Lieferdrohnen. Die wissenschaftliche Basis für politische Entscheidungen fehlt jedoch noch weitgehend, ein öffentlicher Diskurs zur gesellschaftlichen Kosten-Nutzen-Abwägung ist noch nicht geführt.

Überblick zum Thema

War das Thema Drohnen vor Jahren noch vom Militär dominiert, ist es längst im zivilen Bereich und im Alltag vieler angekommen. Millionen Spielzeugdrohnen sind weltweit im Einsatz und wir haben uns an atemberaubende Filmaufnahmen aus bisher ungeahnten Perspektiven gewöhnt. Immer öfter begegnen uns auch Überwachungsdrohnen, viele haben schon einen Videoclip eines „Drohnen-Balletts“ gesehen oder beobachtet, wie sich eine Touristin mit einem „fliegenden Selfie-Stick“ filmt. In vielen Bereichen werden Pilotversuche durchgeführt, um den Nutzen von Drohnen zu testen, etwa in der Landwirtschaft, im humanitären und medizinischen Bereich, bei der Überprüfung von Anlagen, im Vermessungswesen, im Journalismus, im Tourismus und nicht zuletzt in der Forschung, um nur ein paar Beispiele zu nennen.

Schließlich arbeiten die großen Online-Händler, einige Postunternehmen und zahlreiche Startups weltweit darauf hin, Güter des täglichen Bedarfs durch die Lüfte zu liefern (siehe auch Thema „Letzte Meile“, S. 85). Der Nutzen für die Kunden und KundInnen könnte darin bestehen, ihre bestellten Güter noch viel schneller und auch an Orte geliefert zu bekommen, die bislang nicht oder aus logistischen Gründen nur selten beliefert werden können. Für die Warenanbieter könnte dies neue bzw. geographisch ausgeweitete Märkte und potenziell einen Imagegewinn bedeuten. Für die Zustellfirmen würde sich die Struktur der Personal- und Wegekosten voraussichtlich verbessern.

*große Nutzen-
Erwartungen*

Um allerdings diese Vision eines drohnenbasierten Lieferverkehrs zu realisieren, müsste noch viele regulative und technische Hürden genommen werden, und vermutlich werden manche Aspekte auch auf Widerstand in der Bevölkerung treffen. Damit Lieferungen „durch die Luft“ ökonomisch machbar sind, müssen die Drohnen autonom fliegen können, also ohne Piloten am Boden. Dafür müssen noch eine Reihe technischer Herausforderungen gemeistert werden. Diese reichen von Gewichts-, Reichweiten- und Wetterproblemen bis zur Optimierung der Sensor- und Ausweichtechnologien. Prinzipiell dürfte davon ausgegangen werden können, dass es nur eine Frage der Zeit ist, bis diese Probleme gelöst sind, weil hier viele Unternehmen voranschreiten wollen. Darüber hinaus muss auch die nötige Infrastruktur am Boden bereitgestellt werden, etwa Landeplätze.

Die rechtlichen Voraussetzungen für autonom fliegende Drohnen sind in Europa erst in Ausarbeitung. In Österreich können daher Lieferdrohnen bislang nur mit Spezialgenehmigung der Luftfahrtbehörde getestet werden, eine Dauerbewilligung ist noch nicht möglich – womit ein guter Zeitpunkt ist, darüber nachzudenken, in welchem Umfang dies überhaupt möglich gemacht werden soll und kann.

*zwei mögliche Szenarien
einer Zukunft mit
Lieferdrohnen*

Es können zumindest zwei Szenarien unterschieden werden, die mögliche Zukünfte mit drohnenbasierten Lieferungen beschreiben: (1) In einem Szenario würden Drohnen alle möglichen Güter des täglichen Bedarfs liefern. Dazu gibt es weltweit bereits vielfach Beispiele (Pizza in Neuseeland, Fast Food in Island, Kaffee in der Schweiz u.v.m.). Insbesondere die Firma Amazon hat bereits vor ein paar Jahren ihre Produktidee „Prime Air“ lanciert, allerdings noch nicht verwirklicht. (2) In einem zweiten Szenario würden keine Massen- sondern Nischenmärkte bedient, etwa Speziallieferungen zu schwer zugänglichen Orten (Nebentäler, Almen, Inseln, im Katastrophenfall) oder bei besonderer Dringlichkeit, etwa im medizinischen Bereich (Blutproben, Medikamente, Organspenden) durchgeführt. Dieses Szenario wird in Afrika derzeit gerade vielerorts Wirklichkeit.

Eine erste Abschätzung bzw. vorläufige Themensammlung (ITA 2018) vor dem Hintergrund dieser beiden Szenarien kommt zum Schluss, dass noch eine Reihe von wichtigen Fragen gesellschaftlich und politisch zu klären sind, bevor Drohnen Teil der Logistikkette werden könnten. Zumindest folgende Aspekte sind relevant:

*Sicherheit und
Umweltaspekte*

Abgesehen davon, dass abstürzende Drohnen Verletzungen verursachen können, könnten bestimmte Ladungen dabei auch Verseuchungen hervorrufen. Drohnenlieferungen können Wildtiere stören (Vorbeiflug, Lärm); abstürzende Pakete oder Drohnen können die Umwelt verschmutzen; eine Lebenszyklusanalyse und eine Untersuchung des Energieverbrauchs müssten durchgeführt werden.

ethische Fragen

Bekannt aus der Diskussion zu autonomen Kraftfahrzeugen stellen sich auch bei autonomen Drohnen ähnliche Fragen, da vorab programmierte Algorithmen im Fall von Unfallsituationen ethische Entscheidungen treffen

müssen. Weiters stellt sich etwa die Frage, ob dieser Service für alle offen sein muss.

Der Markt für Arbeitskräfte im Endkundenlieferverkehr, der im Zuge des Online-Shoppings massiv gewachsen ist, könnte wieder schrumpfen, abhängig von den konkreten Liefermodi und -szenarien. Insbesondere Jobs für gering ausgebildete Menschen könnten wegfallen. Eine massive Umstellung des Systems auf Drohnenlieferungen „auf der letzten Meile“ müsste berücksichtigen, dass Drohnen wegen des Wetters nicht immer fliegen können, also ein redundantes Liefersystem benötigt würde.

Arbeitsmarkt und Resilienz des Liefersystems

Es ist Lärmbelästigung zu erwarten, da zwar die einzelne Drohne leise, aber Schwärme laut wären. Es steht weiters zu erwarten, dass Teile der Bevölkerung mit der massiven Nutzung des bodennahen Luftraums auch aus ästhetischen Gründen nicht einverstanden sein werden.

Lärm und Ästhetik

Um autonom fliegen zu können, wären Drohnen mit einer Vielzahl von Sensoren und Kameras ausgerüstet, die eine große Menge von potenziell sensiblen Daten erzeugen. Diese können gespeichert und missbraucht werden. Drohnen können darüber hinaus auf einfache Weise für verschiedene illegale Zwecke missbraucht werden, vom Schmuggel⁹ bis zu terroristischen Absichten.¹⁰ Missbrauch ist schwierig unter Kontrolle zu bringen.

Privatsphäre und Missbrauch

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

In Österreich gibt es eine Reihe von Drohnen-Herstellern (z.B. Schiebel, Stromkind, Austrodrones, Dynamic Perspective, Blacksheep etc.) und einige Forschungseinrichtungen, die sich mit Drohnen aus unterschiedlichen Perspektiven beschäftigen (z.B. TU Wien, TU Graz, AEC Linz, AAU Klagenfurt). Amazon testet hierzulande Drohnen und auch die Österreichische Post hat in Graz 2017 einen groß angelegten Pilotversuch durchgeführt.

österreichische Drohnenhersteller, Forschungseinrichtungen und Pilotversuche

Das Thema ist seit ca. drei Jahren regelmäßig in den Medien präsent, anfangs hauptsächlich in der Fachpresse, mittlerweile auch in Radio und Fernsehen.

Vor dem Hintergrund einer vorläufigen Abschätzung (ITA 2018) kann von einer Reihe potenzieller Regulierungserfordernisse ausgegangen werden. Es gibt seit mehreren Jahren weltweit verschiedene Gesetzesinitiativen (AAE/3AF 2015, p. 52ff.). Insbesondere müsste, wenn es gesellschaftlich und politisch überhaupt gewollt ist, das Luftverkehrsrecht erst „drohnenfit“ gemacht werden; der Bereich KonsumentInnen- und Privatsphärenschutz untersucht werden; eventuell das Steuer- bzw. Abgabenrecht an-

⁹ Z.B. washingtontimes.com/news/2017/aug/20/mexican-drug-cartels-using-drones-to-smuggle-heroi/.

¹⁰ Ein aktuelles Beispiel aus den USA: bbc.com/news/technology-44003860.

gepasst werden; sowie wirksame Mechanismen zur Rechtsdurchsetzung gefunden werden.

EU-Verordnung erwartet

Auf EU-Ebene wurde Ende 2017 eine politische Vereinbarung auf Basis von Vorschlägen der European Aviation Safety Agency (EASA) erzielt¹¹, womit zu erwarten steht, dass noch 2018 eine EU-Verordnung von der EU-Kommission vorgeschlagen werden wird.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Aufgrund der vielen offenen Fragen und der Konfliktrichtigkeit sollte eine umfassende, auf Österreich fokussierende TA-Studie mit partizipativen Elementen durchgeführt werden. Eine solche interdisziplinär angelegte, ergebnisoffene Studie würde das Wissen von ExpertInnen mit den Interessen der verschiedenen Stakeholder (u.a. Luftfahrtbehörde, Drohnenhersteller, Logistikunternehmen, Polizei) mit den informierten Einschätzungen von BürgerInnen, die als AnwohnerInnen oder KundInnen betroffen sein würden, verbinden. Diese Studie würde den bisher einseitig technischen und marktgetriebenen Diskurs auf die gesellschaftliche Ebene heben und eine Entscheidungsfindung unter Einbeziehung aller Sichtweisen vorbereiten. Aufgrund der partizipativen Komponente wäre eine solche Studie etwas größer zu konzipieren.

Zitierte Quellen

- AAE/3AF (2015): Present and Future of Civilian Drones. No. AAE Dossier #40/3AF Cahier #16, Paris: Air and Space Academy/French Aerospace Society, espas.eu/orbis/sites/default/files/generated/document/en/D40_Ebook_UK.pdf.
- ITA 2018, Delivery drones from a technology assessment perspective. Überblicksbericht. Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2018-01.pdf.

(MN)

¹¹ easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas/drones-regulatory-framework-background; easa.europa.eu/document-library/opinions/opinion-012018.

Biobasierte Zukunftsmaterialien: Vom Laborleder bis zum Superholz

Zusammenfassung

Was haben Laborleder, plastikfressende Bakterien und Superholz gemeinsam? Diese neuen Entwicklungen basieren auf Prinzipien, die der Natur entstammen bzw. die von biologischen Materialien, Prozessen und Funktionsweisen inspiriert sind (siehe Thema „Biomimikry, S. 87). Die Bandbreite dieser sogenannten „bioinspirierten“ Materialien reicht vom Einsatz natürlicher Komponenten, wie z.B. schnellwachsenden Holzsorten, die in einem neuartigen, chemischen Verfahren und durch Ausnutzung von Nanostrukturen zu härterem und stabilerem Superholz umgewandelt werden, bis hin zu genetisch veränderten Bakterien, die Kollagen als Ausgangsstoff für die Herstellung von Laborleder produzieren. Der mögliche Beitrag von bioinspirierten Materialien zur Transformation einer erdölbasierten Ökonomie hin zu einer nachhaltigen Bioökonomie ist groß. Als Querschnittsmaterie bietet die Materialforschung Anknüpfungspunkte in den unterschiedlichsten Bereichen, angefangen von medizinischen Biomaterialien, über organische Verpackungsmaterialien bis hin zu synthetischen Nahrungsquellen. Die Forschung an bioinspirierten Materialien für die weiße Biotechnologie ermöglicht es, im großen Stil herkömmliche Stoffe durch erneuerbare Ressourcen zu ersetzen und damit industrielle Prozesse kostengünstiger und ökologischer zu gestalten. Der Einsatz bioinspirierter Materialien könnte zukünftig einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der UN-Nachhaltigkeitsziele¹² zum Klimaschutz und zu nachhaltigen Konsum- und Produktionsbedingungen leisten.

Überblick zum Thema

Die Anwendung von bioinspirierten Materialien hat v.a. in der Medizin eine lange Tradition. Dabei geht es um die gezielte Entwicklung und Modifikation von Materialien in Hinblick auf ihre funktionellen Eigenschaften. Dieser Paradigmenwechsel hin zu „Designed Biomaterials“ bzw. „Smart Materials“ lässt neben den klassischen Ansätzen aus Medizin und Materialwissenschaft vor allem neue Ideen aus der Biologie in Erscheinung treten (Ratner et al. 2013).

„Designed Biomaterials“
„Smart Materials“

Biobasierte Materialien umfassen das Design und die Modellierung von neuen Werkstoffen nach dem Vorbild der Natur. Die stoffliche Ausgangsbasis kann natürlich (z.B. Biopolymere, wie Proteine, Zellulose, DNA) als auch synthetisch (Kunststoffe, Verbundwerkstoffe) sein und organische wie anorganische Komponenten enthalten. Methodische Treiber für die Entwicklung von bioinspirierten Materialien sind z.B. Genom-Editierung

Vorbild Natur

¹² un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/.

oder 3D-Druck. Die Genom-Editierung ermöglicht die zielgerichtete Veränderung von Bakterienkulturen, die in weiterer Folge spezielle Enzyme produzieren (wie im nachfolgend angeführten Beispiel „Laborleder“), spezifische Formen annehmen oder anorganische mit organischen Materialien verbinden können (Cao et al. 2017). Das 3D-Druck-Verfahren erlaubt z.B. die Nachbildung von reaktivem Muskelgewebe für Roboter (Schaffner et al. 2018). Neben der Medizin und der Robotik sind die Bereiche Fertigung, Energie(-speicherung), Umwelttechnologien und IKT weitere Anwendungsfelder für bioinspirierte Materialien. Nachfolgend werden vier aktuelle Anwendungsbeispiele für bioinspirierte Materialien vorgestellt: Superholz, plastikabbauende Enzyme, Myzeltextilien und Laborleder aus synthetisch erzeugten Proteinen.

Superholz Superholz bezeichnet einen neuen Werkstoff, der in einem zweistufigen Verfahren aus weichen Holzsorten hergestellt wird. In einem ersten Schritt wird das Holz durch chemische Behandlung aufgespalten, das Lignin und die Hemicellulose entfernt; dann wird das behandelte Holz heiß gepresst. Dadurch brechen die natürlichen Zellwände zusammen und es entstehen spezielle Nanofasern aus der Zellulose (Song et al. 2018). Das entstehende Material ähnelt Holz, ist aber um ein vielfaches härter und zäher. Aufgrund des Gewichtsvorteils gegenüber Stahl könnte Superholz in der Flugzeug- und Automobilerzeugung oder generell als nachhaltiger Baustoff eingesetzt werden¹³.

Leder aus dem Labor Leder ist ein Kuppelprodukt, das zu 99% von Tieren stammt, die für die Woll-, Milch und/oder Fleischerzeugung gehalten wurden (COTANCE/IndustriALL 2012). Obwohl die Ledererzeugung ein europäisches Traditionshandwerk darstellt und der natürliche Rohstoff kostengünstig verfügbar ist, wird Leder zu einem Großteil aus Billiglohnländern importiert. Der Grund dafür liegt in der hohen Umweltbelastung des Herstellungsprozesses, der in Europa zu strengen Auflagen und einer nachteiligen Position im globalen Wettbewerb geführt hat.

Eine Alternative zu herkömmlichen Leder und dem traditionellen Gerbungsprozess stellt im Labor gezüchtetes Leder dar. Hergestellt wird Laborleder durch genveränderte Hefezellen, die flüssiges Kollagen produzieren, welches anschließend in Form gebracht wird und in einem vereinfachten und umweltfreundlichen Gerbvorgang fertiggestellt wird. Laborleder könnte einerseits eine konstante Qualität garantieren und wäre andererseits nicht mit der hohen Schadstoffbelastung der traditionellen Lederverarbeitung verbunden. Durch kontrollierte Verfahren ist eine zeitgerechte Verfügbarkeit gegeben; zurzeit dauert es rund zwei Wochen, ein kuhhautgroßes Stück Laborleder wachsen zu lassen. Innovationen in der Verarbeitungsindustrie könnten sich dadurch ergeben, dass sich vielfältige Eigenschaften des Werkstoffs, z.B. die mechanischen Eigenschaften wie die Steifigkeit, durch die Nährstoffe, die zur Produktion eingesetzt werden, bestimmen lassen (Haneef et al. 2017).

¹³wired.de/collection/science/super-dicht-super-stark-wissenschaftler-stellen-super-holz-her.

Myzelien (Geflechte aus Pilzfäden) sind Kunststoffen aus fossilen Polymeren sehr ähnlich und gleichen äußerlich expandiertem Polystyrol (EPS). Sie bestehen aus Biopolymeren, wie z.B. Zellulose, Chitin und Proteinen. Derzeit werden Stoffe aus Myzelien vor allem in der Kunst (Moonboots aus Myzelien im MoMA New York) und als Verpackung eingesetzt¹⁴. Bisher ist aus Myzelien erzeugtes Material ein teures Nischenprodukt. Zukünftig wird dem bioinspirierten Material hohes Potenzial, vor allem in der Anwendung als Baustoff, zugeschrieben.

Myzeltextilien

Plastik ist ein vielseitig einsetzbarer Werkstoff, der die Industrieproduktion des 20. Jahrhunderts wesentlich geprägt hat. Die Resistenz des Materials gegenüber natürlichen Abbauprozessen macht die Entsorgung von Plastik zu einem globalen Umweltproblem, vor allem für marine Ökosysteme. Vor einigen Jahren entdeckten japanische Forscher Bakterien, die Kunststoff allmählich zersetzen können und entwickelten diese weiter. 2018 haben britische und US-WissenschaftlerInnen eine optimierte Enzymvariante gefunden, die PET um ein Vielfaches schneller zersetzt. Nun versuchen sie das Enzym für das bioinspirierte Recycling von Plastik nutzbar zu machen (Austin et al. 2018).

*plastikabbauende
Enzyme*

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

In den Medien sind neue bioinspirierte Materialien mit weitreichenden Zukunftsversprechungen verknüpft. Die Erwartungen an diese Materialien umfassen die vollständige Substitution erdölbasierter Materialien, bis hin zur Reinigung der Meere von Plastikteilen. Wenig Aufmerksamkeit kommt den unter Umständen weitreichenden Konsequenzen einer Verbreitung von bioinspirierten Materialien zu, die eng mit dem Diskurs über Gen- und Nanotechnologie verbunden sind. Was sind beispielsweise die Langzeitfolgen, die sich aus der Anwendung von genetisch veränderten Stoffen ergeben (gerade im Bereich Ernährung und Gesundheit)?

öffentlicher Diskurs

Je nach Herstellungsverfahren und Anwendungskontext stehen unterschiedliche ethische Fragen zur Debatte. Wenn es um Biomaterialien zum Einsatz in der Medizin geht, ist die Frage der Tierversuche, die zur Erprobung der Verträglichkeit neuer Stoffe notwendig sind, zentral. Ebenso ist die Frage der Patentierung und Kommerzialisierung von lebensrettenden bzw. -verlängernden Materialien in Hinblick auf ihre Verfügbarkeit relevant. Bioinspirierte Materialien, wie z.B. das Laborleder, können dagegen zu Fertigungsprozessen beitragen, die auf Tierversuche verzichten können, ökologisch verträglich sind und langfristig eine Abkehr von der erdölbasierten Produktion hin zu einer Bioökonomie bedeuten.

ethische Fragen

In Österreich hat die Materialforschung Tradition und eine starke Wissens- und Forschungsbasis. Während im Wood-K-Plus-Zentrum an der Entwicklung von Holz-Verbundwerkstoffen geforscht wird, befassen sich ForscherInnen der Montanuniversität mit Metallurgie und der Weiterent-

*bestehende
Wissensbasis/
ExpertInnenpool*

¹⁴ ecovatedesign.com.

wicklung von metallischen Rohstoffen. Die Universität für Bodenkultur hat einen Forschungsschwerpunkt im Bereich der biotechnologischen Materialien und die Universität Innsbruck befasst die Gesamtheit an Materialien unter dem Titel „Advanced Materials“. Das Ausnutzen und Vernetzen dieser bestehenden Wissens- und Forschungsbasis könnte Österreich zu einer Vorreiterrolle im Bereich der bioinspirierten Materialien führen.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Für das Thema „Bioinspirierte Materialien“ wäre eine Zusammenschau der unterschiedlichen Werkstoffbereiche (Holz, Metall, Kunststoff etc.), die bioinspirierte Materialien beforchten, in Form einer Kurzstudie interessant. Anhand einer Intensivierung der Interdisziplinarität und eines Austauschs über die wissenschaftlichen Felder (angefangen von Medizin bis hin zur Verbundwerkstofftechnik) hinweg, könnten zusätzliche Potentiale von bioinspirierten Materialien ausgelotet werden. Im Rahmen einer Langstudie könnte eine Stakeholderanalyse durchgeführt sowie ein partizipativer Prozess zur Identifikation von Zukunftspotentialen für bioinspirierte Materialien in Österreich neue Impulse für die Forschung setzen und das Beschreiten neuer Innovationspfade in Hinblick auf die Anwendung von bioinspirierten Materialien motivieren.

Zitierte Quellen

- Austin, H. P., Allen, M. D., Donohoe, B. S., et al., 2018, Characterization and engineering of a plastic-degrading aromatic polyesterase, *Proceedings of the National Academy of Sciences*.
- Cao, Y., Feng, Y., Ryser, M. D., et al., 2017, Programmable assembly of pressure sensors using pattern-forming bacteria, *Nature Biotechnology* 35, 1087 [dx.doi.org/10.1038/nbt.3978](https://doi.org/10.1038/nbt.3978).
- COTANCE und IndustriALL, 2012, *Sozial und Umweltbericht. Die Europäische Lederindustrie*, Brüssel cotance.com/socialreporting/SER/ESERGerman.pdf.
- Haneef, M., Ceseracciu, L., Canale, C., Bayer, I. S., Heredia-Guerrero, J. A. und Athanassiou, A., 2017, Advanced Materials From Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties, *Scientific Reports* 7, 41292 [dx.doi.org/10.1038/srep41292](https://doi.org/10.1038/srep41292).
- Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J. et al., 2013, *Biomaterials Science. An Introduction to Materials in Medicine*, 3rd ed.: Academic Press [sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080877808001480](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080877808001480).
- Schaffner, M., Faber, J. A., Pianegonda, L., et al., 2018, 3D printing of robotic soft actuators with programmable bioinspired architectures, *Nature communications* 9(1), 878 doi.org/10.1038/s41467-018-03216-w.
- Song, J., Chen, C., Zhu, S., Zhu, M., et al., 2018, Processing bulk natural wood into a high-performance structural material, *Nature* 554, 224 [dx.doi.org/10.1038/nature25476](https://doi.org/10.1038/nature25476).

(DW)

Urban Mining 4.0

Zusammenfassung

Weltweit werden immer mehr Menschen in Städten wohnen, bis 2050 wird sich die Zahl verdoppeln. Unter anderem mit der steigenden Bevölkerung ist ein steigender Rohstoffverbrauch bei sinkender Verfügbarkeit von Ressourcen verbunden. Mit dem Wachstum der Städte wachsen diese aber auch zugleich als Lagerstätten für eben diese Rohstoffe. Häuser und Infrastrukturen enthalten Baumaterialien und Metalle, die wiederverwertet werden können. Computer, Handys und Batterien gehören zu den Geräten, die Industriemetalle benötigen, die als Seltene Erden bezeichnet werden. Die Ursprungsquellen der Industriemetalle sind noch dazu in wenigen Ländern konzentriert, insbesondere in China, was eine politische und wirtschaftliche Abhängigkeit mit entsprechenden Risiken für die Wirtschaft bedeutet. Urban Mining gilt als Ansatz, die Lagerstätten in den Städten nutzbar zu machen (Binnemans et al. 2013). Wenn bisheriges Urban Mining systematisch mit Ansätzen der Kreislaufwirtschaft und der Internet- und Sensor-Vernetzung von Industrie 4.0 verbunden wird, kann daraus ein Urban Mining 4.0 entstehen.

Überblick zum Thema

Seit Jahrzehnten werden Bodenschätze in die Industriestaaten transferiert und zu Infrastrukturen, Häusern, Maschinen und elektronischen Geräten verbaut. Seit Rohstoffe in ihrer ursprünglichen Form weltweit knapper und teurer werden, wird die Stadt als neue Rohstoffquelle entdeckt. Das Konzept des Urban Mining bezieht sich darauf, Städte als Äquivalent zu einem Bergwerk zu begreifen. Rohstoffe, unter anderem wertvolle und seltene Stoffe müssten nicht mehr aus Boden und Gestein gewonnen werden, sondern aus alten Maschinen, aus ausgedienten Gebäuden, aus Mülldeponien und elektronischen Altgeräten. Diese Rohstoffe, die durch Aufarbeitung (Recycling) aus entsorgtem Material gewonnen werden, werden als Sekundärrohstoffe bezeichnet. Die verarbeiteten Metalle und insbesondere die Seltenen Erden aus den verarbeiteten Produkten wieder zu extrahieren, ist eine umfassende sozio-technische Herausforderung der nächsten Jahrzehnte.

In den Städten sind sowohl in intakten Gebäuden und der verbauten Infrastruktur als auch in den anfallenden Mengen an Bauschutt eine Vielzahl von Rohstoffen enthalten: Sowohl mineralische Materialien wie Beton, Ziegel und Keramik als auch Basismetalle wie Stahl, Aluminium und Kupfer. Dazu kommen Kunststoffe, Gips und Holz. Mit recyceltem Beton lassen sich wieder ganze Gebäude errichten.

Elektroschrott (siehe „Illegaler Handel mit E-Schrott“, S. 81) fällt in steigendem Ausmaß an und droht zu einem globalen Problem von unüber-

*umfassende sozio-
technische
Herausforderung der
nächsten Jahrzehnte*

schaubarem Ausmaß zu werden. Urban Mining wird zunehmend als effektive und effiziente Form gesehen, Edelmetalle aus Elektroschrott zu extrahieren. Während bei Autos das Recycling stark realisiert wird, ist dies bei Mobiltelefonen noch nicht der Fall, obwohl in Mobiltelefonen neben wenig bekannten seltenen Erden auch Kupfer und Kobalt, Silber, Gold und Palladium enthalten ist. In China wird Kupfer und Gold aus Elektroschrott bereits zu Kosten extrahiert, die mit denen des Abbaus von Erzen vergleichbar sind. Dieser Trend verweist auf ein hohes Potenzial der Verwertung von Elektroschrott, aber auch auf die Wirksamkeit von Urban Mining hin zu einer Transformation, in der die Kreislaufwirtschaft lineare Wirtschaftswege zurückdrängen könnte (Zeng et al. 2018).

Urban Mining als interdisziplinärer Ansatz

Urban Mining verbindet als interdisziplinärer Ansatz Städteplanung, Produktentwicklung, Recycling und Forschung. Wenn wertvolle Rohstoffe nicht mehr aus dem Boden, sondern aus abrisssreifen Gebäuden, aus Mülldeponien und aus elektronischen Geräten gewonnen werden, sind Konzepte gefragt, die ganze Städte als integrierte Recycling-Systeme adressieren können (Brunner 2011). In der Forschung gibt es Ansätze, die stetig wachsenden „städtischen Minen“ systematisch zu erschließen. Die Entwicklung neuer Recycling-Technologien ist dabei ebenso Gegenstand wie die aufwändige Erhebung urbaner Rohstofflager und ihrer Darstellung in Datenbanken. Es gibt bereits viele hochspezifische Ansätze in einzelnen Bereichen (Gebäude, Straßen, Haushaltsgeräte) und spezielle Verfahren für einzelne Stoffe. Sekundärrohstoffe werden umso konkurrenzfähiger, je avancierter die Methoden zu ihrer Gewinnung sind und je stärker das Design von Gütern, die Dokumentation der enthaltenen Rohstoffe, die Informationen über Lagerstätten und die Rückgewinnung aufeinander bezogen sind. Ob die Wiedergewinnung der Rohstoffe tatsächlich attraktiver wird, das rohstoffliche Recycling steigen wird und die Beseitigung und energetische Verwertung (Verbrennen) zurückgehen wird, ist eine Frage, die von den politischen Rahmenbedingungen abhängt.

Vielfach werden vier Säulen von Urban Mining¹⁵ identifiziert.

vier Säulen des Urban Mining

- *Design* ist die Säule, in der es darum geht, bereits im Entwurf und in der Realisierung von Konsum- und Industriegütern die Rückgewinnbarkeit der verwendeten Rohstoffe zu berücksichtigen. Dieser Bereich ist nationalstaatlich nur begrenzt gestaltbar, aber auf europäischer Ebene zum Teil zukunftsorientiert regulierbar.
- Bei der *Dokumentation der Rohstoffinformationen* geht es darum, bei Gütern mit langer Lebensdauer Informationen bezüglich Art, Menge und Zusammensetzung über geeignete Systeme abrufbar zu machen; hier könnte von der Sensor-Vernetzung im Kontext von Industrie 4.0 sehr stark profitieren werden, z.B. in Zukunft über Smart-City-Konzepte.¹⁶
- Im Hinblick auf die *urbane Prospektion* geht es wie im klassischen Bergbau darum, urbane Lagerstätten vor einer Erschließung zu lokalisieren

¹⁵urbanmining.at/urban-mining-rohstoffe-in-der-stadt/6712;
ooe-zukunftsakademie.at/UrbanMining_Standpunkt_Flyer.pdf.

¹⁶Vgl. wien.orf.at/news/stories/2794516.

und zu erkunden. Auch das ist mittels sensorischer Vernetzung und Online-Verfügbarkeit in weit höherem und günstigerem Maße möglich als in der Vergangenheit.

- Der Bereich der *Technologien für Trennung und Rückgewinnung* zielt darauf ab, wirtschaftliche Rückgewinnung und sekundäre Verarbeitung möglich zu machen. Es geht darum die physikalischen und chemischen Prozesse weiter zu entwickeln, die mit wenig stofflichem und energetischem Aufwand die Gewinnung der einzelnen Stoffe ermöglichen. In diesem Bereich wird in Zukunft ein hohes Maß an Automatisierung greifen können.

Die Säulen des Urban Mining verweisen darauf, dass die wichtigen Bereiche noch vielfach nebeneinanderstehen, aber über Digitalisierung und Industrie 4.0 eng verbunden und konzeptionell viel stärker miteinander verbunden werden können.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

In Österreich ist Urban Mining konzeptionell stark verankert und ein deutlich prominenteres Thema als in anderen Ländern. Forschungsprojekte¹⁷, ein Kompetenzzentrum¹⁸, ein Blog¹⁹ mit Reichweite bei den Stakeholdern, starke Awareness und hohes Interesse bilden eine gute Ausgangslage. Das Thema ist bisher ein Spezialthema dessen breite gesellschaftliche Dimension nicht im Vordergrund steht.

Für eine umfassende Wirksamkeit eines „städtischen Bergbaus“ ist jedoch eine mehrfache Einbindung des Urban Mining notwendig: Zum einen in die Kreislaufwirtschaft, zum zweiten die Verbindung mit Industrie 4.0 durch eine umfassende Digitalisierung sowie den Einsatz von Sensorik und zum dritten durch ineinandergreifende soziale, organisatorische Adaption in Innovationsprozessen selbst.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Eine mögliche Langstudie könnte einen breiten systematischen Überblick zu den aktuellen Initiativen, möglichen technologischen Entwicklungen und ihrer systematischen Integration und Kopplung untersuchen. Der internationale und vor allem der europäische Stand der Forschung zu den Perspektiven von Urban Mining im Zeitalter von Digitalisierung, Sensorik und Online-Vernetzung könnte die Grundlage bieten, um die bestehenden Ansätze in Österreich zu unterstützen, die verschiedenen Dimensionen und Bereiche (u.a. Abfallwirtschaft, Industrie, Städte, Forschung) und re-

¹⁷ Siehe: wien.orf.at/news/stories/2794516/.

¹⁸ [sci-ence.apa.at/dossier/Projekt_ReWaste_4_0_erforscht_Abfallbehandlung_der_Zukunft/SCI_20170407_SCI73674347035400274](https://science.apa.at/dossier/Projekt_ReWaste_4_0_erforscht_Abfallbehandlung_der_Zukunft/SCI_20170407_SCI73674347035400274).

¹⁹ urbanmining.at/about.

levante Stakeholder-Gruppen (auch neue) an der Entwicklung von Zukunftsoptionen für Urban Mining 4.0 zu beteiligen.

Zitierte Quellen

- Binnemans, K., Jones, P. T., Blanpain, B., Van Gerven, T., Yang, Y. X., Walton, A. und Buchert, M., 2013, Recycling of rare earths: a critical review, *Journal of Cleaner Production* 51, 1-22.
- Brunner, P. H., 2011, Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City, *Journal of Industrial Ecology* 15(3), 339-341.
- Zeng, X., Mathews, J. A. und Li, J., 2018, Urban Mining of E-Waste is Becoming More Cost-Effective Than Virgin Mining, *Environmental Science & Technology* 52(8), 4835-4841
doi.org/10.1021/acs.est.7b04909.

(PSR)

Künstliches Leben

Zusammenfassung

Unter dem Begriff „Künstliches Leben“ werden Ansätze in den Biowissenschaften und IKT zusammengefasst, die durch Simulation natürlicher Lebensprozesse zu deren Verständnis beitragen und durch Anwendungen künstliche Formen von Leben zu erschaffen suchen. Während früher mechanische Modelle von Robotern im Mittelpunkt standen, sind es heute auch biologische Prozesse und Computermodelle. Die biologischen Ansätze zur Erschaffung von künstlichem Leben haben eine hohe Dynamik, da sie zurzeit von zwei verschiedenen Richtungen vorangetrieben werden: Während mit der *Synthetischen Biologie* (Synbio) Leben quasi ‚am Reißbrett‘ entworfen wird, um Zellen oder Organismen neu zu konstruieren, gehen Ansätze wie das *Gene Editing* das künstliche Leben von existierenden Organismen aus an, denen neue Eigenschaften implementiert werden sollen. Ziel ist in beiden Ansätzen, Lebensformen zielgerichtet zu entwerfen oder zu transformieren. Vielfältige Anwendungen werden in der weißen, roten und grünen Biotechnologie erwartet.

Überblick zum Thema

Synthetische Biologie: Mit Synbio werden biologische Systeme geschaffen, die in der Natur nicht vorkommen, so dass die interdisziplinären Biowissenschaften Moleküle, Zellen und Organismen entwerfen, die vollständig neue Eigenschaften haben können. Bei Synbio sind komplette synthetische Genome das Ziel, wobei es primär um die Konstruktion von Minimalzellen aus biochemischen Grundkomponenten geht. Zu den möglichen Anwendungen der Synthetischen Biologie gehören neue Chemikalien und Treibstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, wie auch Mikroorganismen zum Detektieren und Sanieren von Schadstoffkontaminationen in der Umwelt (Purnick/Weiss 2009) Während die vollständig neuen Organismen in ihrer mittelfristigen Machbarkeit unklar sind, zeichnet sich auch bei der synthetischen Biologie die Tendenz ab, künstliches Leben durch Veränderung bestehender Organismen zu erzielen. Wenn computerbasierte Designmethoden es ermöglichen, viele „Buchstaben“ eines genetischen Codes in Viren so zu verändern, können z. B. abgeschwächte Viren für sichere und effektive Impfstoffe hergestellt werden.

Synthetische Biologie

Gene Editing: Mit dem *CRISPR/Cas9-System*²⁰, das seit einigen Jahren die Gentechnik von Grund auf verändert, wird es möglich, das Erbgut ge-

*Gene Editing:
CRISPR/Cas9*

²⁰Die englische Abkürzung CRISPR bezeichnet das Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats, sich wiederholende DNA-Sequenzen, die im Erbgut vieler Bakterien auftreten und in ihrem Abwehrsystem eine wichtige Rolle spielen. Wenn ein Virus in ein Bakterium eindringt, baut die Zelle Teile der Virus-DNA in ihre CRISPR-Struktur ein und gelangt erneut ein Virus mit dieser DNA in das Bakterium, wird es mit Hilfe der CRISPR-Abschnitte erkannt. Cas9 ist die Abkürzung von CRISPR-associated protein 9. Das Cas9-Enzym dockt an einen erkannten DNA-Abschnitt an und kann so virale DNA zerschneiden.

zielt zu verändern (Doudna/Charpentier 2014). CRISPR wird auch als „Gen-Schere“ bezeichnet, da dieses Verfahren des *Gene Editing* verspricht, beliebige, hochpräzise Änderungen am Genom vornehmen zu können.

Insgesamt ist die Abgrenzung der neuen Methoden und Ansätze zu Konzepten und Methoden der etablierten Gentechnik, Systembiologie, Molekularbiologie und Biotechnologie schwierig und umstritten. Damit ist auch die Einschätzung zukünftiger spezifischer Anwendungspotenziale der Synbio schwierig, denn in den etablierten Zweigen der Biowissenschaften sind ebenfalls eine Vielzahl von Ansätzen bekannt, neue biologische Funktionen in Organismen zu integrieren (z. B. Metabolic-Engineering zur gezielten Optimierung vorhandener Stoffwechselwege).

hohes Potenzial

Den Ansätzen in Hinblick auf Künstliches Leben wird ein hohes Potenzial zugeschrieben, neue Verfahren in der weißen, roten und grünen Biotechnologie zu ermöglichen, die Systemtransformation hin zu erneuerbaren Rohstoffen zu unterstützen, industrielle Prozesse in Richtung Bioökonomie zu treiben und neue Wege in der Biomedizintechnik anzugehen. Ein Ansatz, der zwischen den völlig neuen Reißbrett-Organismen²¹ einerseits und der genetischen Veränderung aus Bestehendem steht, ist das Konzept der BioBricks. Aus diesen standardisierten biologischen Bausteinen sollen maßgeschneiderte Organismen konstruiert werden. Es handelt sich um die Verwendung standardisierter, eine bestimmte Funktion ausübender ‚biologischer Teile‘ (Bio-Parts, Biobricks), die modularisiert und in Kombination funktionieren.

Die über die bisherige Systembiologie, Gen- und Biotechnologiehinausgehenden Potenziale des biologischen Künstlichen Lebens liegen in den nächsten Jahren weniger in fundamental neuen Konzepten, sondern vielmehr in der Kombination und Integration verschiedener, sich rasant entwickelnder technowissenschaftlicher Entwicklungen und in den daraus resultierenden Synergien (vgl. Mackenzie 2010). Technologien zur Synthese und dem Zusammenfügen von Genomteilen, das computergestützte Modellieren von komplexen Funktionen, automatisierte genetische Manipulationsmöglichkeiten und die molekularen Werkzeuge zum einfachen und schnellen Einbringen gezielter Veränderung in Genome (Genome Editing, CRISPR/Cas9) bringen in ihrer Kombination ein hohes Potential an rasanten Veränderungen.

Die Tendenz, synthetische Mikroorganismen über den Begriff des künstlichen Lebens zu einem medialen Thema zu machen, verweist einerseits auf die umfassenden Versprechen, die mit der Technologie verbunden sind, trägt aber auch dazu bei, Synbio mit einem aufgeladenen Deutungsrahmen zu verknüpfen.

²¹ Wie zum Beispiel der Minimalzelle, siehe Juhas (2016).

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Biosafety und Biosecurity: Fragen der biologischen Sicherheit haben die Entwicklung von Synbio von Beginn an begleitet (ETC Group 2010; Bennett et al. 2009). Toxizität, Ausbreitungsverhalten und Überlebensfähigkeit sind weitgehend unbekannt, sodass die Fragen der *Biosafety* darauf ausgerichtet sind, festzustellen, ob aktuelle und mittelfristige Entwicklungen von den geltenden Regulierungen (für Arzneimittel, Medizinprodukte, Chemikalien, gentechnisch veränderte Organismen) angemessen erfasst sind, oder etablierte Verfahren der Risikoabschätzung und des Risikomanagements einer Anpassung bedürfen. Die Frage der *Biosecurity* bezieht sich auf mögliche illegale Nutzung (Biocrime) oder die Nutzung zu Zwecken des Terrors (Bioterror). Ein aktueller Bedarf zur Überarbeitung der Risikoregulierung lässt sich auf europäischer Ebene zurzeit nicht feststellen.

Öffentlicher Diskurs: Die mediale Berichterstattung fokussiert auf spektakuläre Forschungsberichte wie beispielsweise die Erfindung der ‚künstlichen Bakterienzelle Synthia‘ durch das Team von Craig Venter, deren Konsequenzen noch unklar sind. Ob die neuen Biotechnologien, die mit dem künstlichen Leben assoziiert werden, hohe positive Erwartungen oder aber starke Befürchtungen hervorrufen, hängt nicht zuletzt von der Kontextualisierung, ob sie als eigenständige Forschungsansätze zur technologischen Lösung gesellschaftlicher Probleme in der Medizin, in der Transformation von Industrie Richtung Nachhaltigkeit wahrgenommen werden oder aber als Fortführung von umstrittenen Technologien wie GMO.

Governance von künstlichem Leben: Insbesondere Synbio ist stark mit früher Begleitforschung verbunden (z. B. Calvert/Martin 2009). Im Zuge einer erhöhten Aufmerksamkeit für Ansätze einer verantwortungsvollen Forschung und Innovation (Responsible Research and Innovation – RRI) ist Synbio ein Paradebeispiel für umfassende Reflexions- und Beteiligungsprozesse in einer frühen Entwicklungsphase. Inwieweit Konzepte wie RRI dafür genutzt werden können, aktuell neue Biotechnologien frühzeitig auf breit gesellschaftliche akzeptierte und gewünschte Innovationspfade zu führen, ist derzeit noch nicht erprobt.

Die aktuellen Ansätze zur Schaffung „künstlichen Lebens“ sind politikfeldübergreifend relevant, da einerseits Innovationspotentiale für die österreichische Industrie vorhanden sind (weiße Biotech), aber zugleich in der Forschungspolitik und in Bezug auf ethische Fragen neue Aspekte relevant werden (z. B. „Designerbabies“, genetisch „neu“ modifizierte Organismen).

FTI/Förderpolitik: Bei den Ansätzen zur Schaffung künstlichen Lebens handelt es sich um gesellschaftlich potenziell umstrittene Technologien, die gerade nicht isoliert auf ihre Technologiepotenziale hin untersucht, sondern politikfeldübergreifend daraufhin überprüft werden sollten, welche Problemlösungspotentiale sie im Vergleich zu anderen Ansätzen haben. Eine Beteiligung gesellschaftlicher Akteure außerhalb von Wissenschaft und über die traditionellen Akteure des Innovationssystems hinaus wäre in diesem Fall von hoher Bedeutung: Akteure z. B. aus dem Gesundheitssystem, der Landwirtschaft aber auch der Do-it-yourself-Bewegung wären

Bio-Sicherheit

öffentlicher Diskurs

Governance

politikfeldübergreifende Relevanz

Förderpolitik

wichtig, um sowohl deren Anforderungen an die Technologie als auch deren Erfahrungshorizont zur Einordnung der Technologien einzubinden.

Regulierung *Regulierungsansätze:* Auch wenn in den letzten Jahren auf Europäischer Ebene kein aktuell dringender Handlungsbedarf hinsichtlich bestehender Regulierung festzustellen ist, würde eine Auseinandersetzung mit der Bandbreite möglicher zukünftiger Entwicklungen ermöglichen, die Treiber und die Barrieren in Österreich zu identifizieren. Insbesondere die divergierenden Positionen in Europa zu genetisch modifizierten Organismen machen es zu einem relevanten Thema, da umstritten ist, ob CRISPR/Cas9 vollständig unter die bisherigen Regulierungen fällt.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Die dargestellten Themenkomplexe könnten im Überblick in einer Kurzstudie bearbeitet werden, die den Stand für Europa darstellt. Für eine umfassende Analyse, die die unterschiedlichen wissenschaftlich-technischen Zukunftsoptionen mit einer Analyse der Situation in Österreich verbindet, wäre eine Langstudie sinnvoll. In diesem Rahmen wäre neben der Aufarbeitung der wissenschaftlichen Literatur eine Identifikation der relevanten Stakeholder-Gruppen angemessen, die an der Entwicklung von Zukunftsoptionen beteiligt werden können (z. B. Szenario-Prozess).

Zentrale weiterführende Quellen

- Bennett, G., Gilman, N., Stavrianakis, A. und Rabinow, P., 2009, From synthetic biology to biohacking: are we prepared?, *Nat Biotechnol* 27(12), 1109-1111.
- Calvert, J. und Martin, P., 2009, The role of social scientists in synthetic biology, *EMBO Rep* 10(3), 201-204; [dx.doi.org/10.1038/embor.2009.15](https://doi.org/10.1038/embor.2009.15).
- Doudna, J. A. und Charpentier, E., 2014, The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9, *Science* 346(6213), 1077.
- ETC Group, 2010, *The New Biomassters: Synthetic Biology and the Next Assault on Biodiversity and Livelihoods*, Montreal: ETC Group; etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/biomassters_27feb2011.pdf.
- Juhas, M., 2016, On the road to synthetic life: the minimal cell and genome-scale engineering, *Critical Reviews in Biotechnology* 36(3), 416-423; auch veröffentlicht in: *Crit. Rev. Biotechnol.*
- Mackenzie, A., 2010, Design in synthetic biology, *BioSocieties* 5(2), 180-198.
- Pühler, A., Müller-Röber, B. und Weitze, M.-D. (Hg.), 2011, *Synthetische Biologie. Die Geburt einer neuen Technikwissenschaft*, Berlin, Heidelberg: Springer
- Purnick, P. E. M. und Weiss, R., 2009, The second wave of synthetic biology: from modules to systems, *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 10(6), 410-422.
- Sauter, A., Albrecht, S., Doren, D. v., König, H., Reiß, T. und Trojok, R., 2015, *Synthetische Biologie – Die nächste Stufe der Bio- und Gentechnologie:* Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB).

(PSR)

Vertrauenswürdige Blockchains

Zusammenfassung

Eine Blockchain ist eine dezentral organisierte Datenbank, die es ermöglicht, Transaktionen zwischen Akteuren – Privatpersonen, Unternehmen und öffentliche Einrichtungen – dezentral zu dokumentieren, digital abzubilden und zu authentifizieren. Die Technologie gewährleistet, dass die Interaktionen genauso wie dokumentiert stattgefunden haben und stellt sicher, dass die Dokumentation nicht verändert werden kann. Neben den bekanntesten Anwendungen, den Kryptowährungen wie Bitcoin, werden Blockchains (auch: distributed ledger technology) zurzeit für weitere Anwendungen in Wirtschaft und Staat entwickelt: Für Eigentumsurkunden, Verträge, Versicherungen, Lizenzen etc. Blockchains haben das Potential, monopolistische Geschäftsmodelle wie Airbnb, ebay und Uber zu überwinden und AnbieterInnen und KundInnen direkt zu verbinden. Allerdings: Wenn Blockchain als Technologie allgegenwärtig werden würde, so würde damit der Lebensalltag aller BürgerInnen umfassend abgebildet und für andere im Zeitverlauf eindeutig nachvollziehbar sein. Eine personen-basierte Blockchain würde bedeuten, dass alle Handlungen im biographischen Verlauf gespeichert werden. Das Missbrauch-Potential ist damit enorm, aber bisher nicht thematisiert.

Überblick zum Thema

Die bekannteste Anwendung eines Blockchain-Algorithmus ist die Kryptowährung Bitcoin im Finanzbereich. Eine Blockchain ist eine kryptografisch verbundene Kette von Blöcken. Diese Blöcke werden in einem bestimmten Zeitintervall erstellt, enthalten Transaktionen, die die TeilnehmerInnen des Systems als ausgeführt akzeptieren, sodass z. B. ein Block bei Erhalt als akzeptiert gilt und damit die zugrundeliegende Transaktion zu einem Bestandteil des Systems wird. Da alle TeilnehmerInnen eine Kopie davon besitzen, und die vorangegangenen Datensätze mit den nachfolgenden gekoppelt und gespeichert sind, gelten die Abfolge und die einzelnen Transaktionen als gesichert gegen nachträgliche Manipulation. Das Versprechen lautet, dass die Technik Vertrauen automatisieren kann und damit Instanzen überflüssig macht, die Vertrauen schaffen und dadurch Kosten verursachen. Das Disruptionspotenzial der Blockchain ergibt sich aus dem Charakter einer Peer-to-Peer-Infrastruktur, die Transaktionen ohne Intermediäre ermöglicht. Da Intermediäre im Finanzbereich eine größere Rolle als in anderen Wirtschaftsbereichen spielen, wird die Technologie in diesem Bereich am stärksten diskutiert.

Die Funktionalität von Blockchains lässt sich erweitern. Eine der vielversprechendsten Erweiterungen sind *Smart Contracts*. Diese intelligenten Verträge sind kleine Programme, die beim Zusammentreffen von bestimmten Bedingungen automatisch ausgeführt werden. Da diese Smart Contracts beliebig kompliziert sein können, die Komplexität von etablierten

Smart Contracts

Verträgen damit abbilden können, gelten sie als Mittel, klassische Verträge zu ersetzen. Der Ersatz besteht in der Plattform und der Automatisierung, da die Verträge eine neue Form (digital) und einen neue Funktionsweise erhalten. Doch die Sicherheit des Systems steht zur Diskussion: Der Slogan der Entwicklercommunity von Blockchains heißt: *Code is Law* und genau diese Absolutheit, dass Smart Contracts immer exakt so ausgeführt werden, wie sie geschrieben sind, hat auch bereits zu ersten Sicherheitsbedenken geführt. Denn wenn HackerInnen sich einen „Fehler“ im Smart Contract zunutze machen, könnten sie das System knacken – wobei die Rechtslage komplex ist, da das nicht-intendierte Handeln der HackerInnen gerade Teil des Codes ist, dem alle NutzerInnen zugestimmt haben. In der Startup-Szene, in der viele Blockchain-Anwendungen entwickelt werden, wird das Scheitern nicht als Problem gesehen, vielmehr ist das „fail fast“ ein integraler Bestandteil der Innovationskultur.²² Für Anwendungen im öffentlichen Bereich ist dagegen eine Blockchain-Innovationsdynamik notwendig, die die möglichen Folgen umfassend antizipiert, um gerade vertrauenswürdige Anwendungen zu generieren.

Anwendungen,
die in Europa
thematisiert werden

Auf europäischer Ebene werden vielfältige Blockchain-Anwendungen thematisiert (vgl. Boucher et al. 2017): Neben Währungen ist die Technologie interessant für die Verwaltung von digitalen Inhalten, da sich ein entsprechendes Rechte-Management in Blockchain integrieren ließe. Im Bereich von Patenten könnte es möglich werden, über Blockchain Rechte zu verwalten. Im E-Voting sind Blockchain-unterstützte Systeme mit der Erwartung verknüpft, Mechanismen der direkten Demokratie zu vereinfachen. Blockchain-basierte Dienstleistungen im E-Government und bei der elektronischen Stimmabgabe sollen zu einer transparenteren, dezentralisierten Demokratie beitragen können.²³ Auch die britische Regierung interessiert sich für die Blockchain-Technologie in umfassendem Maße und sieht über Grundbücher hinaus Anwendung im Bereich Steuererhebung, Auszahlung von Leistungen oder auch die Sicherheit von Infrastrukturen wie Straßen und Brücken, wenn diese von Sensoren überwacht werden (Walport/Government Office for Science 2016).

Den vielfältigen Bottom-up-Prozessen der Entwicklung und Erprobung von Blockchains steht noch kein Rahmen gegenüber, der aus einer längerfristigen Zukunftsperspektive heraus und über die verschiedenen Anwendungen hinaus Design-Prinzipien zur Verfügung stellt, die es den unterschiedlichen Akteuren ermöglichen würden, den verschiedenen Anforderungen über die eigene Anwendung hinaus gerecht zu werden²⁴. Dies ist jedoch essentiell, um das Potenzial der Blockchain, institutionelles Vertrauen aufzubauen, auszuschöpfen.

²² [deutschlandfunk.de/die-welt-veraendern-visionen-und-wahrheiten-aus-der.740.de.html?dram:article_id=378079](https://www.deutschlandfunk.de/die-welt-veraendern-visionen-und-wahrheiten-aus-der.740.de.html?dram:article_id=378079).

²³ [aeon.co/essays/how-blockchain-will-revolutionise-far-more-than-money](https://www.aeon.co/essays/how-blockchain-will-revolutionise-far-more-than-money).

²⁴ Wie z. B. den Schutz persönlicher Daten, vgl. Zyskind, et al. (2015).

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

In ökonomischer Hinsicht ist die zukünftige wirtschaftliche Bedeutung des Blockchain-Sektors unklar, aber auch mögliche Nutzungsbedingungen (Nutzung der Währungen, Akzeptanz und rechtlicher Rahmen; Privatsphäre).

Wirtschaft

Blockchain-Währungen: Es besteht hohe Unsicherheit im Hinblick auf die Zukunft des Bankensektors, international und in Österreich und im Hinblick auf den KonsumentInnen-Schutz im internationalen Feld.

Währungen

Nutzen: Es gibt offene Fragen, wer zukünftig unter welchen Bedingungen von dieser Technologie profitieren kann und wie sie die Gesellschaft verändern kann.

Nutzen

Sicherheit von Blockchain-Anwendungen: Wie unangreifbar sind Blockchains, welche Hacking-Risiken sind abzusehen und wie kann mit ihnen umgegangen werden kann?

Sicherheit

Ökologie & Energie: Auf umweltpolitischer Ebene stellt sich die Frage des Energieverbrauchs beim Mining und welche Lösungsansätze hinsichtlich Energiefragen zu verzeichnen sind

Umweltpolitik

Die Blockchain-Technologie bietet umfassende Anwendungsmöglichkeiten in Wirtschaft und öffentlicher Verwaltung und hat damit eine politikfeldübergreifende Relevanz.

Blockchains können *disruptive Auswirkungen auf das Rechtssystem* haben und bedürfen daher einer antizipierenden Politik. Aktuelles Beispiel sind Smart Contracts: Wenn durch ProgrammiererInnen Vereinbarungen in ausführbaren Code übersetzt werden, treffen diese Entscheidungen darüber, wie diese Verträge in der Praxis umgesetzt werden, hätten eine höhere rechtliche Verantwortlichkeit und sind zugleich nicht entsprechend ausgebildet. Die Beurteilung von Vertragsstreitigkeiten und die Durchsetzung von Vertragsklauseln werden Herausforderungen darstellen, wenn sich Blockchains wie erwartet entwickeln.

rechtliche Fragen

Die Kompatibilität der Blockchain-Technologie zum politischen Modell Österreichs und die Frage, welche Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung mit der Technologie entwickelt werden könnten, ist eine politikfeldübergreifende Frage.

Um einen zukunftsorientierten Rahmen für Blockchain-Technologie zu entwickeln ist zurzeit ein optimales Zeitfenster in Österreich vorhanden. Es gibt bereits eine Blockchain-Strategie²⁵ und ein Blockchain-Förderprogramm²⁶ und somit die kritische Masse an Kompetenz und Bottom-up-Entwicklungen, die für die Entwicklung eines innovations- und zukunftsorientierten Rahmens notwendig sind. Daraus ergäbe sich eine hohe Wirksamkeit von übergreifenden Maßnahmen.

optimales Zeitfenster

²⁵ blockchain-austria.gv.at/unser-9-punkte-plan/#c2.

²⁶ ffg.at/programme/smart-and-digital-services.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Im Rahmen einer Langstudie würde zunächst ein systematischer Überblick zu den aktuellen Anwendungsgebieten und technologischen Herausforderungen der Blockchain-Technologie erstellt werden. Dabei würden neben technischen Entwicklungen auch die bereits wissenschaftlich ausgewerteten Erfahrungen von Anwendungen in verschiedenen Ländern und in unterschiedlichen Branchen auf die Situation in Österreich bezogen werden. In einem weiteren Schritt würden österreichische Stakeholder aus verschiedenen Branchen, aus Verwaltung, Blockchain-AnwenderInnen und -EntwicklerInnen etc. identifiziert werden. Ziel wäre es, einen Rahmen zu entwickeln, der das in Österreich bestehende Innovationspotential umfassend und zukunftsorientiert nutzbar macht. Die aktuelle Situation verweist auf ein bereits bestehendes Know-How unterschiedlicher Akteure und bietet noch einen hohen Gestaltungsspielraum hinsichtlich der Innovationspfade von zukünftigen Blockchain-Anwendungen. Die Studie würde den möglichen Handlungsbedarf identifizieren und die Anforderungen definieren, die für die langfristige Nutzung der Blockchain-Technologie in der österreichischen Wirtschaft und Verwaltung zentral sind.

Zentrale weiterführende Quellen:

- Boucher, P., Nascimento, S. und Kritikos, M., 2017, *How blockchain technology could change our lives*, im Auftrag von: Scientific Foresight Unit (STOA), European Parliament.
- Tapscott, D. und Tapscott, A., 2017, *Realizing the Potential of Blockchain. A Multistakeholder Approach to the Stewardship of Blockchain and Cryptocurrencies*, Geneva: World Economic Forum.
- Walport, M. und Government Office for Science, U., 2016, *Distributed ledger technology: beyond block chain*.
- Zyskind, G., Nathan, O., Pentland, A. und Ieee, 2015, Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data, *2015 Ieee Security and Privacy Workshops (Spw)*, 180-184.

(PSR)

Funktionelle Nahrung aus dem Labor

Zusammenfassung

Nahrungsmittel aus dem Labor bedienen verschiedene Ansprüche: So soll etwa Fleisch ohne Tiere wachsen, um die Fleischnachfrage umweltschonender zu befriedigen; Lebensmittel sollen mit genau dem Nährwert oder Arzneimittelgehalt produziert werden, der individuell gewünscht oder sogar auf Basis einer Genomanalyse empfohlen wurde. Gesundheitsfördernde, vorbeugende Wirkungen stehen dabei im Vordergrund, aber auch die gezielte Bekämpfung von Krankheiten ist denkbar. Visionen gehen bis zum 3-D-Druck individualisierter Lebensmittel dort, wo sie verzehrt werden. Die Wirkung solcher angereicherten Nahrung bleibt allerdings teils ungewiss und auch schädliche Auswirkungen sind bei Einführung neuer, der menschlichen Verdauung unbekannter Substanzen denkbar. Funktionelle Lebensmittel sind ein stetig wachsender Markt; derzeit werben viele Lebensmittelhersteller mit gesundheitsfördernder Wirkung, auch wenn von Seiten der EU bereits 2006 regulierend eingegriffen wurde. So vielversprechend Innovationen im Nahrungsmittelbereich auch scheinen, stehen sie doch auch im Gegensatz zur zunehmenden Wertschätzung natürlicher Lebensmittel und deren gesundheitsfördernder Wirkung, die auf langer Erfahrung und Ernährungsgewohnheiten beruhen. Unbeachtet ist derzeit welche langfristigen Auswirkungen diese Entwicklungen auf Landwirtschaft und Ernährung sowie das Verhältnis von Mensch und Tier haben können.

Überblick zum Thema

Fortschritte in der Biotechnologie ermöglichen es, biologische Systeme, wie z. B. Bakterien, Tier- oder Pflanzenzellen so zu kultivieren, dass sie kommerziell wichtige organische Materialien und Moleküle herstellen. Diese kommen in der Arzneimittel-, Lebensmittel- und Getränkeindustrie sowie bei industriellen Anwendungen bereits zum Einsatz. Die Zellen wachsen dabei meist in Bioreaktoren – großen mit einer Nährlösung gefüllten Glas- oder Plastikbehältern – und können sowohl natürlichen Ursprungs sein als auch gentechnisch verändert oder synthetisch hergestellt sein. Konkrete Anwendungen sind zum Beispiel Laborfleisch oder auch Algen, die als Nahrungsergänzungsmittel kultiviert werden und eine ortsunabhängige Produktion ermöglichen. Zusätzlich können beliebige Inhaltsstoffe zugefügt oder angereichert werden. Auch herkömmlich wachsende Pflanzen werden gentechnisch verändert, um so eine Anreicherung von einer bereits vorhandenen oder auch komplett neuen Substanz zu erreichen. Solche sogenannten funktionellen Lebensmittel versprechen eine gesundheitsfördernde Wirkung. Insgesamt soll es so möglich werden, Nahrungsmittel auf individuelle Bedürfnisse besser zuzuschneiden.

*Vision individualisierte
Lebensmittel aus dem
3D-Drucker*

Eine Vision sind beispielsweise individualisierte Lebensmittel aus dem 3D-Drucker, angepasst auf Ernährungsbedürfnisse, die sich aus dem eigenen DNA-Profil ergeben. Neben Nährstoffen könnten auch Arzneimittel in der gewünschten individuellen Dosis beigefügt werden, was Anwendungen in Pflege, Betreuung und Gerontologie möglich machen würde, aber auch Gefahrenpotentiale birgt (unsichtbare Arzneimittel z. B. als mögliche Freiheitsbeschränkende Ruhigstellung).

Japan war 1991 das erste Land, das eine eigene Regulierung zur Anerkennung von funktionellen Lebensmitteln verabschiedete, genannt FOSHU – Foods of specified health use – und eine Kennzeichnung einführte. Hier wird klar definiert, was ein Lebensmittel zu einem funktionellen macht. Bisher finden sich mehr als 1.200 Produkte auf der Liste, darunter neben Knoblauch auch eine mit Ballaststoffen angereicherte Cola-Variante. 2015 wurde es Firmen gesetzlich ermöglicht, auf Basis eigener Evidenz mit gesundheitsfördernder (funktioneller) Wirkung zu werben²⁷. Beim ursprünglichen FOSHU-Gesetz waren noch klinische Studien nötig und die gesundheitsfördernde Wirkung auf 14 Teilgebiete begrenzt. Der Markt wächst rasant, KonsumentInnenenschutz scheint in Japan eine untergeordnete Rolle zu spielen. In der EU müssen hingegen gesundheitsbezogene Aussagen seit 2006 in einer zentralen Datenbank registriert werden und werden nur erlaubt, wenn wissenschaftliche Evidenz zugrunde liegt²⁸. So vielversprechend Innovationen im Nahrungsmittelbereich auch scheinen, stehen sie doch auch im Gegensatz zur Debatte um natürliche Lebensmittel und deren gesundheitsfördernde Wirkung (Ozen et al. 2012), die auf langer Erfahrung und Ernährungsgewohnheiten beruhen.

Laborfleisch

Am medienwirksamsten wird derzeit Laborfleisch diskutiert, das vor allem als Alternative zur herkömmlichen Fleischproduktion gesehen wird. Die Nachfrage nach Fleisch steigt weltweit und die Produktion von Fleisch verbraucht ein Vielfaches an Ressourcen wie Land, Wasser und Energie, die für die Erzeugung pflanzliche Nahrung benötigt werden. Die Futterpflanzenproduktion nimmt dabei einen immer größeren Teil der begrenzten Ackerfläche ein. Studien zeigen, dass die derzeitige Nachfrage nach Fleisch nicht nachhaltig bedient werden kann (Böhm 2016). Massentierhaltung hat eklatante negative Auswirkungen auf die Umwelt, wie der beschriebene Ressourcenverbrauch oder Überdüngung der Böden mit Abfallprodukten und die damit einhergehende hohe Phosphatbelastung des Grundwassers. Zusätzlich zieht der hohe Einsatz von Antibiotika in der derzeitigen industriellen Fleischproduktion auch erhebliche Gefahren für menschliche Gesundheit nach sich, etwa die starke Vermehrung antibiotikaresistenter Keime.

Vor diesem Hintergrund arbeiten einige ForscherInnen und Unternehmen daran, Fleisch künstlich im Labor zu produzieren und so die Massentierhaltung von Rindern, Schweinen und anderen Nutztieren zumindest teilweise zu ersetzen. Dabei wachsen tierische Muskelstammzellen in einem Nährmedium in einem Bioreaktor. 2013 stellten ForscherInnen der Universität

²⁷ caa.go.jp/en/.

²⁸ ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims_en.

Maastricht den ersten auf diesem Weg erzeugten Burger vor. Das US-Unternehmen Memphis Meats erzeugt bereits künstliche Fleischbällchen und Geflügel²⁹ und wird nach eigenen Angaben in fünf Jahren Marktreife erlangen. Ein israelisches Startup arbeitet an künstlichem Hühnerfleisch³⁰.

Theoretisch kann Zellkultivierung im Vergleich zu Nutztierhaltung effizienter Protein produzieren und Nährwerte können nach Belieben eingestellt werden. Derzeit sind aber noch Herausforderungen im Herstellungsprozess, bei Textur und Geschmack zu lösen, beispielsweise wird als Nährmedium oft fetales Blutserum von geschlachteten Kälbern verwendet, auch wenn einige Unternehmen angeben, bereits nicht-tierische Alternativen gefunden zu haben. Insgesamt konnte bisher gezeigt werden, dass zwar weniger Land und Wasser für die Herstellung von Laborfleisch verbraucht wird, der Energiebedarf aber höher ist. Weitgehend unbeachtet ist bisher, wie KonsumentInnen auf Laborfleisch reagieren könnten und welche langfristigen Auswirkungen es auf Landwirtschaft und Ernährung sowie auf das Verhältnis von Mensch und Tier haben kann (Böhm 2016).

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Funktionelle Lebensmittel sind ein wachsender Markt und biotechnologische Innovationen machen ständig neue Produkte möglich; mit einer gesundheitsfördernden oder krankheitsbekämpfenden Wirkung werben zu können, ist für viele Hersteller äußerst attraktiv. Fragen, die das Parlament hier stellen kann, sind: Ist die bestehende EU-Regulierung im Sinne der KonsumentInnen stark genug? Werden unbekannte Wirkungen von synthetischen Nahrungsmitteln auf den Menschen ausreichend abgeklärt? Ist ein Kennzeichnungssystem für Produkte mit wissenschaftlich erwiesener gesundheitsfördernder Wirkung denkbar? Welche langfristigen Auswirkungen könnten Lebensmittel aus dem Labor auf die herkömmliche Landwirtschaft haben und wie könnten diese aktiv gesteuert werden? Soll Essen nur als Instrument zur Gesundheit reguliert werden, oder gibt es andere wichtige kulturelle Aspekte, die berücksichtigt werden müssen? Welche positiven und negativen Folgen könnte eine individualisierte Ernährung auf Basis des persönlichen DNA-Profiles auf den einzelnen und die Gesellschaft haben? Gibt es hier Steuerungsbedarf? Fleischproduktion ist ein sehr großer Markt und Laborfleisch könnte sich auf diesem als „ethisch vertretbares Fleisch“ etablieren. Wie wird es rechtlich behandelt werden, soll es mit herkömmlichem Fleisch gleichgestellt sein?

wachsender Markt

Regulierung?

*langfristige
Auswirkungen?*

kulturelle Aspekte

²⁹ memphismeat.com.

³⁰ supermeat.com.

Vorschlag weiteres Vorgehen

Die oben gestellten Fragen könnten überblicksartig in einer Kurzstudie mit begrenzter Gültigkeit geklärt werden. Für eine tiefgreifende Klärung dieser und auch weiterer relevanter, aber bisher noch nicht gestellter Fragen, die auch längerfristige Planungssicherheit bieten würde, wäre allerdings eine Langstudie nötig. Diese müsste neben wissenschaftlicher Literaturrecherche vor allem auch alle relevanten Stakeholder-Gruppen einbinden, und zusätzlich auch BürgerInnen beteiligen.

Zentrale weiterführende Quellen

- Böhm, I. (2016) Visionen von In-vitro-Fleisch – In-vitro-Fleisch als nachhaltige Lösung für die Probleme des Fleischkonsums?
Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 25. Jg., Heft 1.
tatup-journal.de/downloads/2016/tatup161_boeh16a.pdf.
- Ozen, A., Pons, A., Josep Tur (2012) Worldwide consumption of functional foods: a systematic review. Nutrition Reviews, Volume 70, Issue 8, 1 August 2012, Pages 472–481,
doi.org/10.1111/j.1753-4887.2012.00492.x.

(NG)

Virtuelle und augmentierte Realitäten

Zusammenfassung

Technologien zur Erzeugung virtueller und augmentierter Realitäten befinden sich momentan in einer Aufschwungphase. Die großen und namhaften Technologieunternehmen (Microsoft, Apple, Google, Facebook, Amazon) versuchen sich in diesem neuen Technologiesektor zu positionieren. Die Anwendungsgebiete sind sehr breit gefächert und umfassen nahezu jeden wirtschaftlichen Bereich. Erste Anwendungsbeispiele gewähren bereits jetzt einen Einblick in die Potentiale dieser neuen Technologie. Zugleich jedoch wirft ihre Anwendung neue Herausforderungen und Probleme auf. Bei Augmented Reality (AR) stellt sich die Frage, unter welchen Bedingungen und ob überhaupt digitaler öffentlicher Raum für alle möglichen Anwendungen genutzt werden soll (Unterhaltung, Werbung, Kunst etc.). Bei Virtual-Reality-Anwendungen (VR) stellt sich die Frage, welche Auswirkungen die Technologie auf die NutzerInnen und deren Psyche und Selbstwahrnehmung hat. Erste Studien deuten darauf hin, dass Auswirkungen auf die Psyche und Selbstwahrnehmung der NutzerInnen bestehen. Hierbei spielt die Immersion (Eintauchen), also der Grad, inwieweit die virtuelle Realität von der menschlichen Sensorik als real empfunden wird, eine wesentliche Rolle.

Mit der zunehmenden Verbreitung dieser Technologien, allen voran über Smartphones, können diese und zahlreiche weitere Fragen bereits in naher Zukunft sowohl aus innovations- und wirtschaftspolitischer als auch aus gesundheits- und konsumentenschutzpolitischer Perspektive relevant werden.

Überblick zum Thema

Virtuelle Realitäten (VR) bezeichnen künstliche erstellte (virtuelle) Umgebungen, die der Wahrnehmung des Menschen über Sehen und Hören durch geeignete Technologien zugänglich gemacht werden. Man unterscheidet zudem virtuelle Realitäten, in denen eine gänzlich künstliche Realität erzeugt wird, von so genannten erweiterten oder augmentierten Realitäten (AR), welche durch eine Überlagerung aus der tatsächlichen Realität mit einer künstlich erstellten, digitalen Realität erzeugt wird. Die eingesetzten Technologien reichen von so genannten „Head Mounted Displays“, also Bildschirmen, die aufgesetzt werden (z. B. Oculus Rift, HTC Vive, PS-VR), „Smartglasses“ (z. B. google glass), über unterschiedliche Formen von Head-Up-Displays bis hin zu Handheld-Geräten wie Smartphones (Palmarini et al. 2018; Rese et al. 2017).

Gerade Smartphones bieten sich mit ihrer reichhaltigen Grundausstattung an verschiedenen Sensoren (Beschleunigung, Barometer, GPS, Gyroskop, Kompass u.v.m.) zur weiteren Verbreitung der AR- und VR-Technologien an. Die Einführung von Augmented Reality Software Development Kits von Google (ARCore) und Apple (AR-Kit) Mitte 2017 lassen darauf schlie-

*Smartphones
als Treiber*

ßen, dass dieser Technologiebereich in den nächsten Jahren zunehmend wachsen und an Bedeutung gewinnen wird. Dieser Trend führt dazu, dass AR- und VR-Technologien einem Großteil der Gesellschaft relativ rasch zugänglich gemacht werden (durch die hohe Verbreitung von Handheld-Geräten). Schätzungen gehen davon aus, dass das Marktpotential von VR und AR im Jahr 2021 bei umgerechneten 92 Mrd. € liegen wird, wobei die mobile Anwendung von AR mit umgerechnet 70 Mrd. € den Löwenanteil davon ausmachen wird³¹.

*breite
Anwendungsfelder
denkbar*

Vor diesem Hintergrund haben zurzeit nahezu alle großen Unternehmen Pläne, sich in diesem Bereich zu betätigen³². Die Anwendungsgebiete sind breit: im Bereich der Industrie 4.0, um zum Beispiel Menschen bei Wartungsarbeiten zu instruieren³³; in der Medizin (z. B. Chirurgie)³⁴; in Schulen für interaktives Lernen³⁵; oder in der Unterhaltungsindustrie, um Film- oder Spielerlebnisse noch intensiver wirken zu lassen³⁶. Auch für die Werbeindustrie bietet die Technologie viele neue Möglichkeiten, wie das Beispiel eines „The North Face“-Shops in Südkorea zeigt: KundInnen konnten, nachdem sie eine neue Jacke anprobieren, eine virtuelle Hundeschlittenfahrt absolvieren, was ihr Einkaufserlebnis verstärken sollte³⁷.

Unfallgefahr

Neben dieser Fülle an Möglichkeiten, die die Technologie mit sich bringt, lassen sich schon potentielle Risiken bzw. potentielle Handlungsfelder identifizieren. Pokemon Go als eine der ersten breiten AR-Anwendungen, hat alleine in den ersten zehn Tagen zu 110.000 Verkehrsunfällen geführt (durch die Unaufmerksamkeit von FahrerInnen oder PassantInnen). Es wurden sogar zahlreiche Todesfälle registriert, die im Zusammenhang mit Pokemon Go stehen³⁸. Im Oktober 2017 hat eine neue Zusatzfunktion in der populären Social-Media-Plattform Snapchat für Aufsehen gesorgt: In Zusammenarbeit mit dem Künstler Jeff Koons wurde ein Feature zur Ausstellung von AR-Kunst entwickelt. Hierbei wurde eines seiner Exponate (Balloon Dog) im Central Park als AR-Kunst dargestellt und man konnte es mit dem Smartphone und entsprechender App betrachten. Der Künstler Sebastien Errazuriz hat Jeff Koons digitales Exponat virtuell vandalisiert, um auf die Problematik der Nutzungsrechte von digitalen öffentlichen Räumen aufmerksam zu machen³⁹. Im Kontext der steigenden Popularität und Anwendung von AR-Technologien, stellt sich weiters die Frage, ob Aug-

Vandalismus

³¹ techcrunch.com/2017/01/11/the-reality-of-vr-ar-growth/.

³² goldmansachs.com/our-thinking/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf.

³³ youtube.com/watch?v=SfG33CNqq-w.

³⁴ bdc.de/augmented-reality-in-der-chirurgie-wie-wird-unsere-wahrnehmung-erweitert/.

³⁵ zspace.com.

³⁶ thenextweb.com/augmented-reality/2017/09/13/the-machines-is-the-first-gotta-have-it-title-for-ar-since-pokemon-go/.

³⁷ adweek.com/creativity/north-face-gave-these-shoppers-vr-experience-suddenly-got-awesomely-real-167900/.

³⁸ pokemongodeathtracker.com.

³⁹ nytimes.com/2017/10/10/arts/design/augmented-reality-jeff-koons.html.

mented-Reality-Erlebnisse nach ähnlichen Regeln wie die Vermietung physischer öffentlicher Räume geregelt werden sollten. Inwieweit sollen Unternehmen das Recht bekommen, GPS-Daten von öffentlichen Räumen für kommerzielle Zwecke zu nutzen, vor allem, wenn es sich um Werbung handelt? Es zeichnet sich bereits ab, dass das Technologiefeld rund um AR und VR neben seinen hohen marktwirtschaftlichen Potentialen auch nicht zu vernachlässigende Folgen mit sich bringen wird. Die (noch) bestehende Möglichkeit zur Gestaltung der sozio-technischen Innovationspfade rund um AR und VR in Österreich sollte demnach früh ergriffen werden.

Relevanz des Themas für das Parlament und für Österreich

Die breiten, vielversprechenden Anwendungsfelder virtueller und augmentierter Realitäten machen das Thema auch für das österreichische Parlament relevant. Aus Sicht der Innovations- und Wirtschaftspolitik ergibt sich die Relevanz dadurch, dass die Entwicklung des Technologiesektors VR und AR über zielgerichtete Technologieförderung erfolgen kann, zumal abzusehen ist, dass AR insbesondere im Bereich von Industrie 4.0 eine wesentliche Rolle spielen wird. Die Existenz der Virtual and Augmented Reality Association Austria (VARAA)⁴⁰ als Fachverband professioneller VR/ AR-AnwenderInnen und Unternehmen in Österreich deutet darauf hin, dass in Österreich bereits eine gewisse Dynamik besteht.

Technologieförderung

Mit der zunehmenden Bedeutung dieses Technologiesektors geht auch der Bedarf einer systematischen Auseinandersetzung aus Sicht des KonsumentInnenschutzes einher. Aktuelle Studien deuten unter anderem auf potentielle Auswirkungen auf die Psyche bzw. die Selbstwahrnehmung der NutzerInnen hin (Madary/Metzinger 2016). Damit ergibt sich eine unmittelbare Relevanz für Gesundheitspolitik und KonsumentInnenschutz. Die zuvor genannte Problematik des digitalen öffentlichen Raums und der Nutzungsrechte daran wirft zudem neuartige Fragen auf, die zeitgerecht im öffentlichen Interesse geklärt werden müssen. Eine gemeinsame Betrachtung dieser Aspekte scheint sinnvoll, da das Voranschreiten der Technologien in vielen unterschiedlichen Anwendungsfeldern parallel, aber dennoch interdependent verläuft und nicht auf einen einzelnen Bereich festgelegt werden kann.

Schutz der KonsumentInnen

Nutzungsrechte

Vorschlag weiteres Vorgehen

Eine mögliche Herangehensweise im Zuge einer Langstudie wäre es, zunächst einen breiten systematisierten Überblick zu den aktuellen technologischen Fortschritten und Anwendungsgebieten von augmentierten und virtuellen Realitäten zu erstellen. In einem nächsten Schritt könnten unter Einbindung nationaler Stakeholder (z. B. Virtual and Augmented Reality Association Austria, Technologieentwickler) Kompetenzfelder für die österreichische F&E-Landschaft identifiziert werden. Ziel wäre es, international kompetitiv agieren zu können und das in Österreich bestehende Innovati-

⁴⁰ varaa.at.

onspontial bestmöglich auszuschöpfen. Hierbei muss aber besonderes Augenmerk auf die bereits oben angedeuteten und sich abzeichnenden Technikfolgen gelegt werden. Der gegenwärtige Technologiestatus bietet noch ausreichend gesellschafts- und wirtschaftspolitischen Gestaltungsspielraum. Die Studie soll dazu dienen, möglichen Handlungsbedarf zu identifizieren und diesen operationalisierbar zu machen.

Zentrale weiterführende Quellen

- Madary, M. und Metzinger, T. K., 2016, Real Virtuality: A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology, *Frontiers in Robotics and AI* 3(3), [frontiersin.org/article/10.3389/frobt.2016.00003](https://www.frontiersin.org/article/10.3389/frobt.2016.00003)
- Palmarini, R., Erkoyuncu, J. A., Roy, R. und Torabmostaedi, H., 2018, A systematic review of augmented reality applications in maintenance, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 49(Supplement C), 215-228, [sciencedirect.com/science/article/pii/S0736584517300686](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0736584517300686)
- Rese, A., Baier, D., Geyer-Schulz, A. und Schreiber, S., 2017, How augmented reality apps are accepted by consumers: A comparative analysis using scales and opinions, *Technological Forecasting and Social Change* 124(Supplement C), 306-319, [sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516304528](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516304528)

(LC)

Staatliche Souveränität im digitalen Zeitalter

Die Entwicklung zu einem Staat mit hoher Digitalisierung von Aufgaben und Infrastruktur ist seit Jahren ungebremst: Softwareproduzenten drängen mit immer neuen Angeboten auf den Markt, und Behörden suchen neuartige Lösungen zur Verwaltungsvereinfachung und Effizienzverbesserung. Mittlerweile werden staatliche Aufgaben und Dienstleistungen vielfach vollautomatisiert erbracht. Die erwarteten positiven Effekte reichen von Einsparungen bis hin zu neuen Daten als bessere Entscheidungsgrundlagen (Data Driven Government) und zur Minimierung von bürokratischem Aufwand (vom One-Stop- zum No-Stop-Government). Die Regierung bekennt sich zur weiteren Digitalisierung: Alle BürgerInnen sollen eine digitale Identität bekommen, mehr Behördenwege digitalisiert werden oder entfallen; durch Daten-Zusammenführung soll auch der Gesetzesvollzug profitieren, etwa im Bereich der Besteuerung.⁴¹

Doch wie verändert das alles unser Verständnis von „Staat“? Dies wird unter anderem unter dem Stichwort der digitalen Souveränität diskutiert (z.B. Müller Quade et al. 2018; BITKOM 2015). Durch Digitalisierung werden Bereiche des Staates auch unbeabsichtigt verändert (z.B. wer Zugang zu welchen Kommunikationskanälen hat⁴²) und es eröffnen sich Räume, in denen Machtverhältnisse nicht klar geregelt sind. Kann das die Souveränität des Staates gefährden? Souveränität hieße hier Selbstbestimmtheit, die Fähigkeit eigenständig und unabhängig Entscheidungen (z.B. über Softwarelösungen und Datenhaltung) zu treffen. Dazu ist nicht unbedingt Autarkie erforderlich, aber Pfadabhängigkeit bei Informationstechnologie-Infrastrukturen, und nicht zuletzt Abhängigkeit von Monopolisten würde diese Souveränität gefährden. Es müssen ausreichend Kompetenzen vorhanden sein, verschiedene Lösungen zu verstehen, miteinander zu vergleichen, selbstständig zu betreiben und weiterzuentwickeln. Die Auslagerung hoheitlicher Aufgaben an privatwirtschaftliche, oft grenzüberschreitend agierende (und Daten auch anderswo speichernde) EDV-Anbieter scheint problematisch, etwa in Cloudspeichern oder bei der Verwendung von Routern. Darüber hinaus entstehen durch die Digitalisierung der Verwaltung neue Sicherheitsprobleme und veränderte Herausforderungen für das Informationssicherheitsmanagement. Durch das Übertragen von Aufgaben an technische Systeme (z.B. Entscheidungssysteme auf Basis von KI) werden viele von ihnen zu sog. Kritischen Infrastrukturen, deren Ausfall von wesentlicher Bedeutung für die Aufrechterhaltung staatlicher Funktionen wäre (Strauß/Krieger-Lamina 2017). Es wäre für den Staat zweckmäßig, sich auf den möglichen Ausfall dieser wichtigen Funktionen vorzubereiten und Überlegungen anzustellen, wie die Souve-

⁴¹ futurezone.at/netzpolitik/von-breitband-bis-egovernment-das-plant-die-regierung/302.588.659.

⁴² Vgl. etwa derstandard.at/2000078770407/IT-Blamage-Chat-des-Bundeskanzleramts-war-fuer-jeden-zugaenglich.

ränität im Sinne von Kontrolle über hoheitliche Infrastrukturen aufrechterhalten werden könnte.

Zitierte Quellen

BITKOM (2015), Digitale Souveränität. Positionsbestimmung und erste Handlungsempfehlungen für Deutschland und Europa, abgedruckt in: Datenschutz und Datensicherheit 2018 (5), 294-300.

Müller Quade, J., Beyerer, J. und Reussner, R. H., 2018, Karlsruher Thesen zur Digitalen Souveränität Europas, Datenschutz und Datensicherheit (5), 277-280.

Strauß, Stefan, Krieger-Lamina, Jaro (2017): Digitaler Stillstand: Die Verletzlichkeit der digital vernetzten Gesellschaft – Kritische Infrastrukturen und Systemperspektiven, Projekt-Endbericht, Institut für Technikfolgen-Abschätzung: Wien, epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2017-01.pdf .

(MN)

Microtargeting – Personalisierte Nachrichten zur Beeinflussung von Verhalten

Microtargeting bezeichnet die gezielte Kommunikation mit Nachrichten, die auf bestimmte Charakteristika einer Person zugeschnitten sind, um damit beispielsweise das Wahl- oder Kaufverhalten zu beeinflussen. Das kann in sozialen Netzwerken, Internetnachrichtenkanälen oder auch direkt an der Haustür geschehen.

Durch die automatisierte Analyse großer Datensätze, wie z.B. Facebook-Profile und -Likes, lassen sich kleine, spezifische Personengruppen mit ähnlichen Persönlichkeitszügen (Psychogrammen) und sozio-demographischen Parametern finden. Diese Kleingruppen und sogar Einzelpersonen können dann mit auf sie abgestimmten (automatisiert) erstellten „Nachrichtenbeiträgen“ oder Werbeanzeigen beeinflusst werden. Die Inhalte bestehen oft aus stark selektierten Informationen bis hin zu frei erfundenen „Fake-News“. Dadurch verschwimmen die Grenzen zwischen Realität und Fiktion und es entstehen Informations-Filterblasen, die ein massives Problem für die Demokratie sind, da auf diese Weise freie Meinungsbildung und öffentlicher Diskurs untergraben werden können.

PolitikerInnen und ihre Wahlkampfteams setzen Microtargeting ein, um bei voraussichtlich knappem Wahlausgang AnhängerInnen zu bestärken, Unentschiedene zu überzeugen, NichtwählerInnen zu motivieren oder GegnerInnen zu verunsichern. Während des Obama-Wahlkampfes 2008 wurde digitales Microtargeting erstmals bekannt und wird seitdem von beiden großen Parteien in den USA eingesetzt, ebenso wie von Parteien in Europa. Alle großen deutschen Parteien experimentieren etwa mit gezielter Facebook-Werbung. Eine großflächige Beeinflussung der Meinung von WählerInnen wird zwar in Frage gestellt, allerdings können diese Methoden das sprichwörtliche Zünglein an der Waage sein, das Wahlen entscheidet. Auch Firmen setzen Microtargeting ein, um mit Hilfe von Big-Data-Analysen spezifische Psychogramme zu erstellen, die zu erfolgreicherer Werbekampagnen führen können.

Die im Mai 2018 in Kraft getretene Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) lässt Microtargeting in der EU, anders als etwa in den USA, nur unter sehr spezifischen Voraussetzungen zu. Wird die mutmaßliche politische Einstellung einer Person über Korrelationen anderer Daten bestimmt, bedarf dies der dezidierten Zustimmung. Wahlkampfteams statten ihre HelferInnen aber beispielsweise mit Apps aus, die aufgrund kumulierter Daten die Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Wahlentscheidung anzeigen. Hier wird zwar angegeben, dass direkter Personenbezug vermieden werde, beispielsweise durch die Bündelung einiger Adressen zu Wohnblocks oder Straßenzügen. Ob Gesetz und tatsächliche Praxis im datengestützten (Haustür-)Wahlkampf übereinstimmen, bleibt allerdings zu überprüfen. Außerdem sollte untersucht werden wie zugeschnittene

(Wahl-) Werbung Meinungsbildung und die Bildung der (politischen) Öffentlichkeit beeinflusst.

Zitierte Quellen

Sonja Kind, Sebastian Weide (2017) Microtargeting: psychometrische Analyse mittels Big Data. Themenkurzprofil Nr. 18. Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/themenprofile/Themenkurzprofil-018.pdf

Barbara Kolany-Raiser, Tristan Radtke (2018) Microtargeting – Gezielte Wähleransprache im Wahlkampf. Assessing Big Data: ABIDA-Dossier, abida.de/sites/default/files/16_Microtargeting.pdf

(NG)

Offene Mobilitätsplattformen zur Unterstützung der Verkehrswende?

Eine Technologie für den Bereich Mobilität und Verkehr, die schon seit einigen Jahren Aufmerksamkeit erregt, sind echtzeitbasierte Verkehrs- und Reiseinformationssysteme. Eine Vielzahl an Mobilitätsplattformen bündeln inzwischen diese Dienste. Verschiedene Akteure stellen dafür Daten zur Verfügung; auf Grundlage dieser Daten werden mit Hilfe intelligenter Algorithmen individuelle Reiserouten mit verschiedenen Verkehrsmitteln berechnet. Die Routenvorschläge können miteinander verglichen und die jeweils günstigste Option gewählt werden. Doch zumeist sind die Alternativen und Optionen begrenzt, da sich mittlerweile Pfadabhängigkeiten ergeben haben, je nachdem in welchem Kontext und von welchen Akteuren die Plattformen entwickelt wurden.

Mobilitätsplattformen bieten einen Rahmen zur Koordination und Abstimmung von Mobilitätsdienstleistungen. Sie stehen theoretisch als Ideal für ein neues Mobilitätsverständnis: der sich fortbewegende Mensch und nicht mehr der Verkehrsträger steht im Zentrum. Die damit verbundene sozio-technischen Zukunftsvorstellung stellt ein Verkehrssystem in Aussicht, in dem mit derselben Verfügbarkeit (wie bisher mit dem eigenen Automobil) Mobilitätsdienstleistungen (Mobility as a Service, MaaS) zur Verfügung stehen. Umfassende, offene und interoperable Mobilitätsplattformen ermöglichen konzeptionell ein anderes Mobilitäts- und Verkehrsverhalten. In dichtbesiedelten Räumen, in denen sowohl ein öffentliches Verkehrsangebot, als auch verschiedene Sharing-Angebote zur Verfügung stehen, lässt sich sogar auf den Besitz des eigenen Automobils verzichten. Eine Verringerung des MIV wäre einer der wesentlichen Faktoren zur Reduzierung der negativen Umweltwirkungen des Verkehrs. Doch das Nebeneinander und die experimentelle Vielfalt von privaten, städtischen und infrastrukturgetriebenen Plattformen hat praktisch dazu geführt, dass das Ideal nachhaltiger Mobilität nicht erreicht werden kann, der Nutzen durch das Nebeneinander der Ansätze sinkt.

Das wirtschaftliche Potenzial von Mobilitätsplattformen ist für die Betreiber hoch. Wenn verschiedene Mobilitätsdienstleistungen auf einer Plattform integriert und attraktive multimodale Reisemöglichkeiten vermittelt werden, basiert das Geschäftsmodell darauf, dass Plattformbetreiber von Verkehrsunternehmen und anderen Anbietern, Gebühren für ihre Vermittlungsdienste erhalten. Gleichzeitig kann der Betreiber Daten erheben (v.a. Bewegungsdaten sind wirtschaftlich wertvoll).

Auch von kommunalen und regionalen Akteuren werden Mobilitätsplattformen angeboten. Diese Initiativen verfolgen oft verkehrs- und klimapolitische Ziele. Große Städte, wie z.B. Wien, haben inzwischen eigene Gesellschaften ausgegründet, die Mobilitätsplattformen vermarkten. Andere Städte haben dagegen eine Open-Data-Strategie gewählt. Lokale IT-Entwickler werden dazu angeregt, kostengünstige Plattformlösungen um-

zusetzen. Die Entwicklung von Mobilitätsplattformen wird aber auch über Innovationsfördermaßnahmen zur Digitalisierung des öffentlichen Verkehrs unterstützt.

Mobilitätsplattformen sind hinsichtlich ihrer gesellschaftlichen Konsequenzen ambivalent. Aus technisch-organisatorischer Perspektive verbessern sich die Möglichkeiten sich multimodal fortzubewegen. Der wirtschaftliche Erfolg von Mobilitätsplattformen hat dazu geführt, dass immer mehr internationale Akteure auf diesen Markt drängen. Dadurch verändert sich die Marktorganisation. Plattformen profitieren im Wesentlichen von der Vermittlung von Verkehrsdienstleistungen. Subunternehmen übernehmen die Fahrdienste. Eine Folge ist die Prekarisierung von Arbeitsverhältnissen. Die Zunahme verschiedener Mobilitätsdienstleistungsanbieter hat zu einem erweiterten Angebot geführt. Zugleich entstand ein schwer durchschaubares Nebeneinander von Anbietern.

Im Zuge der Digitalisierung haben sich die Angebote so vervielfacht, dass das System durch parallele Plattformen fragmentiert wird. Diesem Trend kann durch die Entwicklung eines Rahmens entgegengewirkt werden. Dabei könnte durch Einbindung der relevanten Akteure festgestellt werden, welchen Anforderungen und Prinzipien eine zukunftsorientierte, interoperable und übergreifende Plattform im Bereich der Mobilität (in Städten und städteübergreifend) entsprechen muss und welche staatlichen Rahmenbedingungen dafür die Voraussetzung sind. Das Nebeneinander und die Vielfalt der Plattformen bedeutet ein hohes Maß an Wissen und Erfahrungen der lokalen und regionalen Akteure, sowie der Infrastrukturbetreiber. Da inzwischen die Grenze und der abnehmende Nutzen der fragmentierten Plattformlandschaft deutlich wird, könnte hier eine Initiative auf Bundesebene auf der Basis der bisherigen Erfahrung, die Grundlagen für offene und interoperable Mobilitätsplattformen zur Unterstützung der Verkehrswende bilden.

(DW)

Existenzielle Risiken von Künstlicher Intelligenz

Die Entwicklung von Künstlicher Intelligenz (KI) wird gegenwärtig umfassend vorangetrieben und feiert insbesondere Erfolge bei Spielen: Nachdem Computer im Schachspiel schon lange gewonnen haben, besiegt 2016 die von Google entwickelte künstliche Intelligenz AlphaGo den mehrfachen Weltmeister Lee Sedol im komplexen Go-Spiel und 2017 gewinnt die Software Libratus gegen vier der weltbesten Pokerspieler. Poker war insofern eine Überraschung, als erfolgreichen SpielerInnen ein hohes Maß an Intuition und psychologischem Geschick zugeschrieben wird. Selbst in Fernseh-Quizsendungen, in denen es darum geht, Wörter und deren Kontext zu analysieren, können Computer Menschen besiegen⁴³. Führende Internetkonzerne wie Amazon, Apple, Microsoft, Facebook und Google investieren Milliarden in die KI-Forschung. Es ist nicht nur hinsichtlich der Forschungsgelder abzusehen, dass künstliche Systeme immer mehr lernen, den Systemen stehen auch immer mehr Daten und Experimentierfelder zur Verfügung (mit jedem neuen Dienst, den die Plattformen einführen).

Offen sind drei zentrale Fragen: Die Frage danach, was KI-Systeme in wenigen Jahren können werden, was sie wollen, also welchen Zielhorizonten sie folgen werden, und schließlich die Frage, was dies mit den Menschen und der Gesellschaft machen wird.

Wesentlich für die komplexen und weitgehend unvorhersehbaren Entwicklungspfade ist das „Deep Learning“, das die KI-Forschung stark verändert hat. Hierbei werden Informationen in künstlichen neuronalen Netzen verarbeitet, die analog zum menschlichen Gehirn in hierarchischen Stufen angeordnet sind und damit ein "tiefergehendes Lernen" ermöglichen sollen. Die starke Unvorhersehbarkeit liegt darin, dass diese KI-Systeme aus den gigantischen Datensätzen selbstständig Konzepte und Weltmodelle entwickeln, was oft in Analogie zum Lernen von Kindern dargestellt wird. Mit dem exponentiellen Wachstum von Daten und Rechnerkapazität kann damit eine Komplexität und Geschwindigkeit an Lernfähigkeit in wenigen Jahren erreicht werden, die die individuelle und politische Kontrolle dieser Systeme als unmöglich erscheinen lässt.

Im Feuilleton steht oft die Frage im Vordergrund, was das originär Menschliche der menschlichen Intelligenz ausmacht, wenn KIs komplexe Aufgaben in hoher Geschwindigkeit lösen werden⁴⁴. Gleichzeitig ist die relevante Frage auf politischer Ebene die nach der Steuerung von Prozessen im Kontext der Unberechenbarkeit zukünftiger KI-Fähigkeiten.

Diese Unvorhersehbarkeit zu konkretisieren, bedeutet zugleich, die „ontologische Expansion“ (Tuomi 2012) zur berücksichtigen: Mit KI können künstliche Weltmodelle entstehen, die ganz anders als unsere bekannten

⁴³futurezone.at/science/computer-watson-siegte-bei-jeopardy/24.563.160.

⁴⁴zeit.de/2018/14/kuenstliche-intelligenz-menschen-maschine-verhaeltnis/komplettansicht.

Weltmodelle sind, aber auch zu anderen Handlungsstrategien von Künstlichen Intelligenzen führen können.

Zitierte Quellen

Tuomi, I., 2012, Foresight in an unpredictable world, *Technology Analysis & Strategic Management* 24(8), 735-751.

(PSR)

Authentifizierung durch Verhalten

Die Authentifizierung von Internet-NutzerInnen ist vor allem für Finanztransaktionen, Vertragsabschlüsse oder sichere Zugänge zu Online-Konten wichtig. Mittlerweile ist diese Authentifizierung auch durch die Analyse des Verhaltens von NutzerInnen möglich. Konkret geht es um die Art und Weise, wie z.B. getippt wird (typischer Tastaturanschlag) und wie Smartphone-NutzerInnen ihr Gerät während der Eingabe halten. Aus der unterschiedlichen Dauer und Geschwindigkeit eines Tastendrucks lässt sich über eine kurze Zeitspanne ein individuelles Profil erstellen. Die Verfügbarkeit dieser persönlichen Daten ist aufgrund der zahlreichen eingebauten Sensoren gegeben. Die Authentifizierung mittels NutzerInnen-Verhalten läuft oft im Hintergrund herkömmlicher Login-Varianten und wird von Banken bereits kommerziell genutzt⁴⁵. Neben Finanzdienstleistern sind Universitäten, E-Learning-Provider, Anwaltskanzleien, Online-Services und viele weitere Branchen Zielgruppe der Technologie.

Bisher wurden dafür individuelle Passwörter genutzt, die je nach gewählter Länge und Komplexität sicher oder unsicher sind. Auch Multifaktor-Logins anhand von Hardware-Tokens, Bankkarten oder Schlüssel in Kombination mit Einmalkennwörtern, PINs oder TANs sind übliche Authentifizierungsvarianten. Biometrische Merkmale werden immer öfter für die eindeutige Erkennung von Internet-NutzerInnen herangezogen. Dazu zählen Fingerabdrücke, Muster der Regenbogenhaut (Iris-Erkennung), Gesichtserkennung (siehe Thema „Gesichtserkennung“, S. 59) oder Stimmprofile. Diese bisherigen Authentifizierungsmethoden sind durch bewusste und durch die Individuen steuerbare Handlungen bestimmt. Die Analyse des NutzerInnenverhaltens kann dagegen im Hintergrund geschehen.

Nicht nur private Unternehmen haben Interesse an der neuen Authentifizierungs-Technologie, sondern auch die Forschungsbehörde des US-amerikanischen Militärs (DARPA) finanziert die Entwicklung von verhaltensanalytischen Technologien⁴⁶. Gerade in diesem Kontext drängt sich die Frage auf, wie persönliche Daten, die durch Verhaltensauthentifizierung gesammelt werden, weiterverarbeitet werden (siehe Thema „Authentifizierung durch Verhalten“, S. 57). Mit dem Argument der Cybersicherheit könnten Staaten die Technologie nutzen, die andere Prinzipien anlegen, als es im europäischen Rechtsrahmen vereinbart ist. Auch Werbetreibenden stünden Daten zur Verfügung, die ohne Wissen und Zustimmung der KundInnen gesammelt werden können und mit denen diese durch das gesamte Internet verfolgt werden könnten.

Obwohl bereits Software existiert⁴⁷, die auf die Verschleierung von Verhaltensdaten abzielt (indem Eingaben um einige Millisekunden verzögert

⁴⁵ behaviosec.com/danske-bank-deploys-behaviosec/.

⁴⁶ opencatalog.darpa.mil/AA.html.

⁴⁷ chrome.google.com/webstore/detail/keyboard-privacy/aoeboeflhfnobfjkafamelopfejdohk.

oder beschleunigt werden), bleibt die Frage der transparenten Anwendung von Verhaltensanalysetools offen. Hier könnte das österreichische Parlament mit gesellschaftlich verhandelten Transparenzrichtlinien bei der Generierung und Verarbeitung von verhaltensbezogenen Daten gestalterisch auf die Zukunft einwirken.

(DW)

Fortgeschrittene Gesichtserkennung

Neben spezialisierten Entwicklungsfirmen aus dem Sicherheitsbereich arbeiten auch alle großen Internet-Konzerne an der Weiterentwicklung von Gesichtserkennungs-Software. Dabei wird zunehmend Künstliche Intelligenz verwendet, um die Bilderkennungsraten zu verbessern. Derzeit liegen die Erkennungsraten bei Bildern aus bestehenden Datenbanken – abhängig von deren Qualität – bei maximal 80%. Das heißt von 100 analysierten Bildern wurden 80 einem anderen Bild einer Person richtig zugeordnet. Bei Bildern aus Überwachungsanlagen hingegen ist man derzeit noch weit davon entfernt. Hier liegt im Gegensatz dazu die Rate der falsch-positiven Zuordnungen bei bis zu 90%.⁴⁸ Möglich werden die Verbesserungen vor allem durch den unglaublich großen Bestand von Bildern im Netz, an denen die Software „trainiert“ werden kann. So hat Facebook neben dem Eigenbestand von Bildern seiner etwa 2,2 Milliarden UserInnen auch Zugriff auf die Datenbank des bildorientierten Social-Media-Kanals Instagram. Die dort verfügbaren 3,5 Milliarden „öffentlichen“ Fotos, die unter 17.000 Hashtags gefasst waren, wurden, ohne die NutzerInnen darauf hinzuweisen, ebenfalls einer Analyse unterzogen und dienten so zur Erhöhung der Treffergenauigkeit⁴⁸. Ziel dabei ist es unter anderem, den Komfort für die NutzerInnen zu erhöhen und den Prozess der Beschriftung oder „Markierung“ von Freunden und Bekannten, die auf im Netzwerk veröffentlichten Fotos erscheinen, zu beschleunigen.

Bereits heute wird Software angeboten, die in der Lage ist, Personen von einem aufgenommenen Foto zu identifizieren, so diese in einer zugrundeliegenden Datenbank vorhanden sind. Ein wesentlicher Sprung in der Genauigkeit wird erwartet, sobald 3D-Bilder von Gesichtern verfügbar sein werden (Kuusi and Vasamo 2014). Zudem sind für die nahe Zukunft auch Fortschritte in der Verbindung von Informations- und Kommunikationstechnologien und genetischen Informationen absehbar, die wahrscheinliche Bilder von Gesichtern konstruieren können sollen. Wenn genetische Informationen aus einer menschlichen Zelle mit einer umfangreichen Gesichtserkennungsdatenbank kombiniert werden, kann diese Art von Software mögliche Gesichter der Person, zu der die Zelle gehört, vorschlagen⁴⁹. Der umgekehrte Fall, aus zwei Bildern auf genetische Verwandtschaft bzw. Zugehörigkeit zu schließen, wird bereits heute angeboten⁵⁰. Diese Entwicklungen lassen Anwendungen im Sicherheits- und Überwachungsbereich entstehen, die die Detektion eines Menschen aufgrund von DNA-Spuren aus einer Menge heraus möglich machen werden. Dies führt insbesondere dazu, dass kritisch hinterfragt werden sollte,

⁴⁸ futurezone.at/digital-life/facebook-analysierte-35-milliarden-instagram-fotos-ohne-wissen-der-user/400031245.

⁴⁹ theconversation.com/dna-facial-prediction-could-make-protecting-your-privacy-more-difficult-94740.

⁵⁰ faceitdna.com.

ob durch derzeitige Methoden der Anonymisierung genetischer Daten die Anonymität tatsächlich aufrechterhalten werden kann (siehe Thema „Digitalisierung und Anonymität“, S. 17). Für das Parlament stellt sich die Frage, wie mit neuen Technologien umgegangen werden soll. Wie können BürgerInnen vor Missbrauch durch private NutzerInnen geschützt werden? Und wie soll im Angesicht versprochener sicherheitspolitischer Zugewinne und dem demokratiepolitisch notwendigen und grundrechtlichen zugesicherten Recht auf Privatsphäre der Einsatz derartiger Technologien im Bereich der inneren Sicherheit geregelt werden?

Zitierte Quellen

Kuusi, O. und A.-L. Vasamo (2014). 100 opportunities for Finland and the world. Helsinki, Committee for the Future.

(WP)

Transparente Algorithmen – Wie lässt sich algorithmische Diskriminierung verhindern?

Entscheidungen werden zunehmend durch Algorithmen vorbereitet oder automatisch getroffen. Dies gilt für selbstfahrende Autos, vernetzte Haushaltsgeräte, Entscheidungsprozesse im Gesundheitswesen oder die Mediennutzung. Auch Einkaufsempfehlungen durch digitale Sprach-Assistenten wie Alexa, Cortana und Co. sowie die Bewertung von Menschen in der Arbeitswelt, bei Versicherungen oder Banken beruhen auf algorithmischen Entscheidungssystemen und selbstlernenden Programmen. In vielen Fällen liefern Algorithmen die Grundlage für Entscheidungen, die von existenzieller Bedeutung sind. Wer einen Kredit erhält und zu welchen Konditionen dieser vergeben wird, ob die Aufnahme in eine Versicherung möglich ist und wie hoch die zu zahlende Prämie ist, gehört ebenso dazu wie Algorithmen, die vorschlagen, wer zu einem Vorstellungsgespräch eingeladen werden soll, befördert oder entlassen werden soll (vgl. Schaar 2017). Da das zentrale Merkmal der auf Big Data basierenden algorithmischen Steuerung die Klassifizierung ist, d.h. die Zuordnung von Datenelementen zu bestimmten Gruppen, ergibt sich ein hohes Diskriminierungspotential. Die Diskriminierung von BewerberInnen aufgrund von Geschlecht, ethnischer Zugehörigkeit oder Religion ist verboten, die Auswahl nach Zugehörigkeit in sozialen Netzwerken wie Facebook oder LinkedIn dagegen nicht (Boyd et al. 2014). So greifen Algorithmen in den Alltag und die Selbstautonomie der Einzelnen ein, ohne dass diese die Möglichkeiten haben, die Entscheidungen nachzuvollziehen oder eben diesen Entscheidungen zu widersprechen. Algorithmische Systeme wenden ihre Entscheidungslogik konsistent auf alle Fälle an, unterliegen keiner subjektiven Verzerrung, diskriminieren damit auch konsistent, wie sich in Bezug auf Bewerbungen bereits zeigt (Boyd et al. 2014). Hinzu kommt, dass sich Algorithmen auf komplexe Situationen einstellen, also selbst im Wandel sind.⁵¹

Für einige Bereiche wie das Gesundheitswesen, die Versicherungsbranche oder auch selbstfahrende Autos stellen sich konkrete Fragen nach der Notwendigkeit neuer gesetzlicher Regelungen und Kontrollmöglichkeiten. Wenn Geschäftsmodelle in Zukunft stark auf algorithmischen Systemen beruhen, deren Funktion den Kern des Geschäftsmodells ausmachen, können Transparenz und Kontrolle im Widerspruch zur unternehmerischen Freiheit sowie der Eigentumsfreiheit im Hinblick auf die algorithmischen Systeme stehen. Die seit Mai geltende 2018 EU-Datenschutz-Grundverordnung kann einzelfallbezogene Transparenz,

⁵¹ So kann eine künstliche Intelligenz stereotype Werturteile entwickeln, wenn sie ihr Wissen aus repräsentativen Texten der Menschheit generiert, die eben diese Stereotype enthalten Caliskan, et al. (2017). Für eine Vielzahl von Beispielen, wie Meinungen und unhinterfragte Hypothesen in die in mathematischen Modelle eingebettet sind, siehe O'Neil (2016).

Nachvollziehbarkeit und Korrigierbarkeit von automatisierten Entscheidung ermöglichen, ist jedoch auf individuelle Rechte bezogen und eignet sich daher nicht für die Analyse und Regulierung von gruppenbezogenen, systematischen Diskriminierungsrisiken und soziotechnischer Risiken (vgl. Dreyer/Schulz 2017; Goodman/Flaxman 2017).

Dieser Technologiebereich hat eine hohe Innovationsdynamik, sodass ein analytischer und politischer Zugang zu algorithmischen Entscheidungsprozessen notwendig ist, der die zukünftigen Potentiale und disruptiven gesellschaftlichen Veränderungen von algorithmischen Entscheidungssystemen zur Grundlage nimmt. Auf grundlegender Ebene stellt sich die Frage, welche politischen Herausforderungen die intransparenten Systeme und das abzusehende Maschinenlernen aufwerfen und wie Transparenz, ethische Bewertungskriterien und demokratische Kontrolle gewährleistet werden können. Da sie auch in zentralen Infrastrukturen der Zukunft steuernd wirken werden, geht es darum, Möglichkeiten der Evaluierung, Transparenz und Kontrolle auch über die gesetzliche Regulierung hinaus zu untersuchen. Die diskriminierenden Folgen der Klassifikation durch Algorithmen stehen dem Diskriminierungsverbot entgegen und können verfassungsgesetzlich gewährleistete Rechte in hohem Maße tangieren. Eine vorausschauende Befassung muss insbesondere die internationale Dimension der Technologieentwicklung berücksichtigen, die nur begrenzt gesetzlich zu regeln ist.

Zitierte Quellen

- Boyd, D., Levy, K. und Marwick, A., 2014, The networked nature of algorithmic discrimination, *Data and discrimination: Collected essays*.
- Caliskan, A., Bryson, J. J. und Narayanan, A., 2017, Semantics derived automatically from language corpora contain human-like biases, *Science* 356(6334), 183-186.
- Dreyer, S. und Schulz, W., 2017, *Was bringt die Datenschutz-Grundverordnung für automatisierte Entscheidungssysteme? Potenziale und Grenzen der Absicherung individueller, gruppenbezogener und gesellschaftlicher Interessen*, Gütersloh: Bertelsmann Stiftung.
- Goodman, B. und Flaxman, S., 2017, European Union Regulations on Algorithmic Decision Making and a "Right to Explanation", *Ai Magazine* 38(3), 50-57.
- ITA 2017, Roboter, Digitalisierung und Arbeitsmarkt. ITA-Dossier Nr. 26 (April 2017; AutorInnen: Tanja Sinozic, Michael Nentwich, Johann Čas), Wien < <http://epub.oeaw.ac.at/ita/ita-dossiers/ita-dossier026.pdf> >.
- O'Neil, C., 2016, *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown
- Schaar, P., 2017, Überwachung, Algorithmen und Selbstbestimmung, in: bpb: Bundeszentrale für politische Bildung (Hg.): *Digitale Gesellschaft und politisches Handeln*, Bonn.

(PSR)

Digitale Erinnerung

Unter dem Stichwort Lifelogging wird seit den 1980er-Jahren mit Kameras experimentiert, die um den Hals getragen oder in eine Brille integriert sind. Sie zeichnen den persönlichen Alltag einer Person in automatisierten Einzelbildern auf, z. B. alle 30 Sekunden; auch Filmen und Livestreamen des Erlebten wurde mittlerweile möglich⁵². Damit werden viele Details abrufbar, die in der menschlichen Erinnerung verloren gehen würden. Zusätzlich zum Bild können auch individuelle physiologische Daten wie Puls oder Blutdruck mit aufgezeichnet werden. Die Miniaturisierung von Kameras, Akkus, Speichermedien und Sensoren sowie die fortschreitende Entwicklung und Verfügbarkeit des Internets hat die Träume von frühen Lifeloggern wahr werden lassen. Klinische Anwendungen, etwa zur Unterstützung der Erinnerungsleistung von AlzheimerpatientInnen, werden erforscht. Technisch problematisch sind noch immer die dabei anfallenden großen Datenmengen. Auch wenn fast ständig verfügbare Cloudspeicher das Speicherproblem teilweise zu lösen scheinen, ist vor allem das gezielte Durchsuchen nach konkreten Inhalten noch immer ein ungelöstes Problem⁵³. Big-Data-Anwendungen, künstliche Intelligenz und Gesichtserkennung sollen hier Abhilfe schaffen. Eine vermehrte Anwendung von Lifelogging kann gesellschaftliche Probleme nach sich ziehen: Die ubiquitäre Aufzeichnung von Bild- und anderen Daten kann zur Überwachung missbraucht werden und kann die Rechte Dritter in Bezug auf Anonymität und Datenschutz verletzen⁵⁴. Auch psychische und soziale Folgen sind bei einer breitenwirksamen Anwendung zu erwarten: Wie verändert sich das Verhalten des Einzelnen und die Gesellschaft, wenn jeder Moment des Lebens erfasst und gespeichert wird.

(NG)

⁵² spectacles.com/at/.

⁵³ technologyreview.com/s/602306/technologists-wont-give-up-on-the-dream-of-memory-augmentation/.

⁵⁴ enisa.europa.eu/publications/to-log-or-not-to-log-risks-and-benefits-of-emerging-life-logging-applications/at_download/fullReport.

Algorithmische Polizeiarbeit

Unter algorithmischer Polizeiarbeit versteht man die Auswertung von Kriminalitätsdaten und -statistiken, um Voraussagen über zukünftige Delikte treffen zu können. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von Predictive Policing (vorausschauender Polizeiarbeit) oder Crime Detection Technologies (Verbrechenserkennungs-Technologien). Basierend auf den Datenauswertungen können Karten erzeugt werden (Crime Maps), in denen Bereiche mit hoher Verbrechenswahrscheinlichkeit gekennzeichnet sind. Das Ziel dieser „Überwachung der Zukunft“ ist es, die Sicherheit präventiv durch eine z. B. polizeiliche Präsenz in diesen Bereichen zu erhöhen. Da diese Technologie stark auf Mustererkennungsalgorithmen beruht, scheint sie vor allem für Verbrechen geeignet zu sein, die von MehrfachtäterInnen verübt werden, wie zum Beispiel Autodiebstähle oder Einbrüche. Zurzeit ist ein verstärkter Einsatz dieser Technologien unter anderem in den USA oder in Deutschland zu beobachten. IBMs BlueCrush⁵⁵, PredPol⁵⁶ oder PRECOBS⁵⁷, welches vom Institut für musterbasierte Prognosetechnik in Deutschland entwickelt wurde, stellen erste einsatzfähige Beispiele dieser Technologien dar. Es ist jedoch schwer zu benennen, welchen Erfolg der Einsatz von predictive Policing tatsächlich bringt. Eine begleitende Evaluierungsstudie des Max-Planck-Instituts für ausländisches und internationales Strafrecht, attestiert dem Einsatz von PRECOBS, dass die aus den statistischen Modellen errechneten kriminalitätsmindernden Effekte nur moderat sind (Gerstner 2017). Die Prognosegüte der Aussagen hängt stark von der Qualität und Art der Daten ab. Diese erhöht sich, sobald weitere Daten wie beispielsweise Personendaten in der Modellierung berücksichtigt werden, was aus datenschutzrechtlichen Aspekten problematisch ist. Des Weiteren könnte der Einsatz dieser Technologien zur Auflösung der Unschuldsvermutung führen (Legnaro 2015). Befindet sich eine Person gerade in einem Bereich, in dem die Wahrscheinlichkeit für ein Verbrechen hoch bewertet ist, so besteht die Gefahr, dass die Person grundlos unter Verdacht steht. Der breite Einsatz dieser Technologien könnte somit zu Generalverdacht führen.

Zitierte Quellen

Gerstner, D., 2017, *Predictive Policing als Instrument zur Prävention von Wohnungseinbruchdiebstahl: Evaluationsergebnisse zum Baden-Württembergischen Pilotprojekt P4*, Freiburg im Breisgau Germany; mpicc.de/files/pdf4/rib_50_gerstner_2017.pdf.

⁵⁵ ibmsystemsmag.com/power/trends/ibmresearch/ibm_research_spss/.

⁵⁶ predpol.com.

⁵⁷ ifmpt.de.

Legnaro, A. K., Andrea 2015, Das Polizieren der Zukunft, *Kriminologisches Journal* (2), 94-111;
beltz.de/fachmedien/erziehungs_und_sozialwissenschaften/zeitschriften/kriminologisches_journal/article/Journal.html?tx_beltz_journal%5Barticle%5D=30428&cHash=2513c21b829f6cace61600380c551e3b.

(LC)

Sicherheits-Robotik

Der Sicherheitsbereich ist durch das sogenannte Dual-Use-Prinzip gekennzeichnet. Dies bedeutet, dass ursprünglich für den militärischen Einsatz geplante Technologien auch im Bereich der inneren Sicherheit, Kriminalitätsbekämpfung, aber auch anderen zivilen Anwendungen eingesetzt werden. Ein dynamischer Bereich ist in diesem Zusammenhang die Robotik und die Forschung zu Künstlicher Intelligenz (KI). Unbemannte fliegende Systeme (sogenannte Drohnen) sind seit langem fester Bestandteil militärischer Operationen. Auch für spezielle Einsätze am Boden (beispielsweise bei der Kampfmittelbeseitigung) oder im bzw. unter Wasser (z. B. zur Seeminenabwehr) kommen bereits unbemannte Systeme zum Einsatz. Wenngleich die Handlungsautonomie dieser – in Aufbau und Zielsetzung teils sehr unterschiedlichen – Systeme derzeit noch beschränkt ist und sich ihre Steuerung regelmäßig unter menschlicher Kontrolle befindet, so ist angesichts der intensiven Forschungs- und Entwicklungstätigkeit zu erwarten, dass der Grad der Autonomie von robotischen und KI-Systemen ansteigen und sowohl ihre militärische als auch ihre nicht-militärische Nutzung deutlich zunehmen wird.⁵⁸

Für das österreichische Parlament ergeben sich in diesem Bereich umfassende Fragestellungen, die zu klären bzw. zu regeln wären. Da der Sicherheitsbereich oft Grundrechte tangiert, sind grundsätzliche Erwägungen bezüglich Dual-Use (Verschränkung von innerer und äußerer Sicherheit – Polizei und Militär) und der Vereinbarkeit autonomer Systeme mit der österreichischen Verfassung zu klären. Dazu kommt eine potentiell sehr hohe Zahl (teil-)autonomer Systeme von staatlichen und privaten Betreibern, die nur von speziell ausgebildeten, verantwortungsvollen Personen bedient werden dürfen (ITA 2014). In naher Zukunft wird sich auch die Frage der Abhängigkeit von Algorithmen und der damit eingeschränkte Handlungsspielraum von damit befassten Personen ergeben.

Zitierte Quellen

ITA 2014, Drohnen – fliegende Alleskönner? ITA-Dossier Nr. 6 (Jänner 2014; Autorin: Julia Haslinger), Wien; epub.oeaw.ac.at/ita/ita-dossiers/ita-dossier006.pdf.

(WP)

⁵⁸ tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u30600.html.

Das Netz der bewegten Dinge

Die Vernetzung der Dinge (Internet of Things oder kurz IoT) findet in vielen Bereichen statt, wie zum Beispiel der vernetzte Kühlschrank, der selbstständig Lebensmittel bestellt, oder der Fernzugriff mittels Smartphone auf verschiedene Geräte, wie Überwachungskameras, Beleuchtung etc. Unlängst hat ein österreichischer Mobilfunkunternehmer in Kooperation mit einem Start-Up ein „smartes“ Kuscheltier vorgestellt. Dieses ist mit Sensoren zur Temperatur-, Aktivitäts- und Atmungsmessung ausgestattet. Es ermöglicht den Eltern, somit den Vitalzustand des Kindes während des Schlafes zu überwachen⁵⁹. Bei den genannten Beispielen handelt es sich um statische Anwendungen des Internet of Things. Unter Netz der bewegten Dinge versteht man Geräte/Dinge, die vernetzt und zudem in irgendeiner Form in Bewegung sind, wie zum Beispiel Roboter oder (autonome) Fahrzeuge. Es handelt es sich somit um ein eigenes Anwendungsfeld. In der Robotik könnte die Vernetzung z. B. über Cloud-Dienste zum Austausch gesammelter Daten, „Lernerfahrungen“ bzw. Algorithmen genutzt werden. Interessante Anwendungsfelder für das Internet der bewegten Dinge ergeben sich vor allem im Bereich der Mobilität. Viele Neuwagen unterstützen bereits den SIM-Karten-Standard, Tendenz steigend. Das ermöglicht die Vernetzung der Fahrzeuge untereinander, aber auch zum Hersteller. Das ermöglicht einerseits Ferndiagnostik, Echtzeitnavigation und verschiedene Infotainment-Services. Weitere potentielle Vorteile ergeben sich über die Datensammlung des Mobilitätsverhaltens, welches für ein effizienteres Verkehrssystem genutzt werden könnte. Zugleich aber stellt sich die Frage, wie das Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung geschützt werden kann, vor allem im Hinblick auf die Nutzung der Daten durch Dritte (Krieger-Lamina 2016). Die Vernetzung eröffnet zudem potentielle Einfallstore für HackerInnen, was gravierende Auswirkungen haben kann. 2015 haben zwei Hacker auf diese Gefahr hingewiesen. Sie haben es geschafft einen zwei Tonnen schweren SUV zu kapern. Es war ihnen somit möglich das Fahrzeug gänzlich zu steuern, angefangen bei der Klimaanlage hin zu Lenkbewegungen und sogar das Bremsen war möglich.⁶⁰ 2016 wiesen Hacker auf eine Sicherheitslücke eines Elektroautoherstellers hin. Sie konnten aus einer Entfernung von 19 km auf das Fahrzeug zugreifen. Nach einem Update wurde die Sicherheitslücke beseitigt⁶¹. Auch auf Österreichs Straßen sind bereits Fahrzeuge unterwegs, die vernetzt sind. Mit den genannten Beispielen kristallisieren sich neue Handlungsfelder im Bereich der IT-Sicherheit heraus. Die Relevanz ist auch seitens des Verbraucherschutzes gegeben.

⁵⁹ sticklett.com.

⁶⁰ wired.com/video/hackers-wireless-jeep-attack-stranded-me-on-a-highway.

⁶¹ zdnet.de/88279165/tesla-model-s-sicherheitsforscher-hacken-elektroauto-aus-der-ferne/?inf_by=5a03063e681db8cf478b467d.

Zitierte Quellen

Krieger-Lamina, J., 2016, *Vernetzte Automobile. Datensammeln beim Fahren – von Assistenzsystemen zu autonomen Fahrzeugen. Endbericht*, 2016-08-31, Wien: Institut für Technikfolgen-Abschätzung (ITA): epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2016-02.pdf.

(LC)

Cybersicherheit für kritische Infrastrukturen

Die Funktionsfähigkeit moderner Gesellschaften ist heute hochgradig von verschiedenen Technologien und deren Zusammenspiel abhängig. Sie bilden dabei „kritische Infrastrukturen“. Diese können als „Hauptschlagader“ von Wirtschaft und Gesellschaft verstanden werden (Strauß/Krieger-Lamina 2017). Dementsprechend bedrohlich sind Ausfälle von Systemen, die zentral für die Funktionsfähigkeit der Daseinsvorsorge und Grundversorgung mit lebensnotwendigen Gütern sind. Neben elektromagnetischen Impulsen (EMP), wie etwa Sonnenstürmen, sind zunehmend Risiken durch gezielte Angriffe auf IT-Systeme (Cyber-Angriffe) von kritischen Infrastrukturen festzustellen (POST 2017; Trimintzios et al. 2017).

Im Hinblick auf die absehbar weiter zunehmende Vernetzung und Automatisierung (z. B. Industrie 4.0, Smart Grids, Smart Home, autonome Fahrzeuge, Internet der Dinge etc.) ist davon auszugehen, dass integrierte Systeme generell weiter an Bedeutung gewinnen werden. Es besteht daher insgesamt Bedarf nach verbesserten Schutzkonzepten von kritischen Infrastrukturen. Mittel- und längerfristig gibt es Bedarf nach Innovationen, die die Systemsicherheit in Design und Architektur insgesamt erhöhen (Security-by-design). Hierbei ist auch ein stärkerer Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik wichtig (vgl. Strauß/Krieger-Lamina 2017).

Das Österreichische Programm zum Schutz kritischer Infrastrukturen (APCIP⁶²) beinhaltet strategische Maßnahmen, um die Resilienz Österreichs zu erhöhen. Hier wurde bereits einiges geleistet und Österreich zählt hier zu den Vorreitern in der EU. Eine Vielzahl an Strategien und Akteuren widmet sich der Thematik, dies verdeutlicht die Komplexität der Problematik, bringt aber auch Unklarheiten hinsichtlich Kompetenzen und Zuständigkeiten mit sich. Daneben besteht die Österreichische Strategie für Cyber-Sicherheit (ÖSCS) und das staatliche Krisen- und Katastrophenschutzmanagement (SKKM). Eine Analyse (und gegebenenfalls Adaptierung) dieser beiden Elemente in Hinblick auf Überschneidungen, Synergien und Ressourcen mit APCIP und vice versa wäre zweckmäßig (vgl. Strauß/Krieger-Lamina 2017).

Das Parlament als zentraler Ort der politischen Meinungsbildung und Kontrolle kann wesentlich zur Koordination österreichischer staatlicher und privater Aktivitäten sowie zur notwendigen Bewusstseinsbildung in der Öffentlichkeit beitragen. Darüber hinaus wäre durch die Förderung österreichischer Innovationen in technischen und organisatorischen Sicherheitsmaßnahmen doppelter Nutzen zu erzielen.

⁶² Austrian Programme for Critical Infrastructure Protection.

Zitierte Quellen

- POST (Parliamentary Office of Science and Technology), 2017, *Cyber Security of UK Infrastructure*, Number 554 May 2017, London; researchbriefings.parliament.uk/ResearchBriefing/Summary/POST-PN-0554.
- Strauß, S. und Krieger-Lamina, J., 2017, Digitaler Stillstand: Die Verletzlichkeit der digital vernetzten Gesellschaft – Kritische Infrastrukturen und Systemperspektiven. Projekt-Endbericht, 2017-03-31, Wien; [epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2017-01.pdf](https://pub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/2017-01.pdf).
- Trimintzios, P., Chatzichristos, G., Portesi, S., Droghda, P., Palkmets, L., Liveri, D., and Dufkova, A. (STOA), 2017, *Cybersecurity in the EU Common Security and Defence Policy (CSDP)*, Nr. EPRS/STOA/SER/16/214N: STOA; [europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603175/EPRS_STU\(2017\)603175_EN.pdf](https://europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603175/EPRS_STU(2017)603175_EN.pdf).

(WP)

Social [Ro-]Bots: Maschinen als GefährtnInnen?

Schaffen es virtuelle Software-AgentInnen die Meinung der WählerInnen in Internetforen und sozialen Plattformen zu beeinflussen? Wie viele Menschen unterhalten sich mit ihnen ohne zu wissen, dass es sich bei ihrem Gegenüber um eine Maschine handelt? Und welche Konsequenzen haben emotional lernfähige Maschinen für unser Zusammenleben und nicht zuletzt für unsere Vorstellung von demokratischer Entscheidungsfindung?

Soziale Roboter sind (teil-)autonome Maschinen, die nach sozialen Regeln mit Menschen interagieren und mitunter menschlicher Form nachgebildet sind. Es kann sich dabei um physisch vorhandene oder auch virtuelle Software-Agenten handeln, die auch Gefühle repräsentieren bzw. vortäuschen können.

Virtuelle Agentinnen sind unsere ständigen Begleiterinnen (wie z. B. Siri, Alexa oder Tay auf Smartphones). Aber auch physische Roboter werden vermehrt für Unterrichtszwecke (Rubi), für alltägliche Aufgaben im Haushalt oder zur Unterhaltung (Jibo, Nao, Pepper) eingesetzt. Dem Einsatz im Gesundheitswesen, v. a. als Pflege- und Therapieroboter (Zora, Hobbit⁶³, Leka), wird hohes Zukunftspotential zugeschrieben.

Warum könnte sich der Einsatz von sozialen Robotern erhöhen? Der demografische Wandel und die daraus folgenden Bedarfe im Gesundheitswesen und in der Pflege, sowie die Digitalisierung der Produktion und maschinen-induzierte Veränderungen in der Arbeitswelt sind starke Treiber für die Integration von sozialen Robotern in die Gesellschaft (Interaktion mit Social Bots statt „Betriebsanleitungen“).

Die Einführung der digitalen GefährtnInnen birgt auch Herausforderungen: Wie verändert sich eine Gesellschaft, in der willfähige Sexroboter, wie z. B. Roxxy oder Samantha⁶⁴, Frauenpositionen ersetzen? Was passiert mit dem emotionalen Potential von Menschen, die sich in ihrem Umgang vermehrt auf Maschinen stützen? Gerade bei Anwendungen, die experimentell mit Menschen z. B. im Medizin- und Gesundheitsbereich getestet werden (Therapieroboter), gilt es die Selbstbestimmung der involvierten Menschen zu gewährleisten.

Beispiele aus der Vergangenheit zeigen, dass soziale Roboter zweckentfremdet werden können: z. B. lernte der Social Bot Tay rassistische Äußerungen zu verbreiten (Graff 2016); und Social Bots beeinflussten mit ihrer Diskussion möglicherweise die U.S.-amerikanischen Wahlen (Grech 2017) (siehe dazu Thema „Microtargeting“, S. 51). Während bereits Werkzeuge entwickelt werden, die dem Missbrauch entgegenwirken sollen (bspw. die Dienste Botometer⁶⁵ und botswatch⁶⁶, die darauf abzielen Social Bots zu

⁶³ hobbit.acin.tuwien.ac.at/about.html.

⁶⁴ aec.at/ai/de/samantha/.

⁶⁵ botometer.iuni.iu.edu/#/.

identifizieren), bleiben hochbrisante Fragen, die gesellschaftlich verhandelt werden müssen, vorerst unbeantwortet.

Zitierte Quellen

Graff, B., 2016, Rassistischer Chat-Roboter: Mit falschen Werten bombardiert, Süddeutsche Zeitung; [sz.de/1.2928421](https://www.sz.de/1.2928421).

Grech, B., 2017, Social Bots: Ein Wahlkampf der Algorithmen, Die Presse; [diepresse.com/home/techscience/internet/5237997/index.do](https://www.diepresse.com/home/techscience/internet/5237997/index.do).

(DW)

⁶⁶ [botswatch.de](https://www.botswatch.de).

Sensorrevolution: Smarte Städte – smarte Menschen?

Die Sensorrevolution zielt auf die Verbindung von Computern zur realen Welt ab und verspricht nahezu unbegrenzte Anwendungsmöglichkeiten. Sensortechnologien reichen von lokalen und mobilen Luftverschmutzungsmessgeräten, über Fingerabdrucksensoren oder 3-D-Sensoren zur Gesichtserkennung; von tragbaren Fitness-Messgeräten zur Erfassung personalisierter Gesundheitsdaten, bis hin zur Vision unzähliger Minisensoren, die als eine Art globales Nervensystem („Intelligenter Staub“) überall auf der Erde Daten sammeln und in Verbindung mit leistungsfähigen Computernetzwerken neue Erkenntnisse bringen sollen (Lohr 2010).

Die effiziente und detailgenaue Erfassung und Vernetzung von Umwelt- sowie Personendaten durch intelligente Sensoren verspricht einerseits eine erhöhte Problemlösungskapazität, wenn es beispielsweise um das Monitoring von Umweltverschmutzung (Daten von Smart Watches zur Erstellung von interaktiven Luftverschmutzungskarten) oder die Regulierung von Smarten Gebäuden geht (Thermostate zur Steuerung der Wohnungstemperatur über internetfähige Mobilgeräte). Bei der Erfassung von Umweltdaten verlässt sich die Wissenschaft oftmals auf BürgerInnen („Citizen Sensing“⁶⁷), die ohnehin täglich ihre mobilen und Sensor-bepackten Geräte herumtragen.

Andererseits verweist die aufkommende Praxis der Selbstoptimierung durch ständige Messung von Schlafphasen, Ernährungsverhalten und Produktivität, auf die möglichen Schattenseiten der bevorstehenden Sensorrevolution. Anwendungen, die versprechen beim Abnehmen zu helfen, die Leistungsfähigkeit zu steigern, oder die Gesundheit zu fördern, werden immer beliebter. Der Echtzeit-Austausch von Sensordaten ermöglicht den umfassenden Abgleich individueller Daten mit anderen Internet-NutzerInnen, was z. B. im Fall von persönlichem Fitness-Tracking oder Leistungs-Monitoring zu erhöhtem sozialen Druck und zur übertriebenen Selbstaubeutung führen könnte (Friedrichs 2013).

Als Vorbereitung auf eine bevorstehende Sensorrevolution, wäre es sinnvoll zu klären, wie Sensoren die Selbst- und Umweltwahrnehmung verändern und dadurch neue Normvorstellungen prägen, welche Bildungsmaßnahmen die sinnvolle Integration von Sensortechnologien ins Alltagsleben ermöglichen und wie Persönlichkeitsrechte und Privatsphäre in einer vernetzten Welt garantiert werden können.

⁶⁷ citizensense.net.

Zitierte Quellen

Friedrichs, J., 2013, Selbstoptimierung. Das tollere Ich., Zeit Online;
zeit.de/2013/33/selbstoptimierung-leistungssteigerung-apps.

Lohr, S., 2010, Smart Dust. Not Quite, but We're Getting There, The New
York Times; nyti.ms/2jclPyt.

(DW)

Robotik in der Landwirtschaft

Eine zunehmende Technisierung und Automatisierung des Alltags ist auch im Bereich der Landwirtschaft zu verzeichnen. Bei diesen innovativen Agartechnologien spielt neben der Zunahme an datenintensiven Anwendungen (Big Data in der Landwirtschaft, precision farming)⁶⁸, Robotik eine zentrale Rolle. Roboteranwendungen wie zum Beispiel die autonome und präzise Aussaat, automatisierte Unkrautbekämpfung, Düngung und Obsternte aber auch die Automatisierung der Milchproduktion über Melkroboter sind Technologien, die bereits in Erprobung bzw. im Einsatz sind.⁶⁹ Autonome Traktoren gibt es bereits als Prototypen; diese könnten bei großen Feldern auch im sog. Platooning-Betrieb (als mehrere fahrerlose Maschinen an ein Führungsfahrzeug virtuell gekoppelt) eingesetzt werden. Für die eher als kleinräumig zu bezeichnende Landwirtschaft in Österreich gilt zu klären, inwieweit der Einsatz von Robotik in der Landwirtschaft sinnvoll und rentabel ist. Zudem stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage welchen Einfluss, global gesehen diese Entwicklungen für die Landwirtschaft in Österreich hat (Konkurrenzfähigkeit).

Offensichtlich hätte diese Entwicklung großen Einfluss auf die nationale Landwirtschaft (Beschäftigungseffekte, Konkurrenzfähigkeit im globalen Kontext), aber auch Potential zur Steigerung der Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit durch gezielteren Einsatz von Pestiziden/Herbiziden. Im Zusammenhang mit der Einführung dieses Technologiebündels, gibt es freilich einige noch ungeklärte Fragen zur Haftung bei Unfällen von autonomen Robotern und zum Datenschutz. Unter anderem mit dem Landwirtschaftsroboter FRANC⁷⁰ der TU Wien gibt es auch Entwicklungspotenzial in Österreich.

(MN)

⁶⁸ tab-beim-bundestag.de/de/untersuchungen/u30700.html.

⁶⁹ idtechex.com/research/reports/agricultural-robots-and-drones-2017-2027-technologies-markets-players-000525.asp;
blog.robotiq.com/top-10-robotic-applications-in-the-agricultural-industry.

⁷⁰ franc.acin.tuwien.ac.at.

Industrie 4.0 und Bioökonomie

Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution durch intelligente, digital vernetzte Produktionssysteme. Die Bioökonomie bezeichnet den Paradigmenwechsel von der erdölbasierten, fossilen zur biobasierten Produktion. Die Umbrüche der Digitalisierung mit Industrie 4.0 und der biobasierten Ökonomie (OECD 2009) sind jeweils Gegenstand von politischen Strategien. Innovationen mit hoher Reichweite zeichnen sich an der Schnittstelle von Bioökonomie und Industrie 4.0 ab⁷¹.

Die wechselseitigen Impulse lassen sich in verschiedenen Bereichen feststellen: Die Digitalisierung und die vernetzte, adaptive Produktion können die Effizienz der bestehenden biobasierten Produktionsprozesse steigern. Anwendungsfelder sind das Management von Rohstoffströmen, neue Logistikkösungen und maßgeschneiderte Lösungen für spezifische Anwendungen (z.B. Online-Energiemanagement-Plattformen in der Nutzung von Biomasse). Die Entwicklung neuer biobasierter Produkte wie etwa Verbundstoffe, Biopolymere, Bau- und Dämmstoffe, Biotreibstoffe, Chemikalien (vgl. Hatti-Kaul et al. 2007), Pharmazeutika und biobasierte Spezialprodukte sind auf digitale Technologien angewiesen, um eine gleichbleibende Qualität zu gewährleisten. Zugleich werden neue Geschäfts- und Betriebsmodelle für ermöglicht, die über die Digitalisierung in industrielle Prozesse eingebunden werden können. In der Automobilindustrie, die im Bereich Industrie 4.0 führend ist, sind unter anderem naturfaserverstärkte Karosserieteile und biokunststoffbasierte Innenverkleidungen möglich. Digitale Plattformen, digitale Analytik und digitale Verfahrens- und Anlagentechnik, die in der biomedizinischen- und Pharmaforschung heute zentral sind, können für biobasierte Industriematerialien umfassend zum Einsatz kommen. Sie ermöglichen Innovationen in der Systembiologie, in der synthetischen Biologie oder auch in der Mikrobiomforschung und ihrer Anwendung. Beispiele sind biochemisch veränderte Tabakpflanzen, die als grüne Arzneifabriken Medikamente produzieren⁷². Zudem lässt sich über die Digitalisierung die Transparenz und Offenheit in der biobasierten Produktion erhöhen. Über das Internet können kleine, primär regional tätige Unternehmen globale Reichweite und Sichtbarkeit und Einbindung erreichen (vgl. Pyka/Buchmann 2017).

In Österreich zeigen sich erste Initiativen, die diese Schnittstelle adressieren. Ob das hohe Innovationspotential genutzt werden kann, wird allerdings stark davon abhängen, in welcher Form, Intensität und Geschwindigkeit die Akteure auf dem Feld durch Förderung und Bewusstseinsbildung zusammengebracht werden.

⁷¹Thematisiert wird es am Rande der Bioökonomie-FTI-Strategie für Österreich. Im Rahmen der FFG-Ausschreibung zur Produktion der Zukunft gab es bereits einen Subschwerpunkt zur Prozessentwicklung in der Biobasierten Industrie.

⁷²Beispiele sind belastbare Naturfaserverbundstoffe für die Automobilindustrie, Digitale Zwillinge in der Wirkstoffproduktion oder auch gedruckte Papiersensoren in der Holzindustrie.

Zitierte Quellen

- Hatti-Kaul, R., Tornvall, U., Gustafsson, L. und Borjesson, P., 2007, Industrial biotechnology for the production of bio-based chemicals - a cradle-to-grave perspective, Trends Biotechnol 25(3), 119-124.
- OECD, 2009, The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda Paris: OECD.
- Pyka, A. und Buchmann, T., 2017, Die Transformation zur wissensbasierten Bioökonomie, in: Burr, W. und Stephan, M. (Hg.): Technologie, Strategie und Organisation, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 333-361 doi.org/10.1007/978-3-658-16042-5_17.

(PSR)

Illegaler Handel mit E-Schrott

Mit zunehmender Digitalisierung des Alltags und der kürzer werdenden Lebensdauer (Stichwort: geplante Obsoleszenz) elektronischer Geräte, nimmt auch die Menge an elektronischem Abfall zu. Der Großteil des entstehenden Abfalls wird nicht fachgerecht am Entstehungsort entsorgt und in weiterer Folge recycelt, sondern in Länder exportiert, die geringere Arbeits- und Umweltschutzaufgaben haben (Bakhiyi 2018). Das Basel Action Network (BAN)⁷³ – eine NGO mit Sitz in Seattle, die sich der Problematik des elektronischen Abfalls verschrieben hat und eng mit der UN zusammenarbeitet – hat mittels versteckter GPS-Tracker aufgedeckt, dass der Abfall unter anderem nach Taiwan, China, Pakistan, Thailand, Kenia und weitere Schwellen- und Entwicklungsländer exportiert wird⁷⁴. Trotz der internationalen Konvention zur Regelung des Exports von gefährlichen Abfällen zwischen entwickelten Ländern und Schwellen- bzw. Entwicklungsländern (Basel-Konvention) und der europäischen Umsetzung dieser Konvention in der Waste-Shipment-Regulation (WSR), werden Schätzungen zufolge jährlich zwei Millionen Tonnen elektronischen Abfalls illegal aus Europa exportiert (Zoetman 2006). Der illegale Export von elektronischem Abfall ist für internationales organisiertes Verbrechen zu einem lukrativen Geschäftsmodell geworden, denn der Abfall enthält viele wertvolle Ressourcen, wie Edelmetalle (Gold, Silber) oder seltene Erden (Neodym, Yttrium oder Europium). Der weltweit größte Elektronikschrottplatz der Welt befindet sich in Guiyu (China). Aus einem Dorf, dessen Wirtschaft vormals auf dem Anbau von Reis basierte, ist mittlerweile die „Hauptstadt“ des E-Schrotts geworden. Der Reisanbau ist aufgrund der hohen Verschmutzung nicht mehr möglich, denn um die Metalle zu extrahieren, die in den Elektrogeräten enthalten sind, werden diese verbrannt. Das Thema E-Schrott ist für Österreich aufgrund mehrerer Aspekte als relevant zu betrachten: Die illegale Sammlung und anschließende Ausfuhr von Elektroaltgeräten schädigt die österreichische Volkswirtschaft, indem es zur Erlösverringern für die Kommunen durch Verlust von Sekundärrohstoffen (Rohstoffe, die durch Recycling aus entsorgtem Material gewonnen werden) kommt. Obwohl Österreich die europäische Quotenvorgabe erfüllt, muss der Anteil an gesammelten Elektroaltgeräten ab 2019 wesentlich erhöht werden. Auch das Recycling von Elektroabfall, also das Rückgewinnen von wertvollen Ressourcen, hat das Potential, die nationale Wirtschaft zu fördern. Aufgrund bestehender Kompetenzen im Bereich des Abfallmanagements und Recyclings scheinen hierfür die entsprechenden Voraussetzungen vorhanden zu sein. Dadurch würde auch der internationale und organisierte illegale Handel mit Elektroabfällen erschwert werden.

⁷³ban.org.

⁷⁴pbs.org/newshour/science/america-e-waste-gps-tracker-tells-all-earthfix.

Zitierte Quellen

Zoetman B. C. J. 2006, Global Waste Electrical and Electronic equipment (WEEE) streams estimates. Tias Business School and Telos, Brabant Centre for Sustainable development, Tilburg University

Bakhiyi, B., Gravel, S., Ceballos, D., Flynn, M. A. und Zayed, J., 2018, Has the question of e-waste opened a Pandora's box? An overview of unpredictable issues and challenges, Environment International 110, 173-192 [sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017314708](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017314708).

European Police Office 2015, Exploring Tomorrow's Organised Crime. europol.europa.eu/sites/default/files/documents/Europol_OrgCrimeReport_web-final.pdf.

(LC)

Zwischenspeicher der Zukunft für elektrische Energie

Die Dekarbonisierung des Energiesystems und die dazu notwendige Energiewende bedürfen großer systemischer Anpassungen in der Energiebereitstellung. Regenerative Stromerzeugung wie Windkraft oder Photovoltaik ist abhängig von der Jahres- bzw. Tageszeit (Cebulla et al. 2017). Erschwerend kommt die Tatsache hinzu, dass die Nutzungsprofile – also der Bedarf an Energie im täglichen bzw. saisonalen Verlauf – nicht immer den Produktionsprofilen entsprechen. Auch die oft vorherrschende räumliche Distanz zwischen Erzeugung und Verbrauch der elektrischen Energie, ist eine infrastrukturelle Herausforderung für die Dekarbonisierung. Eine mögliche Lösung für diese Herausforderung, könnten Speichertechnologien sein, die Energieüberschüsse zwischenspeichern wenn sie entstehen. Diese Energie-Zwischenspeicher⁷⁵ wären somit eine Senke für temporäre Energie-Überschüsse und sie würden damit einen wesentlichen Beitrag zur Flexibilisierung des Netzes liefern (EASAC 2017). In Österreich übernehmen zurzeit Pumpspeicherkraftwerke diese wichtige Speicherfunktion, jedoch ist die Situation der Speicherkraftwerke in Österreich aufgrund der vorherrschenden Rahmenbedingungen (niedrige Strompreise, geringe untertägige Preisunterschiede) als prekär zu bezeichnen⁷⁶. In Zukunft könnte ihnen jedoch eine größere Rolle im Hinblick auf den Ausgleich bei Stromerzeugungsüberschüssen durch erneuerbare Energien zukommen. Weitere alternative und vielversprechende Methoden zur Speicherung von elektrischer Energie sind elektrochemische Speichersysteme (Zhang et al. 2018). Hierbei gibt es unterschiedliche technische Möglichkeiten die elektrochemischen Speichersysteme umzusetzen z.B. Aluminium-Ionen-Batterien, Vanadium-basierte Flow-Batterien, Natrium-Schwefel-Batterien oder Lithium-Ionen-Batterien. Innovative Speichertechnologien der Zukunft weisen ein hohes strategisches Potential auf, um neue nationale Märkte zu erschließen⁷⁷. Daher wird international viel Grundlagenforschung in diesem Bereich betrieben (Zhang et al. 2018). Auch im Hinblick auf das Katastrophenmanagement kann die Technologie von elektrischen Zwischenspeichern einen wesentlichen Beitrag leisten, wie ein Beispiel aus Puerto Rico zeigt⁷⁸: TESLA hat ihre Speichersysteme (Lithium-Ionen-Batterien) kurz nach dem Hurrikan Maria, der dazu führte, dass 97% von Puerto Rico ohne Stromversorgung waren, zur Verfügung gestellt. Somit konnte zumindest die kritischen Infrastrukturen aufrechterhalten werden.

⁷⁵ Genau genommen kann elektrischer Strom nicht gespeichert werden, sondern nur in eine andere Energieform umgewandelt und bei Bedarf rückverstromt werden.

⁷⁶ tugraz.at/fileadmin/user_upload/Events/Eninnov2012/files/pr/PR_Kloess.pdf

⁷⁷ isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2016/Energiespeicher-Monitoring-2016.pdf

⁷⁸ futurism.com/tesla-is-shipping-hundreds-of-powerwall-batteries-to-puerto-rico/.

Zitierte Quellen

- Cebulla, F., Naegler, T. und Pohl, M., 2017, Electrical energy storage in highly renewable European energy systems: Capacity requirements, spatial distribution, and storage dispatch, *Journal of Energy Storage* 14, 211-223, [sciencedirect.com/science/article/pii/S2352152X17302815](https://doi.org/10.1016/j.est.2017.06.001).
- EASAC 2017, Valuing dedicated storage in electricity grids, EASAC policy report 33, [easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Electricity_Storage/EASAC_Electricity_Web_low_res_30_June.pdf](https://www.easac.eu/fileadmin/PDF_s/reports_statements/Electricity_Storage/EASAC_Electricity_Web_low_res_30_June.pdf).
- Zhang, C., Wei, Y.-L., Cao, P.-F. und Lin, M.-C., 2018, Energy storage system: Current studies on batteries and power condition system, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 82, 3091-3106 [sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032117314077](https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.011).

(LC)

Lieferung auf der letzten Meile unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten

Unter der „Letzten Meile“ versteht man im Personenverkehr oder in der Warenlogistik den letzten Abschnitt einer Wegstrecke zur geplanten Destination. Gerade in den letzten Jahren hat vor allem der Business to Customer (B2C) Warenversand stark zugenommen, was letztlich auf das hohe Wachstum im Bereich des Distanzhandels zurückzuführen ist. Einer Studie des österreichischen Handelsverbands zufolge, gaben die ÖsterreicherInnen im Jahr 2017 7,6 Mrd. € über den Distanzhandel aus (KMU Forschung Austria 2017). Viele dieser erworbenen Waren müssen versendet werden, was schließlich auch zur Problematik der Letzten Meile führt: Die Paketzustellung erfolgt oft zu Zeiten in denen niemand anwesend ist, um die Sendung zu empfangen. Diese erfolglosen Zustellungen werden wieder in das Paketdepot zurückgebracht bis sie neuerdings zugestellt werden können. Das hat nicht nur ökologische (erhöhtes Verkehrsaufkommen), sondern auch ökonomische (Staus durch Lieferwagen) und soziale Folgen (geringere Lebensqualität aufgrund erhöhtem Verkehrsaufkommen) (Allen et al. 2000). Verknüpft mit dem Trend, dass immer mehr Menschen in Städten leben, führt das auch dazu, dass das Stadtbild zusehends von Zustelldienstfahrzeugen geprägt ist. Innovative Konzepte, um damit umzugehen, sind zum Beispiel, dass der Kunde oder die Kundin in so genannten Paketabholstationen das Paket abholen kommt, oder innovative Zustellsysteme, wie zum Beispiel Lastenfahrräder, V-Feather-Fahrzeuge oder Drohnen (siehe dazu Thema „Lieferdrohnen“, S. 21). Bei V-Feather-Fahrzeugen handelt es sich um Elektroautos, die modular aufgebaut sind. Die Fahrerkabine kann sich an verschiedene Frachtmodule andocken (Kühlwagen, Gefahrgut, Paketwagen etc.) (Slabinac 2015). Abgesehen von der Problematik der Letzten Meile, sind auch innovative Lösungen für Verpackungssysteme notwendig, denn bis jetzt sind die Versandverpackungen so gestaltet, dass man sie im Restmüll deponiert anstatt wieder zu verwenden. Es gibt bereits innovative Ansätze dazu, wie zum Beispiel die Nutzung von biologisch abbaubaren Verpackungsmaterialien (siehe dazu Thema „Biobasierte Zukunftsmaterialien“, S. 25), jedoch hat sich das noch nicht durchgesetzt. Da Lieferdienste in Zukunft weiter zunehmen werden, besteht aus Sicht von F&E und Politik Gestaltungsspielraum, um innovative Lösungsansätze für diese Herausforderungen zu entwickeln.

Zitierte Quellen

- KMU Forschung Austria, 2017, E-Commerce-Studie Österreich 2017
Konsumentenverhalten im Distanzhandel
- Allen, J., Anderson, S., Browne, M. & Jones, P. 2000, A framework for considering policies to encourage sustainable urban freight traffic and goods/service flows – Report 2: Current goods and service operations in urban areas. London: Transport Study Group, Universität Westminster
- Slabinac, M, 2015, Innovative Solutions for a „Last-Mile“ Delivery – A European Experience, 15th international scientific conference Business Logistics in Modern Management, 15. Okt 2015, Osijek Kroatien

(LC)

Biomimikry und Bionik: Designprinzipien aus der Natur

Biomimikry und Bionik bezeichnen technologische Lösungen, die auf Design-Ansätzen und Prozessen der Natur beruhen. Dieses interdisziplinäre Forschungsfeld wertet Funktionsprinzipien aus der Natur für die Entwicklung von Technologien aus. Die Analyse, wie die Natur im Zuge der Evolution etwa Prozesse und Strukturen in Pflanzen und Organismen hervor gebracht hat, um Energie und Wasser zu gewinnen und zu speichern, wird zur Grundlage für neue Prozessinnovationen. Zugrundeliegende Designprinzipien werden analysiert und auf mögliche Lösungen für zukünftige Technologien untersucht, die strukturell ähnliche Herausforderungen aufweisen: z.B. Temperatur-Isolation, Energiegewinnung, Wassergewinnung, -speicherung oder auch -reinigung. Zusätzlich zu technisch innovativen Lösungen geht es um neue Herangehensweisen und um Prozessinnovationen, die Nachhaltigkeit bereits in das Design integrieren.

Bionik ist bereits in der Architektur etabliert und gewinnt aus den Struktur bildungsgesetzen der Natur Modellierungsansätze und Designmöglichkeiten für neuartige Strukturen (Yuan et al., 2017). Biomimikry ist auf innovative Organisationsstrukturen oder systemische Lösungen ausgerichtet.⁷⁹ Neue Aktualität erhalten Bionik und Biomimikry durch die Fortschritte in Simulation und 3D-Druck, die es ermöglichen, komplexe Strukturen und Systeme aus der Natur als Konstruktionsprinzip und Vorlage zu nutzen. Aktuelle Beispiele für die Fertigung der Zukunft sind die etwa von Quallen inspirierte Fortbewegung, das von Tieren inspirierte Roboterdesign – von Roboter-Insekten (Bau & Carde, 2015) bis zu Roboterfischen (Neveln et al., 2013) –, die Erforschung des Verhaltens von Tiersystemen (z.B. Ameisen), die helfen könnten, das Internet weiter zu entwickeln oder sogar zu verstehen, wie sich Krebszellen ausbreiten. Ein weiteres Beispiel ist das optische System von Schmetterlingen, das in der Medizintechnik genutzt werden könnte, um während der Operation Krebsgewebe besser erkennen zu können.⁸⁰

Bionik und Biomimikry werden nach wie vor primär aus technologischer Sicht betrachtet. Mit der breiten Diskussion über neue Fertigungstechniken im Kontext der Bioökonomie ergibt sich die Möglichkeit, Bionik/Biomimikry aus der Perspektive branchen- und bereichsübergreifender Problemlösungsansätze zu analysieren und die Designprinzipien der Natur als innovationspolitischen Ansatz zu entwickeln⁸¹.

⁷⁹ leibniz-gemeinschaft.de/forschung/junge-leibniz-wissenschaftler-im-interview/biomimicry/.

⁸⁰ wissenschaft.de/gesundheit-medizin/schmetterlingsaugen-fuer-die-krebschirurgie/.

⁸¹ Dies bietet sich insbesondere an, da in Österreich bereit Akteure und Netzwerke zu dem Thema vorhanden sind, sieht z.B: bionikum.at/verein/.

Zitierte Quellen

Bau, J., und Carde, R. T. (2015). Modeling Optimal Strategies for Finding a Resource-Linked, Windborne Odor Plume: Theories, Robotics, and Biomimetic Lessons from Flying Insects. *Integrative and Comparative Biology*, 55(3), 461-477.

Neveln, I. D., Bai, Y., Snyder, J. B., et al. (2013). Biomimetic and bio-inspired robotics in electric fish research. *Journal of Experimental Biology*, 216(13), 2501-2514.

Yuan, Y. P., Yu, X. P., Yang, X. J., et al. (2017). Bionic building energy efficiency and bionic green architecture: A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 74, 771-787.

(PSR)

Zellfabriken der Zukunft

Eine Zukunftsvision in der Herstellung neuartiger Materialien besteht darin, lebende Zellen und ihre molekularen Komponenten umfassend als Zellfabriken im industriellen Maßstab zu nutzen. Um Mikroorganismen für die Produktion spezieller Stoffe einzusetzen, verwendet die Biotechnologie das Verfahren des *Metabolic engineering* (siehe Thema „Künstliches Leben“, S. 33). Bei diesem Design von maßgeschneiderten Stoffwechsel- und Synthesewegen in einer Zelle können genetische Steuerelemente und Biosynthese-Gene aus Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen miteinander kombiniert werden, um Mikroben in effiziente Zellfabriken zu verwandeln – und sie etwa für die Herstellung von Medikamenten zu nutzen.

Zu den Musterbeispielen gehört die Produktion des Malariawirkstoffs Artemisinin, der traditionell aus der einjährigen Beifuß-Pflanze *Artemisia annua* extrahiert wird. Die Vorstufe des Wirkstoffs, Artemisininsäure, lässt sich auch von einer gentechnisch veränderten Hefe, einer „Designermikrobe“, produzieren, aus der sich das gewünschte Malaria-Medikament herstellen lässt.⁸² Mittlerweile sind auch synthetische Hefezellen-Fabriken im Labormaßstab möglich, die in Zukunft den potenziellen Krebswirkstoff Noscadin produzieren können (vgl. Li et al. 2018). Manche der vielversprechenden Zellfabriken stellen allerdings zugleich bisherige internationale Regulierungsätze in Frage: Hefepilze lassen sich so verändern, dass sie opium-ähnliche Stoffe produzieren können, womit in Zukunft hochwirksame Schmerzmittel aus einfachsten Materialien entwickelt werden könnten.⁸³ Auch wenn die Herstellung nicht im „Garagenlabor“ möglich sein soll, so stellen sich mit Zellfabriken wie in der Opiatherstellung neue Fragen hinsichtlich Open Science als auch im Umgang mit organisierter Kriminalität.⁸⁴

Neben den medizinischen Anwendungen sollen Bakterien als Zellfabriken zum Beispiel auch natürliche Kunststoffe (siehe Thema „Industrie 4.0 und Bioökonomie“, S. 79) mit hoher Ausbeute und Reinheit fertigen („Bio-

⁸²Aufgrund der hohen Produktion an landwirtschaftlich erzeugtem Artemisinin und dem entsprechenden Preisverfall wurde das synthetische Verfahren aus Hefe kein Markterfolg, hat aber die Innovationstätigkeit auf dem Gebiet stark forciert: Mittlerweile transferierten ForscherInnen den entsprechenden Stoffwechselweg aus dem einjährigen Beifuß in die großblättrige Tabakpflanze, die landwirtschaftlich großflächig angebaut werden kann und große Mengen an Artemisininsäure günstig produzieren kann Fuentes, et al. (2016).

⁸³Siehe Galanie, et al. (2015). Hochrelevant angesichts dessen ist, dass das International Narcotics Control Board INCB der Vereinten Nationen schätzt, dass mehr als drei Viertel der Weltbevölkerung keinen ausreichenden Zugang zu schmerzlindernden Medikamenten für HIV/AIDS, Krebs und sogar Geburten haben.

⁸⁴Open Science sieht die umfangreiche Bereitstellung der Ergebnisse von Forschung vor. Ergebnisse bereitzustellen, die die Möglichkeit bieten, aus einfachen Stoffen Vorstufen von Drogen herzustellen, wären in diesem Fall problematisch.

Nylon⁸⁵). Die maßgeschneiderten Zellfabriken für die industrielle Bioproduktion von Chemikalien, Materialien und Treibstoffen werden allerdings auf gezielter gentechnischer Modifikation beruhen.

Die Risiken eines umfassenden Einsatzes von Zellfabriken sind noch nicht systematisch untersucht, aber die Möglichkeiten in der Medizin, in der bio-basierten Ökonomie und in der industriellen Anwendung sind sehr weitreichend.

Zitierte Quellen

- Fuentes, P., Zhou, F., Erban, A., Karcher, D., Kopka, J. und Bock, R., 2016, A new synthetic biology approach allows transfer of an entire metabolic pathway from a medicinal plant to a biomass crop, *Elife* 5.
- Galanie, S., Thodey, K., Trenchard, I. J., Interrante, M. F. und Smolke, C. D., 2015, *Synthetic Biology. Complete biosynthesis of opioids in yeast*, *Science* 349(6252), 1095-1100.
- Li, Y. R., Li, S. J., Thodey, K., et al., 2018, Complete biosynthesis of noscapine and halogenated alkaloids in yeast, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115(17), E3922-E3931.

(PSR)

⁸⁵Vgl. ingenieur.de/technik/fachbereiche/biotechnik/bio-nylon-bakterien-kunststoff-nachwachsenden-rohstoffen-produzieren:

Fliegende Windenergie

Eine neue Generation Turbinen könnte den Windenergiesektor revolutionieren. Derzeit sind mehrere Prototypen im Einsatz, an denen geforscht wird: Mit dem Boden verbundene Flugdrachen fliegen dabei in einer Höhe von etwa 200-600m und nutzen den dort herrschenden stetigen und kräftigen Luftstrom. Äußerlich erinnern sie an Segelflugzeuge, Drohnen, Zepeline oder auch Flugzeugturbinen⁸⁶. Strom produzieren diese Windenergiesysteme durch Rotoren auf oder in dem Drachen. Die Energie wird durch ein Kabel zum Boden geleitet⁸⁷. Ein anderes Design ist mit einer Turbine kombiniert, die am Boden steht. Der Drachen übt dabei ständig Zug auf das Verbindungsseil aus, dieser Zug wird in der Turbine in Strom umgewandelt. Autonom gesteuerte Flugmanöver in Form einer großen Acht mit mehreren hundert Metern Durchmesser erhöhen den Zug, beziehungsweise verstärken die Windgeschwindigkeit an den Rotoren. Bisherige Ergebnisse zeigen eine höhere Energieproduktion und Effizienz als herkömmliche Windräder⁸⁸. Große Energieunternehmen wie e.on experimentieren bereits mit der neuen Technologie und auch Google ist in den Markt durch den Kauf eines kleinen Entwicklers eingestiegen. Die Anwendung in Österreich ist potentiell denkbar und könnte einen Übergang zu erneuerbaren Energien unterstützen und beschleunigen. Aufgrund der Kollisions- und Absturzgefahr eignen sich die fliegenden Turbinen vor allem für unbewohnte Gebiete. Auch in bewohnten Gebieten könnten die neuen Windenergiesysteme bei ausreichendem Sicherheitsabstand eingesetzt werden, allerdings sind dabei Standortfragen vor allem auch mit der Bevölkerung abzustimmen.

(NG)

⁸⁶ altaerosenergies.com; x.company/makani/.

⁸⁷ greentechmedia.com/articles/read/a-beginners-guide-to-the-airborne-wind-turbine-market#gs.F8LhaSI.

⁸⁸ global.handelsblatt.com/companies-markets/e-on-invests-millions-in-flying-wind-turbines-746616.

Personalisierte Genomsequenzierung

Individuelle Genomsequenzierung, wie sie heute schon möglich ist, erzeugt eine Karte der eigenen DNA, bei der der exakte Aufbau des gesamten Erbguts ausgelesen wird. Das kann medizinischem Fachpersonal dabei helfen, wirksame und sichere Behandlungen auf die persönlichen Bedürfnisse von PatientInnen abzustimmen. Zum Beispiel könnten so Dosierungen von Arzneimitteln und auch die Wahl der Medikamente selbst, besser auf den Stoffwechsel der jeweiligen Person angepasst und Nebenwirkungen vermieden werden. Preiswerte Diagnostik und bessere Prävention könnten auch Kosten im Gesundheitssystem senken.

Das Wissen über genetische Marker von Krankheiten wächst und dadurch wird das persönliche DNA-Profil in Diagnostik und Prädiagnostik nützlicher. Aufgrund der DNA-Daten können MedizinerInnen bei Gesunden Aussagen darüber treffen, wie hoch das Risiko ist, an einer bestimmten Krankheit zu erkranken und das bereits lange vor dem Auftreten von Symptomen. Einige chronische Krankheiten können durch pränatale Interventionen, Frühgeburtenbehandlungen oder möglicherweise durch Gentherapie verhindert oder sogar ausgerottet werden.

Das Auslesen des eigenen Genoms allein ist allerdings oft nur bedingt aussagekräftig, da das Wissen darüber, welche Genkombinationen oder welche Veränderung welche Krankheiten bedingen, noch lückenhaft ist. Vor allem aber bleiben Risikoeinschätzungen für viele Krankheiten Wahrscheinlichkeitsaussagen, auch wenn sie auf Basis des eigenen Genoms berechnet werden. Die Diagnose einer Erkrankungswahrscheinlichkeit kann aber bereits gravierende physische, psychische und soziale Folgen haben⁸⁹. Entscheidungen über Therapien können bei uneindeutigen Aussagen sehr schwierig sein, diese müssen die PatientInnen aber selbst treffen. Die präventiven Maßnahmen, die aus solchen Risikoeinschätzungen abgeleitet werden bewegen sich sehr oft im Bereich von allgemeingültigen Gesundheitsratschlägen, wie nicht zu rauchen, sich viel zu bewegen und gesund zu essen.

Die Technik der Sequenzierung ist ausgereift und im Wesentlichen beeinflussen nur logistische Fragen den Preis, damit ist Massenanwendung denkbar geworden. Brennende Fragen betreffen allerdings den Datenschutz, da aus einem sequenzierten Genom hochsensible Daten, wie Krankheitsrisiko oder Abstammung abgelesen werden können. So wird zum Beispiel Diskriminierung durch Arbeitgeber oder Versicherungen aufgrund genetischer Daten, wenn auch verboten, denkbar.

(MN)

⁸⁹ bmgf.gv.at/cms/home/attachments/4/6/0/CH1053/CMS1362400994960/genetischeanalysen_20130320.pdf.

Genome editing [CRISPR/Cas9] in der Pflanzenzucht

Genome Editing bezeichnet neue Methoden, die es erlauben, zielgerichtete Eingriffe im Erbmaterial, dem Genom einer Zelle durchzuführen. Zukünftig können damit viele Bereiche der Grundlagenforschung beeinflusst werden und Anwendungen in der Medizin und darüber hinaus möglich werden. Im Moment wird das Genom-Editing hauptsächlich im Zusammenhang mit medizinischen Anwendungen diskutiert, aber die Anwendung wird für die Pflanzenzüchtung als vielversprechend gesehen. Insbesondere die Methode CRISPR/Cas9 (siehe auch Thema „Künstliches Leben“, S. 33), die genutzt wird, um Gene zielgerichtet zu verändern, steht im Mittelpunkt der wissenschaftlichen und öffentlichen Diskussion. Es geht darum, die Erbinformation zu verändern, in dem mittels CRISPR/Cas9 einzelne DNA-Bausteine ausgetauscht, entnommen oder hinzugefügt werden. In Bezug auf Pflanzenzüchtung ist umstritten, ob CRISPR/Cas9 als eine Form gentechnischer Veränderung zu behandeln ist oder aber als neue Züchtungsmethode.⁹⁰ ForscherInnen aus dem Feld fordern eine Gleichbehandlung von Genom-editierten und klassisch gezüchteten Pflanzen⁹¹. Schwierig ist zudem, dass die editierten Pflanzen nicht unbedingt als solche identifiziert werden können.⁹²

Für die weitere Entwicklung in Europa ist es zum einen notwendig, in der Grundlagenforschung auf europäischer Ebene zu kooperieren (Borch et al. 2015), zum anderen Mechanismen zu entwickeln, die eine verantwortungsvolle Forschung und Innovation gewährleisten.

Zitierte Quellen

Borch, K., Daimer, S., De Roure, D. C., Deketelaere, K., Dimitropoulos, A., Felt, U., Geuna, A., Glenn, J., Gulda, K., Kolar, J., Gallart, J. M., Narula, R., Ringland, G., Schaper-Rinkel, P., Smith, J., Tschaut, A. und van der Wende, M., 2015, The Knowledge Future: Intelligent policy choices for Europe 2050: Publications Office of the European Union.

(PSR)

⁹⁰ bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zum-genome-editing-und-crispr-cas9.pdf.

⁹¹ mpg.de/9943004/gen-editierte-pflanzen.

⁹² [europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/582018/EPRS_BRI\[2016\]582018_EN.pdf](https://europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2016/582018/EPRS_BRI[2016]582018_EN.pdf).

Künstliche Organe – 3D-Biodruck

Menschliche Organe im Labor zu züchten kennzeichnet ein Set an Forschungsansätzen, die aktuell erweitert und verfeinert werden. Nach Versuchen, Tierherzen zu züchten, wird das *Tissue Engineering* – die Konstruktion von Gewebe – als vielversprechender Weg angesehen. Weitreichende Visionen des Forschungsfeldes sind biologische Ersatzorgane aus dem 3D-Drucker⁹³. Während z. B. funktionsfähige Nieren oder Lungen aus dem Bio-Drucker spekulative Entwicklungen sind, rückt die Entwicklung von künstlichen Knorpeln, Knochen und Muskeln bereits näher.

Die zukünftige Relevanz ist hoch: Auch wenn die Transplantation von Organen heute medizinisch fast Routine ist, so ist diese Form des Organersatz mit vielen Problemen verbunden: Die Medikamente zur Unterdrückung von Abstoßungsreaktionen beeinträchtigen die Lebensqualität umfassend; das zugrundeliegende Konzept des Hirntods der SpenderInnen ist ethisch umstritten; es gibt einen steigenden Mangel an Organen, die transplantiert werden können; der Organhandel breitet sich als transnationale Kriminalität aus und schließlich wird der Organmangel durch den demografischen Wandel verstärkt. Steigende Lebenserwartung und demografischer Wandel werden das Problem des Mangels an Organspenden erhöhen. Künstliche Organe könnten diese Probleme umfassend lösen.

Allerdings besteht bei den 3D-Biodruck Organen ein hoher Grad an Unsicherheit in Bezug auf die Realisierungswahrscheinlichkeit und zugleich ist der Zeithorizont der Realisierung von biologischen Organen mit komplexen Funktionen schwer einzuschätzen. Da Österreich international bei den durchgeführten Organtransplantationen einen der Spitzenränge einnimmt, ist eine hohe Kompetenz vorhanden und somit sind gute Bedingungen für die Forschung gegeben.

(PSR)

⁹³ Die künstlichen Organe der Zukunft sind dadurch charakterisiert, dass sie biologischer Herkunft und personalisiert sind. Synonyme sind daher „biological organs“, „personalized organs“, siehe Glenn/Florescu (2015), früher auch: bioartifizielle Organe (dip21.bundestag.de/dip21/btd/14/031/1403144.pdf).

Treibstoffe aus Sonnenlicht: Künstliche Photosynthese und bionische Blätter

Die natürliche Photosynthese ist einer der wichtigsten Prozesse zur Produktion von Biomasse in der Natur. Das Wissen über diesen Mechanismus machen sich Wissenschaftsteams weltweit zunutze und erforschen unter dem Begriff „künstliche Photosynthese“ Möglichkeiten zur Herstellung von CO₂-neutralen Biokraftstoffen aus Sonnenlicht (z. B. Wasserstoff).

Dieser Ansatz verspricht mehrere Vorteile in Anbetracht des weltweit steigenden Energiebedarfs. Die Sonne liefert als Energiequelle in einer Stunde mehr Energie zur Erde als wir derzeit an fossiler, nuklearer und erneuerbarer Energie pro Jahr nutzen (Barber/Tran 2013). Die künstliche Photosynthese ermöglicht es, Sonnenlicht direkt in chemische, lagerbare Kraftstoffe (z. B. Wasserstoff, Methan, Ethanol) umzuwandeln, während bspw. Photovoltaik, Windkraft und Erdwärme Strom erzeugen, dessen kostengünstige Speicherung noch nicht gelöst ist (Charisius 2017).

Erste Prototypen sind sogenannte „künstliche Blätter“, die die Form von Beutel, Luftpolsterfolie oder auch gewöhnlicher Solarzellen haben können (Rüschemeyer 2017). Diese bionischen Blätter sind in der Produktion von Biomasse effizienter als echte Blätter und stellen den ersten Schritt in Richtung einer einfachen, kostengünstigen und autarken Energieversorgung dar (Nocera 2012).

Während die künstliche Photosynthese als technologische Entwicklung bereits Realität ist, bleibt die Frage ihrer (industriellen) Anwendbarkeit offen. Obwohl der Vorteil künstlicher Photosynthese im dezentralen Einsatz z. B. in Entwicklungsländern ohne zentrale Energieversorgungssysteme gesehen wird, bietet das Forschungsgebiet gerade für die österreichische Grundlagenforschung relevante Anknüpfungspunkte, z. B. bei der Untersuchung von Quanteneffekten in biologischen Systemen (Lim et al. 2015).

Zitierte Quellen

- Barber, J. und Tran, P. D., 2013, From natural to artificial photosynthesis, *Journal of The Royal Society Interface* 10(81), 20120984.
- Charisius, H., 2017, Sprit aus Licht; *Süddeutsche.de*; [sz.de/1.1124182](https://www.sueddeutsche.de/1.1124182).
- Lim, J., Paleček, D., Caycedo-Soler, F., Lincoln, C. N., Prior, J., Von Berlepsch, H., Huelga, S. F., Plenio, M. B., Zigmantas, D. und Hauer, J., 2015, Vibronic origin of long-lived coherence in an artificial molecular light harvester, *Nature communications* 6, 7755.
- Nocera, D. G., 2012, The artificial leaf, *Accounts of Chemical Research* 45(5), 767-776.
- Rüschemeyer, G., 2017, Künstliche Photosynthese. Pack die Sonne in den Tank; *Frankfurter Allgemeine Zeitung*; [faz.net/-gx5-908np](https://www.faz.net/-gx5-908np).

(DW)

Wasserstoffspeicher der Zukunft

Wasserstoff ist ein regenerativer und umweltfreundlicher Energieträger mit dem höchsten Brennwert aller chemischen Brennstoffe – bezogen auf die Masse (Züttel 2004). Die zwei wesentlichen Gründe, warum Wasserstoff noch nicht umfassend als Brennstoff genutzt wird sind erstens, dass Wasserstoff in der Natur fast nur in gebundener Form als Wasser und Kohlenwasserstoff vorkommt und daher erst produziert werden muss und zweitens ist Wasserstoff bei Raumtemperatur gasförmig und lässt sich aufgrund seiner niedrigen kritischen Temperatur nur schwer speichern.

In der Forschung gibt es unterschiedliche Methoden und technologische Ansätze, um Wasserstoff zu speichern. Dazu zählen gasförmige Speicherung in Hochdrucktanks, kryogene Speicherung von flüssigem Wasserstoff und die Feststoffspeicherung. Die derzeit gängigste Methode ist die Speicherung in Hochdrucktanks, die Wasserstoffgas bis auf 700 Bar zusammenpressen und somit ca. fünf Kilogramm Wasserstoff aufnehmen können (Schröder 2009). Das Problem dabei ist die unhandliche Größe von zwei voluminösen Koffern, die ein solches Hochdrucktanksystem beansprucht.

Eine andere Möglichkeit ist die Speicherung von Wasserstoff durch Einlagerung in metall-organische Gerüststrukturen (MOFs). MOFs sind leicht wie Styroporkügelchen und können derzeit aufgrund ihrer porösen Kristallgitter mit großer Oberfläche zwischen fünf und sieben Gewichtsprozent Wasserstoff speichern (Schröder 2009). Für den Einsatz in einem Auto sollten die MOFs mindestens neun Gewichtsprozent Wasserstoff speichern können. Eine weitere Hürde für die Praxis sind die benötigten tiefen Temperaturen bei der Einlagerung (minus 196°C).

Neben MOFs wird auch an anderen Speichersubstanzen geforscht: z. B. an leichten Metallhydriden oder biomimetischen Kohlenstoffgerüsten. Leichte Metallhydride sind bereits als Speichermaterialien im Einsatz, bspw. auf modernen U-Booten. Für die Speicherung von fünf Kilogramm Wasserstoff werden 250 kg Metallhydrid benötigt (Schröder 2009). Das ist zwar als Zusatzgewicht für den Tauchgang vorteilhaft, für den Einsatz in der Automobilindustrie jedoch ungeeignet. Außerdem verläuft die Einlagerung von Wasserstoff in Metallhydriden äußerst langsam. Schnellere Ladezyklen versprechen die porösen Kohlenstoffgerüste, die wie eine Lunge funktionieren: durch große Öffnungen dringt das Gas tief ins Material, wo es dann wie in den Bronchien in immer feinere Verästelungen gelangt (Schröder 2009).

Die sichere Speicherung von großen Mengen Wasserstoff ist für die erfolgreiche Nutzung von Wasserstoff als Energieträger fundamental. Ausgereift ist bisher keine der beschriebenen Technologien. Trotzdem ist das internationale Interesse von Industrie und Regierungen an Speicherlösun-

gen groß. Mit maßgeblichen Forschungseinrichtungen⁹⁴ und innovativen Unternehmen verfügt Österreich über adäquate Bedingungen für erfolgversprechende Forschung im Bereich der Wasserstoffspeicherung.

Zitierte Quellen

Schröder, T., 2009, Wasserstoffspeicher. Das Raumwunder im Tank; Max-Planck-Gesellschaft; mpg.de/1326157/wasserstoff.

Züttel, A., 2004, Hydrogen storage methods, Naturwissenschaften 91(4), 157-172.

(DW)

⁹⁴ hycenta.at.

Chips der Zukunft: Elektronische Haut

Elastische Chips, die wie ein Abzieh-Tattoo mit Wasser auf die Haut aufgeklebt werden, können Puls, Sauerstoffsättigung oder Hirnströme messen. Sie werden als „elektronische/künstliche Haut“ bezeichnet. Die mikroskopisch kleinen, elektronischen Schaltkreise können bspw. auf dem Handrücken oder an der Stirn angebracht werden, sind widerstandsfähig und stören ihre TrägerInnen kaum. Damit sind sie für den Einsatz im Sport, aber auch in der nicht-invasiven Medizin geeignet. Dort können sie in Verbindung mit entsprechenden Sensoren lebenswichtige Funktionen (Herzfrequenz, Sauerstoffkonzentration im Blut, etc.) erfassen und über ein Display mit Leuchtdioden auf der Haut anzeigen (Yokota et al. 2016). Bisher können erst einzelne Buchstaben oder Ziffern angezeigt werden. Zukünftig könnte die Entwicklung auch für die Anzeige von z. B. Bauplänen oder Diagrammen am Arm genutzt werden, ohne die TrägerInnen in ihrer Arbeit einzuschränken (Der Standard 2016).

Elektronische Haut hat ein hohes Zukunftspotential in Hinblick auf ihre Weiterentwicklung und Anwendung. Zur Aussicht stehen dabei die Entwicklung von umfassenden Displays und die Erforschung von neuen Einsatzgebieten (z. B. ganzheitliches Gesundheitsmonitoring durch Pflaster). Auch der Einsatz von künstlicher Haut für z. B. Armprothesen, um zukünftig Druckempfindung und das Fühlen von Wärme und Kälte zu ermöglichen (Ober 2015; Tee et al. 2015) ist ein vielversprechender Anwendungskontext der gerade für Österreich mit innovationsstarken Akteuren in der Prothetik interessant erscheint.

Zitierte Quellen

- Der Standard, 2016, Elektronische Haut verwandelt Handrücken in ein Display.; 17. April; derstandard.at/2000035044646/Elektronische-Haut-verwandelt-die-Hand-in-ein-Display.
- Ober, M., 2015, Elektronische Haut. Die Prothese mit Feingefühl, Frankfurter Allgemeine Zeitung; faz.net/-gx7-896lv.
- Tee, B. C.-K., Chortos, A., Berndt, A., Nguyen, A. K., Tom, A., McGuire, A., Lin, Z. C., Tien, K., Bae, W.-G. und Wang, H., 2015, A skin-inspired organic digital mechanoreceptor, Science 350(6258), 313-316.
- Yokota, T., Zalar, P., Kaltenbrunner, M., Jinno, H., Matsuhisa, N., Kitano, S., H., Tachibana, Y., Yukita, W., Koizumi, M. und Someya, T., 2016, Ultraflexible organic photonic skin, Science advances 2(4), e1501856.

(DW)

Cyborg: Gehirn-Computer-Schnittstellen

Die „Verschmelzung“ von Menschen mit Maschinen, wie sie in der Science-fiction oft thematisiert wird, wird zwar noch auf lange Zeit Vision bleiben, aber die schrittweise Überschreitung der Grenze zwischen Mensch und Maschine wird häufiger und die technologischen Voraussetzungen werden immer besser.⁹⁵ Begonnen hat es mit Cochlea-Implantaten und anderen künstlichen Organen bzw. Gliedmaßen und heute ist bereits so vieles möglich, dass einige Menschen bereits daran denken, auch ohne medizinische Notwendigkeit teilweise zum „Cyborg“ zu werden, um ihre Fähigkeiten über das normale menschliche Maß hinaus zu erweitern. Die Forschung an Schnittstellen zwischen Computern und dem menschlichen Hirn ist ebenfalls gerade dabei, über die Grundlagenforschung hinaus zu gehen und die Vision der Verbesserung kognitiver Funktionen zu verwirklichen, etwa durch neue „Sinne“ (etwa für Magnetfelder, Infrarotlicht oder Radiowellen und allgemein Brainchips⁹⁶). Auch wenn Neuroenhancement im engeren Sinne noch einige Zeit Utopie bleiben dürfte (ITA 2016), stellen sich schon heute spannende Fragen, wie die Gesellschaft mit solchen „Cyborgs“ umgehen würde, siehe die von den Transhumanisten angestoßene Debatte (Kurzweil 2014).

So wird etwa in der Medizinethik diskutiert, ob nicht-kuratives Verbessern menschlicher Leistungen durch technische Implantate vertretbar wäre bzw. unter welchen Voraussetzungen.⁹⁷ Es stellt sich weiters die Verteilungsfrage, wer Zugang zu solchen Verbesserungen bekommen wird und unter welchen Bedingungen? Für die einzelnen Anwendungen müssten jedenfalls prinzipielle Sicherheitsaspekte vorab geklärt werden, in erster Linie betreffend die Gesundheit des Cyborgs selbst, da es ja um das neuartige und komplexe Zusammenspiel von technischen mit natürlichen „Komponenten“ geht. Aber auch die Tatsache, dass Cyborgs übermenschliche Fähigkeiten haben würden, bedeutet etwas für das zukünftige Zusammenleben. In Österreich gibt es einen international wettbewerbsfähigen Medizintechnik-Sektor⁹⁸ sowie Forschung zum Thema Human-Computer-Interaction⁹⁹.

⁹⁵ Techno Sapiens – Die Zukunft der Spezies Mensch.
Film von Peppo Wagner – Erstausrstrahlung in 3sat am 16. November 2016
pwfilm.at/dokumentation/techno-sapiens/.

⁹⁶ Siehe jüngst die US-Unternehmensgründung Neuralink neuralink.com.

⁹⁷ pewinternet.org/essay/human-enhancement-the-scientific-and-ethical-dimensions-of-striving-for-perfection/.

⁹⁸ lifescienceaustria.at/life-sciences-in-oesterreich/zahlen-und-fakten/medizintechnik/.

⁹⁹ Etwa am AIT (rund um M. Tschelegi) oder an der TU Wien (rund um G. Fitzpatrick).

Zitierte Quellen

ITA, 2016, Hirndoping – alte Träume, ernüchternde Realität, ITA-Dossier 24, November, Autor: Torgersen, H., epub.oeaw.ac.at/ita/ita-dossiers/ita-dossier024.pdf.

Kurzweil, R., 2014, Menschheit 2.0. Die Singularität naht, 2. Aufl., Berlin: Lola Books

(MN)

High-Tech-Nahrungsmittelsysteme

Die Weltbevölkerung wird nach Schätzungen der Vereinten Nationen bis 2050 auf 9,8 Milliarden Menschen anwachsen und zu zwei Dritteln in Städten leben. Während die Produktion von Nahrungsmitteln daher stark gesteigert werden muss, ist sie dagegen zunehmend bedroht durch Klimawandel, Monokulturen und eine Abhängigkeit von Importen. Eine mögliche Lösung sind geschlossene High-Tech-Nahrungsmittel-Systeme, in der Pflanzen unter digital kontrollierten Bedingungen ressourceneffizient gezüchtet werden, weniger Platz, Wasser, Dünger und Pestizideinsatz brauchen (siehe Thema „Zellfabriken“, S. 89).

Diese Systeme werden als „vertikale Landwirtschaft“ (vertical farming) bezeichnet, wenn es darum geht nennenswerte Mengen an Pflanzen in mehrstöckigen Gebäuden innerhalb der Stadt anzubauen (Al-Kodmany, 2018). Zucht und Ernte sollen vollautomatisch erfolgen, mit Nährstoffen versorgt werden sie von einem geschlossenen Wasserkreislauf. Dabei werden unterschiedliche Systeme eingesetzt: Bei der Hydrokultur werden Pflanzen statt in Erde in anorganischen Substrat gezogen, bei der aktuellen und effizienteren Variante, der Aeroponik, werden die freiliegenden Wurzeln der Pflanzen von Zerstäubern mit Wasser benetzt. Diese Pflanzenzucht-Systeme werden bereits mit der Zucht von Fischen kombiniert: Unter dem Begriff Aquaponik wird das Verfahren subsumiert, das die Aufzucht von Fischen in Aquakultur mit der Kultivierung von Nutzpflanzen in Hydrokultur verbindet (Love et al., 2015). Als automatisierte Indoor-Landwirtschaft verbinden die Nahrungsmittelsysteme dezentrale Ansätze mit Digitalisierung und Automatisierung, wenn in Zukunft z.B. Indoor-Salatfarmen komplett von Robotern und Computern betreut werden. Weitere Systeme sind intelligente, schwimmende Farmen und High-Tech-Stadtlandwirtschaften.¹⁰⁰ Mit den High-Tech-Nahrungsmittelsystemen kann die Ernährungssouveränität generell in Städten, in Regionen und Kontexten gestärkt werden, die aufgrund der Umweltbedingungen oder aus Platzmangel nicht ausreichend auf traditionelle Landwirtschaft zurückgreifen können, und zugleich eine Dezentralisierung der Nahrungsmittelproduktion unterstützt werden. Perspektivisch kann kleinflächiger und trotzdem effizient produziert werden; die Produktion von Nahrungsmitteln kann näher an oder sogar direkt in urbane Zentren integriert werden. Allerdings ist unklar, in welchem Ausmaß diese Systeme zur zukünftigen Welternährung beitragen können. Weiters sind die tatsächlichen Umweltwirkungen noch unklar (Energie-, Wasser- und Flächenverbrauch) – ebenso wie die Vergleichbarkeit mit herkömmlich produzierten Nahrungsmitteln.

¹⁰⁰ Beispiele siehe trendingtopics.at/vertical-farming-plantagon-aero-frams-vertical-farming-institute-vienna-new-jersey-sweden/; spread.co.jp/en/technology/.

In Industrieländern mit ausdifferenzierter Landwirtschaft, hohem landwirtschaftlichen Knowhow und fortgeschrittener Digitalisierung und Automatisierung bietet sich die Möglichkeit, über High-Tech-Nahrungsmittelsysteme vielfältige Produkt- und Prozessinnovationen zu entwickeln.

Zitierte Quellen

- Al-Kodmany, K. (2018). The Vertical Farm: A Review of Developments and Implications for the Vertical City. *Buildings*, 8(2).
- Love, D. C., Fry, J. P., Li, X. M., Hill, E. S., Genello, L., Semmens, K., & Thompson, R. E. (2015). Commercial aquaponics production and profitability: Findings from an international survey. *Aquaculture*, 435, 67-74.

(PSR)

Robojournalismus und digitalisierte Medien

Nachrichteninhalte werden zunehmend über sozialen Netzwerke und mobile Geräte konsumiert. Das hat zur Folge, dass einige wenige digitale Plattformen die Verteilung der Nachrichten dominieren und von steigenden Werbeeinnahmen zu Lasten der traditionellen Nachrichtenunternehmen profitieren. Diese Nachrichtenunternehmen reagieren oft mit Sparmaßnahmen, wie der Reduktion von Angestellten und Inhalten, die zu weniger Breite und Qualität der Nachrichtenproduktion führen. Das wiederum vermindert die Attraktivität des Mediums für LeserInnen und Anzeigenkunden. Zusätzlichen Druck auf den Qualitätsjournalismus erzeugt die Automatisierung der Textproduktion, die bereits in einzelne Sparten Realität ist, wie beispielsweise bei Börsen-, Wetter- oder Sportnachrichten.

Die Digitalisierung und Automatisierung der Medien hat weitreichende Folgen für das Berufsbild von JournalistInnen und den Zugang zu verlässlichen Informationen für die Bevölkerung. Zunehmend wird der „klassische“ Journalismus, der als Mittler Fakten überprüft und tiefgreifender recherchiert, aber auch Nadelöhr im Nachrichtenfluss ist, durch neue Formen und Akteure in Frage gestellt. Nachdem jede/r BesitzerIn eines Smartphones potenziell über ein Ereignis berichten kann und über soziale Netzwerke oder offene Internetchrichtendienste auch Zugang zu einer beträchtlichen Öffentlichkeit hat, fällt diese traditionelle Kontrollinstanz oftmals weg. Auf der einen Seite bedeutet dies eine Ermächtigung des Einzelnen, auf der anderen Seite leidet der informierte öffentliche Diskurs, wenn sich „Fake-News“ einfach und schnell verbreiten und Algorithmen auf Meinung und Vorlieben einzelner Personen zugeschnittene Nachrichten automatisch produzieren und zustellen.

Soziale Netzwerke filtern Nachrichteninhalte mit intransparenten Mechanismen vor, die beispielsweise auf Likes oder Empfehlungen basieren. Dadurch konsumieren insbesondere Gruppen mit ähnlichen (politischen) Interessen verstärkt ausgewählte Medieninhalte; deren Meinungsbildung und Diskurs findet so vornehmlich unter Gleichgesinnten in ihrer „Filterblase“ statt. Dadurch verändern sich die Wahrnehmung von Sachverhalten und die Einschätzung der Relevanz eines Themas. Ob JournalistInnen in Zukunft vermehrt analysieren und kommentieren oder ob andere Szenarien den medialen Diskurs zu organisieren vorstellbar sind und was gesellschaftlich gefördert werden sollte, wäre Gegenstand einer wichtigen gesellschaftlichen und demokratiepolitischen Debatte.

Zitierte Quellen

- Réchar, D. et al. (2017) Global Trendometer: Essays on medium- and long-term global trends. European Parliament, DOI:10.2861/782776 [europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603253/EPRS_STU\(2017\)603253_EN.pdf](http://europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603253/EPRS_STU(2017)603253_EN.pdf).
- Fanta, A. (2017) Putting Europe's Robots on the Map: Automated journalism in news agencies. Reuters Institute Fellowship Paper, University of Oxford, reutersinstitute.politics.ox.ac.uk/our-research/putting-europes-robots-map-automated-journalism-news-agencies.

(NG)

Dezentralisierte Kollaborationsplattformen – Alternativen zu globalen Online-Monopolen

Informationsbeschaffung und Vernetzung im globalen Maßstab maßgeblich bestimmen. Ihre Marktmacht ist umfassend und zudem handelt es sich um Unternehmen, die außerhalb der EU angesiedelt sind und damit nur sehr begrenzt auf europäischer oder österreichischer Ebene reguliert werden können. Durch die Erbringung ihrer Dienstleistungen erhalten globale Online-Plattformen zugleich wertvolle Daten, die für die Weiterentwicklung von algorithmischen Entscheidungssystemen (siehe Thema „Transparente Algorithmen“, S. 61) und Künstlicher Intelligenz (KI) (siehe Thema „KI-Risiken“, S. 55) von zentraler Bedeutung sind und auch ökonomisch verwertet werden. Die umfassenden Datenbestände, die durch die Nutzung der digitalen Plattformen entstehen, sind eine extrem wertvolle Ressource für die Entwicklung von Märkten und theoretisch auch für die Politik (z.B. zur Identifizierung der Steuerung von umweltrelevanten Entscheidungen). Doch diese Datenbestände stehen weder den BürgerInnen, noch öffentlichen Einrichtungen oder Unternehmen in Europa und Österreich zur Verfügung. Es gibt bereits zunehmend Bedenken gegen die Monopolstellung und es werden verschiedene Maßnahmen diskutiert und umgesetzt, insbesondere im Kartellrecht oder auch über hohe Strafzahlungen bei Verstößen der Unternehmen. Diese bisherigen Versuche, die Marktmacht zu begrenzen, können die monopolistischen Tendenzen nicht grundsätzlich in Frage stellen.

Die führenden Plattformen verfügen über ein so hohes Maß an Nutzerdaten und Kapitalreserven, dass sie ihre Geschäftsbereiche jederzeit ausweiten können und jedes Start-Up, das ihnen entweder gefährlich werden könnte oder aber für ihr eigenes Produktportfolio vielversprechend erscheint, integrieren können. Unternehmen im Bereich Mobilität (Uber) und Beherbergung (Airbnb) zeigen, dass sich auch vormals als regional begriffene Dienstleistungen über globale Plattformen steuern lassen. Wenn der globale Trend auf eine immer umfassendere Plattform-Ökonomie hinausläuft, wird die staatliche Steuerungsfähigkeit der Zukunft davon bestimmt sein, ob die Infrastrukturen durch staatliche Handlungsfähigkeit und demokratische Kontrolle gestaltbar sind (siehe Thema „Digitale Souveränität“, Seite 49-49). Diese Frage wird immer relevanter, da z.B. Amazon und Facebook Algorithmen und KI einsetzen, die das Verhalten der NutzerInnen stark steuern können. Diese Verhaltenssteuerung ist weder transparent, noch erfolgt sie in Einklang mit gesellschaftlichen und politischen Zielen in Demokratien.

Was bisher fehlt, sind Technologien, die darauf ausgerichtet sind, die wesentlichen Funktionen der Ökonomie und des Alltagslebens im 21. Jahrhundert – Handel (siehe Thema „Blockchain“, S. 37), Informationsbeschaffung, Medienzugang – in einer kollaborativen und verteilten Infrastruktur zu organisieren. Globale Netzwerke und Plattformen bestimmen

die Zukunft und damit stellt sich die Frage, wie sie im Sinne aller organisiert und transparent gemacht werden können sowie regionale Unternehmen und Start-Ups unterstützen können. Kollaborative Plattformen im großen Maßstab müssten in der Lage sein, die gleiche Funktionalität der bisherigen Internet-Giganten zu bieten und dabei ein „Ökosystem „von verteilten, interoperablen und kollaborativen Plattformen bilden. Wie ein solches kollaboratives Ökosystem von Dienstleistungsplattformen aussehen kann, welche Technologien dafür bereits zur Verfügung stehen, welche Ansprüche von Politik, Industrie, BürgerInnen, KMUs, Banken und anderen Akteuren dabei berücksichtigt werden müssten und wo noch Forschungsbedarf besteht, ist aktuell noch völlig offen. Die Optionen für solche kollaborativen Plattformen zu untersuchen, würde es ermöglichen, entsprechende Aktivitäten auf europäischer und internationaler Ebene zu initiieren.

(PSR)

Häuser aus dem 3D-Drucker

Beim 3D-Druck wird das gewünschte Bauteil schichtweise d. h. additiv hergestellt, wobei unterschiedlichste Materialien zum Einsatz kommen können (Keramik, Kunststoff, Zellen, Metall, Beton etc.). Eine besonders interessante und bereits marktreife Anwendung ist das „Drucken“ von Gebäuden. Es existieren bereits Prototypen von Gebäuden, die mittels 3D-Druck errichtet wurden¹⁰¹. Ein Roboterarm wird entweder in der Mitte oder um das zu errichtende Gebäude positioniert. Dieser Roboterarm verfügt über eine Betongießvorrichtung an seiner äußersten Spitze, mit welcher die Außen- und Innenwände Schicht für Schicht aufgebaut werden können. Diese Technologie ermöglicht es, ein eingeschossiges Gebäude mit 100 m² Grundfläche innerhalb von 24 Stunden fertigzustellen. Weitere Vorteile, die angegeben werden, sind die drastische Reduktion der Bauabfälle, Kostenersparnis und damit leistbares Wohnen sowie weniger Unfälle im Baugewerbe. Zwei zu nennende Akteure im Bereich des Gebäudedrucks sind das Unternehmen Apis Core¹⁰² und Contour Crafting Corporation, an welchem unter anderem das in Österreich ansässige doka-Venture mit 30 % beteiligt ist und sich als Kernaktionär positioniert¹⁰³. Diese neuartige Anwendung der additiven Fertigung könnte ein disruptives Potential für das Bauwesen und der Beschäftigung in diesem Bereich haben. Bezogen auf Sicherheit und Baunormen, ist bei einer zunehmenden Verbreitung der Technologie von Handlungsbedarf auszugehen. Diese Technologie ermöglicht zudem die Schaffung leistbaren und vor allem schnell errichteten Wohnraums, was sie aus Sicht der Wohnbaupolitik relevant macht.

(LC)

¹⁰¹ youtube.com/watch?v=xktwDfasPGQ.

¹⁰² apis-cor.com/en/.

¹⁰³ 3d-grenzenlos.de/wp/wp-content/uploads/2017/06/doka-ventures-3d-druck-haeuser.pdf.

Autonome Mini-Häuser

Immer mehr Firmen produzieren Klein-Häuser die von jeglicher Infrastruktur unabhängig sind. Diese Häuser, meist 20-30 m² klein, stehen in der Tradition klassischer Wohnwagen, haben aber alle Installationen, die auch in einem normalen Haus zu finden sind¹⁰⁴. Viele Anbieter werben mit dem Komfort eines hochpreisigen Hotelzimmers. Solarzellen und Wasseraufbereitung machen diese Häuser autark und, da sie oft auch Räder haben, sind sie weitgehend ortsunabhängig. Steigende Wohnraumpreise in Städten und Umland, wie auch wiederauflebender Minimalismus als Designleitlinie und im Lebensstil führen zu einem wachsenden Angebot autarker Minihäuser, deren Aufstellung auch nicht immer an Bauland gebunden ist. Ohne durch traditionelle städtische Dienstleistungen, wie Strom- und Wassernetz eingeschränkt zu werden, könnten neue Häuser in Gebieten jenseits der städtischen Planungssteuerung entstehen. Eine solche Zersiedelung kann erhebliche ökologische und soziale Folgen nach sich ziehen. So ist beispielsweise eine an Zersiedelung gekoppelte Erhöhung des Individualverkehrs mit mehr Umweltbelastung, aber auch längeren Pendelzeiten verknüpft. Diese Eigenständigkeit der Mini-Häuser führt zu weniger Abstimmungsbedarf im Energiesystem und steht einem anderen Trend entgegen, in dem Gebäude zwar autonomer in ihrer Energieproduktion werden, aber als Produzenten und Verbraucher am gemeinsamen Energienetz teilnehmen und dadurch erheblicher Abstimmungsbedarf entsteht. Insgesamt ergeben sich damit auch für Österreich relevante Fragestellungen zur Planung und Steuerung der Raumentwicklung und der Energienetze.

(NG)

¹⁰⁴ wohnwagon.at; ecocapsule.sk.
passivdom.com/en/; cahute.eu/?lang=en.

Geldlose Tauschsysteme: Zeitbanken

Zeitbanken sind sozio-technische Systeme, die Dienstleistungen mit Zeit anstatt mit Geld vergüten (Carroll et al. 2016). Sie zielen generell darauf ab, künftigen Herausforderungen wie dem demografischen Wandel und daraus resultierenden Problemlagen entgegen zu wirken. Vor allem im Bereich der Altersvorsorge (z. B. Betreuungsbedürfnisse der älteren Generation) spielt die Idee des Zeittausches eine Rolle. Eine Zeitbank übersetzt Zeit in Zeitgutschrift für persönliches Engagement und praktische Hilfe, die später für eigene Bedürfnisse genutzt werden kann. Dieses System zum geldlosen Austausch von Dienstleistungen verspricht, Anreize für zeitlich limitierte oder regelmäßige Engagements zugunsten der Allgemeinheit zu schaffen. Darüber hinaus sollen Zeitbanken die Entstehung sozialer Netzwerke fördern und die Gesundheits-, sowie Pflege- und Betreuungskosten senken.

In der Schweiz¹⁰⁵ wird die Schaffung eines regulativen Rahmens für die Organisation und Administration von Zeitbanken, sowie die Erstellung von Leistungskatalogen im Parlament diskutiert. Dabei ist die Frage zentral, ob das Modell des Zeittauschsystems überhaupt öffentlich/staatlich organisiert sein soll, oder basierend auf dem Modell der Nachbarschaftshilfe im lokalen Rahmen verankert sein soll. Die Auswirkungen eines solchen Systems auf bereits bestehendes soziales Engagement in Vereinen oder Gemeinden bleibt fraglich.

Heute nutzen die Akteure von Zeitbanken zum Tracking von Zeitbank-Austauschvorgängen spezielle Software und auch Smartphone-Apps (Han et al. 2015). Diese ermöglicht die Dokumentation der Aktivitäten von TeilnehmerInnen: was können sie anbieten, was möchten sie im Gegenzug erhalten und was wurde ausgetauscht (z. B. wie viele Zeiteinheiten bzw. Personenstunden). Neben gängiger Software für das Management von Zeitbanken (z. B. TimeRepublik, hOurWorld Time and Talents, Community Forge, Community Weaver 3) wäre es vorstellbar, dass zukünftig auch die Blockchain-Technologie für TimeBanking eingesetzt wird.

Zitierte Quellen

- Carroll, J. M., Shih, P. C., Han, K. und Kropczynski, J., 2016, Coordinating community cooperation: Integrating timebanks and nonprofit volunteering by design, *International Journal of Design* 11(1), 51-63.
- Han, K., Shih, P. C., Bellotti, V. und Carroll, J. M., 2015, It's Time There Was an App for That Too: A Usability Study of Mobile Timebanking, *International Journal of Mobile Human Computer Interaction* 7(2), 1-22; auch veröffentlicht in: *Int. J. Mob. Hum. Comput. Interact.*

(DW)

¹⁰⁵ parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20150484.

Bionische Produktion der Zukunft: Selbstformende Objekte durch 4D-Druck

4D-Druck fügt dem 3D-Druck die Veränderung der Objekte durch äußere Faktoren hinzu. Smarte Materialien verwandeln sich eigenständig (aber zuvor präzise programmiert) in einen neuen Zustand. Objekte, im 3D-Druck aus verschiedenen Materialien zusammengestellt, sind so konzipiert, dass sie unter bestimmten Bedingungen ihre Gestalt ändern. Dabei orientiert sich Forschung an bionischen Prinzipien der Natur, insbesondere dem Wachstum von Pflanzen oder auch den Schutzmechanismen von Pflanzen in Bezug auf Wasserzufuhr oder Temperaturveränderung.

Die Versprechungen sind hoch, reichen von neuen Implantaten (die minimalinvasiv in den Körper eingeführt werden und erst am Bestimmungsort ihre vollständige Größe erreichen) bis zu Möbeln, die sich zu Hause selbst zusammensetzen. Angedacht werden bioabbaubare Produkte aus Materialien, die sich nach einer gewissen Zeit oder auf entsprechende Impulse hin selbstständig zersetzen. Den unterschiedlichen Anwendungen ist gemeinsam, dass sie ein weitgehend neues Produktionsparadigma anstreben, das voraussichtlich insbesondere dann von schnell steigender Bedeutung sein wird, wenn es aus verschiedenen Branchen und Wissenschaftszweigen mit hoher Synergie vorangetrieben wird. Der 4D-Druck ist insofern primär interessant im Zusammenspiel mit persönlichen Fertigungseinheiten (personal manufacturing), mit Robotik und dem Internet of Things (Glenn/Florescu 2015).

Dem 4D-Druck wird eine potentiell disruptive Innovationsdynamik zugeschrieben. Branchenübergreifend haben die Technologien potentiell eine hohe Innovationsdynamik und sind daher von hoher wirtschaftlicher Relevanz. Wie der 3D-Druck bereits medizinische Produktherstellung, z. B. von Orthesen und in der Zahnmedizin disruptiv verändert und in Zukunft die Schmuckherstellung und die Verarbeitung hochwertiger Metalle starkem Wandel unterwerfen wird, kann der 4D-Druck diese Tendenz verstärken, bietet aber zugleich bei früher Innovationsgestaltung hohes Potential hinsichtlich nachhaltiger Produkt- und Prozessinnovationen. In Österreich ließen sich über eine frühe Förderung der Technologien viele verschiedene Branchen und Akteure verbinden. Darüber hinaus bietet die Technologie sowohl Potentiale für etablierte Unternehmen (insbesondere für hochspezialisierte Maschinenbauer) als auch für die Start-Up Szene.

Zitierte Quellen

Glenn, J. C. und Florescu, E., 2015, 2015-16 State of the Future.

(PSR)

Quantenbiologie

Neue Forschungsansätze erweitern die klassische Quantenphysik um experimentelle Ansätze der Biologie und öffnen das interdisziplinäre Feld für zukünftige, technologische Anwendungen, wie z. B. die künstliche Photosynthese zur Erzeugung von Biotreibstoffen (Lim et al. 2015), den Quantencomputer oder hocheffiziente Solarzellen (Ball 2011). Diese neuen Forschungstrends werden unter dem Begriff Quantenbiologie zusammengefasst. Der Terminus Quantenbiologie eignet sich, um nach außen hin zu signalisieren, dass in biologischen Systemen interessante moderne Physik erforscht werden kann (Von Rauchhaupt 2013).

Bisher konnte die mögliche Relevanz, die Quantum-Phänomene für die Funktionsweise von lebenden Organismen haben, nur anhand von theoretischen Experimenten und Computersimulationen erforscht werden. Jetzt wurden Quantum-Effekte in bestimmten biologischen Systemen (Lichtsammelkomplexen) bereits experimentell nachgewiesen; das Ausmaß ihrer Wirkung ist jedoch noch unerforscht (Rinaldi 2012).

Wie Geruch wahrgenommen wird oder wie sich Lebewesen (z. B. Zugvögel) anhand von Magnetfeldern orientieren, könnte mit Hilfe der Quantenbiologie geklärt werden. Erste experimentelle Nachweise mit Fruchtfliegen bestätigen die Sinnhaftigkeit der interdisziplinären Forschungsrichtung (Franco et al. 2011; Ritz et al. 2010). Die Erkenntnisse aus dem Feld der Quantenbiologie könnten generell ein verbessertes Verständnis von biologischen Systemen und darüber hinaus die Entwicklung effizienter und robuster Quantum-Technologien für z. B. Solarenergie, Kommunikation und Navigation ermöglichen (Caruso 2016).

Die Quantenbiologie ist einerseits für die Weiterentwicklung der Physik (Quantencomputer), andererseits für Anwendungen (Energiespeicher) und auch Nachahmung biologischer Prozesse (z. B. effiziente Energiegewinnung aus Sonnenlicht) relevant. Die Verknüpfung der beiden Forschungsfelder Quantenphysik und Biologie¹⁰⁶ und die zukünftige Grundlagenforschung im neuen, interdisziplinären Bereich der Quantenbiologie ist möglicherweise für Österreich, das einen hohen Kompetenzgrad in der Quantenforschung aufweist, interessant.

Zitierte Quellen

Ball, P., 2011, Physics of life: The dawn of quantum biology, *Nature News* 474(7351), 272-274.

Caruso, F., 2016, What is Quantum Biology?; Council for the Lindau Nobel Laureate Meetings e.V.; lindau-nobel.org/what-is-quantum-biology/.

¹⁰⁶ iqoqi-vienna.at/en/research/zeilinger-group/quantum-science-and-application-in-biology/.

- Franco, M. I., Turin, L., Mershin, A. und Skoulakis, E. M. C., 2011, Molecular vibration-sensing component in *Drosophila melanogaster* olfaction, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(9), 3797-3802; pnas.org/content/108/9/3797.abstract.
- Lim, J., Paleček, D., Caycedo-Soler, F., Lincoln, C. N., Prior, J., Von Berlepsch, H., Huelga, S. F., Plenio, M. B., Zigmantas, D. und Hauer, J., 2015, Vibronic origin of long-lived coherence in an artificial molecular light harvester, *Nature communications* 6, 7755.
- Rinaldi, A., 2012, When life gets physical, Quantum effects in selected biological systems have been confirmed experimentally, but how widespread is their role remains unclear 13(1), 24-27; embor.embopress.org/content/embor/13/1/24.full.pdf.
- Ritz, T., Yoshii, T., Helfrich-Foerster, C. und Ahmad, M., 2010, Cryptochrome: A photoreceptor with the properties of a magnetoreceptor?, *Communicative & Integrative Biology* 3(1), 24-27; ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2881235/.
- Von Rauchhaupt, U., 2013, Quantenbiologie: Das Leben ist ein Quantenspiel, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*; faz.net/-gx5-75vfq.

(DW)

Dienstleistung 4.0

Die Digitalisierung der Dienstleistungsarbeit ermöglicht es „virtuellen ArbeiterInnen“ für Arbeitgeber in anderen Ländern zu arbeiten. Damit stehen österreichische ArbeitnehmerInnen im Wettbewerb mit AnbieterInnen aus allen Teilen der Welt, mit zum Teil wesentlich niedrigerem Lohnniveau und geringer sozialer Sicherheit¹⁰⁷. Online-Plattformen überwinden Firmen-, sektorale und nationale Grenzen und öffnen globale Märkte für mehr Wettbewerb bei weniger Regulierung (ITA 2017). Es entstehen Plattformen, die das Auffinden virtueller Arbeit ermöglichen bzw. diese vermitteln¹⁰⁸. Reputationssysteme verfolgen individuelle Leistungen, Kompetenzen und spezifische Fähigkeiten, damit virtuelle Arbeitgeber schnell kompetente und vertrauenswürdige MitarbeiterInnen finden können. Online-Plattformen wie Uber oder AirBnB machen mit insgesamt sehr wenigen direkt Beschäftigten hohe Umsätze.

Neben den Crowdfunding-Plattformen sind es vor allem die Verlagerung von Dienstleistungen auf die KonsumentInnen (prosumer), die hohe Einsparungspotentiale seitens der Unternehmen ermöglichen, und der zunehmende Einsatz von Robotern und Algorithmen, die auch höherwertige Dienstleistungsarbeit übernehmen bzw. automatisieren können. Damit zeichnen sich einschneidende strukturelle Veränderungen in Bereichen wie Handel, Bank- und Versicherungswesen sowie in Pflege- und Gesundheitsdienstleistungen ab.

Gestaltungsoptionen des Parlaments betreffen insbesondere die strukturellen Änderungen am Arbeitsmarkt und in der Unternehmensstruktur in Österreich. Diese haben Auswirkungen auf das Steueraufkommen und die Steuerpolitik. Dazu kommen Fragen der Anpassung von Arbeitsrecht und Schutz von EPU, Sozialversicherungsfragen und nicht zuletzt ethische Fragen bei Pflege- und Gesundheitsdienstleistungen.

Zitierte Quellen

ITA 2017, Roboter, Digitalisierung und Arbeitsmarkt. ITA-Dossier Nr. 26, April; Tanja Sinozic, Michael Nentwich, Johann Čas), Wien; epub.oeaw.ac.at/ita/ita-dossiers/ita-dossier026.pdf.

(MN)

¹⁰⁷ media.arbeiterkammer.at/wien/PDF/studien/digitalerwandel/Oesterreichs_Crowdworkszene_2016.pdf.

¹⁰⁸ clickworker.com und crowdguru.de.

Automatisierung in der Rechtsberatung

Die Digitalisierung, Automatisierung und künstliche Intelligenz findet in vielen verschiedenen Bereichen Einzug. Einer davon ist der Rechtsbereich. Diese so genannten „Legal-techs“ umschreiben Technologien, die von unterstützender Software im Büroalltag bis hin zu automatisierten Rechtsdienstleistungen und smart contracts reichen, also Verträgen die in eine Blockchain eingebettet sind. Aktuelle Anwendungsbeispiele sind Onlineportale, die sich auf Flugentschädigungen spezialisiert haben (Compensation2Go, Airhelp, refund.me etc.). Hierbei werden für die Kunden die Entschädigungen beim Anbieter erwirkt. Technisch aufwändiger sind Technologien, die die Recherche und das Verfassen von Schriftsätzen übernehmen. Das funktioniert durch die algorithmische Einbettung von juristischem Regelwerk. Auch das österreichische Patentamt nutzt bereits eine Form der algorithmischen Rechtsberatung (Markenschutz). Der „Albert Patent Bot“ unterstützt Unternehmen dabei, markenrechtliche Fragen online abzuklären. Laut einer Studie der Boston Consulting Group und der Bucerius Law School könnten die Effekte des Einsatzes von Legal-Techs weitreichend sein, unter anderem wird davon ausgegangen, dass 30-50 % der Arbeiten, die AnwaltsanwärterInnen heute noch verrichten, dadurch substituiert werden könnten¹⁰⁹. Der Einfluss auf den Arbeitsmarkt und auf die Ausbildung von JuristInnen wäre demnach nicht zu vernachlässigen. Für die KonsumentInnen ergäben sich Vorteile, wie zum Beispiel der niederschwellige Zugang zu Rechtsdienstleistungen. Weitestgehend ungeklärt sind die Implikationen des algorithmischen Eingriffs in die Rechtsstaatlichkeit und inwieweit dieser überhaupt automatisiert werden soll?¹¹⁰ Auch die Frage der Sicherstellung des Datenschutzes bei der Algorithmisierung im Rechtsbereich muss berücksichtigt werden.

Österreich ist in der automatisierten Rechtsberatung noch nicht weit fortgeschritten, jedoch ist aufgrund des Aufschwungs in USA und Deutschland mit zunehmender Relevanz zu rechnen. Es besteht somit noch Gestaltungsmöglichkeit und Innovationspotential.

(LC)

¹⁰⁹ bucerius-education.de/fileadmin/content/pdf/studies_publications/Legal_Tech_Report_2016.pdf.

¹¹⁰ tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/themenprofile/Themenkurzprofil-012.pdf.

Ein sicheres, dezentrales Grundbuch über Blockchain

Das Grundbuch als ein von den Bezirksgerichten geführtes öffentliches Verzeichnis, in dem Grundstücke und die an ihnen bestehenden dinglichen Rechte dokumentiert sind, könnte in eine Blockchain überführt werden. Einige Staaten (z. B. Honduras¹¹¹, Ukraine, Schweden) führen derzeit digitale Grundbücher mit Blockchain ein oder prüfen die Möglichkeit einer solchen Einführung. Ein Blockchain-Grundbuch wird als sicher vor Manipulation angesehen, als stark kostensenkend und als Mittel, Korruption einen Riegel vorzuschieben.

Allerdings sind die aktuellen Ansätze primär über private Firmen realisiert und es gibt keine Langfristerfahrungen. Offene Fragen sind, wie sich die Transitionsphase von zentralen Systemen zu dem dezentralen System organisieren lässt und ob das System langfristig tatsächlich günstiger ist. Eine Implementierung von Blockchain Anwendungen im öffentlichen Sektor bedarf der Klärung zentraler Voraussetzungen. Die Technologie kann nur für staatliche Anwendungen eingesetzt werden, wenn es eine offiziell anerkannte, digitale Identität gibt und schließlich wäre ein umfassender Know-How-Aufbau und Schulungsaufwand innerhalb der Verwaltung erforderlich, um Blockchain-Projekte umsetzen zu können. Grundbücher eignen sich zur Gestaltung konkreter Prototypen, da sie hochgradig formalisiert sind.

Zitierte Quellen

Lemieux, V. L., 2016, Trusting records: is Blockchain technology the answer?, Records Management Journal 26(2), 110-139.

(PSR)

¹¹¹ Das System in Honduras beruht allerdings auf der Bitcoin-Blockchain und wird von einem privaten Unternehmen implementiert. Damit sind vielfältige Sicherheitsrisiken verbunden, da es keine staatliche Kontrolle über die Infrastruktur gibt, siehe Lemieux (2016).

Die Zukunft von Industrie 4.0

Es besteht kein Zweifel, dass die Entwicklung zur Industrie 4.0 (cyber-physical systems) weiter voranschreiten wird: Roboter werden multifunktional, intelligenter, kleiner, billiger und sicherer, sodass diese in Zukunft auch außerhalb von strikten Sicherheitsbereichen (sog. Käfigen) in der Montagehalle gemeinsam mit Menschen „Hand in Hand“ arbeiten werden. Vor allem der Trend zu kleineren, multifunktionalen und billigeren Robotern wird auch die KMUs erreichen. Gleichzeitig schreitet die Entwicklung des Internet der Dinge (IoT) voran, was zu einer virtuellen Verkettung der gesamten Produktionskette, vom Rohstoff über alle Zwischenprodukte und Lieferanten bis zum Fertigprodukt, führen kann – mit entsprechenden Auswirkungen auf die traditionellen Logistiksysteme und auch die Produktionsverfahren. Bisher wurden vor allem die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt diskutiert, dies jedoch weiterhin noch ohne eindeutige Ergebnisse. Darüber hinaus ergeben sich mannigfache Wirkungen, die die möglichen Veränderungen der Wirtschaftsstruktur ebenso umfassen, wie Auswirkungen auf die erforderlichen Qualifikationen und damit auf das Bildungssystem. Insbesondere das Zusammenwirken von Menschen und Robotern bedarf noch sozialwissenschaftlicher und ethischer Überlegungen.

Das BMVIT investiert in F&E in diesem Bereich massiv, es gibt eine I 4.0-Plattform, es ist gerade in Österreich ein boomender Bereich mit großen Chancen. Mit der Pilotstudie Industrie 4.0 (Aichholzer et al. 2015) hat das Parlament 2015 einen ersten umfassenden Überblick über die vielfältigen Auswirkungen von Industrie 4.0 bekommen, es wurden damals aber nur zwei von neun Wirkungsfeldern¹¹² vertieft.

Zitierte Quellen

Aichholzer, G., Gudowsky, N., Rhomberg, W., Saurwein, F., Weber, M. und Wepner, B., 2015, Industrie 4.0 – Foresight & Technikfolgenabschätzung zur gesellschaftlichen Dimension der nächsten industriellen Revolution (Zusammenfassender Endbericht), Nr. ITA-AIT-2, 2015-11-30, Wien; epub.oeaw.ac.at/ita/ita-projektberichte/ITA-AIT-2.pdf.

(MN)

¹¹²Beschäftigungseffekte; Arbeitsorganisation; Aus- und Weiterbildung; Gesundheit; Ressourceneinsatz; Wirtschaft und Wettbewerb; Sicherheit, Technische Standards; Regulierung.

Automatisiertes Gesundheitsdaten-Monitoring

In Zeiten demographischen Wandels, einem Mangel an Pflegekräften und dem Trend zu einer stärker selbstbestimmten Gesundheitsversorgung, steigt die Nachfrage nach teilautomatisierten Gesundheitsdienstleistungen. Ein Monitoring von Gesundheitsdaten, gekoppelt mit digital vernetzten Gesundheitsdiensten und Gesundheitseinrichtungen, kann zu einem teil-automatisiertem Gesundheitssystem führen. Es könnte Menschen ermöglichen eigenständiger, trotz (chronischer) Krankheiten, zu leben und selbstbestimmter Gesundheitsvorsorge zu betreiben. Mit den Potentialen sind zugleich neue Risiken verbunden, da in der Medizin und im öffentlichen Gesundheitswesen immer mehr sensible PatientInnen Daten digital gespeichert werden. In den kommenden Jahren wird mit einem starken Anwachsen personenbezogener Daten im Gesundheitswesen zu rechnen sein, ohne dass bisher in ähnlichem Ausmaß die steigenden Anforderungen an den Datenschutz in der Medizin bedacht werden.

Mit privaten, online angebotenen Genom-Analysen (siehe auch Thema „Personalisierte Genomsequenzierung“, S. 93) geben weltweit nicht nur Erwachsene zunehmend sensible Gesundheits-Daten an private Anbieter weiter, sondern auch die Daten ihrer Kinder. Genetische Analysen am Menschen werden in Österreich durch das Gentechnikgesetz (GTG) geregelt, das neben der Zulassung von Einrichtungen, die prädiktive genetische Tests durchführen, auch Aufklärung, Einverständniserklärung, Beratung, Dokumentation und Datenschutz im Zusammenhang mit genetischen Analysen regelt. Da die privaten AnbieterInnen, deren Dienstleistungen keinen klinischen Kriterien entsprechen müssen und auch nicht mit einer Beratung über die Reichweite der möglichen Ergebnisse verbunden sind, aus den USA ihre Leistungen anbieten, greift das GTG nicht. Die privaten AnbieterInnen koppeln die Genomanalyse auch mit Daten der NutzerInnen wodurch ein wachsender Austausch von sensiblen digitalen Gesundheitsdaten in privaten Datennetzen außerhalb Österreichs und der EU stattfindet. Zeitgleich wächst die Tendenz zum Dokumentieren und Teilen von Vital- und Aktivitätsdaten zur eigenen Gesundheits-Optimierung mittels Handy-Apps und Messgeräten, die mit Smartphones gekoppelt sind. In den möglichen Kombinationen von genetischen Daten, medizinischen Daten, dem umfassenden Monitoring des Lebensstils und der Kontrolle dieser Daten durch das Social Web ergeben sich langfristige Missbrauchspotentiale, die sich denjenigen kaum erschließen lassen, die heute ihre Daten teilen.

(WP)

